

# Café CONILON

**2ª Edição**

Atualizada e ampliada

**Romário Gava Ferrão**  
**Aybiré Francisco Almeida da Fonseca**  
**Maria Amélia Gava Ferrão**  
**Lúcio Herzog De Muner**  
EDITORES TÉCNICOS



**Café**  
**CONILON**







# Café CONILON

**2ª Edição**

Atualizada e ampliada

2ª reimpressão

## **EDITORES TÉCNICOS**

Romário Gava Ferrão

Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca

Maria Amélia Gava Ferrão

Lúcio Herzog De Muner

Vitória, ES

2017

© 2017 - **Incaper**

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Rua Afonso Sarlo, 160 - Bairro Bento Ferreira - CEP: 29052-010 - Vitória-ES - Brasil

Caixa Postal: 391 - Telefone geral: (27) 3636 9888 - Telefax: (27) 3636 9865

coordenacaoeditorial@incaper.es.gov.br | www.incaper.es.gov.br

Todos os direitos reservados nos termos da Lei nº 9.610, que resguarda os direitos autorais. É proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou forma, sem a expressa autorização do Incaper ou dos editores.

**ISBN 978-85-89274-26-5**

Editor: Incaper

Tiragem: 1.000

Janeiro 2017

#### **CONSELHO EDITORIAL**

Presidente: Mauro Rossoni Junior

Chefe do Departamento de Comunicação e Marketing: Adelaide de Fátima Santana da Costa

Chefe da Área de Pesquisa: Luiz Carlos Prezotti

Chefe da Área de Extensão: Pierangeli Cristina Marim Aok

Coordenação Editorial: Liliâm Maria Ventrorm Ferrão

Membros:

André Guarçoni M.

Bevaldo Martins Pacheco

Cássio Vinícius de Souza

Cíntia Aparecida Bremenkamp

Henrique de Sá Paye

José Aires Ventura

Romário Gava Ferrão

Sheila Cristina Prucolli Posse

#### **PROJETO GRÁFICO, EDITORAÇÃO ELETRÔNICA,**

#### **ARTE-FINALIZAÇÃO E CAPA**

Laudeci Maria Maia Bravin

#### **REVISÃO DE NORMALIZAÇÃO**

Liliâm Maria Ventrorm Ferrão

#### **REVISÃO LINGÜÍSTICA**

Marcos Roberto da Costa

#### **FICHA CATALOGRÁFICA**

Merieleem Frasson

#### **CRÉDITOS DAS FOTOS**

Augusto Barraque, acervo do Incaper e dos autores

Incaper  
Biblioteca Rui Tendinha

C129 Café Conilon / editores técnicos, Romário Gava Ferrão, Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, Maria Amélia Gava Ferrão, Lúcio Herzog De Muner. 2 ed. atual. e ampl. 2ª reimpressão - Vitória, ES : Incaper, 2017.  
784p. : il. color.

ISBN 978-85-89274-26-5

1. Brasil. 2. Espírito Santo (Estado). 3. Cafeicultura. 4. Café Conilon. I. FERRÃO, Romário Gava (Ed.). II. FONSECA, Aymbiré Francisco Almeida da (Ed.). III. FERRÃO, Maria Amélia Gava (Ed.). IV. De MUNER, Lúcio Herzog (Ed.). V. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. VI. Título.

CDD: 633.73



## Prefácio

Ao longo das últimas três décadas, verificou-se extraordinário crescimento na produção, produtividade e uso da espécie *Coffea canephora* no cenário capixaba, brasileiro e internacional. Concomitantemente, constatou-se grande distinção e reconhecimento da importância dessa cultura, tendo como pilares, nessa evolução, a geração, difusão e transferência de tecnologias e a agregação de esforços das diferentes instituições e elos da cadeia do café.

Os editores e autores desta segunda versão revisada, atualizada e ampliada têm grande satisfação e honra de redigir o prefácio do livro "Café Conilon", que oferece e disponibiliza aos segmentos do café os mais contemporâneos conhecimentos científicos sobre o café conilon.

Os 30 capítulos desta obra foram redigidos por 74 profissionais com formações acadêmicas e reconhecidas experiências, condizentes com os diferentes conteúdos expostos. Na redação, procurou-se uma combinação cuidadosa e harmônica de teoria e prática, em que foram apresentados e discutidos os conhecimentos, as experiências de campo e as tecnologias geradas e ou adaptadas por diferentes instituições brasileiras, oriundas dos resultados de pesquisas científicas de campo e de laboratório, obtidos, sobretudo, no Estado do Espírito Santo e Brasil, e da consulta de mais de 1.200 literaturas nacionais e internacionais. O conteúdo permeia diferentes áreas e abordam temas que se estendem desde a origem e história da introdução do conilon no Brasil, a aspectos relacionados ao seu cultivo sustentável, colheita e classificação, até fatores econômicos, entre outros, tais como *Coffea canephora*; importância do café conilon no Estado do Espírito Santo; zoneamento agroclimático; origem e dispersão geográfica; aspectos fisiológicos; melhoramento genético; autoincompatibilidade; biotecnologia; cultivares; jardins clonais, produção de sementes e mudas; manejo da cultura; preparo, manejo e conservação de solo; nutrição; calagem e adubação; plantas daninhas; pragas; doenças; irrigação; sistemas agroflorestais; colheita e pós-colheita; mecanização da colheita; água residual; qualidade e classificação; industrialização; mercado e comercialização; cafeicultura sustentável; certificação; arranjo institucional; geração, difusão e transferência de tecnologias; e coeficientes técnicos e custo de produção.

Como editores técnicos, impressionou-nos muito o volume e a qualidade das informações, tecnologias geradas e transferidas para os produtores e para os diferentes segmentos associados ao café conilon, além das inovações que proporcionaram nessas últimas décadas.

Nesse contexto, merecem registro os resultados dos trabalhos do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), que ao longo da metade de sua história de 60 anos, juntamente com instituições parceiras, vem desenvolvendo pesquisas aplicadas com o conilon em focos temáticos prioritários e simultaneamente transferindo tecnologias aos produtores do Estado e de outras regiões brasileiras. Os dados conjunturais do Espírito Santo mostram que de 1993 a 2014, período em que os produtores passaram a renovar suas lavouras com as primeiras cultivares melhoradas disponibilizadas, juntamente com as indicações tecnológicas relativas à nutrição e poda, observou-se crescimento contínuo médio da ordem de 15% ao ano na produção de café conilon capixaba. Ressalta-se que por ocasião do início dos trabalhos do projeto desta publicação na sua segunda edição (2014), o Espírito Santo alcançou a maior produção de sua história, ou seja, 9,95 milhões de sacas. Contudo, daquela ocasião até o presente momento, o Estado vem passando por uma das mais expressivas secas já relatadas no último século, e, em decorrência desse fato, a produção estadual experimentou uma redução de cerca de 50% em relação à



expectativa daquela que poderia ser alcançada em condições climáticas normais. Registra-se que a maioria dos dados conjunturais ou comparações dessa obra apresentados pelos diferentes autores são referentes até o ano de 2014 ou 2015.

Espera-se que este livro em sua segunda edição mantenha-se como um referencial técnico-científico da espécie *Coffea canephora* para ser consultado por público diverso, envolvendo pesquisadores, professores, técnicos, estudantes, empresários, comerciantes, industriais, agentes financeiros, entre outros, de instituições públicas e privadas e pelo produtor. Espera-se também que as novas informações trazidas nos diferentes capítulos contribuam para a evolução da produção sustentável, melhoria da qualidade e agregação de valor do produto final, maior competitividade da atividade e melhoria da qualidade de vida, especialmente dos cafeicultores e seus familiares e de todos os envolvidos nos arranjos associados ao agronegócio café conilon.

Somos muito gratos a todos aqueles que participaram desta obra e da exitosa história do conilon que, de várias formas, se confunde com a história de tantos capixabas e brasileiros, que usam os conhecimentos em prol do fortalecimento empreendedor dos envolvidos nas atividades associadas ao conilon.

Por fim, estamos prontos a continuar trabalhando de forma unida, dinâmica e responsável, no estabelecimento de diretrizes para o enfrentamento dos desafios atuais e futuros relacionados às mudanças climáticas, escassez de mão de obra, mecanização, melhoria da qualidade final do produto, novos mercados, agregação de valor, aumento de renda, certificação, custo da produção e demais demandas que por certo virão, contribuindo, assim, para uma cafeicultura brasileira cada vez mais sustentável.

Editores Técnicos



## Apresentação

O Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) orgulha-se do lançamento e disponibilização da segunda edição do livro 'Café Conilon'. Para os profissionais da área agrônômica, estudantes, produtores e apreciadores das tecnologias relacionadas à cafeicultura, a primeira edição, lançada em dezembro de 2007, tornou-se uma obra de referência desde então.

Agora, esta obra, atualizada e ampliada sob a coordenação dos pesquisadores Romário Gava Ferrão, Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, Maria Amélia Gava Ferrão e Lúcio Herzog De Muner, contempla 30 capítulos, com estruturas independentes, de informações tecnológicas, gerencias e de mercado sobre a cultura do café no âmbito não apenas estadual, mas nacional e, até mesmo, internacional.

Por meio de conceitos teórico-científicos aplicados na prática, o livro introduz e discute os principais temas das diferentes áreas de conhecimento da espécie *Coffea canephora*. Também aborda as interligações entre os diferentes setores, como pesquisa, extensão, mercado, indústria e produtores.

Ao analisar as mudanças em relação à primeira edição, os autores discorrem sobre novos paradigmas, com o objetivo de buscar alternativas para o desenvolvimento rural sustentável por meio de pesquisa levando em consideração o cenário atual de grandes variações climáticas, novos arranjos institucionais, demanda por transferência de tecnologias e infraestrutura, escassez de mão de obra, entre outros fatores.

Com a participação de 75 autores e coautores, de 68 especialistas revisores e mais de 75 instituições públicas e privadas, o livro 'Café Conilon' constitui-se em mais uma obra-prima da agricultura moderna, com conhecimentos capazes de promover, de forma sustentável, aumento e distribuição de renda, manutenção do homem no campo e redução das desigualdades sociais.

Assim, em seu sexagésimo aniversário de existência, o Incaper comemora essa data, tendo a honra de disponibilizar à sociedade esta obra que, em complementação à edição anterior, reflete o dedicado trabalho de muitos de seus profissionais ao longo dos últimos 30 anos que, interagindo com esmero e profissionalismo com equipes de pesquisadores de outras instituições, num trabalho de contínua e profícua parceria, vem proporcionando a elucidação de muitos aspectos, de diversas áreas do conhecimento que envolvem as atividades relacionadas a esse agronegócio.

Nesta oportunidade, o Instituto parabeniza todos os seus servidores que se dedicaram e dedicam seu trabalho à cultura do café, que está no coração e no dia a dia dos capixabas.

**Mauro Rossoni Junior**  
Diretor-Técnico do Incaper

**Marcelo Suzart de Almeida**  
Diretor-Presidente do Incaper



## *Palavra do Secretário de Agricultura*

O modelo de desenvolvimento agropecuário, associado ao crescimento populacional e à demanda por alimentos, estabelece um novo paradigma para a geração do conhecimento com a inserção de tecnologias cada vez mais avançadas para produção com mais eficiência respeitando os recursos naturais, promovendo a ampliação da cobertura vegetal, a qualidade de vida das pessoas no campo, a alimentação saudável e a sustentabilidade das cadeias produtivas.

O livro 'Café Conilon' é uma grandiosa obra que mostra, com maestria, um dos melhores exemplos do sucesso oriundo do esforço de uma equipe técnica altamente qualificada e detentora de conhecimentos científicos e aplicados que fazem da cafeicultura no Estado do Espírito Santo esse celeiro de referência nacional e internacional.

Os desafios são muitos, e maiores ainda são os resultados obtidos que estão sendo disponibilizados para a sociedade. Essas informações técnicas, relevantes e indispensáveis para a sustentabilidade dessa importante cadeia produtiva que é o café conilon, motivo de muito orgulho para os capixabas, destacam a importância do Sistema Seag nesse momento histórico, único e inovador na geração de conhecimento. Fatos marcantes, no entanto, merecem ser registrados desde a sua introdução por volta de 1912 em solo espírito-santense, passando pela crise da erradicação do café arábica (1962-68), que foi a principal motivação de alternativas viáveis de inovação e renovação. Esse fato levou a uma decisão corajosa e determinada do Município de São Gabriel da Palha na produção e distribuição de mudas de café conilon, experiência de grande sucesso, considerada um marco inicial para a expansão da cultura no Estado. O Governo do Espírito Santo, por meio da Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag), passou a ter um importante papel nessa cadeia produtiva ao longo dos anos. Sua contribuição culminou no PEDEAG 3 (2015-2030), com a realização de oficinas para o levantamento das prioridades do setor, reforçando o papel da pesquisa, inovação, assistência técnica e extensão rural, fator motivador para o lançamento do maior edital de pesquisa no Estado do Espírito Santo pela Seag, em parceria com a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), sendo o café conilon uma das prioridades.

Nesses 30 capítulos e 784 páginas, é possível apreciar os indicadores e evolução do café conilon com o registro de 15 cultivares, sendo dez do Incaper, mais de 50 tecnologias nas diferentes áreas e mais de 4.000 conhecimentos gerados que elevam ao patamar nunca antes conquistado um trabalho integrado e interdisciplinar protagonizado pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), em parceria com instituições públicas e privadas, municípios e todos os pesquisadores, extensionistas, agricultores e agentes da cadeia produtiva do café conilon.

**Octaciano Neto**

Secretário de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca



## Palavra do Governador

A cafeicultura capixaba experimentou, a partir dos anos 60, uma longa história de incertezas e desafios em meio a uma crise do mercado cafeeiro, na qual o Estado se viu forçado a destruir milhões de cafeeiros, delapidando aquela que se constituía na principal atividade agrícola do Espírito Santo: a cultura-base do primeiro ciclo produtivo de nossa trajetória.

Mas da crise, não nasceu apenas uma economia capixaba renovada pelo paradigma industrial-exportador, emergiu uma cafeicultura forte, reassentada em novas bases, como a diversificação, a produtividade e a qualidade.

A cafeicultura responde atualmente pela destacada fatia de 36,81% do valor bruto da produção agropecuária do Espírito Santo, contando com especial participação do conilon. Constitui-se na mais importante atividade socioeconômica capixaba, projetando o Estado como o segundo produtor nacional de cafés e o primeiro de conilon. A atividade ocupa 20,6% da área cultivada no meio rural, estando presente em todos os 78 municípios capixabas, onde gera uma receita anual da ordem de 3,22 bilhões de reais.

Nos 64 municípios que cultivam café conilon no Estado, 40 mil das 60 mil propriedades rurais dedicadas ao cultivo de café produzem conilon. A atividade gera cerca de 210 mil postos diretos de trabalho na lavoura. A safra recorde da espécie no Estado foi alcançada em 2014, quando foram produzidos 9,95 milhões de sacas numa área em produção de aproximadamente 283 mil hectares.

As expressivas alterações climáticas registradas no Estado de 2014 a 2016, quando a precipitação nas principais regiões produtoras de conilon diminuiu drasticamente, provocaram expressivas perdas, interferindo de forma significativa nas atividades que envolvem produtores, empreendedores e profissionais de diferentes instituições.

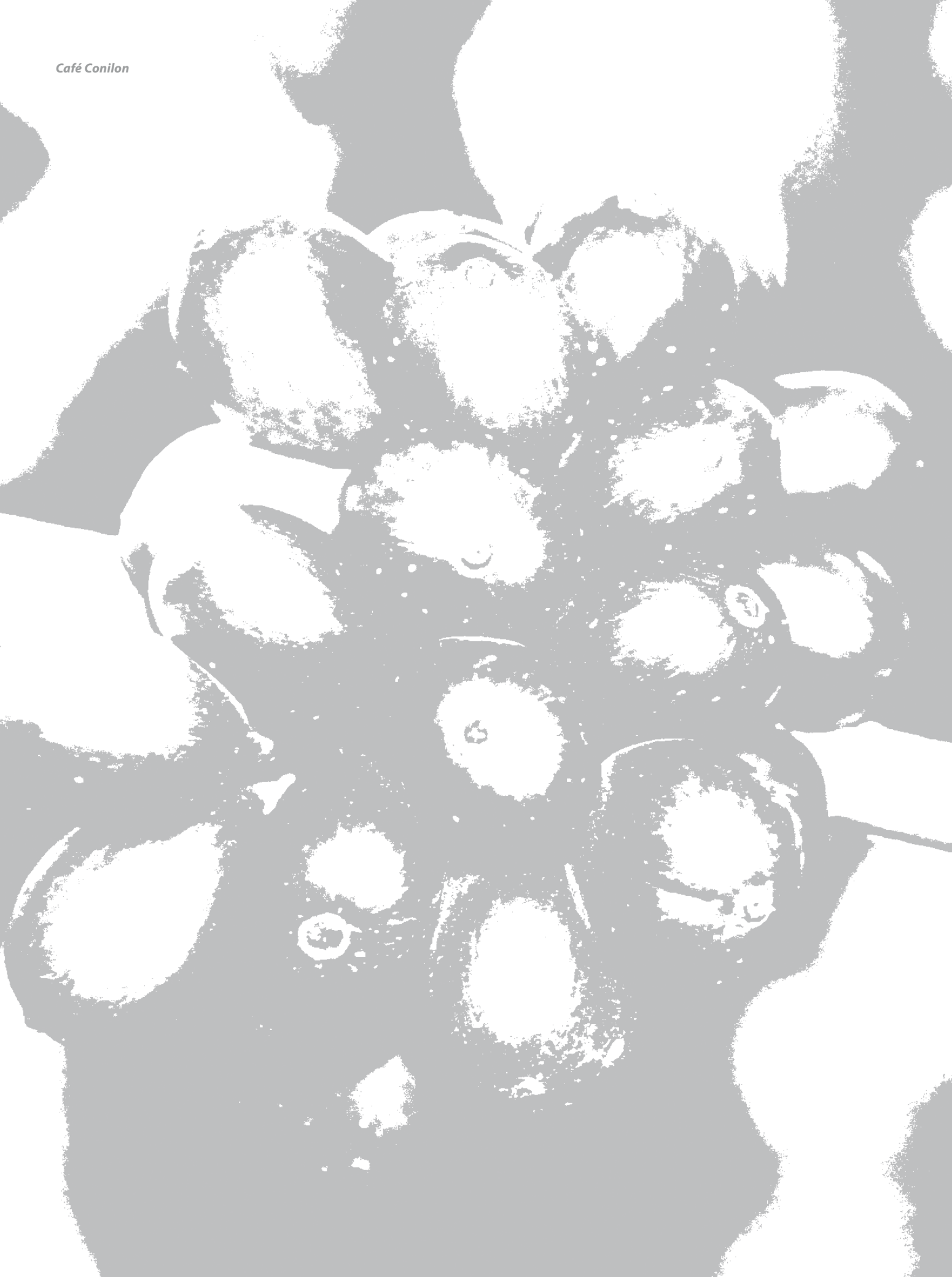
Resta destacar o investimento em pesquisa e inovação feito pelo Governo do Estado com vistas a qualificar e ampliar a produtividade dos cafés capixabas. Especificamente acerca do conilon, o aparato tecnológico disponibilizado pela pesquisa alavancou a produtividade, que em 1993 era de 9,2 sacas beneficiadas de 60 kg por hectare, para o valor de 35,14 sacas beneficiadas por hectare em 2014, isto é, um aumento de 282%. Ademais, a produção passou, no mesmo período, de 2,4 para 9,95 milhões de sacas, ou seja, um crescimento de 315%.

O conteúdo desta publicação ressalta o quão dinâmico é o setor cafeeiro capixaba, além de caracterizar a importância do café para as nossas atividades econômicas e raízes culturais. A obra tem um sabor duplamente especial ao destacar os avanços tecnológicos potencializados pelo investimento em tecnologia e qualidade. Traduz adicionalmente a bravura com que nossos agricultores enfrentam os desafios que se apresentam, como agora ao superar as agruras dos efeitos ambientais.

É a cafeicultura fazendo história em nossas terras, escrevendo capítulos de enfiamento, luta e superação, qualificação e produção de riquezas, com garantia de oportunidade de trabalho e prosperidade para milhares de capixabas. Uma história que merece ser contada com distinção e saboreada com uma boa dose de orgulho e emoção.

**Paulo Hartung**  
Governador do Estado do Espírito Santo







## *Dedicatória*

---

Esta segunda edição dedicamos aos produtores de café conilon do Espírito Santo pela bravura, dedicação e empreendedorismo demonstrados no desenvolvimento da atividade e, em especial, ao Sr. Dário Martinelli (*in memoriam*) pelo inestimável legado deixado na cafeicultura capixaba.



## *Agradecimentos*

---

Aos autores pela dedicação e solicitude para dividirem conosco a responsabilidade de atualizar e ampliar esta edição, mantendo o nível científico.

Aos revisores *ad hoc* pela disponibilidade e pelo trabalho coletivo com os editores e autores.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) por sempre acreditar e apoiar os projetos com café e esta obra, especialmente pela valiosa contribuição de seus servidores nas diferentes fases deste trabalho, notadamente na coordenação editorial, diagramação, revisão linguística e normalização, operacionalização administrativa e de recursos financeiros, entre outras.

Ao Governo do Estado do Espírito Santo, por intermédio da Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag), por apoiar a pesquisa, assistência técnica e extensão rural do café conilon no Estado.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, à Embrapa Café pelo incentivo, apoio técnico-científico e viabilização de parte dos recursos para esta publicação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo (Fapes) pela disponibilização de apoio financeiro para execução de projetos de pesquisa da cafeicultura do Espírito Santo.

A todas as instituições que acreditaram, trabalharam, auxiliaram e estiveram envolvidas na elaboração e no lançamento desta obra.

Enfim, o nosso muito obrigado a todos e nossa eterna gratidão.





## Editores Técnicos

### **Romário Gava Ferrão**

Engenheiro Agrônomo, formado em 1980 pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Mestre em 1984 e Doutor em 2004 em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Participou do Curso Avançado em Melhoramento no Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (Cimmyt), México, em 1993. É pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) desde 1984. Atua desde 1996 como professor de graduação e pós-graduação na orientação e coorientação de trabalhos de pesquisa científica (monografias, dissertações de mestrado e teses de doutorado). Coordena e participa de equipe de projetos de pesquisa de melhoramento genético e áreas correlatas. Chefiou e gerenciou Unidades de pesquisa do Incaper. É coordenador do Programa de Cafeicultura do Estado do Espírito Santo desde 2005. Bolsista de Produtividade e Pesquisa (CNPq). É membro do Conselho Editorial do Incaper e da Câmara de Assessoramento de Ciências Agrárias da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes). É consultor *ad hoc* de revistas científicas de instituições de pesquisa. Coordenou eventos, visitas técnicas e missões e atua como palestrante e conferencista em âmbitos nacional e internacional. Coordenou e ou participou de equipe para o desenvolvimento e lançamento de quatro cultivares de milho, nove de café conilon e na recomendação de 16 cultivares de *Coffea arabica*. Recebeu Premiações e homenagens como: Honraria Indiana, *The Karnataka Planters' Association* - Bangalore, Índia (2013); 10ª Inovex na categoria Resultados para a Sociedade (2014); Capixaba do Ano 2015, categoria Tecnologia; Medalha do Mérito do Sistema Confea/Crea e Mútua (2016). É autor do livro 'Metodologia Científica para iniciantes em pesquisa' e de mais de 400 trabalhos técnico-científicos.

### **Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca**

Engenheiro Agrônomo, formado em 1980 pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Obteve os títulos de Mestre em Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará (UFC) em 1983 e de Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) em 1999. É pesquisador da Embrapa desde 1983, tendo atuado na Embrapa Rondônia e Embrapa Café. Exerce suas funções no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) desde 1987, onde atua em diversos projetos de pesquisa nas áreas de Manejo, Melhoramento Genético e Qualidade do Cafeeiro Arábica e Conilon. Foi chefe da Embrapa Café entre 2008 e 2010 e coordenador do Programa de Pesquisa do Consórcio no mesmo período. Foi membro da Comissão Técnica do Programa Café e coordenador do Comitê de Pesquisa do Núcleo Referência em Genética e Melhoramento do Cafeeiro. É vice-líder do Grupo de Pesquisa Café & Tecnologia no CNPq, onde é bolsista de Produtividade DT. É membro da Câmara de Assessoramento de Ciências Agrárias da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes). Editor Científico da Revista *Coffee Science* e revisor *ad hoc* de várias revistas científicas e instituições de pesquisa. Publicou 486 trabalhos científicos, entre artigos em periódicos nacionais e internacionais, capítulos de livros, resumos expandidos e simples em anais de eventos científicos, em interação com mais de 400 outros autores.



### **Maria Amélia Gava Ferrão**

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), com mestrado (1985) e Doutorado (1997) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) na área de Genética e Melhoramento de Plantas. Pesquisadora do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) de 14/07/1985 a 09/04/2007 e da Embrapa Café no Incaper a partir de 10/04/2007. É Líder do Grupo de Pesquisa Café & Tecnologia e bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. Trabalha na área de Genética e Melhoramento de Plantas, com ênfase em Genética Quantitativa e Marcadores Moleculares. Dedicou-se inicialmente às culturas de mandioca, milho e feijão e, desde 1997, tem trabalhado com café (*Coffea arabica* e *Coffea canephora*), cultura na qual vem coordenando vários projetos de pesquisa e integrando equipes. Atuou como membro do Núcleo de Genética e Melhoramento de Café e do Núcleo de Referência de Biotecnologia do Consórcio Pesquisa Café (2003-2010) e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), Câmara de Assessoramento de Ciências Agrárias (2005-2007 e 2010-2014). Atua como consultora *ad hoc* de revistas científicas e de agências de fomento à pesquisa e desenvolvimento e em cursos de pós-graduação. Em sua produção técnico-científica, destacam-se a participação no lançamento e/ou recomendação de cultivares de feijão (4), milho (2), café arábica (16) e café conilon (6), e publicação de mais de 350 trabalhos, entre livros e capítulos, artigos científicos, resumos simples e expandidos, circulares e boletins técnicos, documentos, entre outros.

### **Lúcio Herzog De Muner**

Engenheiro Agrônomo, formado em 1981 pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), Mestre em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) em 1996 e Doutor em Recursos Naturais e Gestão Sustentável em 2011 pela Universidade de Córdoba (UCO), na Espanha. Ingressou como Extensionista Rural na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Espírito Santo (Emater-ES), em 1982, onde foi chefe de Escritório Local, supervisor regional e gerente estadual do Programa de Apoio à Agricultura Familiar. Entre 2000 e 2003, atuou como professor no curso de Administração Rural no Centro Universitário do Espírito Santo (Unesc), nas disciplinas de Extensão Rural, Solos e Gestão de Recursos Naturais. Foi coordenador do Programa de Desenvolvimento da Cafeicultura no Estado do Espírito Santo vinculado ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) e Secretaria de Estado da Agricultura do Espírito Santo (Seag) entre 1999 e 2005. Exerceu a chefia do Departamento de Operações Técnicas do Incaper de 2005 a 2007 e o cargo de diretor-técnico dessa mesma instituição de março de 2015 a junho de 2016. Atualmente, é coordenador do Programa Renovar Café Arábica, Renova Sul Conilon e do Projeto Transferência de Tecnologias para Sustentabilidade da Cafeicultura no Estado do Espírito Santo e Regiões Sul e Sudoeste da Bahia junto ao CBP&D/Café. Atua como professor convidado na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb), no Programa de Pós-Graduação em Gestão da Cadeia Produtiva do Café.



## ***Autores e Coautores***

**Abraão Carlos Verdin Filho**

Administrador Rural, M.Sc. Produção Vegetal, Pesquisador do Incaper, F. E. Marilândia/ES

**Aldemar Polonini Moreli**

Administrador Rural, D.Sc. Produção Vegetal, Professor do Ifes, Venda Nova do Imigrante/ES

**Aldo Luiz Mauri**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador do Incaper (licenciado)

**André Guarçoni Martins**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Serrano, Domingos Martins/ES

**Antonio Alberto da Silva**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Professor da UFV, Viçosa/MG

**Antonio Elias Souza da Silva**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Extensão Rural, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES  
ae.souzasilva@hotmail.com

**Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Café/Incaper, Vitória/ES  
aymbire.fonseca@embrapa.br

**Braz Eduardo Vieira Pacova**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador da Embrapa/Incaper (aposentado)

**Camila Régia Arcanjo Teles**

Química, Coordenadora do Grupo de Avaliação de Café (GAC) do Sindicafé/SP

**Celso Luis Rodrigues Vegro**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Ciências Sociais, Pesquisador do IEA/APTA/SP  
celvegro@iea.sp.gov.br

**César José Fanton**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Entomologia, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Cláudio Pagotto Ronchi**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fisiologia Vegetal, Professor da UFV, Campus Florestal, Florestal/MG  
claudiopagotto@ufv.br

**David dos Santos Martins**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Entomologia, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES

**Edileuza Aparecida Vital Galeano**

Economista, D.Sc. Economia, Pesquisadora do Incaper, Vitória/ES

**Eduardo Ferreira Sales**

Engenheiro Agrícola, D.Sc. Agroecologia, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Eduardo Heron dos Santos**

Cientista da Computação, Cecafé/SP

**Edvaldo Fialho dos Reis**

Engenheiro Agrícola, D.Sc. Engenharia Agrícola, Professor do CCA/Ufes, Alegre/ES

**Elaine Manelli Riva Souza**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisadora do Incaper CRDR Centro Serrano Domingos Martins/ES

**Enio Bergoli da Costa**

Engenheiro Agrônomo, Esp. Administração Rural, Analista de Suporte em Desenvolvimento Rural do Incaper, Vitória/ES

**Enrique Anastácio Alves**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Engenharia Agrícola, Pesquisador da Embrapa, Porto Velho/RO

**Evair Vieira de Melo**

Administrador de Empresa, Especialista em café, Venda Nova do Imigrante/ES

**Fabiano Tristão Alixandre**

Engenheiro Agrônomo, Extensionista do Incaper, Brejetuba/ES

**Fábio Moreira da Silva**

Engenheiro Agrícola, D.Sc. Engenharia Mecânica, Professor da Ufla, Lavras/MG

**Fábio Murilo DaMatta**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fisiologia Vegetal, Professor da UFV, Viçosa/MG  
fdamatta@ufv.br

**Felipe Paolinelli de Carvalho**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Professor da UFV, Campus Florestal, Florestal/MG

**Fernando Fernandes**

Engenheiro Mecânico, MBA Gestão Empresarial, Cia Lilla de Máquinas Indústria e Comércio/SP  
f.fernandes@lilla.com.br

**Francisco Roberto Caporal**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Agroecologia, Professor Adjunto da UFRPE, Recife/PE

**Gilmar Gusmão Dadalto**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES

**Gustavo Soares de Souza**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Engenharia Agrícola, Pesquisador do Incaper, F. E. Bananal do Norte, Cachoeiro de Itapemirim/ES – gustavo.souza@incaper.es.gov.br

**Hans Christian Schmidt**

Engenheiro Agrônomo, MBA Comercialização e Marketing

**Hélcio Costa**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitopatologia, Pesquisador do Incaper CRDR Centro Serrano, Domingos Martins/ES

**Henrique de Sá Paye**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Inorbert de Melo Lima**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitopatologia. Pesquisador do Incaper CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Jackeline Uliana Donna**

Bióloga, Esp. em Gestão Ambiental, Gestora de Fortalecimento de Desenvolvimento CLAC/FAIRTRADE, Linhares/ES

**João Alberto Peres Brando**

Economista, Me. Economia de Empresa, Consultor Econômico P&A, Espírito Santo do Pinhal/SP

**João Batista da Silva Araújo**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Serrano, Domingos Martins/ES

**João Luiz Perinni**

Engenheiro Agrônomo, Extensionista do Incaper, São Gabriel da Palha/ES

**José Aires Ventura**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitopatologia, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES  
ventura@incaper.es.gov.br

**José Altino Machado Filho**

Engenheiro Agrônomo, Doutorando Fitotecnia, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**José Antônio Lani**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES  
jalani@incaper.es.gov.br

**José Geraldo Ferreira da Silva**

Engenheiro Agrícola, D.Sc. Irrigação e Drenagem, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES  
jgeraldo@incaper.es.gov.br

**José Luiz Tóffano**

Técnico Agrícola do Incaper, F. E. Bananal do Norte, Cachoeiro de Itapemirim/ES

**Juarez de Souza e Silva**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. Engenharia Agrícola, Professor aposentado da UFV, Viçosa/MG  
juarez@ufv.br

**Levy Heleno Fassio**

Médico Veterinário, M.Sc. Administração, Perito Criminal Federal, Brasília/DF

**Liliâm Maria Ventorim Ferrão**

Administradora de Empresa, M.Sc. Economia Doméstica, Analista de Suporte em Desenvolvimento Rural do Incaper, Vitória/ES

**Lúcio Herzog De Muner**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Recursos Naturais e Sustentabilidade, Extensionista do Incaper, Vitória/ES  
demuner@incaper.es.gov.br

**Ludovico José Maso**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Extensão Rural, Assessor Técnico na Seag, Vitória/ES

**Ludymila Brandão Motta**

Bióloga, D.Sc. Produção Vegetal, Professora do IFMA, São Raimundo das Mangabeiras/MA

**Luís Felipe Ventorim Ferrão**

Biólogo, Doutorando Genética e Melhoramento de Plantas pela USP/ESALQ, Piracicaba/SP

**Luiz Antonio Bassani**

Engenheiro Agrônomo, Esp. Gerenciamento de Projetos, Analista de Suporte em Desenvolvimento Rural do Incaper (aposentado)

**Luiz Carlos Prezotti**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES  
prezotti@incaper.es.gov.br

**Mamen Cuéllar Padilla**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. em Metodologia de Investigação Participativa para Desenvolvimento Local, Pesquisadora do ISEC, Córdoba, Espanha

**Marcone Comério**

Engenheiro Agrônomo, Extensionista do Incaper, F. E. Marilândia/ES

**Maria Amélia Gava Ferrão**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Café/Incaper, Vitória/ES  
mferrão@incaper.es.gov.br

**Maria da Penha Padovan**

Bióloga, D.Sc. Sistema Agroflorestal, Extensionista do Incaper, Vitória/ES

**Maurício Blanco Infantini**

Engenheiro Mecânico, M.Sc. Engenharia Mecânica, Engenheiro de Produto da Case New Holland (Fiat)

**Maurício José Fornazier**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Entomologia, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Serrano, Domingos Martins/ES  
fornazier@incaper.es.gov.br

**Miriam Helena Alves Eugênio**

Engenharia Agrônoma, D.Sc. Ciências do Alimentos, Lavras/MG

**Nathan Herszkowicz**

Engenheiro Mecânico, Diretor executivo da Abic Rio de Janeiro/RJ

**Paulo Henrique Leme**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Administração de Empresa, Professor da UFLA, Lavras/MG



**Paulo Henrique Tragino**

Técnico Agrícola do Incaper, F. E. Sooretama/ES

**Paulo Sérgio Volpi**

Administrador Rural, B.Sc. Práticas Agrícolas, Pesquisador do Incaper, F. E. Marilândia/ES

**Pedro Paulo de Faria Ronca**

Engenheiro Agrônomo, Master Economia e ciências do café, Consultor Econômico P&A, Espírito Santo do Pinhal/SP

**Rafael de Lima Bueno**

Engenheiro Agrícola, Consultor Técnico Autônomo e Instrutor do Senar/MG

**Renato Corrêa Taques**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES  
renato@incaper.es.gov.br

**Roberto Passon Casagrande**

Engenheiro Agrônomo, Coabriel, São Gabriel da Palha/ES

**Romário Gava Ferrão**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES  
romario@incaper.es.gov.br

**Sammy Fernandes Soares**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisador da Embrapa Café/Epamig, Viçosa/MG  
sammy.soares@embrapa.br

**Sara Dousseau Arantes**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Fisiologia Vegetal, Pesquisadora do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Scheilla Marina Bragança**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES  
bragancasm@uol.com.br

**Sérgio Marins Có**

Engenheiro Agrônomo, Extensionista do Incaper/Seag, Vitória/ES

**Sérgio Maurício Lopes Donzeles**

Engenheiro Agrícola, D.Sc. Engenharia Agrícola, Pesquisador da Epamig, Viçosa/MG

**Sheila Cristina Prucoli Posse**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisadora do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Vera Lúcia Rodrigues Machado Benassi**

Bióloga, D.Sc. Entomologia, Pesquisadora do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Wander Ramos Gomes**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Agricultura Tropical, Engenheiro Agrônomo da Coabriel, São Gabriel da Palha/ES



## Revisores Técnicos

**Abraão Carlos Verdin Filho**

Administrador Rural, M.Sc. Produção Vegetal, Pesquisador do Incaper, Marilândia/ES

**Adésio Ferreira**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Professor do CCA/Ufes, Alegre/ES

**André Guarçoni Martins**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Serrano, Domingos Martins/ES

**Antonio Elias Souza da Silva**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Extensão Rural, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES

**Arlindo Villaschi Filho**

Economista, D.Sc. Economia, Professor da Ufes, Vitória/ES

**Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Café/Incaper, Vitória/ES

**Caio Louzada Martins**

Engenheiro Agrônomo M.Sc. Produção Vegetal, Extensionista do Incaper, Castelo/ES

**Carlos Henrique Siqueira de Carvalho**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador da Embrapa, Varginha/MG

**Cássio Vinícius de Souza**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Produção Vegetal, Extensionista do Incaper, Guarapari/ES

**César José Fanton**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Entomologia, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Claudinei Antonio Montebeller**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Engenharia Agrícola, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Elaine Manelli Riva Souza**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisadora do Incaper, CRDR Centro Serrano, Domingos Martins/ES

**Enio Bergoli da Costa**

Engenheiro Agrônomo, Esp. Administração Rural, Analista de Suporte em Desenvolvimento Rural do Incaper, Vitória/ES

**Enrique Anastácio Alves**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Engenharia Agrícola, Pesquisador da Embrapa, Porto Velho/RO

**Eveline Teixeira Caixeta**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora da Embrapa/UFV, Viçosa/MG

**Fabiano Tristão Alixandre**

Engenheiro Agrônomo, Extensionista do Incaper, Brejetuba/ES

**Fabício Moreira Sobreira**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Professor do IFC, Blumenau/SC

**Gustavo Soares de Souza**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Engenharia Agrícola, Pesquisador do Incaper, Cachoeiro de Itapemirim/ES

**Izaías dos Santos Bregonci**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Produção Vegetal, Extensionista do Incaper, Vitória/ES

**Jean Carlos Daré**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Engenharia Agrícola, Extensionista do Incaper, Itarana/ES

**João Luís Perinni**

Engenheiro Agrônomo, Extensionista do Incaper, São Gabriel da Palha/ES

**João Batista Esteves Pelúzio**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Professor do Ifes, Alegre/ES

**José Aires Ventura**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitopatologia, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES

**José Altino Machado Filho**

Engenheiro Agrônomo, Doutorando Produção Vegetal, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**José Antonio Bof Buffon**

Economista, M.Sc. Economia, Professor da Ufes, Vitória/ES

**José Francisco Teixeira do Amaral**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Professor do CCA/Ufes, Alegre/ES

**José Geraldo Ferreira da Silva**

Engenheiro Agrícola, D.Sc. Engenharia Agrícola, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES

**José Lazaro Celin**

Economista, M.Sc. Economia, Professor da Ufes, Vitória/ES

**José Mauro de Sousa Balbino**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fisiologia Vegetal, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Serrano, Domingos Martins/ES

**José Salazar Zanuncio Junior**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Entomologia, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Serrano, Domingos Martins/ES

**José Sergio Salgado**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper (aposentado), Vitória/ES

**Júlio César Mistro**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador do IAC/APTA, Campinas/SP

**Karin Tesch Kuhlcamp**

Engenheira Agrônoma, M.Sc. Produção Vegetal, Pesquisadora do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Liliâm Maria Ventorim Ferrão**

Administradora de Empresa, M.Sc. Economia Doméstica, Analista de Suporte em Desenvolvimento Rural do Incaper, Vitória/ES

**Lucas Louzada Pereira**

Administrador Rural, Doutorando Engenharia de Produção, Professor do Ifes, Venda Nova do Imigrante/ES

**Luciano Rodrigues de Oliveira**

Administrador Rural, Analista de Suporte em Desenvolvimento Rural do Incaper, Vitória/ES

**Lucileide Andrade de Lima do Nascimento**

Biblioteconomista, D.Sc. Ciências da Informação, Professora da Ufes, Vitória/ES

**Lúcio de Oliveira Arantes**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Lúcio Lívio Fróes de Castro**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Engenharia Civil, Pesquisador do Incaper (aposentado), Venda Nova do Imigrante/ES

**Luiz Antônio dos Santos Dias**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Professor da UFV, Viçosa/MG

**Luiz Carlos Fazuoli**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Biologia Vegetal, Pesquisador do IAC (aposentado), Campinas/SP

**Marcelo Curitiba Espindula**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa, Porto Velho/RO

**Marcelo Antônio Tomaz**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Professor do CCA/Ufes, Alegre/ES

**Maria Amélia Gava Ferrão**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Café/Incaper, Vitória/ES

**Matheus Fonseca de Souza**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Extensionista do Incaper, Iuna/ES

**Maurício Lima Dan**

Biólogo, Doutorando Ciências Florestais, Pesquisador do Incaper, F. E. Bananal do Norte, Cachoeiro de Itapemirim/ES

**Mirian Piassi**

Bióloga, M.Sc. Botânica, Pesquisadora do Incaper, CRDR Centro Serrano, Domingos Martins/ES

**Orlando Caliman**

Economista, M.Sc. Economia, Instituto Futura, Vitória/ES

**Paulo Cezar Cavatte**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fisiologia Vegetal, Professor do CCA/Ufes, Alegre/ES

**Paulo César de Lima**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Epamig, Viçosa/MG (*In memoriam*)

**Paulo Sérgio Volpi**

Administrador Rural, B.Sc. Práticas Vegetais, Pesquisador do Incaper, Marilândia/ES

**Pedro Luiz Pereira Teixeira de Carvalho**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Extensionista do Incaper/Seag, Vitória/ES

**Pedro Arlindo Oliveira Galvêas**

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador da Embrapa/Incaper, Vitória/ES

**Renan Batista Queiroz**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Entomologia, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Renato Ribeiro Passos**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Professor da Ufes, Vitória/ES

**Rodrigo Barros Rocha**

Biólogo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador da Embrapa, Porto Velho/RO

**Rogério Carvalho Guarçoni**

Engenheiro Agrícola, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisador do Incaper, CRDR Centro Serrano, Domingos Martins/ES

**Romário Gava Ferrão**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador do Incaper, Vitória/ES

**Rosana Maria Altoé Borel**

Economista, Esp. Educação Profissional e Tecnológica, Analista de Suporte em Desenvolvimento Rural do Incaper, CRDR Centro Serrano, Domingos Martins/ES

**Sammy Fernandes Soares**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisador da Embrapa Café/Epamig, Viçosa/MG

**Sara Dousseau Arantes**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Fisiologia Vegetal, Pesquisadora do Incaper, CRDR Centro Norte, Linhares/ES

**Sérgio Maurício Lopes Donzeles**

Engenheiro Agrícola, D.Sc. Engenharia Agrícola, Pesquisador da Epamig, Viçosa/MG

**Sérgio Parreiras Pereira**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisador do IAC, Campinas/SP

**Scheila Marina Bragança**

Engenheira Agrônoma, D.Sc. Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper, Linhares/ES

**Terezinha de Jesus Garcia Salva**

Engenharia de Alimentos, D.Sc. Engenharia de Alimentos, Pesquisadora do IAC, Campinas/SP

**Vanessa Alves Justino Borges**

Cientista Social, M.Sc. Sociologia, Pesquisadora do Incaper, Vitória/ES

**Wagner Nunes Rodrigues**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Produção Vegetal, Professor do CCA/Ufes, Alegre/ES

**Waldir Cintra de Jesus Junior**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fitopatologia, Professor da UFSCar, Buri/SP



# Sumário

## 1

<b><i>Coffea canephora</i></b> .....	<b>37</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>2 PANORAMA DO CULTIVO</b> .....	<b>39</b>
2.1 ASPECTOS GERAIS DA HISTÓRIA, ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO.....	39
2.2 ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS.....	40
<b>2.2.1 Café no Brasil</b> .....	<b>42</b>
<b>2.2.2 Café conilon no Brasil</b> .....	<b>43</b>
<b>2.2.3 Evolução tecnológica do conilon no Brasil</b> .....	<b>43</b>
2.3 PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS PARA <i>Coffea canephora</i> .....	46
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>49</b>
<b>4 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>50</b>

## 2

<b>IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DO CAFÉ CONILON NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO</b> .....	<b>55</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>55</b>
<b>2 BREVE PERFIL HISTÓRICO DA CAFEICULTURA DE CONILON NO ESPÍRITO SANTO</b> .....	<b>56</b>
<b>3 EVOLUÇÃO DA CAFEICULTURA DE CONILON NO ESPÍRITO SANTO</b> .....	<b>58</b>
<b>4 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DO CAFÉ CONILON NOS MUNICÍPIOS CAPIXABAS</b> .....	<b>61</b>
<b>5 A AGRICULTURA FAMILIAR NA PRODUÇÃO DE CAFÉ CONILON</b> .....	<b>64</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>65</b>
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>66</b>

## 3

<b>ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO PARA A CULTURA DO CAFÉ CONILON NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO</b> .....	<b>69</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>69</b>
<b>2 ZONEAMENTO AGRÍCOLA</b> .....	<b>69</b>
<b>3 MODELAGEM PARA O ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO</b> .....	<b>71</b>
3.1 BASE DE DADOS ESPACIAL.....	71
3.2 PREDIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA MÉDIA.....	71
3.3 PREDIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO.....	71
3.4 EVAPOTRANSPIRAÇÃO E DEFICIT HÍDRICO.....	72
3.5 CATEGORIAS DE APTIDÃO.....	72
<b>4 RESULTADOS OBTIDOS</b> .....	<b>73</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>78</b>
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>79</b>

## 4

<b>ORIGEM, DISPERSÃO GEOGRÁFICA, TAXONOMIA E DIVERSIDADE GENÉTICA DE <i>Coffea canephora</i></b> .....	<b>81</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>81</b>

2 ORIGEM E DISPERSÃO GEOGRÁFICA .....	81
3 DESCRIÇÃO BOTÂNICA E SISTEMA REPRODUTIVO .....	86
4 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA .....	88
5 DIVERSIDADE GENÉTICA .....	90
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	98
7 REFERÊNCIAS .....	98

## 5

<b>ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO CAFÉ CONILON .....</b>	<b>103</b>
1 INTRODUÇÃO .....	103
2 CRESCIMENTO VEGETATIVO .....	103
3 SISTEMA RADICULAR .....	105
4 CRESCIMENTO REPRODUTIVO .....	109
4.1 FLORAÇÃO .....	109
4.1.1 Concentração da florada pela imposição de <i>deficit</i> hídrico .....	111
4.2 FRUTIFICAÇÃO .....	113
5 RELAÇÕES HÍDRICAS .....	115
6 MOVIMENTO ESTOMÁTICO E TRANSPIRAÇÃO .....	116
7 FOTOSÍNTESE E PRODUTIVIDADE .....	117
8 ESTRESSE OXIDATIVO .....	118
9 TOLERÂNCIA À SECA .....	119
10 DIFICULDADES E AVANÇOS PARA A OBTENÇÃO DE CULTIVARES TOLERANTES À SECA .....	121
11 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O FUTURO DO CONILON .....	122
12 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	123
13 REFERÊNCIAS .....	124

## 6

<b>MELHORAMENTO GENÉTICO DE <i>Coffea canephora</i> .....</b>	<b>131</b>
1 INTRODUÇÃO .....	131
2 CITOLOGIA E SISTEMAS REPRODUTIVOS .....	132
2.1 AUTOINCOMPATIBILIDADE GENÉTICA .....	132
2.2 BIOLOGIA FLORAL .....	133
2.3 POLINIZAÇÃO .....	134
3 ALGUNS ASPECTOS RELACIONADOS À HERANÇA DE CARACTERES .....	134
3.1 PRODUTIVIDADE DE GRÃOS .....	134
3.2 HERDABILIDADE DAS CARACTERÍSTICAS COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE GRÃOS .....	135
3.3 ESTABILIDADE E BIENALIDADE DE PRODUÇÃO .....	135
3.4 QUALIDADE DO PRODUTO .....	136
3.4.1 Características dos grãos .....	137
3.4.2 Teor de cafeína .....	137
3.4.3 Qualidade da bebida .....	138
4 OBJETIVOS E ESTRATÉGIAS DO MELHORAMENTO GENÉTICO .....	139
4.1 INTRODUÇÃO DE GERMOPLASMA .....	140
4.2 SELEÇÃO CLONAL .....	141
4.3 SELEÇÃO RECORRENTE .....	144
4.3.1 Seleção recorrente com a utilização de propagação vegetativa .....	147
4.3.2 Seleção recorrente recíproca .....	147
4.4 HIBRIDAÇÃO .....	149
4.4.1 Hibridação intraespecífica .....	149
4.4.2 Hibridação interespecífica .....	151
4.5 MANUTENÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA .....	152
5 ANÁLISES BIOMÉTRICAS: APLICAÇÕES E RESULTADOS .....	153



5.1 MODELOS MISTOS .....	153
5.2 ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS.....	157
5.3 CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERES .....	158
5.4 ESTIMATIVAS DE REPETIBILIDADE.....	159
5.5 DIVERGÊNCIA GENÉTICA .....	161
5.6 SELEÇÃO SIMULTÂNEA DE CARACTERES .....	164
5.7 ÍNDICE DE SELEÇÃO .....	165
5.8 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO .....	165
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>167</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>168</b>

## 7

<b>AUTOINCOMPATIBILIDADE E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DO CAFÉ CONILON .....</b>	<b>177</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>177</b>
<b>2 AUTOINCOMPATIBILIDADE .....</b>	<b>178</b>
<b>3 AUTOINCOMPATIBILIDADE NO MELHORAMENTO DE PLANTAS .....</b>	<b>182</b>
<b>4 AUTOINCOMPATIBILIDADE EM <i>Coffea canephora</i> .....</b>	<b>183</b>
<b>5 AUTOINCOMPATIBILIDADE E SUSTENTABILIDADE DO CAFÉ CONILON.....</b>	<b>186</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>188</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>188</b>

## 8

<b>BIOTECNOLOGIA APLICADA A <i>Coffea canephora</i> .....</b>	<b>193</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>193</b>
<b>2 MARCADORES GENÉTICOS.....</b>	<b>193</b>
<b>3 PRINCIPAIS MARCADORES MOLECULARES .....</b>	<b>195</b>
<b>4 APLICAÇÕES DOS MARCADORES MOLECULARES EM <i>Coffea canephora</i> .....</b>	<b>199</b>
4.1 DIVERSIDADE GENÉTICA.....	200
4.2 MAPEAMENTO GENÉTICO E ANÁLISES DE QTLs .....	202
4.3 SELEÇÃO GENÔMICA.....	204
<b>5 RECURSOS GENÔMICOS.....</b>	<b>207</b>
5.1 SEQUENCIAMENTO FUNCIONAL DO CAFÉ - PROJETO BRASILEIRO GENOMA CAFÉ.....	207
5.2 SEQUENCIAMENTO FUNCIONAL DO CAFÉ POR DIFERENTES GRUPOS DE PESQUISA.....	208
5.3 SEQUENCIAMENTO COMPLETO DO GENOMA DE <i>Coffea canephora</i> .....	209
5.4 BANCOS DE DADOS E FERRAMENTAS DE BIOINFORMÁTICA .....	210
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>211</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>212</b>

## 9

<b>CULTIVARES DE CAFÉ CONILON .....</b>	<b>219</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>219</b>
<b>2 INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE CAFÉ CONILON .....</b>	<b>220</b>
2.1 REPRODUÇÃO E PROPAGAÇÃO .....	221
2.2 CULTIVARES CLONAIIS.....	221
2.3 CULTIVARES PROPAGADAS POR SEMENTES .....	222
2.4 MELHORAMENTO GENÉTICO E DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE CAFÉ CONILON PELO INCAPER.....	223
<b>3 CULTIVARES DE CAFÉ CONILON DESENVOLVIDAS E LANÇADAS PELO INCAPER PARA O ESPÍRITO SANTO.....</b>	<b>225</b>
3.1 'EMCAPA 8111'; 'EMCAPA 8121' E 'EMCAPA 8131' .....	225
<b>3.1.1 'Emcapa 8111' .....</b>	<b>225</b>

<b>3.1.2 'Emcapa 8121'</b> .....	<b>225</b>
<b>3.1.3 'Emcapa 8131'</b> .....	<b>226</b>
3.2 'EMCAPA 8141 - ROBUSTÃO CAPIXABA' .....	226
3.3 'EMCAPER 8151 - ROBUSTA TROPICAL' .....	228
3.4 'VITÓRIA INCAPER 8142' .....	229
3.5 'DIAMANTE ES8112', 'ES8122' - JEQUITIBÁ E 'CENTENÁRIA ES8132' .....	230
<b>3.5.1 'Diamante ES8112'</b> .....	<b>230</b>
<b>3.5.2 'ES8122' - Jequitibá</b> .....	<b>230</b>
<b>3.5.3 'Centenária ES8132'</b> .....	<b>230</b>
<b>4 CULTIVARES DESENVOLVIDAS PELO IAC</b> .....	<b>232</b>
4.1 'APOATÃ IAC 2258' .....	232
4.2 'GUARINI IAC 1598' .....	232
4.3 'BUKOBENSIS IAC 826' E 'BUKOBENSIS IAC 827' .....	232
<b>5 CULTIVAR DESENVOLVIDA PELA EMBRAPA RONDÔNIA</b> .....	<b>233</b>
5.1 'BRS OURO PRETO' .....	233
5.2 OUTRAS CULTIVARES RECOMENDADAS PARA RONDÔNIA .....	233
<b>6 PROTEÇÃO E REGISTRO DE CULTIVARES</b> .....	<b>233</b>
6.1 PROTEÇÃO DE CULTIVARES DE CAFÉ .....	233
6.2 REGISTRO DE CULTIVARES DE CAFÉ .....	235
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>235</b>
<b>8 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>237</b>

## 10

<b>JARDINS CLONAIS, PRODUÇÃO DE SEMENTES E MUDAS DE CAFÉ CONILON</b> .....	<b>243</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>243</b>
<b>2 JARDINS CLONAIS E PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIS</b> .....	<b>244</b>
2.1 JARDINS CLONAIS .....	244
<b>2.1.1 Definições</b> .....	<b>244</b>
<b>2.1.2 Histórico</b> .....	<b>245</b>
2.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO .....	245
<b>2.2.1 Plantio das matrizes</b> .....	<b>246</b>
<b>2.2.2 Espaçamento e preparação das matrizes</b> .....	<b>248</b>
<b>2.2.3 Adubação</b> .....	<b>251</b>
<b>2.2.4 Irrigação</b> .....	<b>251</b>
<b>2.2.5 Retirada e preparo das hastes originárias das brotações ortotrópicas ou verticais</b> .....	<b>252</b>
<b>2.2.6 Preparação das estacas para o plantio</b> .....	<b>253</b>
<b>2.2.7 Produção de estacas por matriz</b> .....	<b>254</b>
<b>2.2.8 Aquisição de materiais genéticos nos jardins clonais</b> .....	<b>256</b>
<b>3 PRODUÇÃO DE SEMENTES</b> .....	<b>256</b>
3.1 OBTENÇÃO DE SEMENTES .....	257
3.2 DESPOLPAMENTO E DEGOMAGEM .....	257
3.3 SECAGEM E ARMAZENAMENTO .....	258
3.4 SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA .....	259
<b>4 VIVEIROS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS</b> .....	<b>259</b>
4.1 CONSTRUÇÃO DO VIVEIRO .....	259
4.2 LOCALIZAÇÃO DO VIVEIRO .....	261
4.3 CONFECÇÃO DOS CANTEIROS .....	261
4.4 RECIPIENTES .....	261
4.5 SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS .....	262
4.6 PLANTIO DAS SEMENTES E DAS ESTACAS NO VIVEIRO .....	263
<b>4.6.1 Semeadura para produção de mudas por semente</b> .....	<b>263</b>
<b>4.6.2 Plantio das estacas para produção de mudas clonais</b> .....	<b>263</b>
4.7 CONDUÇÃO DAS MUDAS SEMINAIS NO VIVEIRO .....	264

4.8 ADUBAÇÕES NOS VIVEIROS .....	265
4.9 IRRIGAÇÃO .....	265
4.10 ACLIMATAÇÃO .....	265
<b>5 DISTRIBUIÇÃO DAS MUDAS CLONAIS .....</b>	<b>267</b>
<b>6 INSCRIÇÕES NO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA COMO VIVEIRISTA.....</b>	<b>268</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>268</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>268</b>

## 11

<b>MANEJO DA CULTURA DO CAFÉ CONILON: PLANTIO, ESPAÇAMENTO, PODAS E DESBROTAS.....</b>	<b>275</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>275</b>
<b>2 PLANTIO .....</b>	<b>276</b>
2.1 PLANTIO EM LINHAS.....	278
<b>3 ESPAÇAMENTO .....</b>	<b>283</b>
<b>4 SISTEMAS DE CONDUÇÃO DAS PLANTAS - PODAS .....</b>	<b>285</b>
4.1 CONDUÇÃO DAS PLANTAS EM LIVRE CRESCIMENTO, ARQUEADAS E DECOTADAS.....	285
4.2 PODAS .....	288
4.2.1 Poda de produção do café conilon .....	289
4.2.2 Poda programada de ciclo para o café conilon .....	291
4.2.3 Poda dos ramos plagiotrópicos ou produtivos .....	295
4.3 DESBROTAS.....	296
4.4 ÉPOCA DE REALIZAÇÃO DA PODA .....	297
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>298</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>299</b>

## 12

<b>PREPARO, MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO EM LAVOURAS DE CAFÉ CONILON.....</b>	<b>303</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>303</b>
<b>2 ESCOLHA DAS ÁREAS .....</b>	<b>304</b>
<b>3 PREPARO DA ÁREA PARA O PLANTIO .....</b>	<b>304</b>
3.1 LIMPEZA DO TERRENO.....	305
3.2 MARCAÇÃO E ABERTURA DOS CARREADORES.....	305
3.3 PREPARO DO SOLO.....	307
3.4 MARCAÇÃO E ABERTURA DOS SULCOS OU COVAS.....	307
<b>4 CONSERVAÇÃO DO SOLO .....</b>	<b>311</b>
4.1 IMPORTÂNCIA.....	311
4.2 LOCALIZAÇÃO DOS PLANTIOS.....	312
4.3 PLANTIO EM CURVAS DE NÍVEL .....	312
4.4 PLANTIO ADENSADO .....	313
4.5 PLANEJAMENTO DOS CARREADORES .....	313
4.6 MANEJO DA VEGETAÇÃO NATIVA .....	314
4.7 PLANTIO DIRETO .....	316
<b>5 MEDIDAS DE CONTROLE DA EROSÃO.....</b>	<b>316</b>
5.1 PRÁTICAS VEGETATIVAS.....	316
5.2 PRÁTICAS MECÂNICAS.....	317
5.3 COMBINAÇÃO DE PROCESSOS E PRÁTICAS ESSENCIAIS.....	318
<b>6 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....</b>	<b>319</b>
<b>7 SUBSOLAGEM.....</b>	<b>319</b>
7.1 ADENSAMENTO DO SOLO.....	319

7.2 AVALIAÇÃO DO ADENSAMENTO .....	319
7.3 ADENSAMENTO E SUBSOLAGEM .....	320
7.4 METODOLOGIA PARA REALIZAR A SUBSOLAGEM .....	320
<b>8 PREVENÇÃO DE PROBLEMAS DE ADENSAMENTO .....</b>	<b>321</b>
<b>9 CONVIVENDO COM AS ADVERSIDADES CLIMÁTICAS .....</b>	<b>322</b>
<b>10 MANEJO DA LAVOURA .....</b>	<b>322</b>
10.1 CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS .....	322
10.2 PLANTAS DANINHAS E SEU CONTROLE .....	322
10.3 BENEFÍCIOS DAS PLANTAS INVASORAS (MATO) .....	323
10.4 ÉPOCAS DE CONTROLE .....	323
<b>11 RECUPERAR CAFEZAIS É UMA NECESSIDADE .....</b>	<b>323</b>
<b>12 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>324</b>
<b>13 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>324</b>

## 13

<b>NUTRIÇÃO DO CAFEIRO CONILON .....</b>	<b>327</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>327</b>
<b>2 EXIGÊNCIAS MINERAIS, MARCHA E TAXA DE ACÚMULO .....</b>	<b>327</b>
<b>3 NUTRIENTES .....</b>	<b>328</b>
3.1 NITROGÊNIO .....	328
3.2 CÁLCIO .....	331
3.3 POTÁSSIO .....	332
3.4 MAGNÉSIO .....	333
3.5 ENXOFRE .....	334
3.6 FÓSFORO .....	334
3.7 FERRO .....	335
3.8 MANGANÊS .....	336
3.9 BORO .....	337
3.10 ZINCO .....	337
3.11 COBRE .....	338
<b>4 AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL .....</b>	<b>339</b>
4.1 DRIS .....	339
4.2 NÍVEL CRÍTICO E FAIXA DE SUFICIÊNCIA .....	342
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>343</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>343</b>

## 14

<b>CALAGEM E ADUBAÇÃO DO CAFÉ CONILON .....</b>	<b>347</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>347</b>
<b>2 AMOSTRAGEM DO SOLO PARA ANÁLISE DE FERTILIDADE .....</b>	<b>347</b>
2.1 COLETA DE AMOSTRAS REPRESENTATIVAS .....	347
2.2 SISTEMA DE AMOSTRAGEM .....	348
2.3 CUIDADOS NA COLETA .....	348
2.4 IMPLANTAÇÃO DO CAFEZAL .....	348
2.5 CAFEZAL EM PRODUÇÃO .....	348
<b>3 INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DO SOLO .....</b>	<b>349</b>
<b>4 ACIDEZ DO SOLO .....</b>	<b>349</b>
4.1 ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE CALCÁRIO .....	349
4.2 USO RACIONAL DO CALCÁRIO .....	350
4.3 ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE GESSO .....	351
<b>5 PARTICULARIDADES DA ADUBAÇÃO NITROGENADA .....</b>	<b>352</b>
<b>6 PARTICULARIDADES DA ADUBAÇÃO FOSFATADA .....</b>	<b>352</b>

6.1 FÓSFORO REMANESCENTE (P-rem).....	353
<b>7 PARTICULARIDADES DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA .....</b>	<b>353</b>
<b>8 PARTICULARIDADES DA ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES.....</b>	<b>354</b>
<b>9 ADUBAÇÃO.....</b>	<b>354</b>
9.1 ADUBAÇÃO DE PLANTIO .....	354
9.2 ADUBAÇÃO DE FORMAÇÃO.....	355
9.3 ADUBAÇÃO DE PRODUÇÃO .....	355
9.4 ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES.....	356
<b>9.4.1 Aplicação via solo.....</b>	<b>356</b>
<b>9.4.2 Aplicação via foliar.....</b>	<b>356</b>
<b>10 LOCALIZAÇÃO DOS ADUBOS .....</b>	<b>356</b>
<b>11 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>356</b>
<b>12 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>356</b>

## 15

<b>IRRIGAÇÃO E MANEJO DA ÁGUA NO CAFÉ CONILON .....</b>	<b>359</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>359</b>
<b>2 NECESSIDADES HÍDRICAS DO CAFEIRO CONILON .....</b>	<b>360</b>
2.1 ESTIMATIVA DA NECESSIDADE HÍDRICA DO CAFEIRO.....	362
<b>2.1.1 Aspectos básicos do manejo da irrigação .....</b>	<b>362</b>
<b>2.1.2 Estimativa da evapotranspiração.....</b>	<b>366</b>
<b>3 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO.....</b>	<b>369</b>
3.1 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO .....	370
<b>3.1.1 Sistemas de irrigação por aspersão mecanizados .....</b>	<b>372</b>
<b>3.1.2 Componentes de um sistema de irrigação por aspersão.....</b>	<b>373</b>
3.2 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA .....	374
<b>3.2.1 Descrição de um sistema de irrigação localizada .....</b>	<b>375</b>
<b>3.2.2 Eficiência do sistema de irrigação localizada.....</b>	<b>377</b>
<b>3.2.3 Uniformidade de aplicação de água em sistema de irrigação localizada .....</b>	<b>377</b>
<b>4 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>380</b>

## 16

<b>MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS .....</b>	<b>383</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>383</b>
<b>2 BIOLOGIA E INTERFÊNCIAS DE PLANTAS DANINHAS .....</b>	<b>383</b>
<b>3 MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS .....</b>	<b>385</b>
3.1 MANEJO PREVENTIVO.....	386
3.2 CONTROLE CULTURAL .....	386
3.3 CONTROLE MECÂNICO .....	388
3.4 CONTROLE QUÍMICO.....	388
<b>3.4.1 Manejo de espécies tolerantes ao glyphosate .....</b>	<b>390</b>
<b>3.4.2 Calibração de pulverizador hidráulico costal .....</b>	<b>391</b>
<b>4 CUSTO DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E A RENTABILIDADE DA LAVOURA .....</b>	<b>393</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>394</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>394</b>

## 17

<b>MANEJO DE PRAGAS DO CAFÉ CONILON.....</b>	<b>399</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>399</b>
<b>2 PRAGAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA PARA O CAFÉ CONILON.....</b>	<b>407</b>
2.1 BROCA-DO-CAFÉ .....	407

2.2 BICHO-MINEIRO.....	412
2.3 COCHONILHAS.....	415
2.4 LAGARTA-DOS-CAFEZAIS.....	418
2.5 LAGARTA-VERDE.....	419
2.6 LAGARTA-DAS-ROSETAS.....	419
2.7 CARNEIRINHOS.....	420
2.8 ÁCAROS.....	420
<b>2.8.1 Ácaro-vermelho.....</b>	<b>420</b>
<b>2.8.2 Ácaro-branco.....</b>	<b>421</b>
2.9 BROCA-DAS-HASTES.....	422
2.10 CUPIM-SUBTERRÂNEO.....	423
2.11 FORMIGAS.....	423
<b>3 PRAGAS DO CAFÉ ARMAZENADO.....</b>	<b>423</b>
3.1 CARUNCHO-DAS-TULHAS.....	424
3.2 TRAÇAS-DO-CAFÉ.....	425
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>426</b>
<b>5 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>426</b>

## 18

<b>MANEJO DAS DOENÇAS DO CAFEIRO CONILON.....</b>	<b>435</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>435</b>
<b>2 DOENÇAS FOLIARES E DOS FRUTOS.....</b>	<b>435</b>
2.1 FERRUGEM.....	435
2.2 MANCHA-DE-OLHO-PARDO.....	450
2.3 MANCHA-MANTEIGOSA.....	452
2.4 REQUEIMA-DO-CAFEIRO.....	454
2.5 OUTRAS DOENÇAS FOLIARES E DOS FRUTOS.....	455
<b>2.5.1 Mancha-de-corynespora.....</b>	<b>455</b>
<b>2.5.2 Queima-do-fio.....</b>	<b>456</b>
<b>2.5.3 Mancha-anular-dos-frutos.....</b>	<b>456</b>
<b>2.5.4 Mancha-de-phoma.....</b>	<b>458</b>
<b>2.5.5 Mancha-aureolada.....</b>	<b>458</b>
<b>2.5.6 Mancha de <i>Myrothecium</i>.....</b>	<b>459</b>
<b>3 DOENÇAS DE RAÍZES E CAULE.....</b>	<b>459</b>
3.1 ROSELINEOSE OU MAL-DOS-QUATRO-ANOS.....	460
3.2 NEMATOIDES.....	461
3.3 OUTRAS DOENÇAS RADICULARES.....	469
<b>4 DOENÇAS ABIÓTICAS.....</b>	<b>470</b>
4.1 MORTE-DAS-RAÍZES E SECA-DOS-RAMOS.....	470
<b>5 DOENÇAS QUARENTENÁRIAS E AMEAÇAS EXTERNAS.....</b>	<b>472</b>
5.1 ANTRACNOSE-DOS-FRUTOS-VERDES OU <i>COFFEE BERRY DISEASE</i> (CBD).....	472
5.2 TRAQUEIMICOSE OU MURCHA-DO-CAFEIRO.....	474
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>474</b>

## 19

<b>O CAFÉ CONILON EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....</b>	<b>481</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>481</b>
<b>2 CONSÓRCIOS: SOMBREAMENTO, ARBORIZAÇÃO E SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....</b>	<b>482</b>
<b>3 ASPECTOS BIÓTICOS.....</b>	<b>483</b>
<b>4 ASPECTOS EDÁFICOS.....</b>	<b>483</b>
<b>5 ASPECTOS MICROCLIMÁTICOS E ECOFISIOLÓGICOS.....</b>	<b>484</b>
<b>6 ASPECTOS ECONÔMICOS.....</b>	<b>486</b>

<b>7 SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM CAFÉ CONILON NO ESPÍRITO SANTO</b> .....	<b>488</b>
7.1 A VISÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS SOB O PRISMA DOS AGRICULTORES E DOS TÉCNICOS .....	<b>488</b>
7.2 ALGUNS RESULTADOS EXPERIMENTAIS COM SAFS .....	<b>490</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>491</b>
<b>9 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>492</b>

## 20

<b>COLHEITA E PÓS-COLHEITA DO CAFÉ CONILON</b> .....	<b>495</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>495</b>
<b>2 COLHEITA</b> .....	<b>496</b>
2.1 ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO .....	<b>496</b>
2.2 MÉTODO DE COLHEITA .....	<b>496</b>
<b>3 PREPARO PÓS-COLHEITA DO CAFÉ CONILON</b> .....	<b>497</b>
3.1 PREPARO VIA SECA .....	<b>498</b>
3.2 PREPARO VIA ÚMIDA .....	<b>499</b>
3.3 O PROCESSO DE SECAGEM .....	<b>499</b>
<b>3.3.1 Cuidados na secagem</b> .....	<b>499</b>
<b>3.3.2 Manejo do café em terreiros</b> .....	<b>500</b>
<b>3.3.3 Secagem em secadores mecânicos</b> .....	<b>503</b>
<b>3.3.4 Secagem em terreiro híbrido ou terreiro secador</b> .....	<b>504</b>
<b>4 ARMAZENAMENTO</b> .....	<b>505</b>
<b>5 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>506</b>

## 21

<b>COLHEITA MECANIZADA DO CAFÉ CONILON</b> .....	<b>509</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>509</b>
<b>2 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE COLHEITA</b> .....	<b>510</b>
<b>3 MÁQUINAS E OPERAÇÕES EM USO E EM TESTE PARA A COLHEITA</b> .....	<b>511</b>
3.1 RECOLHEDORAS .....	<b>511</b>
<b>3.1.1 Funcionamento das recolhedoras</b> .....	<b>511</b>
<b>3.1.2 Características técnicas das recolhedoras</b> .....	<b>511</b>
3.2 TRILHADORAS .....	<b>512</b>
<b>3.2.1 Funcionamento das trilhadoras</b> .....	<b>512</b>
<b>3.2.2 Características técnicas das trilhadoras</b> .....	<b>512</b>
3.3 RECOLHEDORAS E TRILHADORAS ESTACIONÁRIAS COM LONAS .....	<b>512</b>
<b>3.3.1 Funcionamento das recolhedoras e trilhadoras estacionárias com lonas</b> .....	<b>512</b>
<b>3.3.2 Características técnicas das recolhedoras e trilhadoras estacionárias com lonas</b> .....	<b>512</b>
3.4 COLHEDORAS AUTOMOTRIZES .....	<b>512</b>
<b>3.4.1 Funcionamento das automotrizes</b> .....	<b>512</b>
<b>3.4.2 Características técnicas das automotrizes</b> .....	<b>515</b>
<b>4 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DAS COLHEDORAS</b> .....	<b>516</b>
4.1 SISTEMAS SEMIMECANIZADOS .....	<b>516</b>
4.2 SISTEMAS MECANIZADOS COM AUTOMOTRIZES .....	<b>516</b>
<b>4.2.1 Características operacionais em lavouras tradicionais</b> .....	<b>516</b>
<b>4.2.2 Características operacionais em lavouras experimentais</b> .....	<b>517</b>
<b>4.2.3 Seletividade da colheita e perspectivas futuras</b> .....	<b>518</b>
<b>5 MANEJO DA LAVOURA PARA COLHEITA MECANIZADA</b> .....	<b>520</b>
5.1 SISTEMAS SEMIMECANIZADOS .....	<b>520</b>
5.2 SISTEMA DE COLHEITA COM AUTOMOTRIZES .....	<b>522</b>
<b>6 CUSTOS OPERACIONAIS DOS SISTEMAS DE COLHEITA</b> .....	<b>525</b>
<b>7 IMPLICAÇÕES FUTURAS</b> .....	<b>526</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>527</b>



<b>9 AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>527</b>
<b>10 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>527</b>

## 22

<b>MANEJO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DO CAFÉ CONILON</b> .....	<b>531</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>531</b>
<b>2 LEGISLAÇÃO</b> .....	<b>531</b>
<b>3 GERAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NO PROCESSAMENTO DO CAFÉ</b> .....	<b>533</b>
<b>4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DO CAFÉ</b> .....	<b>536</b>
<b>5 REÚSO DA ÁGUA RESIDUÁRIA</b> .....	<b>537</b>
5.1 SISTEMA DE LIMPEZA DA ÁGUA RESIDUÁRIA.....	537
5.2 EXPERIMENTOS COM O SISTEMA DE LIMPEZA.....	539
<b>6 DESTINAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA</b> .....	<b>540</b>
<b>7 EFEITOS DA APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA NO SOLO</b> .....	<b>541</b>
<b>8 EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NAS PLANTAS</b> .....	<b>543</b>
<b>9 UTILIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA NA LAVOURA DE CAFÉ</b> .....	<b>545</b>
9.1 DOSE DE ÁGUA RESIDUÁRIA A SER APLICADA.....	545
9.2 MODO DE APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA.....	546
<b>10 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>547</b>
<b>11 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>547</b>

## 23

<b>QUALIDADE E CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ CONILON</b> .....	<b>551</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>551</b>
<b>2 IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE E CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ</b> .....	<b>553</b>
2.1 HISTÓRICO.....	553
2.2 ATRIBUTOS DA QUALIDADE PARA O CAFÉ CONILON.....	555
<b>3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ CONILON</b> .....	<b>556</b>
3.1 ASPECTOS GERAIS DA CLASSIFICAÇÃO OFICIAL BRASILEIRA PARA CAFÉ (COB).....	556
3.2 CLASSIFICAÇÃO POR TIPO.....	557
3.3 CLASSIFICAÇÃO POR PENEIRA.....	559
3.4 CLASSIFICAÇÃO SENSORIAL DA BEBIDA DO CAFÉ.....	560
<b>3.4.1 Análise sensorial clássica</b> .....	<b>560</b>
<b>3.4.2 Caracterização sensorial da bebida do café conilon</b> .....	<b>561</b>
<b>3.4.3 Considerações sobre outros atributos sensoriais característicos do café conilon</b> .....	<b>569</b>
<b>4 PROGRAMAS DE QUALIDADE DO CAFÉ DA ABIC</b> .....	<b>571</b>
<b>5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO CAFÉ</b> .....	<b>572</b>
<b>6 DESCRIÇÃO DOS DEFEITOS, CAUSAS E RELAÇÃO COM A QUALIDADE</b> .....	<b>576</b>
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>580</b>

## 24

<b>INDUSTRIALIZAÇÃO DO CAFÉ CONILON</b> .....	<b>587</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>587</b>
<b>2 RECEPÇÃO E ARMAZENAMENTO DO CAFÉ CRU</b> .....	<b>587</b>
<b>3 TORRAÇÃO</b> .....	<b>588</b>
3.1 PROCESSO DE TORRA.....	590
<b>3.1.1 Interferência de calor no grão, na torra do café</b> .....	<b>590</b>
3.2 REAÇÕES QUÍMICAS DURANTE A TORRA.....	591
3.3 PROCESSO DE TORRA E O MEIO AMBIENTE.....	593
<b>4 BLENDAGEM</b> .....	<b>593</b>
4.1 BLEND DE CAFÉ TORRADO.....	595

<b>5 TRANSPORTE DO CAFÉ TORRADO EM GRÃO</b> .....	<b>596</b>
<b>6 PROCESSO DE MOAGEM</b> .....	<b>596</b>
<b>7 TRANSPORTE DE CAFÉ EM PÓ</b> .....	<b>597</b>
<b>8 DESGASEIFICAÇÃO E EMPACOTAMENTO</b> .....	<b>598</b>
<b>9 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>598</b>
<b>10 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	<b>599</b>

## 25

<b>MERCADO E COMERCIALIZAÇÃO DO CAFÉ CONILON</b> .....	<b>601</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>601</b>
<b>2 PANORAMA</b> .....	<b>602</b>
2.1 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO, EXPORTAÇÃO, CONSUMO DOMÉSTICO E PREÇOS ENTRE PRINCIPAIS CONCORRENTES.....	<b>602</b>
2.2 TRAJETÓRIA DA PRODUÇÃO E PREÇOS NO BRASIL.....	<b>603</b>
2.3 EVOLUÇÃO DOS PREÇOS.....	<b>605</b>
<b>3 ANÁLISE DOS COMPETIDORES INTERNACIONAIS</b> .....	<b>607</b>
3.1 ANÁLISE DAS TENDÊNCIAS DOS PAÍSES COMPETIDORES DO BRASIL NO SUPRIMENTO DO MERCADO MUNDIAL DE ROBUSTA.....	<b>607</b>
3.1.1 Vietnã.....	<b>607</b>
3.1.2 Indonésia.....	<b>608</b>
3.1.3 Índia.....	<b>609</b>
3.2 NACIONAIS.....	<b>610</b>
3.2.1 Bahia.....	<b>610</b>
3.2.2 Rondônia.....	<b>611</b>
3.2.3 Minas Gerais.....	<b>611</b>
3.2.4 Mato Grosso.....	<b>612</b>
<b>4 CONILON CAPIXABA</b> .....	<b>612</b>
4.1 EVOLUÇÃO RECENTE.....	<b>613</b>
4.2 PERFIL SOCIOECONÔMICO.....	<b>614</b>
<b>5 SEGMENTOS À JUSANTE DA LAVOURA</b> .....	<b>615</b>
5.1 AGROINDÚSTRIA DE SOLUBILIZAÇÃO.....	<b>615</b>
5.2 SEGMENTO EXPORTADOR.....	<b>616</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>618</b>
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>619</b>

## 26

<b>CAFEICULTURA SUSTENTÁVEL DO CONILON</b> .....	<b>621</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>621</b>
<b>2 O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE</b> .....	<b>622</b>
<b>3 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE</b> .....	<b>625</b>
<b>4 SUSTENTABILIDADE NA CAFEICULTURA</b> .....	<b>628</b>
<b>5 TRANSIÇÃO DE SISTEMAS: BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS</b> .....	<b>630</b>
<b>6 PROGRAMA CAFÉ SUSTENTÁVEL</b> .....	<b>635</b>
6.1 CAFÉS ARÁBICA E CONILON NO MERCADO DA SUSTENTABILIDADE.....	<b>636</b>
6.2 BRASIL: UM ESTUDO DE CASO PARA A PRODUÇÃO DE CAFÉ SUSTENTÁVEL.....	<b>637</b>
6.3 AÇÕES DO PROGRAMA CAFÉ SUSTENTÁVEL.....	<b>637</b>
6.3.1 O Currículo de Sustentabilidade do Café (CSC).....	<b>638</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>647</b>
<b>8 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>648</b>

## 27

<b>CERTIFICAÇÃO DO CONILON E EXPERIÊNCIA DO ESPÍRITO SANTO .....</b>	<b>655</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>655</b>
<b>2 PROCESSOS PARA CERTIFICAÇÃO.....</b>	<b>655</b>
<b>3 SEGURANÇA DO ALIMENTO – TENDÊNCIA MUNDIAL .....</b>	<b>656</b>
<b>4 CÓDIGOS DE CONDUTA.....</b>	<b>658</b>
<b>5 CERTIFICAÇÃO .....</b>	<b>659</b>
<b>6 INDICAÇÃO GEOGRÁFICA.....</b>	<b>662</b>
<b>7 CERTIFICAÇÃO DE CAFÉ: A EXPERIÊNCIA DO ESPÍRITO SANTO.....</b>	<b>663</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>666</b>
<b>9 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>666</b>

## 28

<b>ARRANJO INSTITUCIONAL DA CAFEICULTURA DE CONILON NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO .....</b>	<b>669</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>669</b>
<b>2 O ARRANJO INSTITUCIONAL.....</b>	<b>670</b>
<b>3 AS INSTITUIÇÕES.....</b>	<b>672</b>
3.1 SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, ABASTECIMENTO, AQUICULTURA E PESCA (SEAG).....	673
3.2 INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER).....	675
3.3 INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO (IDAF).....	680
3.4 EMBRAPA CAFÉ - CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ (CBP&D/CAFÉ).....	680
3.5 INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ (IBC).....	681
3.6 SUPERINTENDÊNCIA FEDERAL DA AGRICULTURA NO ESPÍRITO SANTO (SFA-ES).....	681
3.7 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB) .....	682
3.8 VERDEBRAS.....	683
3.9 CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (CCA/UFES).....	683
3.10 CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (CEUNES/UFES) .....	684
3.11 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO (IFES) .....	684
3.12 NESTLÉ.....	687
3.13 MOVIMENTO DE EDUCAÇÃO PROMOCIONAL DO ESPÍRITO SANTO (MEPES) .....	688
3.14 CENTRO ESTADUAL INTEGRADO DE EDUCAÇÃO RURAL (CEIER).....	689
3.15 SINDICATO E ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (OCB/ES).....	689
3.16 COOPERATIVA AGRÁRIA DOS CAFEICULTORES DE SÃO GABRIEL DA PALHA (COOABRIEL).....	689
3.17 COOPERATIVA AGROPECUÁRIA CENTRO SERRANA (COOPEAVI) .....	692
3.18 COOPERATIVA AGRÁRIA DOS CAFEICULTORES DA REGIÃO DE ARACRUZ (CAFEICRUZ) .....	693
3.19 COOPERATIVA DOS CAFEICULTORES DO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (CAFESUL) .....	693
3.20 SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO ESPÍRITO SANTO (SEBRAE-ES) .....	694
3.21 PREFEITURAS MUNICIPAIS DA ÁREA PRODUTORA DE CAFÉ CONILON .....	694
3.22 BANCO DO BRASIL (BB).....	695
3.23 BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB) .....	695
3.24 BANCO DE DESENVOLVIMENTO DO ESPÍRITO SANTO (BANDES).....	696
3.25 SISTEMA DE COOPERATIVA DE CRÉDITO DO BRASIL (SICOOB/ES) .....	696
3.26 BANCO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (BANESTES).....	697
3.27 FEDERAÇÃO DOS TRABALHADORES NA AGRICULTURA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (FETAES).....	698
3.28 SINDICATO DA INDÚSTRIA DE TORREFAÇÃO E MOAGEM DE CAFÉ DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (SINCAFÉ).....	698
3.29 FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (FAES).....	699
3.30 SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR/ES).....	699

3.31 CENTRO DO COMÉRCIO DE CAFÉ DE VITÓRIA (CCCV).....	700
3.32 CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CAFÉ (CETCAF) .....	701
3.33 EMPRESAS TRISTÃO - REALCAFÉ.....	701
3.34 REDES DE COMUNICAÇÃO.....	702
3.35 EMPRESAS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA PRIVADAS E PROFISSIONAIS AUTÔNOMOS .....	703
3.36 PRODUTORES EXPERIMENTADORES.....	703
<b>4 SÍNTESE DE RESULTADOS DA EVOLUÇÃO DO ARRANJO INSTITUCIONAL .....</b>	<b>703</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>705</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>706</b>

## 29

### **GERAÇÃO, DIFUSÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA O CAFÉ CONILON NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO .....**

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>709</b>
<b>2 HISTÓRICO, TRAJETÓRIA E GRANDES ACONTECIMENTOS.....</b>	<b>710</b>
2.1 HISTÓRICO .....	710
2.2 LINHA DO TEMPO DA GERAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS.....	711
<b>3 BASES PARA O AVANÇO DO CAFÉ CONILON .....</b>	<b>717</b>
3.1 A BASE TECNOLÓGICA .....	718
<b>3.1.1 Principais tecnologias e inovações tecnológicas que vêm contribuindo para evolução do café conilon .....</b>	<b>718</b>
<b>3.1.2 A estratégia dos Jardins Clonais.....</b>	<b>723</b>
<b>3.1.3 Os viveiros de mudas .....</b>	<b>726</b>
3.2 A BASE METODOLÓGICA .....	727
<b>3.2.1 As metodologias .....</b>	<b>728</b>
<b>3.2.2 Assistência ao produtor de conilon .....</b>	<b>730</b>
<b>3.2.3 As publicações técnicas .....</b>	<b>731</b>
<b>3.2.4 Grandes eventos .....</b>	<b>735</b>
<b>4 ALGUNS RESULTADOS DA GERAÇÃO, DIFUSÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS.....</b>	<b>738</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>739</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>740</b>

## 30

### **COEFICIENTES TÉCNICOS E CUSTOS DE PRODUÇÃO DO CAFÉ CONILON NO ESPÍRITO SANTO .....**

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>743</b>
<b>2 CUSTO DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA.....</b>	<b>744</b>
2.1 ANÁLISE ECONÔMICA SIMPLIFICADA E INDICADORES DE VIABILIDADE .....	746
2.2 CUSTOS DE PRODUÇÃO NA CAFEICULTURA: ESTUDOS RECENTES.....	748
<b>3 DETERMINAÇÃO DE CUSTOS E RECEITAS.....</b>	<b>748</b>
<b>4 ANÁLISE DE RENTABILIDADE DO CAFÉ CONILON.....</b>	<b>749</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>756</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>756</b>
<b>7 APÊNDICES.....</b>	<b>759</b>







# Coffea canephora

Romário Gava Ferrão, Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca,  
Maria Amélia Gava Ferrão e Lúcio Herzog De Muner

## 1 INTRODUÇÃO

O café, originário da África e com uma história de mais de mil anos, sempre foi marcado por lendas, grandiosidade, religiosidade, muito trabalho, ciência, interações, ciclos, sonhos, ambições, progresso, frustrações, orgulho, alegria e prazer. É uma bebida que a cada ano surpreende, ganha adeptos, tem sua produção incrementada e sua qualidade melhorada.

Destaca-se como um produto agrícola, dentre os mais importantes, nos aspectos sociais e econômicos para mais de 60 países produtores (OIC, 2012) e para centenas de outros mercados consumidores, constituindo-se em uma das cinco potencialidades agrícolas mais comercializadas no mundo (FAO, 2010).

O café sobressai na economia mundial, ocupando a segunda colocação na geração de riqueza do planeta, após o petróleo (MISHRA, SLATER, 2012). Tem movimentado mais de 90 bilhões de dólares por ano. No entanto, menos de 10% desse valor fica em poder dos países produtores. Sua cadeia produtiva emprega direta ou indiretamente cerca de meio bilhão de pessoas, correspondendo a cerca de 8% da população mundial. Somente nas atividades de produção e comercialização, demanda o trabalho direto e indireto de mais de 100 milhões de pessoas, a grande maioria das quais são pequenos agricultores que vivem em países em desenvolvimento (CIC, 2010).

A história mostra que mesmo com as muitas restrições de consumo, aos poucos, o plantio e uso do café foi disseminado em diferentes partes, tornando-se a segunda bebida natural mais consumida no mundo, sendo universal, sem distinção socioeconômica de pessoas, de raças, de religiões e de culturas.

Segundo Davicon e Ponte (2005), ainda no início do século XXI, o consumo de café no mundo foi estimado em cerca de 2,25 bilhões de xícaras. No entanto, o ato de consumo do produto, à época, difere muito do padrão atual, pois têm sido incluídos novos conceitos relacionados às formas de preparo e consumo, onde os consumidores podem optar entre centenas de combinações (*blends*) disponíveis no que se refere à variedades genéticas, origem, métodos de moagem, aromatizantes, embalagens, tipos de preparos, bebidas e “conteúdo social e/ou ambiental”.

Das 124 espécies do gênero *Coffea* catalogadas, *Coffea arabica* (café arábica) e *Coffea canephora* (café conilon e robusta) são responsáveis por quase a totalidade do café consumido no mundo (DAVIS et al., 2011). Quanto à produção, verifica-se que as estatísticas de diferentes fontes são divergentes. As literaturas mostram uma produção mundial em 2014 entre 143,0 e 152,6 milhões de sacas de 60 kg beneficiadas, com valor mais real em torno de 146 milhões de sacas. Mesmo com as diferenças dos números, de 81 a 88 milhões de sacas para café arábica e de 55 a 65 milhões de sacas para o café conilon e robusta, verifica-se equilíbrio bastante próximo entre a produção e consumo mundial (CARVALHO, 2015; OIC, 2015; USDA, 2015).

As duas espécies são muito distintas quanto aos aspectos agrônômicos, bioquímicos e sensoriais dos grãos, do mercado e da utilização dos respectivos produtos. Mas, independentemente dessa questão, verifica-se uma demanda cada vez maior, sobretudo, por cafés de qualidade superior em ambas as espécies tanto em países produtores como nos consumidores, notadamente naqueles ditos emergentes.

Em decorrência da rica constituição química e sensorial, o café tem sido preparado e consumido nas mais diferentes formas, como bebidas quentes e frias, do cafezinho ao café longo, cappuccino, *espresso*, solúvel, sachê, cápsulas, café com leite, 'três em um', cerveja, bolos, sorvetes, balas e até mesmo cosméticos. Ultimamente, identificou-se no café propriedades nutracêuticas, com importantes valores nutricionais e uso na fabricação de remédios contra doenças funcionais, como o alcoolismo, depressão, hipertensão, doença de Parkinson, mal de Alzheimer, e também na linha de produtos de perfumaria e de cosméticos.

O café é uma bebida em franca ascensão no mundo, seja em quaisquer das formas de preparo e apresentação. Registra-se crescimento de consumo dos tipos gourmets, de máquinas domésticas de monodoses e de solúvel, o que explica o crescimento na produção de arábica e conilon. Existe espaço para todos, atendendo às necessidades das mais variadas

camadas sociais da população (ANUÁRIO, 2014).

Segundo a Organização Internacional do Café (OIC), diante de um crescimento no consumo de 1,5% a 2,5% ao ano, acredita-se que, em 2025, o mundo demandará cerca de 25 a 35 milhões de sacas de café a mais (ANUÁRIO, 2015). Caso se confirme esse cenário, associado à projeção do uso de 45% de *C. canephora* nas bebidas de café, as perspectivas para robusta e conilon para os próximos dez anos serão muito animadoras.

O café é uma página muito especial na história do Brasil. Desde a sua introdução em 1727, tem se constituído em um dos produtos mais importantes no País, na geração de empregos, na produção de riquezas, na diversificação agrícola e na fixação do homem no campo. Parte dessa história foi narrada em verso por Bobbio (2012), na abertura da Conferência Internacional de *C. canephora* realizada no Estado do Espírito Santo, em 2012, cuja síntese é apresentada abaixo.

#### Parte da história do café contada em cordel

Café é planta nativa De países africanos, E no Oriente Médio Existe há mais de mil anos, As suas propriedades Atravessou oceanos.	Outra espécie de Café Depois foi percebida Com uma característica Que é muito bem consumida, É o "robusta africana" "Conilon", é conhecida.	De "Ouro Verde" chamado Ganhou fama e projeção, Internacionalmente Por sua valorização, No tempo do império foi Produto de exportação.
Foi na região de Kaffa Por isso o nome Café, São várias teorias Como realmente é, Foi descoberto na Arábia Folhas, flores, fruto e o pé.	Sei que o Café arábica foi trazido Lá da Guiana Francesa, Chegando aqui no Brasil Com a mais alta nobreza, No estado do Pará Mostrou a sua riqueza.	E prosseguiu com prestígio Depois da instauração Da república e até hoje Mantém sua tradição, É a bebida brasileira Que tem maior produção.
Foram pastores de cabras Que descobriram primeiro, Eles comiam os frutos Que brotavam no terreno, E ficavam mais espertas Andavam o dia inteiro.	Um sargento português Chamado Mello Palheta, Dezessete, vinte e sete (1727) Trouxe na sua maleta, O saboroso café E anotou com a caneta.	Aqui no Espírito Santo O conilon foi introduzido, Na cidade de Cachoeiro Ele foi exibido E da fazenda Monte Líbano Nasceu o conhecimento.
No início, o Café Servia como alimento, E logo passou a vinho Para manter o sustento, E também na medicina Teve o reconhecimento.	Chegando aqui no Brasil No quintal ele plantou, Algumas mudas que trouxe Depressa o Café vingou, Foi em Belém do Pará Onde tudo começou.	Foi Jerônimo Monteiro O então Governador, Que em novecentos e doze (1912) Fique sabendo leitor, Trouxe as primeiras sementes Do Café com muito amor.
Dizem que foram os árabes Os primeiros a plantar, Daí o "coffea arabica" Passaram a cultivar, Esse é o nome científico Que veio para ficar.	Daí o Café percorreu Todo solo brasileiro, Em pequenas plantações Mas hoje ele é pioneiro, Terras roxas ou vermelhas Ocupa o país inteiro.	Nosso estado se destaca Como o maior produtor, Na competitividade É grande consumidor, Temos produtividade Nosso café tem sabor.

Fonte: Bobbio (2012).



O objetivo deste capítulo é descrever um panorama da espécie *C. canephora*, enfocando principalmente o conilon, abordando aspectos de sua história, importância, distribuição geográfica, utilização, evolução, perspectivas e cenários futuros.

## 2 PANORAMA DO CULTIVO

### 2.1 ASPECTOS GERAIS DA HISTÓRIA, ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

O café arábica, com origem na Etiópia, teve seus primeiros indícios de cultivos no lêmên, antes do século XV. Os primeiros contatos com os europeus foi em 1615. Chegou à América do Norte, em 1668. A cultura foi introduzida na América pelos holandeses, por intermédio da colônia do Suriname, em 1718. Em 1899, os holandeses levaram-na para locais da Índia, hoje Indonésia. Para o Brasil, veio da Guiana Francesa, em 1727, introduzida no Pará e, em seguida, foi para o Maranhão e Regiões Sudeste e Sul do Brasil. Em 1825, o suprimento mundial era feito pela América Central e do Sul, e o Brasil passou a ser o maior exportador desse produto (SILVA; LEITE, 2000). A partir dessa data, disseminou-se para 15 estados de diferentes regiões brasileiras, constituindo-se, atualmente, no quinto produto da economia nacional, que responde por mais de 30% da produção mundial.

O cafeeiro é um arbusto perene, da família Rubiaceae, que se desenvolve em regiões tropicais e subtropicais. A produção mundial é proveniente de duas espécies: 1) *C. arabica* – conhecido como café arábica, possui bebida mais suave, com aroma e sabor mais pronunciados. É comercializado puro ou em mistura com o conilon ou robusta. 2) *C. canephora* - conhecido como café conilon e robusta, caracteriza-se como cafeeiro mais rústico e com maior potencial de produção, possui bebida mais neutra e amargor mais pronunciado, maior teor de cafeína e sólidos solúveis. É usado sobretudo nas misturas (*blends*) com o arábica e na fabricação de cafés solúveis (FERRÃO, M. et al., 2007a; MERLO, 2012). O café conilon e robusta representam atualmente, cerca de 40% do café produzido e comercializado no mundo e, segundo projeções da OIC (2015), produzirão 65 milhões de sacas na safra 2015/2016.

As demais espécies têm importância em programas de melhoramento genético, como fontes de variabilidade genética para produtividade, resistências a pragas e doenças, teor de cafeína, sólidos solúveis, tolerância a estresses abióticos, vigor, arquitetura das plantas, épocas de maturação dos frutos, qualidade de bebida (FAZUOLI et al., 2007; FERRÃO, M. et al., 2007; FERRÃO, R. et al., 2007).

A África é o continente de origem e de maior diversidade do café. A espécie *C. arabica*, originada da Etiópia, com sua classificação botânica em 1737, apresenta maior adaptação em climas frios e altitudes mais elevadas. Por outro lado, a *C. canephora*, representada pelas variedades Robusta e Conilon, originada de Guiné na Bacia do Congo, com sua classificação botânica realizada em 1895-1897, apresenta distribuição geográfica em vários países do continente africano. Trata-se de uma espécie de fecundação cruzada, com mecanismo de autoincompatibilidade genética, rústica, tolerante a várias doenças e que se adapta melhor em condições edafoclimáticas tropicais de baixa altitude e temperaturas mais elevadas (CHEVALIER, 1944; CHARRIER; BERTHAUD, 1988; FERRÃO, R. et al., 2007; MERLO, 2012).

Os primeiros cultivos e os primeiros trabalhos de pesquisa em melhoramento genético com *C. canephora* foram realizados em Java, por volta de 1900, devido a um grande surto de ferrugem que afetou os cafezais do sul e leste da Ásia. A espécie que se mostrava resistente à doença e apresentava adequada adaptação em condições climáticas desfavoráveis ao cultivo do café arábica passou a ser alvo de estudos científicos visando a sua exploração econômica (VAN DER VOSSSEN, 1985; SMITH, 1985; CHARRIER; BERTHAUD, 1988).

Em seguida, passou a ser cultivado em outras regiões da África, Ásia e América Latina, sobretudo em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, por pequenos produtores de base familiar, sendo que mais de 70% das áreas cultivadas são menores do que 10 ha (OXFAM, 2012). Chegando ao Brasil em 1912 (MERLO, 2012), o maior impulso nos plantios de *C. canephora* foi com o surgimento do café solúvel na década de 50 e de seu emprego nos *blends* de cafés torrados e moídos (MALTA, 1986). Em decorrência de sua menor acidez e maior quantidade de sólidos solúveis, passou a ser largamente utilizado pela indústria na fabricação

dos cafés solúveis e em misturas com o café arábica, com participação atual entre 40% e 50% nos *blends*, sendo empregado para contrabalancear a acidez do arábica e conferir corpo ao produto industrializado (FERRÃO, 2004; ABIC, 2013).

As duas espécies mais cultivadas no mundo são bem diferentes quanto ao número de cromossomos, formas de reprodução e propagação, base genética, potencial de produção, adaptação, ciclo, porte, arquitetura, exigências nutricionais, resistência a fatores bióticos e abióticos, tipo e tamanho das cerejas, tipos de grãos, constituição bioquímica dos grãos, formas de utilização, entre outras características.

*C. canephora* é uma espécie perene, de porte arbustivo e caule lenhoso, com folhas maiores e de coloração verde menos intensa que as de *Coffea arábica*. As flores são brancas, em grande número por inflorescência e por axila foliar. Os frutos, apresentam formato e número variável em decorrência do material genético. São mais resistentes às condições adversas e apresentam maior teor de cafeína e sólidos solúveis nos grãos. Segundo Berthaud (1986), Montagnon, Leroy e Yapó (1992), nessa espécie, existem materiais genéticos distintos, referenciados mundialmente como robusta ou conilon.

Os materiais do tipo robusta caracterizam-se por apresentar plantas multicaules, porte mais alto e hábito de crescimento ereto, caules de maior diâmetro e pouco ramificados, folhas maiores com a coloração verde mais intensa, frutos de maior tamanho com mais mucilagem e com maturação mais tardia, plantas mais vigorosas, com maior tolerância à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e menor tolerância à seca. Os grãos apresentam melhor qualidade de bebida em relação ao grupo conilon.

Os materiais genéticos do tipo conilon apresentam plantas multicaules, crescimento arbustivo, caules mais ramificados, folhas menores e mais alongadas, com coloração verde claro, frutos de menor tamanho com menos mucilagem e de maturação mais precoce, alto potencial de produção, maior susceptibilidade à ferrugem e maior tolerância à seca quando comparado ao grupo anterior.

A Figura 1 ilustra aspectos de diferenciação entre os cafeeiros conilon e robusta.

As variedades de ambos os tipos, assim como os cafés por eles produzidos, são genericamente denominados 'cafés robustas', cuja origem está relacionada à maior resistência aos fatores bióticos e abióticos (PAULINO et al., 1984).

Os materiais genéticos com características de 'Robusta' são cultivados predominantemente por países da Ásia e África e são responsáveis por cerca de 78% da produção dessa espécie. Por outro lado, no Brasil, predomina o cultivo de 'Conilon' (FONSECA, 1996; FERRÃO, M. et al., 2007), salvo pequenos plantios de 'Robusta' encontrados no Estado de Rondônia (NUNES et al., 2014).

## 2.2 ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS

O café é um produto universal que ocupa posição de destaque na economia mundial, na geração de empregos e renda, tanto para os países produtores como consumidores (PONTES, 2002). O mercado do café pode ser entendido sob dois aspectos. Por um lado, a produção ocorre predominantemente em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento do hemisfério sul, cultivado por pequenos cafeicultores associados à agricultura familiar. Por outro lado, o consumo concentra-se em países desenvolvidos do hemisfério norte (JACOMINI; BACHA; FERRACIOLLI, 2015).

As estatísticas de diferentes fontes mostram evolução na produção de café no mundo e a participação dos países da América Latina (57,33%), Ásia (31,26%) e África (11,41%) para uma produção mundial total estimada em 2015, na ordem de 152,60 milhões de sacas. Os países a seguir respondem por mais de 80% da produção, assim distribuídos: Brasil (35,07%), Vietnã (19,29%), Colômbia (8,56%), Indonésia (6,03%), Etiópia (4,43%), Honduras (3,56%), Índia (3,49%) e outros (19,57%). Avaliando as estatísticas da mesma fonte consultada (USDA, 2015a), verifica-se que nos últimos 40 anos houve incremento de 56% na produção geral, sendo 17% para o café arábica e 195% para a produção de café robusta e conilon (Figura 2).

Segundo Rufino e Arêdes (2009), até 1980 a produção de robusta no mundo concentrava-se na Costa do Marfim, Indonésia e Uganda. Na média dos últimos anos o Vietnã é o maior produtor, detendo mais de 40% da produção mundial, seguido do



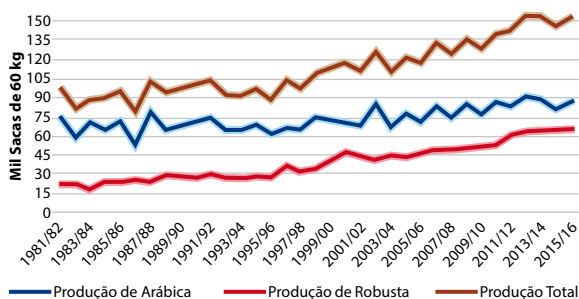


**Figura 1.** Aspectos ilustrativos de diferenciação entre cafeeiros conilon (Brasil-Estados do Espírito Santo, Rondônia e Bahia) e robusta (Vietnã e Índia).

**Fonte:** Incaper e Romário Gava Ferrão.

Brasil, com participação média de 25% e Indonésia, com aproximadamente 15%. Uganda, Costa do Marfim e Índia são importantes produtores dessa espécie de café, com participação entre 3% e 6% da produção (OIC, 2012; SAOUD, 2014; USDA, 2015a). Registro especial é dado ao Vietnã, que nos últimos dez anos quase dobrou a sua produção, alcançando em 2015 cerca de 27 milhões de sacas (USDA, 2015b).

Há uma demanda crescente dos cafés conilon e robusta no mundo, que é atribuída a sua maior expansão geral de uso, maior competitividade e lucratividade nos diferentes setores da cadeia produtiva. Verifica-se aumento da produção e da exportação mundial de forma progressiva, alavancada, sobretudo, pelo Vietnã e Brasil, que têm aumentado significativamente as produtividades pelo uso contínuo e mais intenso de insumos e tecnologia. Assim, o mercado desse café vem se consolidando de forma global, tornando-se mais maduro, atraído pelas formas e tipos de bebidas demandadas, principalmente, pelos mercados emergentes (PIRES, 2015).



**Figura 2.** Evolução da produção total de café arábica e robusta/conilon no mundo, no período de 1981 a 2015.

Fonte: USDA (2015a).

### 2.2.1 Café no Brasil

Com quase 300 anos de história com o café, o Brasil é o maior produtor, exportador e segundo maior consumidor mundial de café, além de ser conhecido como o país de “muitos aromas e sabores”. Em muitos países importadores, o café brasileiro é reconhecido por sua sustentabilidade.

O Brasil tem relação muito forte com o café desde a sua chegada ao País. Esse grão passou a se

transformar no grande motor da economia nacional em meados do século XIX e início do século XX. Embora atualmente outros produtos dividam a liderança e assumam também relevância no País, ele continua a exercer importância econômica e social fundamental, com a geração de número expressivo em empregos, renda e divisas.

Com uma produção entre 45 e 50 milhões de sacas, em 2 milhões de hectares, o Brasil tem uma cafeicultura trabalhada em cerca de 287 mil propriedades com o predomínio de micro e pequenos agricultores, com área média de 8,1 ha, cultivada em aproximadamente 2.000 municípios, distribuídos em 15 estados (MAPA, 2014). A produção concentra-se em Minas Gerais (MG), Espírito Santo (ES), São Paulo (SP), Paraná (PR), Rondônia (RO) e Bahia (BA), que são responsáveis por mais de 97% da produção nacional. Com a produtividade média de 24 sacas beneficiadas por hectare, a cafeicultura brasileira encontra-se entre as mais competitivas do mundo. Do total produzido no País, cerca de 28,9% é de conilon e 71,1% é de café arábica (ANUÁRIO, 2014; CONAB, 2014). Considerando-se toda a cadeia produtiva, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), o café responde por 8 milhões de postos de trabalhos diretos e indiretos, por 6,9% de toda a exportação do agronegócio brasileiro e também é um dos principais produtos que demandam recursos de custeio, de investimentos e de comercialização, anualmente do país. Atualmente, constitui-se no quinto item mais exportado pelo agronegócio brasileiro, após o complexo soja e sucroalcooleiro, carnes, além de produtos florestais (BUREAU DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA DO CAFÉ, 2015).

Os dados mostram que, além do país ser historicamente o maior produtor e o segundo maior consumidor mundial, o café está em 98,2% dos lares brasileiros e tem sido um dos alimentos nacionalmente mais consumidos, na ordem de 81 litros por habitantes/ano, com crescimento de 1,24% ao ano (ABIC, 2013). Dos mais de 20 milhões de sacas consumidas internamente, 94% são de café torrado e moído e 6% de café solúvel. O restante, na forma de café verde, tem como principais destinos a União Europeia, Estados Unidos da América (EUA) e Japão, enquanto o café solúvel vai, predominantemente, para os EUA, União Europeia e Rússia (SÓRIO, 2015).



### 2.2.2 Café conilon no Brasil

Conhecido no Brasil como café robusta, o conilon foi introduzido no país pelo Estado do Espírito Santo, em 1912, trazido por Jerônimo Monteiro, ex-governador do Estado (BANDES, 1987; FERRÃO, M. et al., 2007; FERRÃO, R. et al., 2007; MERLO, 2012; VARGAS, 2012). Contudo, somente a partir de 1972 é que foram registradas as primeiras produções mais significativas da espécie no Brasil, passando de 250 mil sacas anuais naquela ocasião para cerca de 12,8 milhões de sacas beneficiadas de 60 quilos em 2014. Os maiores produtores brasileiros são os Estados do Espírito Santo, Rondônia e Bahia com participação de 78%, 13% e 7%, respectivamente (CONAB, 2014).

A cafeicultura do conilon do Espírito Santo ocupa lugar especial na história, cultura, paisagem e economia de mais de 80% dos municípios capixabas. A produção de 9,95 milhões de sacas, associada à produtividade média de 35 sacas por hectare coloca o Estado em posição de destaque na economia brasileira e internacional (CONAB, 2014).

É importante destacar que o arranjo produtivo do café conilon do Espírito Santo apresenta-se como um dos mais dinâmicos, representativos, bem-sucedidos e com adequado adensamento institucional tanto nos elos de produção primária, pesquisa e extensão quanto nos elos de comercialização, beneficiamento e exportação do agronegócio capixaba (FELIPE; VILLASCHI FILHO; OLIVEIRA, 2010; VILLASCHI FILHO, 2010).

Especialistas de mercado mostram que vem crescendo a presença do conilon nos *blends* mundiais, nos últimos anos, em virtude da postura mais agressiva do Vietnã, maior exportador global de *C. canephora*. A maior dificuldade do Brasil para competir no mercado internacional, mesmo tendo uma das mais expressivas produtividades médias, é devido ao alto custo da produção local, puxado, sobretudo, pelo elevado valor da mão de obra, principalmente na colheita e pela política cambial do país (ANUÁRIO..., 2011, 2014).

Enquanto o Brasil mantiver elevado consumo interno, atualmente na ordem de 22 milhões de sacas por ano, com mercado interno em crescimento, o cenário para a evolução da produção do conilon é favorável, uma vez que o conilon vem se inserindo progressivamente nos *blends* com

arábica brasileiro, atualmente com utilização na faixa de 40% a 50% com tendência à expansão. Esse fato torna o Brasil o maior consumidor individual desse tipo de café (LEME, 2014). Aliado ao exposto, há crescente demanda mundial por esse café, tanto comercializado na forma de grãos verdes como na forma de solúvel, cápsulas, *espresso*, que são opções crescentes de consumo no mundo com a utilização do conilon e que representam a porta de entrada do café, principalmente em países emergentes.

Para o cafeicultor brasileiro, a vantagem da comercialização do seu conilon para a indústria nacional de café solúvel consiste numa demanda regular e de grande magnitude para a sua produção e escoamento de seus grãos (SAES; NISHIJIMA, 2007). Tal situação tem sido bastante adequada ao País. Assim, a indústria de café solúvel tem papel estratégico para o produtor de conilon do Brasil, pois é responsável pela absorção de 15% a 20% da safra total desse tipo de café, quantitativo esse com impactos muito positivo para essa cafeicultura.

A cadeia produtiva do café conilon do Brasil melhorou seu perfil de produção e qualidade na última década em virtude de substanciais investimentos no desenvolvimento de diferentes tecnologias, sobretudo nas áreas de melhoramento genético, manejo dos cafezais e aperfeiçoamento dos processos de irrigação, nutrição de plantas, colheita, pós-colheita e beneficiamento. Como resultado aplicado do investimento em pesquisa, pode ser citada a duplicação da produtividade média nos últimos 20 anos colocando a cafeicultura brasileira de conilon como uma das mais competitivas do mundo. Mas, para um produto comercializado por volume, os desafios de ampliar o mercado e obter valorização são grandes.

### 2.2.3 Evolução tecnológica do conilon no Brasil

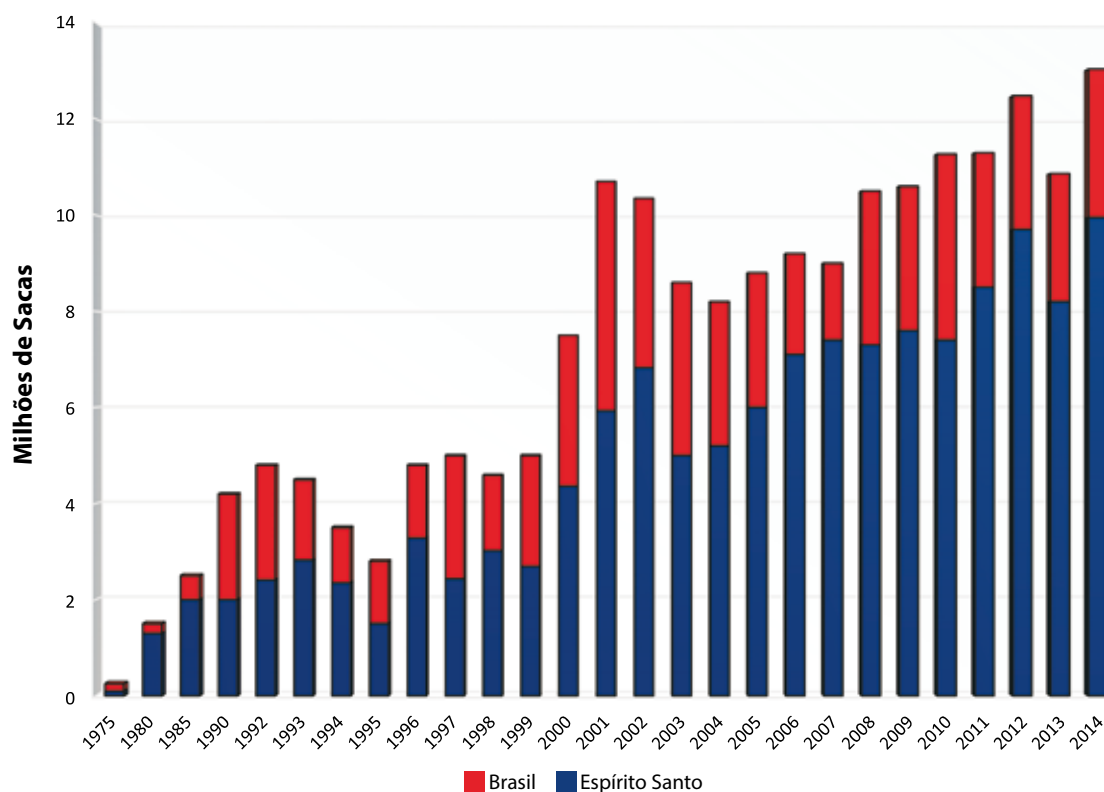
A cafeicultura de conilon do Brasil vem passando por evoluções significativas nas diferentes regiões produtoras do país. Entre os diferentes fatores de seu desenvolvimento, ressalta-se a priorização e investimento brasileiro em pesquisa científica nas diferentes áreas do conhecimento, realizada de forma integrada por uma rede de instituições, que constitui o Consórcio Pesquisa Café, focando a busca de soluções para os principais limitadores da cafeicultura nacional.

O café conilon, mesmo introduzido há cerca de um século no Brasil, apenas na década de 1970 teve seu cultivo impulsionado, mas com a utilização das recomendações técnicas do café arábica. Com o passar do tempo, verificou-se que essas recomendações não eram as mais adequadas. Com base nesse cenário, vem-se trabalhando desde 1985 num programa de pesquisa dinâmico e contínuo, desenvolvido sobretudo, pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Embrapa Café, Embrapa Rondônia, Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), entre outras instituições brasileiras.

Como resultados aplicados do trabalho de pesquisa, foram desenvolvidos, adaptados e transferidos aos produtores centenas de tecnologias e conhecimentos. Podem ser destacadas, entre elas, o desenvolvimento e recomendação de 14 cultivares; definição de espaçamentos; manejo de plantas (espaçamento, densidade de haste e poda), pragas, doenças e irrigação; práticas de conservação de solo; recomendações de calagem e adubações,

práticas mais adequadas de pós-colheita e melhoria da qualidade, além da ampliação da base do conhecimento em diferentes áreas (FERRÃO, R. et al., 2007, 2012; FONSECA et al., 2015).

Essas tecnologias associadas a outras ações de organização e desenvolvimento, envolvendo diferentes atores e inúmeras instituições da cadeia do café, uma rede de assistência técnica e extensão rural pública e privada, proporcionaram quadruplicar a produção brasileira no período de 1985 a 2015 do café conilon (Figura 3). Essa evolução tem sido alcançada por intermédio do incremento da produtividade em todas as regiões brasileiras, com destaque para os Estados do Espírito Santo, da Bahia e de Rondônia, onde há registros de muitas lavouras obtendo mais de 100 sacas beneficiadas por hectare. A uniformidade de maturação, plantio em linha e colheita em época correta, têm proporcionado o descascamento de mais 80% dos frutos e a produção de cafés superiores (Figura 4). Muitos desses cafés têm sido vencedores em concursos de qualidade, nos âmbitos municipal, estadual, nacional e internacional.



**Figura 3.** Evolução da produção de café conilon do Espírito Santo e Brasil, de 1975 a 2014.

**Fonte:** Malta (1986), Bandes (1987), Conab (2014), OIC (2014), Fonseca et al. (2015).



**Figura 4.** Lavouras de café conilon no Estado do Espírito Santo, Brasil.

**Fonte:** Incaper.

Registra-se que nas últimas duas décadas são notórias as mudanças nas lavouras e nas propriedades agrícolas de mais 70% dos cafeicultores de conilon do Espírito Santo, que adotaram as tecnologias desenvolvidas e/ou adaptadas pelo Incaper e parceiros, para os diferentes macroambientes capixabas. Esse comportamento provocou o incremento de mais de 310% na produção do Estado, sem aumento significativo da área plantada. Os avanços do café conilon capixaba é reflexo de esforços conjuntos realizados em diversas áreas aliando planejamento (PEDEAG, 2008) à prática e trabalho sério e empreendedor do cafeicultor que incorporou os conhecimentos gerados pela pesquisa científica e o incentivo da indústria (FERRÃO et al., 2015b; FONSECA et al., 2015).

Entre os resultados recentes dessas pesquisas, exemplifica-se o desenvolvimento e proteção de quatro cultivares clonais mais produtivas, tolerantes à seca, com épocas diferenciadas de maturação dos frutos, tolerantes à ferrugem e com qualidade superior de bebida: BRS Ouro Preto, Diamante ES8112, ES8122 - Jequitibá e Centenária ES8132 (FERRÃO, M. et al., 2009; EMBRAPA, 2012; FERRÃO et al., 2012, 2014, 2015a, 2015b). Quanto aos trabalhos em andamento, destacam-se as pesquisas direcionadas a tecnologias associadas à viabilização

da colheita mecânica, realizadas de forma integrada entre diferentes instituições dos setores públicos e privados, com a participação efetiva dos produtores. Têm-se até o momento desenvolvidas várias opções de manejo da cultura e máquinas para a colheita mecanizada do conilon, sendo utilizadas por vários produtores. Estas vêm contribuindo para a solução de um dos principais problemas dos cafeicultores, que é a falta e o elevado valor da mão de obra na região, principalmente na colheita, por constituir-se em operação que representa cerca de 50% do custo de produção total.

Mesmo com os expressivos avanços tecnológicos nos últimos anos, nos países produtores, em muitas áreas do conhecimento, nem sempre de formas iguais, existem desafios como focos temáticos demandados pelos setores organizados da cafeicultura de robusta e da sociedade, como: busca contínua da melhoria da qualidade do produto; desenvolvimento de novas cultivares adaptadas aos diferentes ambientes e sistemas de cultivo e ajustadas aos novos problemas inerentes às mudanças climáticas; contínuo desenvolvimento de tecnologias para mecanização da colheita; tecnologias visando ao avanço nos estudos de associação de cafés com árvores; tecnologias sustentáveis para enfrentar os fatores bióticos; evolução nas técnicas de preservação de água,



manejo de irrigação e convivência com a seca.

Não menos importantes são demandadas a adoção massiva das chamadas boas práticas agrícolas visando a produção de cafés superiores e sustentáveis, ações para redução do uso da mão de obra e custo de produção, ações de marketing interno e externo para aumentar o consumo com conquista de novos mercados e agregação de valor ao produto.

### 2.3 PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS PARA *COFFEA CANEPHORA*

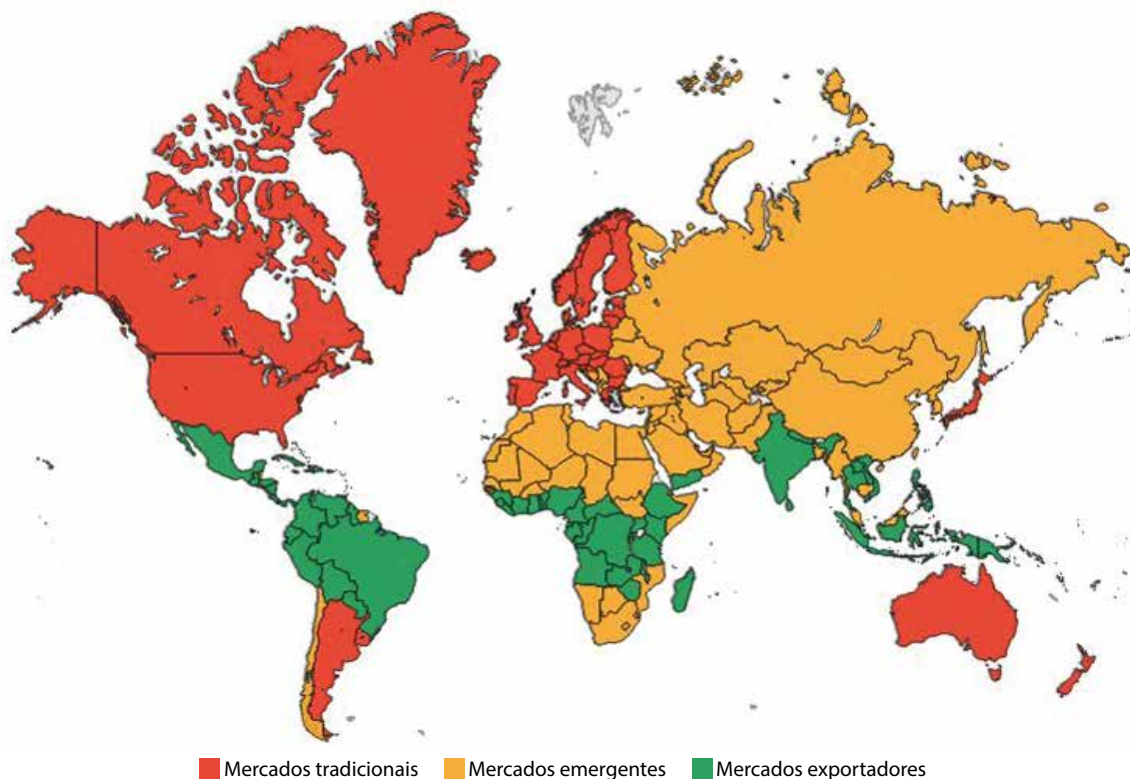
O comportamento do consumidor em relação ao café vem se transformando. Novos produtos e novos equipamentos de preparo estimulam mudanças rápidas nos hábitos de consumo de café, principalmente com a entrada de novos países potenciais que tinham até então pouca representatividade.

As estatísticas mostram aumento geral de consumo de café no mundo, estimulado principalmente pelas diferentes alternativas de uso e preparo de bebidas, impulsionado, sobretudo, pelo café solúvel. Essa é a

forma mais usual de entrada do produto nos países do Leste Europeu, China e Índia, principalmente nesses dois últimos, que além de muito populosos, têm o chá como uma bebida tradicionalmente consumida. Os consumidores com melhor poder aquisitivo estão mais exigentes por produtos mais seguros, oriundos de grãos de qualidade.

Uma das constatações no mercado de café no mundo é o aumento substancial da demanda do café conilon e robusta. O fato estaria ligado ao seu menor custo de produção, maior produtividade, melhor rendimento industrial e, conseqüente, menor preço final do produto (ANUÁRIO..., 2014).

O momento atual do café no mundo sinaliza um cenário positivo, com demanda global em expansão. Analistas e estudiosos de mercado, trabalhando numa série histórica de dados de café no mundo, mostram, no geral, uma evolução equilibrada entre a produção e o consumo, com crescimento médio na ordem de 2,5% ao ano. O aumento do consumo anual vem sendo registrado por países tradicionais importadores (1%) e exportadores, como o Brasil (3%) e também por mercados emergentes (6%), a exemplo da Índia e da China. Ao mesmo tempo



**Figura 5.** Distribuição do consumo mundial de café.

Fonte: Silva (2015).

que aumenta o interesse pelos cafés gourmets em países específicos, cresce a procura por solúvel em mercados que estão iniciando o hábito do consumo da bebida (ANUÁRIO..., 2014).

Silva (2015), fazendo uma análise da participação de diferentes países no consumo de café nos últimos 50 anos, verificou que os crescimentos mais expressivos foram alcançados nos países exportadores e emergentes, com a seguinte evolução: os mercados tradicionais reduziram a participação de 73% para 54%, os exportadores aumentaram de 25% para 31% e os emergentes de 2% para 15% da demanda mundial (Figura 5).

Saoud (2014) faz uma análise global de dez anos da produção e consumo de café no mundo, com ênfase para o robusta e elabora projeções para 2020, apresentadas a seguir.

Inicialmente, o autor reforça os dados de outras literaturas que mostram evolução significativa nas taxas de crescimento da produção e do consumo da bebida no mundo. Relata evolução mais significativa nos últimos dez anos do café robusta, em que a sua participação no mercado passou de 30% para 40%, com crescimento médio anual da produção nesse período de 1,7% e de consumo de 3,6%. Mas essa evolução não foi equilibrada entre os países produtores, e sim recaiu quase exclusivamente no Vietnã e no Brasil. Houve maior potencial de consumo de café nos países produtores, com crescimento na ordem de 6% ao ano, enquanto nos importadores foi de 2,2%. Ao analisar conjuntamente o aumento de consumo médio de café arábica e robusta dos países produtores, verificou-se um incremento de 3,7% ao ano. Por outro lado, quando é considerado apenas o robusta, passa para 7%.

A projeção mundial da demanda de café robusta para 2020 realizada por Saoud (2014) considera os cenários de aumento de consumo anual de 1,75%; 2,50% e 3,60%. Os resultados desse estudo, sinalizam para os próximos cinco anos a necessidade de uma produção anual de 64,80; 69,74 e 77,60 milhões de sacas, respectivamente, necessitando, assim, incrementar a produção nesse período de 10 a 23 milhões de sacas. Por outro lado, Brando (2014), usando informações da OIC, projeta que 45% do consumo mundial de café em 2020 será de conilon e robusta. Assim, seguindo as tendências futuras de crescimento, o mercado demandará para os

próximos cinco anos o incremento de 11,80 a 22,60 milhões de sacas para o conilon/robusta e de 3,90 a 7,90 milhões de sacas para o café arábica.

Prosseguindo a análise de Saoud (2014), surge o questionamento: quais os países potenciais para atender a essa demanda crescente de robusta? Brasil ou Vietnã? Esses países respondem atualmente por mais 70% da produção mundial, apresentam condições climáticas, infraestrutura e tecnologias. Continuando, o autor faz uma análise da situação dos principais países produtores de robusta. O Brasil possui, no geral, uma cafeicultura de conilon já bem tecnificada e desenvolvida, que associada a um planejamento adequado e a um programa de pesquisa científica contínuo de mais de 30 anos nas diferentes áreas do conhecimento, apresenta potencial para proporcionar o amparo técnico-científico para aumentar significativamente a produção, sem incremento de área, principalmente no Estado do Espírito Santo e sul da Bahia, podendo se estender para o Estado de Rondônia e outros estados da região central do País.

Os países da Ásia, como Indonésia e Índia, apresentam uma cafeicultura de grandes dimensões, com áreas que somam mais de 1 milhão de hectares, mas a sua série histórica de baixa produtividade média proporciona poucas perspectivas para incrementar de forma significativa a produção, principalmente, a curto prazo. Por outro lado, o Vietnã apresenta uma cafeicultura de alta produtividade que vem sendo renovada, com crescente e contínuo aumento de produção, possibilidade de expansão de área e potencial para incrementar ainda mais a produção do país. Ainda nesse continente, surgem alguns países emergentes potenciais, como China, Laos, Mianmar, Tailândia, Filipinas e Camboja.

Uganda e Costa do Marfim, com expressão histórica na produção de robusta na África, possuem uma cafeicultura com evolução lenta, com produtividade média baixa, com problemas tecnológicos de infraestrutura e instabilidade política, além de apresentar poucas perspectivas de incrementos expressivos na produção.

Um questionamento intrigante se refere às diferentes remunerações recebidas pelos produtores na comercialização de seus cafés exportados. Brando (2012) esclarece a questão mostrando que a transferência dos valores para os produtores

na venda externa do café não ocorre da mesma maneira nos principais fornecedores mundiais do grão. Os produtores de países que investem mais na cafeicultura têm maior retorno na receita das exportações e podem modernizar as suas estruturas. Em geral, a média mundial fica entre 65% e 70% dos valores FOB<sup>1</sup> das exportações. Para os países, como Vietnã e Brasil, que vêm aumentando as suas produções por intermédio de incrementos contínuos nas produtividades devido à evolução no uso de tecnologias e estão mais bem posicionados no mercado, a remuneração tem sido entre 85% e 90%. Por outro lado, no geral, para os países menos tecnificados, com baixas produtividades, a transferência aos produtores está entre 25% e 30%.

O balanço apertado entre a oferta e a demanda de conilon e robusta no mundo evidencia fortes indicativos para estabilidade de preços e até valorização do produto no mercado internacional. Uma das alternativas viáveis para melhorar o equilíbrio entre a produção e o consumo seria a priorização de ações políticas, investimento em pesquisa, capacitação, assistência técnica e infraestrutura, visando ao aumento da produtividade e melhoria da qualidade final do produto.

O consumo de solúvel, que tem na sua base os cafés robusta e conilon, cresce no mundo e tem sido o preferido em muitos mercados produtores, como Indonésia, Vietnã, México e Colômbia. Em países emergentes como Rússia, China, Coreia, Filipinas, Índia, Taiwan, também presente no chamado envelope 'três em um' (solúvel, açúcar e creme), o solúvel tem sido o preferido, especialmente entre a população jovem pela praticidade com baixo custo. Além disso, vem aumentando a participação de robusta ou conilon em *blends* nos torrados e moídos, em todo o mercado, com percentagens que podem chegar a 60% nas misturas (BRANDO, 2013, 2014).

Os dados da Associação Brasileira de Indústria do Café (ABIC), apresentados no Anuário Brasileiro do Café (2015), revelam que o consumo interno de café no Brasil de 2000 a 2014 aumentou de 13,2 para 20,3 milhões de sacas, e o consumo *per capita* de café verde e torrado em 6,12 kg e 4,89 kg, respectivamente, caracterizando um incremento de

cerca de 20% nos últimos dez anos. A participação estimada do café conilon nos *blends* com arábica teria passado de 3,3 milhões para 11,7 milhões de sacas, e o índice de composição de 25% para 58% nesse mesmo período (LEITE, 2014).

Nos últimos dez anos, têm-se verificado aumento de 350% no consumo fora do lar, em cafeterias e restaurantes que oferecem cafés de melhor qualidade. Da mesma maneira, há uma tendência mundial pelo preparo de café para uma xícara, nas formas de *espresso*, sachês, cápsulas, coadores e filtro, em que a bebida é preparada e consumida de forma imediata. Registro importante é dado ao crescimento do uso de máquinas para o preparo de café *espresso* nos lares, com quase 1 milhão de máquinas no Brasil (ABIC, 2015).

No ano 2013/2014, ocorreram os seguintes incrementos no valor das diferentes formas de preparo do café no país: 4,7% de café em pó, 6% de café solúvel, 8,9% cappuccino, 19% café com leite e 55,5% de café em cápsulas. Por outro lado, as cápsulas chegaram em aproximadamente 500 mil lares brasileiros como o segmento de maior crescimento de consumo em todo o país, mas com variação entre 8,9% e 19,6% nas diferentes regiões (ABIC, 2013; LIMA, 2015).

O aumento geral de consumo de café no mundo vem ocorrendo em razão de uma série de circunstâncias, como a disseminação do hábito do consumo de café solúvel; o surgimento de muitas formas alternativas de consumo pela praticidade e racionalidade que elas proporcionam; a expressiva melhoria da qualidade do produto oferecido no mercado; o aumento da renda das famílias; a melhor compreensão das influências positivas do café na saúde humana; e por ser um item de despesa pouco representativo no orçamento familiar. Muitos desses fatores possuem estreita relação com o café robusta e podem, provavelmente, explicar o seu maior crescimento relativo (FONSECA et al., 2015).

Silva (2015) mostra uma tendência dinâmica de aumento de consumo em todos os mercados. Há movimento visando à adição de valor em vez do aumento do volume. A maior expansão parece direcionada aos produtos superiores, especiais, com maior interesse nos cafés de origem. Outra tendência importante é que com o aumento do consumo dos países produtores, haverá menor disponibilidade

<sup>1</sup>Sigla em inglês (Free on Board), que significa 'livre a bordo'. Em outras palavras, o comprador assume responsabilidade sobre os riscos e custos de importação.

para a exportação. O maior potencial está nos mercados emergentes, com destaque para China, Índia e Indonésia, que são países populosos, que, no geral, têm mostrado crescimento econômico e maior renda disponível. Associado ao exposto, nesses locais, têm aumentado as casas de cafés, como ambientes muito atrativos para reuniões de pessoas, que têm optado pelo consumo de cafés instantâneos, com maior preferência pelo solúvel.

Quanto a preços, há um aspecto interessante no mercado internacional de café, isto é, ainda que as espécies Arábica e Robusta estejam em competição por diferentes segmentos, são frequentemente substituídas uma pela outra em *blends* produzidos para o consumidor final. Como consequência, o preço internacional para o arábica é altamente dependente do suprimento e demanda do mercado de conilon e robusta (CIMS, 2014).

A priorização por um produto diferenciado, com maior valor agregado pode trazer bons resultados isto é constatado pela busca crescente do mercado mundial por cafés especiais de diferentes origens. Dados apontam que enquanto a procura pelo café considerado comum avança 2% ao ano, o de melhor qualidade aumenta em mais de 20%. O maior ganho do produtor pode vir da qualidade e não da quantidade. Como exemplo, cita-se o Brasil, que nos últimos dez anos passou de um volume pouco significativo para mais de 15% da venda externa de cafés diferenciados quanto à qualidade.

As tendências de segmentos de consumo impõem novas pressões sobre a competitividade dos cafeicultores, que enfrentam importantes desafios para não continuarem nos mercados que os remunerem melhor. Ou seja, os cafeicultores enfrentam um mercado onde os consumidores exigem novos padrões de segurança alimentar e qualidade do produto, além de respeito ambiental e social no processo produtivo, e os compradores, cooperativas e indústrias são cada vez mais exigidos para atender a novos padrões de armazenamento, rastreabilidade e transporte (SÓRIO, 2015).

O quadro atual favorável remete aos produtores as seguintes recomendações: intensificar os investimentos tecnológicos nas lavouras, visando a explorar ao máximo o potencial de produção da espécie; intensificar o uso das tecnologias de colheita e pós-colheita, com ênfase para a produção

de cereja descascado (CD); reforçar a participação em organizações, sobretudo em cooperativas; preparar a propriedade usando as boas práticas agrícolas para a produção de café superior sustentável, pensando numa futura certificação que seja de origem, de responsabilidade social e/ou ambiental.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo de café cresce numa taxa média de 2,5% ao ano com tendência contínua nos próximos anos. Assim, para 2025, o mercado projeta um adicional aproximado de 25 milhões de sacas.

*C. canephora* é uma espécie rústica, bastante pesquisada nos últimos anos, apresenta grande potencial no que se refere à produção, processo de industrialização e consumo, com perspectivas positivas para suprir grande parte da crescente demanda mundial.

O consumo de robusta vem crescendo a taxas superiores à produção do arábica. Assim, de forma global, há necessidade de planejamento, priorização de políticas para o setor, investimento em tecnologias e profissionalização dos produtores, visando à renovação geral das lavouras sob novas bases tecnológicas, com objetivo de acelerar a produção sustentável e a melhoria da qualidade final do produto. Os consumidores vêm experimentando cafés diferenciados e têm valorizado os produtos certificados, com melhor qualidade e sustentáveis.

A melhoria contínua da qualidade deve seguir como ação estratégica global, visando ao maior uso do robusta nos *blends* e na fabricação de solúvel, *espresso* e outras bebidas com café.

Existe um grande espaço para melhorar as condições de vida dos cafeicultores nos países produtores. Para isso, é necessário aprimorar as políticas para vencer algumas barreiras, por meio das seguintes iniciativas: buscar a melhor regulação do setor; adequar a tributação do produto; melhorar em geral a eficiência da cadeia, o conhecimento dos produtores sobre o preço, qualidade do grão e comercialização do produto, e otimizar a infraestrutura geral da propriedade. Ainda, apostar em tecnologia para alavancar a produtividade e melhorar a qualidade; viabilizar a mecanização da colheita; melhorar a gestão do negócio; priorizar estratégias diferenciadas de



marketing para promoção do consumo interno e internacional; divulgar a qualidade produzida com sustentabilidade; e desenvolver novos produtos com agregação de valor. Estas são ações estratégicas para aumentar a competitividade do café brasileiro e de outros países produtores.

Finalmente, é importante estimular o consumo de todas as formas de café, de preferência aumentando o valor agregado, o que possibilitaria melhorar a rentabilidade de todos os setores da cadeia produtiva. No caso do Brasil, é essencial inserir mais café torrado e moído e solúvel à exportação, assim como melhorar a qualidade final do produto, visando a agregar mais valor na exportação de cafés verdes, proporcionando, assim, benefícios aos produtores, à cadeia como um todo e à sociedade.

#### 4 REFERÊNCIAS

- ABIC. Associação Brasileira da Indústria do Café. *Indicadores da indústria de café no Brasil*, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publicque/cgi/cgilua.exe/sys/sys/start.htm?sid=61.evocnos2013,2>>. Acesso em: 18 agos. 2015.
- ABIC. Associação Brasileira da Indústria do Café. *Estatísticas*, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publicque/cgi/cgilua.exe/sys/sys/start.htm?sid=61.evocnos20185,2>>. Acesso em: 18 agos. 2015.
- ANUÁRIO brasileiro do café 2011. *Operação Robusta*. IN: KIST, B. B. et al. (Eds.). Santa Cruz do Sul, RS: Gazeta, p. 26, 2011, 128 p.
- ANUÁRIO brasileiro do café 2014. *Mercado do robusta*. IN: KIST, B. B. et al. (Eds.). Santa Cruz do Sul, RS: Gazeta, p. 46. 2014, 128 p.
- ANUÁRIO brasileiro do café 2015. *Uma conta estreita*. IN: CARVALHO, C. de et al. (Eds.). Santa Cruz do Sul, RS: Gazeta, p. 26, 2015, 104 p.
- BANDES. Banco de Desenvolvimento do Estado do Espírito Santo. *Diagnóstico da cafeicultura capixaba: o café robusta no Espírito Santo*. Vitória, ES: 1987. 88 p.
- BERTHAUD, J. *Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféiers africains diploides. Evaluation de la richesse génétique des populations sylvestres et de ses mécanismes organisateurs. Conséquences pour l'application*. Paris: Orstom, 1986. 379 p. (Collection Traux at Documents, 188).
- BOBBIO, K. Cordel do centenário do café conilon no Espírito Santo. *Conferência Internacional de Coffea canephora: cem anos de história e evolução do conilon no Estado do Espírito Santo, Brasil*. Vitória, ES: 2012.
- BRANDO, C. H. Eficiência que dá lucro. *Anuário Brasileiro do Café 2012*. In: REETZ, E. R et al. (Eds.) Santa Cruz do Sul, RS: Gazeta Santa Cruz, p. 30. 2012.
- BRANDO, C. H. Tendências e perspectivas do consumo mundial de café. Fórum & Coffee Dinner, 5., 2013, São Paulo. *Anais....* São Paulo, 2013.
- BRANDO, C. H. Mercado robusta. *Anuário Brasileiro do Café 2014*. IN: KIST, B. B. Palestra no Agrocafé, 2014. Salvador, BA. Santa Cruz do Sul, RS: Gazeta Santa Cruz, p. 46. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Informe estatístico do café*. Brasília, DF: MAPA. Dez. 2014.
- BUREAU DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA DO CAFÉ. *Relatório Internacional de Tendências do Café*, v. 4, n. 6, p. 1-16, 2015. Disponível em: <<http://www.icafebr.com.br/publicacao2/Relatorio%20v4%20n6.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2015.
- CARVALHO, J. Oferta de arábica no Brasil: Diferença entre as estimativas de produção brasileira. Food & Agri Research. Rabobank Brasil. *Palestra Coffee Dinner 2015*. São Paulo, SP: 2015.
- CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and methods in *Coffea* plant breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Eds.). *Coffea: Agronomy*. London: Elsevier Applied Science, v. 6, p. 167-198, 1988.
- CHEVALIER, A. *Ern le Café*. Paris: Preses Universitaires de France, 1944, 124 p.
- CIC. Centro de Inteligência do Café, 2010. *Estatística*. Disponível em: <<http://www.cicbr.org.br>>. Acesso em: 09 agos 2012.
- CIMS. Sustainable Markets Intelligence Center. *Nespresso sustainability MBA challenge 2014*. Alajuela: CIMS, 2014. 19 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café, 2014. *Cafés do Brasil*. Brasília, DF: SPC/CONAB, 2014, 61 p.
- DAVICON, B.; PONTE, S. *The coffee paradox: global markets, commodity trade and the elusive promise of development*. London: Zed Books, 2005.

- DAVIS, A. P.; TOSA, J.; RUCH, N.; FAY, N. F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data, implications of size, morphology, distribution and evolutionary history of Coffee. *Botanical Journal of Rehinneon Society, London*, v. 167, p. 1-21, Dec. 2011.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Conilon BRS Ouro Preto: aposta da Embrapa no futuro de Rondônia*. Brasília, DF: 2012, Folder.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/>>. Acesso em: 05 agos 2012.
- FAZUOLI, L. C.; BRAGHINI, M. T.; MISTRO, J. C.; SILVAROLLA, M. B. Café robusta: uma nova opção para a cafeicultura paulista. *O Agrônomo*. Campinas: IAC, n. 59, p. 71-74, 2007.
- FELIPE, E. S.; VILLASCHI FILHO, A.; OLIVEIRA, U. J. Das vantagens comparativas à criação de competências: a dinâmica dos arranjos produtivos locais do Espírito Santo e a centralização do conhecimento e do aprendizado. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANO (ABER), 8., 2010, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora, MG: 2010.
- FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. C. Origem, dispersão, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora*. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper. 2007. Cap. 3.
- FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. C.; SOUZA, E. M. R. Melhoramento genético de café conilon no Espírito Santo. In: ZAMBOLIM, L (Ed.). *Tecnologias para produção do café conilon*. Viçosa, MG: UFV. 2009. Cap. 6.
- FERRÃO, R. G. *Biometria aplicada ao melhoramento genético do café Conilon*. 2004. 256 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2004.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, 2007. 702 p.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; De MUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. dos S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M.G.; ZUCATELLI, F. *Café conilon: técnicas para produção com variedades melhoradas*. 4. ed. Revisada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 2012. 74 p. (Incaper: Circular Técnica, 03-1).
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; LANI, J. A. VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; FERRÃO, L. M. V. Café conilon: cultivares melhoradas sustentáveis. *Incaper em Revista: Pesquisa Agropecuária, a trajetória do conhecimento científico no Espírito Santo*. Vitória, ES: Incaper. v. 4, 5., p. 78 – 83, 2014.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; MISTRO, J. S.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, A. L.; LANI, J. A. Cultivares. In: FONSECA, A. F. A. da.; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A. (Eds.). *Café conilon do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV. 2015a. Cap. 3.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; FERRÃO, L. M. V. Melhoramento genético sustentável de café conilon. *Café conilon: manejo de pragas e sustentabilidade*. Alegre, ES: Ceunes, 2015b. Cap. 10.
- FONSECA, A. F. A. da Propagação assexuada de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo. In: PAIVA, R. (Ed.). *Workshop sobre avanços na propagação de plantas lenhosas*. Lavras, MG: UFLA, p. 31-34, 1996.
- FONSECA, A. F. A. da., FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C. O Café Conilon. IN: FONSECA, A. F. A. da.; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A. (Eds.). *Café conilon do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV. p. 9 – 28. 2015. Cap.1.
- JACOMINI, R.; BACHA, C. J. C.; FERRACIOLI, K. G. Comparação entre as políticas de café do Brasil e da Etiópia a partir de 1990. *Revista de Política Agrícola*, v. 24, n. 1, p. 20-30, 2015.
- LEITE, S. Mercado robusta. *Anuário Brasileiro do Café 2014*. Palestra no Agrocafé, 2014, Salvador, BA. Santa Cruz do Sul, RS: Gazeta Santa Cruz, p. 46. 2014.
- LEME, P. H. O novo mundo do café. Disponível em: <[www.cafepoint.com.br](http://www.cafepoint.com.br)>. Acesso em: agos 2014.
- LIMA, P. Mercado de café no Brasil. *Palestra Coffee Dinner 2015*. São Paulo: 2015.
- MALTA, M. M. Brasil - novo produtor de café robusta. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO CAFÉ ROBUSTA. 1986, Vitória. *Anais...* Vitória, ES: SEAG, p. 19-28. 1986

- MERLO, P. M. S. *Conilon capixaba: 100 anos de desafios, crescimento e evolução*. Vitória, ES: Bumerangue Produção de Comunicação. 2012. 100 p.
- MISHRA, M. K.; SLATER, A. Recent advances in the genetic transformation of coffee. Review article. *Biotechnolgy Researche International*. 2012. 17 p.
- MONTAGNON, C.; LEROY, T.; YAPO, A. Diversité génotypique et phénotypique de quelques groupes de caféiers (*Coffea canephora* Pierre) em collection. *Cofé Cacao Thé*, Paris, v. 36, n. p. 187-197,1992.
- NUNES, A. M. L.; FRANÇA, F. S.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, J. C. F.; PEQUENO, P. L. L.; COSTA, R. S. C. da.; VENEZIANO, W. V. Cultivo do café robusta em Rondônia. Sistema de produção de café conilon em Rondônia. Versão eletrônica. 2014. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CultivodoCafeRobustaRO/>>. Acesso em: 01 jul. 2015.
- OIC. International Coffee Organization. *Aspects botanicals*, 2012. Disponível em: <<http://www.i-ico.org/pt/botanical-p.asp.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2015.
- OIC. International Coffee Organization. *Total production by all exporting countries*. 2014. Disponível em:< <http://www.oic.org>>. Acesso em: 19 jun. 2015.
- OIC. *Organização Internacional de Café*. 2015. Disponível em: <<http://www.ico.org/>>. Acesso em: 08 agos. 2015.
- OXFAM. COMMITTEE FOR FAMINE RELIEF. *The coffee market: a background study*. 2012. Disponível em: <[www.oxfam.org/files/coffee.pdf](http://www.oxfam.org/files/coffee.pdf)>. Acesso em: 19 jun. 2015.
- PAULINO, A. J., MATIELLO, J. B., PAULINI, J. B., BRAGANÇA, J. B. *Cultivo do café Conilon*. Rio de Janeiro, RJ: IBC; GERCA, 1984. 32p. (IBC/GERCA. Instruções técnicas sobre a cultura de café no Brasil, 16).
- PEDEAG. *Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba: Novo Pedeaq 2007-2025*. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. Vitória, ES: SEAG, 2008. 284 p.
- PIRES, O. Visão global do café robusta. *Palestra Coffee Dinner 2015*. São Paulo, SP: 2015.
- PONTES, S. The “latte revolucion? Regulation, markets and consumption in global coffee chain. *Word Development*, Oxford, v.30, n.7, p. 1099-1122. 2002.
- RUFINO, J. L. S.; ARÊDES, A. F. *Mercados interno e externo do café brasileiro*. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica. 2009. 270 p.
- SAES, M. S. M.; NISHIJIMA, M. Drawback para o café solúvel brasileiro: uma análise de mercado. *Revista de Economia Mackenzie*. São Paulo: v. 5. n. 5, p. 141-174. 2007.
- SAOUD, R. Café robusta não é mais coadjuvante. *Revista do Café*. n. 838, p.12-13, 2014. Disponível em: <<http://www.ccrj.com.br/revista/838/12.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2015.
- SILVA, O. M. da; LEITE, C. A. M. Competitividade e custo do café no Brasil e no exterior. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa, MG: UFV, p. 27-50. 2000.
- SILVA, R. O. Tendências do consumo mundial e mercados emergentes: visão geral do consumo. *Palestra Coffee Dinner 2015*. São Paulo, SP: 2015.
- SMITH, R. F. A. History of coffee. IN: CLIFFFORT, M.N., WILSON, K.C. (Eds.). *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London; Sidney: Croom Helm, p. 1-12. 1985.
- SÓRIO, A. (Coord.). *Reposicionamento estratégico das indústrias processadoras de café do Brasil: proposta para sistematização de políticas públicas e estratégias de negócio*. Passo Fundo, RS: Méritos, 2015. 222 p.
- USDA. United States Department of Agriculture. *Production arabica and robusta coffee*. 2015. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psd.home.aspx>>. Acesso em: 10 agos. 2015a.
- USDA. United States Department of Agriculture. *Coffee: World markets and trade. Foreign Agricultural Service/USDA: office of global analysis*. 2015. Disponível em: < <http://www.fas.usda.gov/data/coffee-world-markets-and-trade>>. Acesso em: 02 set. 2015b.
- VAN DER VOSSSEN, H. A. M. *Coffea selection and breeding*. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. (Eds.). *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm, Westport Conn, p. 48-96. 1985.
- VARGAS, A (Ed.). 100 anos de conilon capixaba. Especial 100 anos de conilon capixaba. *A Gazeta*. Vitória, ES: Caderno especial, 2012. 48 p.



VILLASCHI FILHO, A (Coord.). *Os arranjos produtivos locais no estado do Espírito Santo: mapeamento, metodologia de identificação e critérios de seleção para políticas de apoio*. Rio de Janeiro: Bandes, 2010. 58 p.









# Importância Econômica e Social do Café Conilon no Estado do Espírito Santo

Antonio Elias Souza da Silva, Ludovico José Maso, Enio Bergoli da Costa, Luiz Antonio Bassani e Edileuza Aparecida Vital Galeano

## 1 INTRODUÇÃO

O início da formação da identidade histórica, econômica, social e política do Espírito Santo teve como principal pilar de estruturação a cultura do café a partir da metade do século XIX. Essa atividade ainda integrou o Estado à economia nacional e ao comércio internacional, além de ajudar a construir a sua base sociocultural (CALIMAN, 2012).

Em 1850, já era notável a importância da cafeicultura na economia capixaba e, até a década de 1950, o Espírito Santo foi sempre dependente do café. Embora a base econômica tenha se diversificado, a cafeicultura continua sendo a mais importante atividade do setor agropecuário do Estado pela densidade econômica e social presente em todos os municípios capixabas, excetuando-se a capital Vitória.

Com um parque cafeeiro onde 22,57% da produção é de arábica e 77,43% é de conilon (CONAB, 2015), a atividade se constitui na principal fonte de geração de emprego e renda para mais da metade dos municípios do Estado. A capilaridade de sua produção é de fato impressionante.

Por essa razão, o café é a grande expressão da economia agrícola estadual, gerando, de acordo com a Gerência de Informações e Análises (GIA), da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag), 37,48% do Valor Bruto da Produção Agrícola (VBPA) em 2014. Esse valor se refere à renda gerada no setor, ou seja, aquela que permanece realmente na propriedade dos cafeicultores. Nesse mesmo ano, o complexo café

(verde, solúvel, torrado e moído) ocupou a segunda posição do ranking das exportações do agronegócio capixaba, ficando atrás apenas da celulose. A receita cambial atingiu US\$ 772,20 milhões, o que representou 36,71% do total das divisas geradas no setor (BRASIL, 2014).

Do ponto de vista social, é responsável por mais de 400 mil postos de trabalho em todos os elos da cadeia produtiva, traduzindo-se num grande formador de riquezas no campo e nas cidades (VARGAS, 2012).

O Espírito Santo ocupa lugar de destaque na produção das duas espécies de cafés: *Coffea Arabica* e *Coffea Canephora*, posicionando-se como segundo no ranking nacional com 28,24% do total produzido no País, atrás de Minas Gerais com participação de 49,94% (CONAB, 2015). Vale ressaltar que é o único estado brasileiro com produção significativa nessas duas espécies de café (MERLO, 2012).

Devido à trajetória histórica do café, que se confunde com a própria história do Estado do Espírito Santo, e por ter sido e ainda ser relevante na formação política econômica e cultural da sociedade capixaba, buscar-se-á, neste capítulo, evidenciar a significativa contribuição do café conilon ao desenvolvimento socioeconômico desse estado, onde essa atividade tornou-se o principal componente do agronegócio capixaba (FASSIO; SILVA, 2007).

Inicialmente será feita uma breve retrospectiva da trajetória da cafeicultura de conilon no Estado. Em seguida, será apresentada e analisada a evolução

dessa importante atividade numa série histórica de 15 anos evidenciando a participação do Espírito Santo na área colhida, na produção e na produtividade do conilon no cenário brasileiro e seu extraordinário desenvolvimento no Estado. Ainda serão evidenciados alguns fatores que justificam os avanços conquistados, como forma de valorizar as ações de geração, difusão e transferência de tecnologias nos últimos 21 anos de inovação e socialização tecnológicas.

Respalhando essa evolução, será apresentada a distribuição espacial do parque cafeeiro de conilon enfatizando a concentração da produção estadual e a evolução da área, produção e rendimento dos principais municípios produtores como impulsionadores locais da dinâmica produtiva do Estado.

Será também apresentada e discutida a participação do café conilon no VBPA estadual destacando também os principais municípios em que o produto é fundamental e decisivo na composição de suas receitas.

Por fim, serão abordadas algumas referências à produção de café conilon realizada pelo agricultor familiar do Estado, devido à expressão que essa categoria de agricultores representa para o Espírito Santo.

## **2 BREVE PERFIL HISTÓRICO DA CAFEICULTURA DE CONILON NO ESPÍRITO SANTO**

A trajetória centenária do café conilon se iniciou em terras capixabas pelo sul do Estado, precisamente em Cachoeiro de Itapemirim. Foi introduzido pelas mãos do então Governador do Estado, Jerônimo Monteiro, em 1912, quando relata ter adquirido no Rio de Janeiro as primeiras 2 mil mudas e 50 litros de sementes de café conilon (EXPOSIÇÃO SOBRE OS NEGÓCIOS..., 1913).

O plantio se deu primeiramente na fazenda Monte Líbano, no Município de Cachoeiro de Itapemirim e em propriedades adjacentes. Posteriormente, sua presença é relatada em coleção de variedades implantada na Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa-ES, atual Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), Campus Santa Teresa, uma das instituições de maior referência técnica à época, na forma de Banco Genético.

Dessa coleção e de algumas propriedades, há relatos de que a espécie se espalhou ainda mais na forma de pequenas lavouras para propriedades das famílias Colombi e Lorenzoni, localizadas no Município de São Gabriel da Palha, região norte do Estado. Essa realidade permaneceu até a década de 1960 e, portanto, durante 60 anos a cultura do conilon permaneceu em período de latência produtiva.

O processo de expansão de plantios e desenvolvimento da cultura do conilon é explicado, de um lado, pelo esforço e luta de se criar alternativas de renda para os agricultores em face da ação devastadora que foi encetada pelo Programa Federal de Erradicação dos Cafezais, ocorrido no período de 1963 a 1967, dizimando 80% das lavouras de café arábica nas regiões mais quentes (SILVA, et al., 2007; MERLO, 2012). De outro, pelo apoio, surgimento e posterior crescimento da indústria de café solúvel, além do crescimento do emprego dessa espécie em misturas com o café arábica (TRISTÃO, 1995) e (FERRÃO, 2004).

Assim, apesar de introduzido ainda no início do século passado, seu cultivo no Estado em bases comerciais (lavouras mais tecnificadas) teve início em São Gabriel da Palha, em 1971, com iniciativas de fomento à produção de mudas e com assistência técnica.

O mérito dessa iniciativa foi do poder local no município, em forma de trabalho coletivo e integrado, representado por lideranças políticas, técnicas, religiosas, empresariais e produtores, que deram sequência à produção e distribuição de mudas e a ampliação de plantios, expandindo-os para todas as regiões do Espírito Santo (SCHMIDT, De MUNER; FORNAZIER, 2004; GLAZAR, 2005 apud FASSIO; SILVA, 2007).

Desta forma, o café conilon passou a representar uma excelente alternativa aos cafeicultores das regiões mais quentes e secas do Estado, inaptas ao cultivo do café arábica (DADALTO; BARBOSA, 1997; FONSECA et al., 2004), justamente aquelas áreas que foram objeto da política de erradicação, que marcou profundamente a agricultura capixaba.

Ressalta-se que o Espírito Santo foi o estado onde proporcionalmente mais se destruiu lavouras de café no período da erradicação, gerando uma situação dramática para produtores, meeiros e trabalhadores rurais.

Tratou-se de um momento histórico de muita incerteza e luta em busca de apoio institucional, mas também de muito empreendedorismo e criatividade.

Nesse aspecto, Martinelli, citado por Vargas (2012), afirma que naquela época ainda faltavam incentivos do Governo e de mercado para comprar a produção, que inicialmente era comercializada misturada às sacas de arábica, com valor abaixo do esperado.

A situação foi contornada com a incorporação do financiamento do conilon no Programa de Implantação de Novas Lavouras, em meados de 1970 e a inserção do produto nas agendas do Instituto Brasileiro do Café (IBC). Some-se a isso o interesse dos produtores em ampliar as áreas de plantio, face à incidência da doença ferrugem do café arábica (*Hemileia vastatrix*), quando se observa a expansão do conilon por vários municípios do norte do Estado na segunda metade da década de 1970.

Outro fato de grande impulso para a produção do conilon ocorreu em 1971 com a instalação de uma indústria de café solúvel, a Real Café, no Município de Viana, localizado na Grande Vitória. Indústrias de café solúvel utilizam como matéria-prima mais de 85% de café do grupo dos Robustas, do qual o conilon faz parte.

Houve intensa articulação entre as representações políticas e dos produtores, com o proprietário da fábrica, Jônice Tristão, que garantiu, com a palavra e sem formalização, que compraria toda a produção de conilon do Município de São Gabriel da Palha, pois pretendia expandir a capacidade da fábrica e consumir cada vez mais o café conilon (GLAZAR, 2005).

Nessa época, era crescente o mercado de café solúvel na Europa e Estados Unidos, principais praças de comercialização, fato que gerava confiança tanto para o empresário quanto para as lideranças de São Gabriel e os cafeicultores.

Essa expansão continuou de forma crescente para vários outros municípios nos anos de 1980, já que os poderes públicos municipais e o Estado incorporaram em suas agendas ações para essa cultura em apoio aos produtores rurais (LOSS, 2004).

Em síntese, desde a sua introdução em território capixaba, até os dias atuais, a trajetória do café conilon está especialmente ligada a diversos

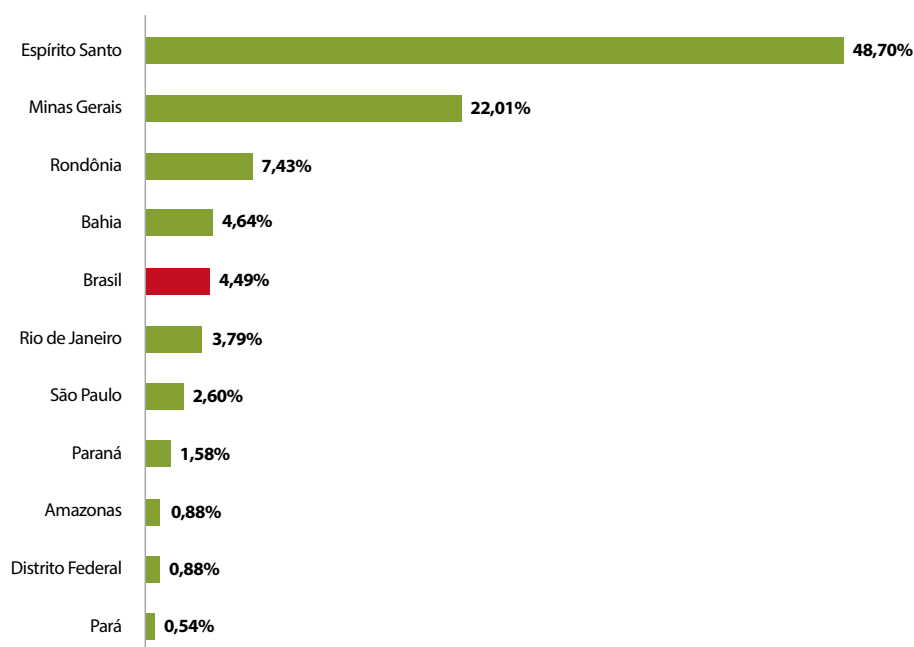
fatores, entre os quais: a iniciativa do governante do Espírito Santo à época (1912), a saga dos pioneiros na atividade e o empreendedorismo das lideranças rurais, o apoio incondicional do segmento industrial e do comércio, o conjunto de conhecimentos, tecnologias e inovações geradas pela pesquisa privada e especialmente a pública, a integração do arranjo institucional existente, os serviços de assistência técnica e extensão rural públicos e privados e, principalmente, o talento, a vocação e o perfil empreendedor dos cafeicultores capixabas.

Por isso, o café conilon, de simples componente de coleção técnica e presença incipiente em pequenas lavouras de propriedades dispersas do Estado, transformou-se em uma das mais expressivas atividades econômicas e sociais do Estado, sendo utilizado cada vez mais nos *blends* com café arábica, no solúvel e *espresso* e em outras formas contemporâneas de consumo de café, conquistando espaços e atraindo sobremaneira a atenção dos principais segmentos do café no mundo.

Nesses mais de 100 anos de história e mais de quatro décadas de desempenho comercial significativo, a produção capixaba passou de 200 mil sacas, em 1974 (GLAZAR, 2005), a quase 10 milhões de sacas em 2014 (CONAB, 2015). Nesse período, o café conilon foi protagonista de uma trajetória de lutas e conquistas marcadas por estigmas e sucesso, saindo de uma posição de simples coadjuvante para ocupar lugar de destaque na economia capixaba, nacional e mundial.

Outro ponto relevante a destacar é que o café (conilon e arábica) é proporcionalmente mais importante para o Espírito Santo do que para outros estados da federação, pois representou no período de 2005 a 2013, em média, 48,70% do VBPA estadual, enquanto que para o Estado de Minas Gerais, por exemplo, que é o maior produtor nacional, o produto representou apenas 22,01% (Figura 1).

Toda essa pujança da cafeicultura capixaba está assentada em uma das mais imponentes e competitivas zonas cafeeiras do mundo (FERRÃO et al., 2013), pois apresenta uma expressiva diversidade de clima e solo. Nela insere-se um parque cafeeiro total de 1,28 bilhão de covas de café arábica e conilon perfazendo uma área total de 474,69 mil hectares, que produziu 12,81 milhões de sacas beneficiadas em 2014 (CONAB, 2015).



**Figura 1.** Participação percentual média da produção de café no Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBPA) dos estados brasileiros de 2005 a 2013.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados BRASIL (2015); IBGE (2014a, 2015a, 2015b, 2015 c); FGV (2015).

Somente esses indicadores seriam suficientes para comprovar a competitividade da cafeicultura capixaba, mas os parâmetros são reforçados ainda mais pela produtividade média de 29,56 sacas beneficiadas por hectare, alcançadas em 2014, bem acima da média nacional, que gira em torno de 23,29 sacas beneficiadas por hectare (CONAB, 2015).

Essa performance é oriunda de mais de 60 mil propriedades que cultivam as duas espécies de café no Espírito Santo, envolvendo cerca de 131 mil famílias, das quais mais de 73% são de base familiar, com tamanho médio de lavouras de 8,2 ha (FERRÃO et al., 2013).

Na espécie conilon, o Espírito Santo lidera a produção brasileira com 78,0% de tudo o que se produz no Brasil (CONAB, 2014). Trata-se, portanto, de uma liderança inquestionável tanto em volume como no domínio tecnológico, fator importantíssimo para que haja estímulos contínuos, governamentais e privados, à geração de inovações e renovação necessária e ordenada desse parque cafeeiro.

Um simples comparativo mostra a dimensão dessa importância, pois, se o Espírito Santo fosse um país, seria o segundo maior produtor mundial, perdendo apenas para o Vietnã, líder mundial na produção do café robusta.

### 3 EVOLUÇÃO DA CAFEICULTURA DE CONILON NO ESPÍRITO SANTO

O Estado do Espírito Santo lidera a produção nacional de conilon com mais de três de cada quatro sacas produzidas no País, o que representa cerca de 20% da produção mundial do produto. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), em 2014, a produção brasileira dessa espécie alcançou 13,04 milhões de sacas beneficiadas e somente o Estado, nessa safra, produziu 9,95 milhões de sacas (CONAB, 2014).

Essa liderança é facilmente verificada quando se compara Rondônia, que é o segundo produtor nacional de conilon com produção de pouco mais de 1,48 milhão de sacas, ou seja, apenas 11,33% do total produzido (CONAB, 2015). Uma hegemonia incontestável que o Espírito Santo assume em relação aos demais estados da federação.

Ao longo das duas últimas décadas, a cafeicultura de conilon passou por uma série de transformações, sendo a principal delas a evolução no nível tecnológico das lavouras. De um modo geral, o perfil empreendedor dos cafeicultores, aliado a um arranjo institucional público e privado, unido e comprometido, permitiu que se desenvolvesse uma cafeicultura altamente competitiva,

especialmente na região norte do Estado. É comum, nessa região, produtores alcançarem produtividades acima de 100 sacas beneficiadas por hectare, quase 3,0 vezes a média estadual.

O resultado dessa conjugação de fatores foi o expressivo incremento da produtividade média das lavouras, principal responsável pelo aumento da produção de conilon verificada no período.

Na Tabela 1, apresenta-se a evolução recente da cafeicultura de conilon no Espírito Santo. A produção estadual passou de 4,50 milhões de sacas beneficiadas em 2000 para 9,95 milhões de sacas em 2014, o que significa um crescimento de 121,09% em 15 anos. Já a produtividade saltou de 15,39 para 35,14 sacas por hectare no mesmo período, ou seja, um incremento de 128,33%.

**Tabela 1.** Evolução da área, produção e produtividade do café conilon no Estado do Espírito Santo, de 2000 a 2014

Safras	Produção		Área em produção (ha)	Produtividade (sacas/ha)
	Mil sacas	% sobre safra total do ES		
2000	4.500	72,16	292.325	15,39
2001	4.900	64,90	296.379	16,53
2002	6.825	73,19	303.697	22,47
2003	5.010	75,79	300.026	16,70
2004	4.500	66,23	297.466	15,13
2005	6.014	74,52	300.013	20,05
2006	6.881	76,38	285.232	24,12
2007	8.139	78,97	283.397	28,72
2008	7.363	71,97	294.217	25,03
2009	7.602	74,49	295.050	25,77
2010	7.355	72,48	281.940	26,09
2011	8.494	73,39	280.082	30,33
2012	9.713	77,69	280.106	34,68
2013	8.211	70,20	283.124	29,00
2014	9.949	77,43	283.124	35,14

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados da Conab, Séries Históricas (2015).

No que diz respeito à área em produção, houve um decréscimo de 3,15% nesse período devido à substituição de lavouras, principalmente as decrépitas, por outras lavouras de café conduzidas em novas bases tecnológicas, ou até mesmo à introdução de outras atividades agrícolas e florestais.

Em 2014 a área em produção foi de 283,12 mil hectares. No entanto, não houve variação em relação a 2013, sinalizando um movimento de estabilização, com ligeira tendência de redução de área entre o período de 2000 a 2014 (Tabela 1).

A Figura 2 apresenta a evolução do crescimento da produção, da produtividade e da área em produção. Os índices das taxas de crescimento foram construídos considerando o período de 2000 a 2014. Destaca-se que nos últimos anos as taxas de crescimento da produtividade foram superiores às taxas de crescimento da produção.



**Figura 2.** Índice do crescimento acumulado da produção, da área em produção e da produtividade do café conilon no Estado do Espírito Santo, de 2000 a 2014.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados da Conab, Séries Históricas (2015).

Verifica-se, portanto, que a produção de café conilon no Espírito Santo, bem como a produtividade das lavouras têm aumentado expressivamente nos últimos anos. A safra de 2004 foi prejudicada por uma seca severa ocorrida no norte capixaba, entre junho e outubro de 2003, o que não favoreceu o enchimento dos grãos. Além disso, houve chuvas em excesso no período da colheita, em 2004.

Muitos fatos explicam essa magnitude, entre os quais a capacidade empreendedora da liderança rural e dos cafeicultores, a geração e incorporação de tecnologias e conhecimentos genuinamente capixabas em que o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) tem um papel relevante, além do comércio e da indústria que oportunizaram a aquisição do produto ao longo de todos esses anos (COSTA, 2012).



A evolução dos indicadores tecnológicos pode ser atribuída a pelo menos cinco fatores básicos. O primeiro refere-se às questões culturais, ao talento, à vocação e ao perfil empreendedor dos cafeicultores capixabas, que de fato têm feito a diferença.

A colonização europeia no Espírito Santo, sobretudo a italiana, a alemã e a pomerana, tem vínculos históricos com a condução de uma agricultura em nível alto de tecnologia. Além disso, muitos cafeicultores que migraram da cafeicultura de arábica para a de conilon, após o período da erradicação dos cafezais, perceberam que o custo de produção se tornou inferior devido principalmente à rusticidade. E, com a receita adicional, passaram a investir na adoção das tecnologias e conhecimentos gerados e adotados por eles, especialmente nos últimos 30 anos.

Também, houve uma migração interna, principalmente dos descendentes de italianos do sul para o norte do Espírito Santo, cujo empreendedorismo já era latente nessas famílias migrantes, pois já não se contentavam com as restrições em quantidade de terra e relevo acidentado, às quais estavam sujeitas nas regiões originais da imigração.

O segundo fator explicativo diz respeito à ampliação da base tecnológica desenvolvida e construída no Estado ao longo desse período, especialmente pelo Incaper, em todas as áreas do conhecimento, sobretudo as relativas às variedades clonais cada vez mais superiores, ao manejo mais adequado de plantas, como poda programada de ciclo, plantio adensado e em linha, uso eficiente da irrigação e técnicas avançadas de nutrição.

O terceiro fator é referente aos esforços de transferência de tecnologias via capacitação de técnicos e de produtores, realizados pelo próprio Instituto e pelo conjunto de instituições parceiras que compõem a cadeia produtiva do conilon.

Segundo De Muner et al. (2003) e Espírito Santo (2003), a transferência e a rápida adoção dessas tecnologias transformaram as lavouras cafeeiras de conilon do Estado em uma das mais competitivas do mundo.

Confirmando essa premissa, Ferrão et al. (2013, p. 47) afirma que “a renovação do parque cafeeiro no Espírito Santo está sendo feita numa taxa média anual de 7%”. Estima-se que cerca de 70% das lavouras de conilon (190 mil hectares) já foram renovados sob novas bases tecnológicas.

O quarto é relativo ao arranjo institucional articulado e atuante existente no Estado, que formou uma grande rede de orientação para o conhecimento e para a inovação tecnológica.

Essa rede institucional, que forma a cadeia produtiva do café conilon (representação de produtores, associações, cooperativas, sindicatos de trabalhadores e patronais, empresas privadas de planejamento e assistência técnica, agências de fomento e crédito, universidades e escolas agrícolas, entre outras) teve e tem como fonte ou respaldo técnico para resolução de seus problemas tecnológicos e formulações de ações, os resultados obtidos continuamente pelo Programa de Pesquisas e Transferência de Tecnologias para o café conilon, coordenado e executado pelo Incaper, iniciado em 1985.

Contudo, o histórico e o detalhamento do arranjo institucional do café conilon no Espírito Santo está representado no capítulo 28, nesta publicação.

Por fim, o quinto e último fator explicativo, e não menos importante, foram as ações de planejamento para a cafeicultura, discutidas e implementadas a partir de 2003, contidas no Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba (Pedeag), que foi revisado em 2007, com horizonte até 2025. Esse plano, coordenado pela Seag gerou três programas específicos para a cafeicultura capixaba com fortes componentes de renovação das lavouras e melhoria da qualidade via incorporação de tecnologias geradas e recomendadas pelo serviço de pesquisa.

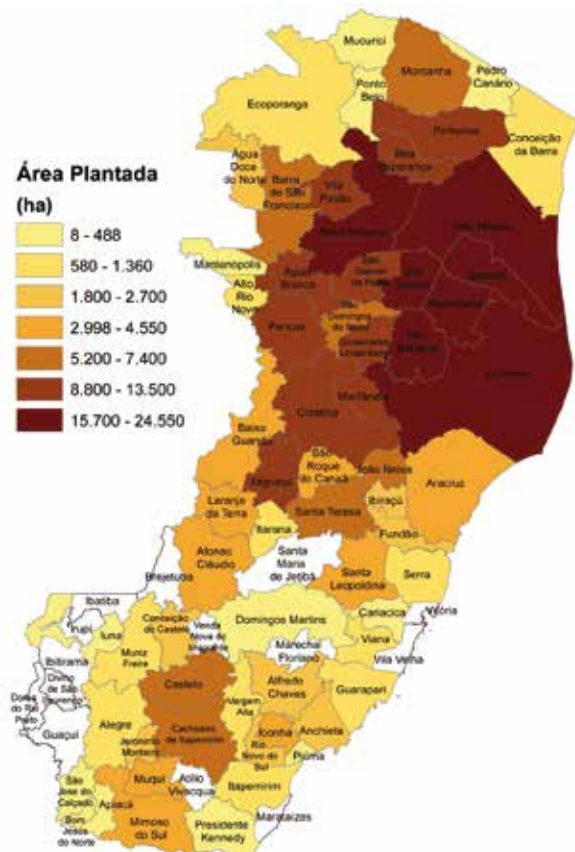
Esse programa tem sido a referência mais importante de geração e aporte tecnológico e de construção do conhecimento na espécie conilon e também de socialização de soluções e inovações aos cafeicultores capixabas, além de fomentar investimentos no setor. É em torno dessa fonte profícua de conhecimentos que muitas empresas e agentes públicos e privados de toda cadeia produtiva alinham suas bases tecnológicas e renovam seus programas de ações.

#### **4 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DO CAFÉ CONILON NOS MUNICÍPIOS CAPIXABAS**

Em 2014, o parque cafeeiro de conilon do Espírito Santo contava com 702,79 milhões de plantas, computando-se as áreas em produção e em formação,

estendendo-se por 64 municípios situados nas regiões quentes e com altitudes inferiores a 500m. São cerca de 40 mil propriedades e 308,22 mil hectares cultivados, sendo 283,12 mil hectares em produção e 25,10 mil hectares em formação (CONAB, 2015). Estima-se que 78 mil famílias estejam envolvidas somente no setor de produção rural (EMBRAPA, 2015).

Esse parque cafeeiro está concentrado na região norte, porém encontra-se distribuído até a divisa com o Rio de Janeiro (Figura 3).

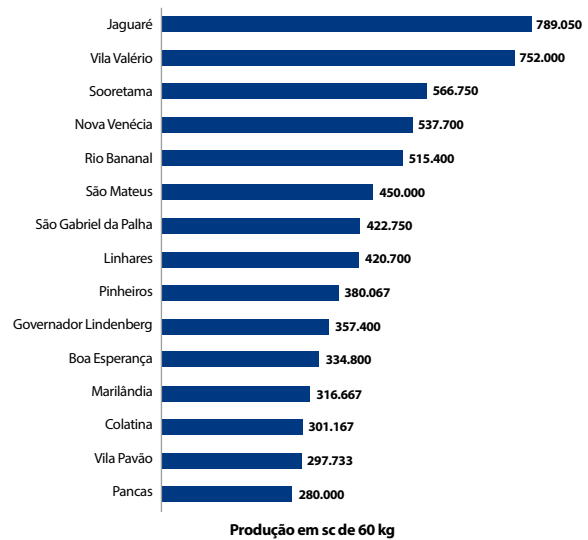


**Figura 3.** Distribuição espacial do parque cafeeiro de conilon no Estado do Espírito Santo, em 2014.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE-LSPA (2014).

Partindo-se do pressuposto de que o desempenho produtivo da cafeicultura de conilon é decorrência do nível de incorporação de tecnologias pelos cafeicultores dos municípios produtores, a análise de sua evolução deve ser feita a partir da produção local.

Nesse aspecto, a Figura 4 destaca os 15 principais municípios produtores, sobressaindo Jaguaré, Vila Valério, Sooretama, Nova Venécia e Rio Bananal.



**Figura 4.** Produção de café conilon (sacas beneficiadas de 60 kg) nos 15 municípios maiores produtores do Estado do Espírito Santo em 2014.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE-LSPA (2014).

Merece registro também o Município de São Gabriel da Palha, que representa o pioneirismo do cultivo e da produção comercial do café conilon. Sedia ainda um importante centro comercial por meio da Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel (Coabriel), instituição que congrega 3,6 mil associados e recepciona, atualmente, mais de 1 milhão de sacas de café.

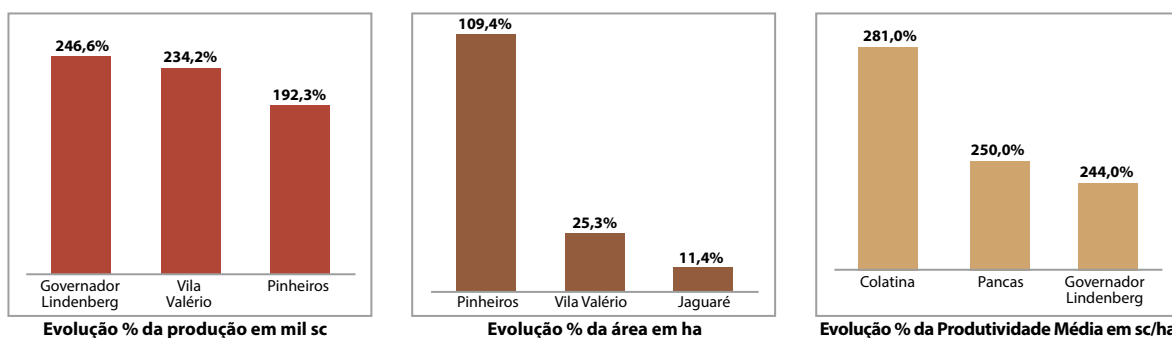
A Tabela 2 e a Figura 5 apresentam a evolução da produção, área colhida e produtividade das lavouras de café conilon nos principais municípios produtores do Espírito Santo, nos anos de 2001, 2005, 2009 e 2014. Os municípios que apresentaram maior crescimento médio da produção foram Governador Lindenberg (246,60%), Vila Valério (234,22%) e Pinheiros (192,31%). Para todos os municípios observados, a variação foi positiva para o crescimento da produção, mesmo para aqueles em que houve estabilização ou redução da área colhida, casos de Nova Venécia, Sooretama e Vila Pavão.

A variação da área colhida com café conilon foi negativa para 7 dos 15 municípios, com destaque para Colatina (-40,15%), Pancas (-33,88%) e Nova Venécia (-27,38%), fato que se explica pela menor necessidade de área cultivada, tendo em vista o crescente incremento no uso de tecnologias, com ampliação da produtividade média e da produção.

**Tabela 2.** Evolução da produção, área colhida e produtividade das lavouras de café conilon nos principais municípios produtores do Espírito Santo, nos anos 2001, 2005, 2009 e 2014

Municípios	Produção (em mil sc de 60 Kg)					Área colhida (em ha)					Rendimento médio (sc/ha)				
	2001	2005	2009	2014	Variação (%)	2001	2005	2009	2014	Variação (%)	2001	2005	2009	2014	Variação (%)
Governador Lindenberg	103	137	174	357	246,6%	10.300	10.500	6.800	10.400	1,0%	10,00	13,00	25,50	34,40	244,0%
Vila Valério	225	349	642	752	234,2%	15.000	22.500	21.000	18.800	25,3%	15,00	15,50	30,60	40,00	166,7%
Pinheiros	130	292	405	380	192,3%	5.000	7.300	10.840	10.470	109,4%	26,00	40,00	54,20	36,30	39,6%
Linhares	148	257	304	421	184,5%	12.000	14.300	15.000	12.500	4,2%	20,70	18,00	20,30	33,70	62,8%
São Mateus	180	311	328	450	150,0%	12.000	13.510	12.550	12.500	4,2%	15,00	23,00	26,20	36,00	140,0%
Marilândia	128	131	208	317	147,7%	8.500	8.700	6.800	7.900	-7,1%	15,00	15,00	30,60	40,10	167,3%
Boa Esperança	144	162	179	335	132,6%	9.000	6.000	8.800	9.300	3,3%	16,00	27,00	31,70	36,00	125,0%
Pancas	121	142	162	280	131,4%	12.100	11.800	7.900	8.000	-33,9%	10,00	12,00	20,50	35,00	250,0%
Colatina	132	156	198	301	128,0%	13.200	13.000	12.100	7.900	-40,2%	10,00	12,00	16,30	38,10	281,0%
São Gabriel da Palha	188	150	269	423	125,0%	12.500	12.500	11.000	11.300	-9,6%	15,00	12,00	24,50	37,40	149,3%
Jaguapé	414	540	570	789	90,6%	18.000	18.000	18.600	20.050	11,4%	23,00	30,00	30,60	39,40	71,3%
Rio Bananal	319	294	406	515	61,4%	15.950	16.350	13.800	13.800	-13,5%	20,00	18,00	29,40	37,40	87,0%
Vila Pavão	190	202	220	298	56,8%	9.500	10.100	9.600	8.120	-14,5%	20,00	20,00	22,90	36,70	83,5%
Sooretama	368	360	439	567	54,1%	16.000	20.000	15.400	16.600	3,8%	23,00	18,00	28,50	34,10	48,3%
Nova Venécia	420	260	400	538	28,1%	21.000	20.000	19.600	15.250	-27,4%	20,00	13,00	20,40	35,30	76,5%

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE (2014, 2015a).



**Figura 5.** Evolução da produção, área colhida e produtividade das lavouras de café conilon nos principais municípios produtores do Espírito Santo, nos anos 2001, 2005, 2009 e 2014.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE (2014, 2015a).

Governador Lindenberg, Boa Esperança, Sooretama, Linhares e São Mateus mostraram tendência de estabilização de área, com variação inferior a 5%, no período. Os dois maiores produtores de café conilon, Jaguapé e Vila Valério, aumentaram a área colhida em 11,39% e 25,33%, respectivamente. Pinheiros foi o município que apresentou maior aumento na área colhida (109,40%), passando de 5 mil hectares em 2001 para 10,47 mil hectares em 2014.

Em relação à produtividade, todos os municípios apresentaram um alto desempenho, com variações que oscilaram até o patamar de 281%, caso do Município de Colatina. Isso se explica tanto pela maior redução de lavouras decrépitas quanto pelo elevado grau de substituição do parque cafeeiro municipal em novas bases tecnológicas, principalmente com uso de variedades clonais superiores e irrigação.

Em 2014, a produtividade média desses municípios variou de 33,70 a 40,10 sacas por hectare. Esse resultado indica que os municípios maiores produtores de café do Espírito Santo possuem uma equivalência de tecnologias incorporadas no processo produtivo, ao longo dos últimos anos. Ressalva-se que Pinheiros sofreu uma seca e temperaturas muito acentuadas em 2014, o que interferiu negativamente na produtividade do café conilon. O município liderou o ranking da produtividade no Estado, tendo alcançado níveis acima de 54 sacas beneficiadas por hectare.

Dessa forma, a cafeicultura de conilon figura como a mais importante atividade do setor agrícola capixaba, sendo responsável, nos últimos 14 anos, em média, por 25,36% do VBPA estadual, segundo GIA/Seag. Em 2014, o conilon foi responsável por 28,44% do VBPA, gerando R\$ 2,31 bilhões (Tabela 3 e Figura 6).

**Tabela 3.** Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBPA) do Espírito Santo em 2014

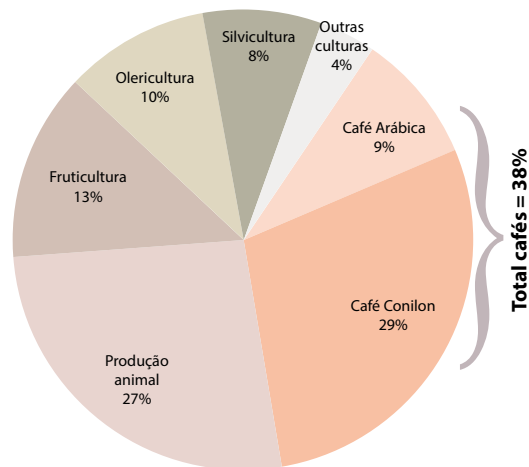
Grupos de Atividades	Valor da produção (R\$ 1000)	Participação (%)
Cafeicultura	3.048.909	37,48
Café arábica	735.842	9,05
Café conilon	2.313.067	28,44
Produção animal	2.127.127	26,15
Fruticultura	1.061.366	13,05
Silvicultura	670.470	8,24
Olericultura	814.692	10,02
Outras atividades	318.036	3,91
Produtos alimentares	93.799	1,15
<b>TOTAL</b>	<b>8.134.399</b>	<b>100,00</b>

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE-LSPA (2014); PPM (2015c); PEVS (2015b); Conab; AnulPec; Incaper (2005, 2014, 2015).

Se o café conilon é importante para a economia estadual, movimentando um terço da renda rural, para os municípios, o produto chega a ser crucial e determinante.

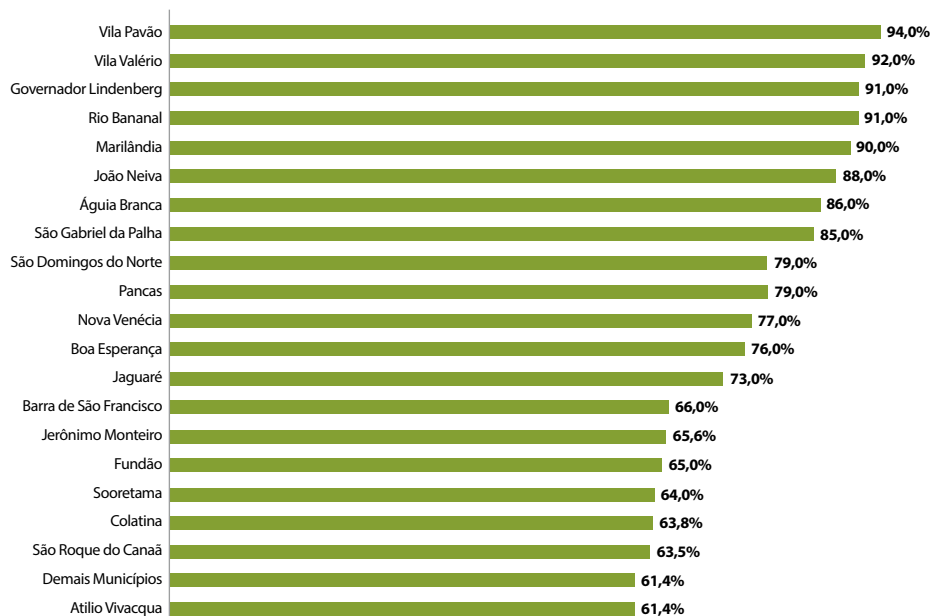
A Figura 7 mostra que, para cinco municípios, o conilon representa, na média de 2012 e 2013, mais de 90% do VBPA, exceto carnes. São eles: Vila

Pavão (94%), Vila Valério (92%), Rio Bananal (91%), Governador Lindenberg (91%), Marilândia (90%). Da mesma forma, para outros três municípios, o VBPA do café conilon participou com mais de 80% do VBPA total, como são os casos de João Neiva (88%), Águia Branca (86%) e São Gabriel da Palha (85%).



**Figura 6.** Participação do café conilon no Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBPA) do Espírito Santo em 2014.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE-LSPA (2014); PPM (2015c); PEVS (2015b); Conab; AnulPec; Incaper (2005, 2014, 2015).



**Figura 7.** Participação do café conilon no Valor da Produção Agropecuária Municipal - Média 2012/2013 - Espírito Santo.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE (2015a).

Na faixa de 70%, encontram-se os municípios de Pancas (79%), São Domingos do Norte (79%) Nova Venécia (77%), Boa Esperança (76%) e Jaguaré (73%).

Se de um lado para esses e muitos outros municípios o café tem sido fundamental na geração de renda e ocupação produtiva do interior capixaba, por outro, o quadro demonstra que a agricultura desses municípios é excessivamente especializada e muito dependente desse produto, o que sugere, especialmente aos líderes locais, uma reflexão no sentido de desenvolver programas, projetos e ações que promovam a diversificação produtiva da agricultura municipal a partir da cafeicultura.

## 5 A AGRICULTURA FAMILIAR NA PRODUÇÃO DE CAFÉ CONILON

A agricultura familiar no Brasil produz café, arábica e conilon, em quase 200 mil estabelecimentos, em 1.468 diferentes municípios do País, gerando renda para mais de 650 mil agricultores. É responsável por 38% da produção de café no Brasil, que em sua grande maioria (95%) está concentrada nos seis maiores estados produtores: Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná, São Paulo Rondônia e Bahia. Esse segmento gera no Brasil aproximadamente 30% das receitas produzidas pelo café (BRASIL, 2015).

O Espírito Santo possui ao todo 84.356 estabelecimentos rurais, dos quais 80% (67.403) são de base familiar, conforme critério da Lei 11.326, de 24 de julho de 2006. Neles estão ocupados 202.169 agricultores, ou seja, 64% do contingente de pessoas que vivem no espaço rural capixaba. Desses estabelecimentos familiares, 48.617 (72%) trabalham com café e são responsáveis por 54% da sua produção total. Especificamente para o conilon, são 28.188 estabelecimentos (58%) que têm essa atividade como fonte de renda, respondendo por 53% da produção de café do Estado (FRANÇA; DEL GROSSI; MARQUES, 2009).

Nas cerca de 40 mil unidades produtivas onde está presente o cultivo do café conilon, sua exploração envolve 209,4 mil trabalhadores diretamente nas lavouras, que são conduzidas, predominantemente, em regime de economia familiar, inclusive com a participação de meeiros, sistema bastante comum no Espírito Santo. Os dados denotam que a cafeicultura é altamente empregadora de mão de obra.

Sobre esse aspecto, evidencia-se que a mão de

obra utilizada na atividade é composta por 47% de proprietários, 47% de parceiros rurais e apenas 6% de empregados (TEIXEIRA, 1998; DE MUNER et al., 2003; ESPÍRITO SANTO, 2003; FONSECA et al., 2004) citado por Fassio e Silva (2007).

Ressalta-se, ainda, que o tamanho médio das lavouras de café conilon no Estado é de 9,85 ha. Outro fator que merece destaque refere-se à estratificação das propriedades cafeeiras, sendo que cerca de 74% da área plantada situa-se em estratos inferiores a 50 ha, com 28% das propriedades apresentando menos de 10 ha (DE MUNER et al., 2003; ESPÍRITO SANTO, 2003) citado por Fassio e Silva (2007).

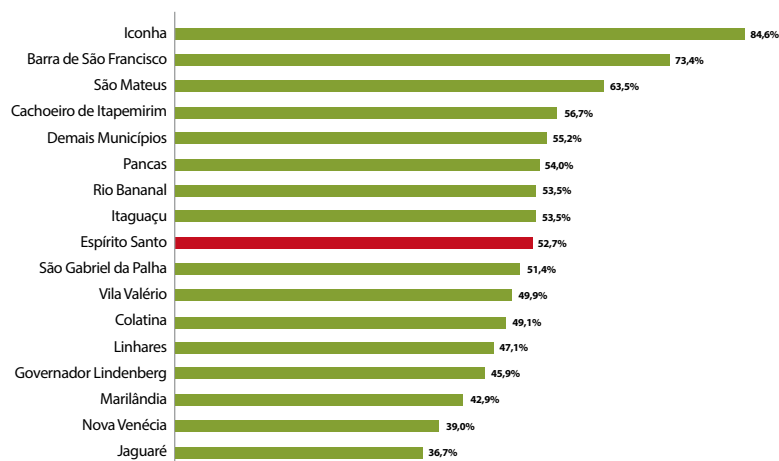
No Espírito Santo, a participação da agricultura familiar na produção do café conilon é muito significativa, tendo em vista que o VBPA desse segmento produtivo é de 52,74%, conforme Figura 8.

É lógico que os municípios produtores contribuem diretamente para esse indicador. Nesse aspecto, os municípios de Iconha (84,61%), Barra de São Francisco (73,36%), São Mateus (63,53) e Cachoeiro de Itapemirim (56,69%) são os destaques (IBGE, 2006).

Apesar de essas inferências serem baseadas em dados de 2006, considera-se ainda assim importantes pelo fato de que, nesses últimos dez anos, ampliaram-se em muito a disponibilização e aplicação de créditos com taxas de juros mais acessíveis, especialmente relativas aos programas federais, tais como: Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar (PGPAF), Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), Seguro da Agricultura Familiar (Seaf), Selo de Identificação da Participação da Agricultura Familiar (Sipaf) e o Programa de Apoio aos Serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater). Esse crédito foi utilizado sobretudo por agricultores familiares para renovação de suas lavouras em novas bases tecnológicas ou até mesmo para ingressarem na atividade, especialmente para o caso de produção de café conilon, atraídos por essas políticas de incentivos à produção e comercialização do produto.

Diante da dificuldade de disponibilização de dados oficiais mais recentes sobre a produção de conilon pela agricultura familiar do Espírito Santo, e no sentido de valorizar o trabalho de assistência técnica do Incaper para essa cultura, optou-se por apresentar





**Figura 8.** Participação relativa da agricultura familiar dos principais municípios do Espírito Santo no Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBPA) do Estado.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir do Censo Agropecuário-IBGE (2014b).

e analisar também alguns de seus resultados registrados no período de 2005, 2010 e 2014, a partir de relatórios internos dessa instituição.

De acordo com os dados do Incaper (Tabela 4), a instituição assistiu, em 2014, aproximadamente 18,7 mil cafeicultores de conilon, um crescimento de 46,49% em relação aos 12,78 mil em 2005. Tendo em vista que 90% do público assistido por esse Instituto é composto por agricultores familiares, conforme dados do Relatório Bimestral de Atividades (RBA) de 2005 a 2010 e do Sistema de Informações de Assistência Técnica e Extensão Rural (SIATER) nos anos de 2005 e 2014, deduz-se que cerca de 16,9 mil cafeicultores assistidos se enquadram nessa categoria de agricultores.

**Tabela 4.** Produtores de conilon assistidos pelo Incaper nos anos de 2005, 2010 e 2014

Discriminação	Unidade	Anos			Evolução em % (2005/2014)
		2005	2010	2014	
Público assistido	pessoa	12.789	16.452	18.735	46,49
Área assistida	ha	68.871	73.085	76.251	10,72
Produção assistida	sc 60 kg	1.689.241	2.109.333	2.962.351	75,37
Produtividade assistida	sc/ha	24,53	28,86	38,85	58,38
Área média assistida por produtor	ha	5,39	4,44	4,07	-24,49

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados do Incaper, RBA, Siater (2014).

No mesmo período, a área total de café assistida pelo Incaper teve crescimento de 10,72%, saindo de 68,87 mil para 76,25 mil hectares, ao passo que a produção assistida cresceu 75,37%, atingindo o volume de 2,97 milhões de sacas beneficiadas de café conilon. Seguiu a mesma tendência a produtividade, com crescimento de 58,38%, passando de 24,53 para 38,85 sacas beneficiadas por hectare na média dos cafeicultores assistidos pelo Incaper.

A área média anual por propriedade assistida de café conilon pelo Instituto foi de 4,07 ha em 2014, uma redução de 24,49% em relação a 2005, o que demonstra claramente a evolução, a contribuição e a priorização da assistência técnica pública e gratuita direcionada para os cafeicultores de base familiar.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cafeicultura lidera o conjunto de atividades agropecuárias do Espírito Santo e, nesse setor, ocupa posição de destaque como segundo no ranking nacional em termos de produção. O Espírito Santo é o único estado brasileiro que tem produção representativa nas duas espécies, arábica e conilon. O Estado se especializou na produção de conilon, tendo conquistado a liderança com 76% da produção nacional.

A cafeicultura de conilon é importante para a geração de emprego e renda e, principalmente, con-

tribui para a manutenção do agricultor familiar no campo. Pelo seu dinamismo, a atividade gera cerca de 30% de toda renda rural, estando presente em 64 dos 78 municípios capixabas. E ainda, ao longo de todos os elos da cadeia produtiva, que inclui produção, agroindustrialização, insumos, distribuição e logística, aproximadamente 400 mil trabalhadores capixabas estão ocupados total ou parcialmente, o que denota ainda mais a importância social e econômica do produto.

Nos últimos 15 anos (2000 a 2015), a produção e a produtividade cresceram 121,09% e 128,33%, respectivamente. Uma verdadeira revolução tecnológica sem precedentes na agricultura, com índices jamais alcançados em qualquer outra atividade, em tão pouco tempo.

Porém, a produção de conilon nem sempre “navegou em águas mansas” e, nem de longe, foi uma atividade que prosperou logo após sua introdução no Estado. Por isso, a história de uma cultura antes inexpressiva e que se tornou a principal atividade econômica do Espírito Santo é repleta de desafios.

A pesquisa e a assistência técnica aos produtores passaram a ser oficialmente implementadas por instituições estaduais a partir de 1985, sem o apoio e a transferência de recursos federais. Esse é o marco da geração, difusão e transferência de tecnologia, dinamizado pelo Incaper, principal responsável pela geração da maior base tecnológica para essa espécie no mundo, a qual foi desenvolvida e incorporada para a cultura e que tem ultrapassado as fronteiras do Estado.

Esse aparato tecnológico tem sido o sustentáculo para a impressionante evolução do principal gerador de receita municipal, para a renovação do parque cafeeiro que, embora seja concentrado na região norte, está bem distribuído em todo o Estado, e também para a dinâmica produtiva e social dessa atividade.

Portanto, os dados apresentados e analisados neste capítulo evidenciam que a cadeia produtiva do café conilon é muito importante no contexto da economia brasileira, em especial da capixaba, promovendo benefícios não só econômicos como também sociais. Essa afirmação se reveste de maior importância quando se observa que a pequena propriedade, especialmente a familiar, tem papel relevante na produção e na dinâmica da cafeicultura

de conilon, pois participa fortemente na geração de empregos, na distribuição de renda e na criação de oportunidades, no meio rural.

## 7 REFERÊNCIAS

- ANUALPEC 2014. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2014.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. *Comércio Exterior*. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>> Acesso em: dez. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Valor Bruto da Produção – Lavouras e Pecuária*. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/ministerio/gestao-estrategica/valor-bruto-da-producao>>. Acesso em: jan. 2015a.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. *Produção de café gera renda para mais de 650 mil agricultores familiares*. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/produ%C3%A7%C3%A3o-de-caf%C3%A9-gera-renda-para-mais-de-650-mil-agricultores-familiares>>. Acesso em: ago. 2015b.
- CALIMAN, O. Formação Econômica do Espírito Santo: de fragmentos do período colonial à busca de um projeto de desenvolvimento. *Revista Interdisciplinar de Gestão Social* - Salvador, BA: RIGS, UFB, v.1, n.2, p. 37-63, 2012.
- CONAB. Companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café, 2014. *Cafés do Brasil*. Brasília, DF: SPC/CONAB, 2014. 61 p.
- CONAB. Companhia nacional de abastecimento. *Séries históricas*. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>>>. Acesso em: jan. 2015.
- COSTA, E. B. 100 anos de sucesso. *A Gazeta* - Opinião. Vitória, ES: 21 abr. 2012. 18 p.
- DADALTO, G. G.; BARBOSA, C. A. *Zoneamento agroecológico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: Seag, 1997. 28 p.
- DE MUNER, L. H.; TEIXEIRA, M. M.; FORNAZIER, M. J.; FAVORETO, O. S.; SALGADO, J. S. Cafeicultura sustentável. In: *Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba*. Vitória, ES: Incaper, 2003. 61p. (impresso)
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Espírito Santo realizará maior conferência internacional de café conilon no Brasil*. Disponível em: <[www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1477376/espírito-santo-realizará-maior-conferência-internacional-de-café-conilon-no-brasil](http://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1477376/espírito-santo-realizará-maior-conferência-internacional-de-café-conilon-no-brasil)>.



Acesso em: 27 ago. 2015.

ESPÍRITO SANTO. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. *Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba*. Vitória, ES: Seag, 2003. 1CD-ROOM.

EXPOSIÇÃO sobre os negócios do estado no quadriênio de 1909 A 1912. *Relatório apresentado pelo Dr. Jeronymo de Souza Monteiro ao Congresso Legislativo, em 23 de maio de 1912*. Estado do Espírito Santo. Vitória, ES. 1913.

FASSIO, L. H.; SILVA, A. E. S. da. Importância econômica e social do café conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, p. 36-49. 2007.

FERRÃO, R. G. *Biometria aplicada ao melhoramento genético do café Conilon*. 2004. 256 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2004.

FERRÃO, R. G.; SILVA, A. E. S. da; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da. No ES, cafeicultura responde por 43% da produção agrícola. *Visão Agrícola*, Piracicaba, USP/ESALQ, ano 8, n.12, p. 95-96, jan./jul. 2013.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. *Índice geral de preços*. Disponibilidade Interna -IGP-DI. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: jan. 2015.

FONSECA, A. F. A. da. FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. *Conilon Vitória – 'Incaper 8142': variedade clonal de café conilon*. Vitória, ES: Incaper, 2004, 24p. (Incaper. Documento, 127).

FRANÇA, C. G. de.; DEL GROSSI, M. E.; MARQUES, V. P. M. de A. *O Censo Agropecuário 2006 e a Agricultura Familiar no Brasil*. Brasília, DF: MDA, 2009. 96 p.

GLAZAR, E. *Brava gente polonesa: memórias de um imigrante, formação histórica de São Gabriel da Palha e expansão do café conilon no Espírito Santo*. Vitória, ES: Flor&ultura; Cultural, 2005. 256 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA*: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento da safra agrícola do Espírito Santo no ano civil – safra 2014, dezembro de 2014. Vitória, ES: 2014. Relatório de pesquisa.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Agropecuário 2006. Agricultura Familiar*. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/agri\\_familiar\\_2006/familia\\_censoagro2006.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/agri_familiar_2006/familia_censoagro2006.pdf)> Acesso em: dez. 2014b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção Agrícola Municipal – PAM*. Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra. IBGE-PAM, 2000

a 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?e=c&p=PA&z=t&o=11>> Acessos em: dez. 2014 e abr. 2015a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura-PEVS*. Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra. IBGE-PEVS, 2000 a 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?e=c&p=VS&z=t&o=18>> Acessos em: dez. 2014 e abr. 2015b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Pecuária Municipal – PPM*. Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra. IBGE-PPM, 2000 a 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?e=c&p=PP&z=t&o=24>> Acessos em: dez. 2014 e abr. 2015c.

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. *Relatórios do Sistema de Informações de Assistência Técnica e Extensão Rural – SIATER dos anos de 2010 e 2014*. Vitória, ES: Incaper. 2014. Relatórios de pesquisa.

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. *Relatórios Bimestrais de Acompanhamento de Atividades – RBA*. Vitória, ES: Incaper. 2015a. Relatórios de pesquisa.

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. *Levantamento de preços pagos aos produtores – 2000 a 2014*. Vitória, ES: Incaper. 2015b. Relatório de pesquisa.

LOSS, W. R. *Da crise da erradicação ao desenvolvimento integrado e competitivo do parque cafeeiro de conilon no Espírito Santo*. Vitória, ES, Seag, mai. 2004. 5p. (texto não publicado).

MERLO, P. M. S. *Conilon Capixaba: 100 anos de desafios, crescimento e inovação*. Vitória, ES: Bumerangue Produção de Comunicação, 2012. 99 p.

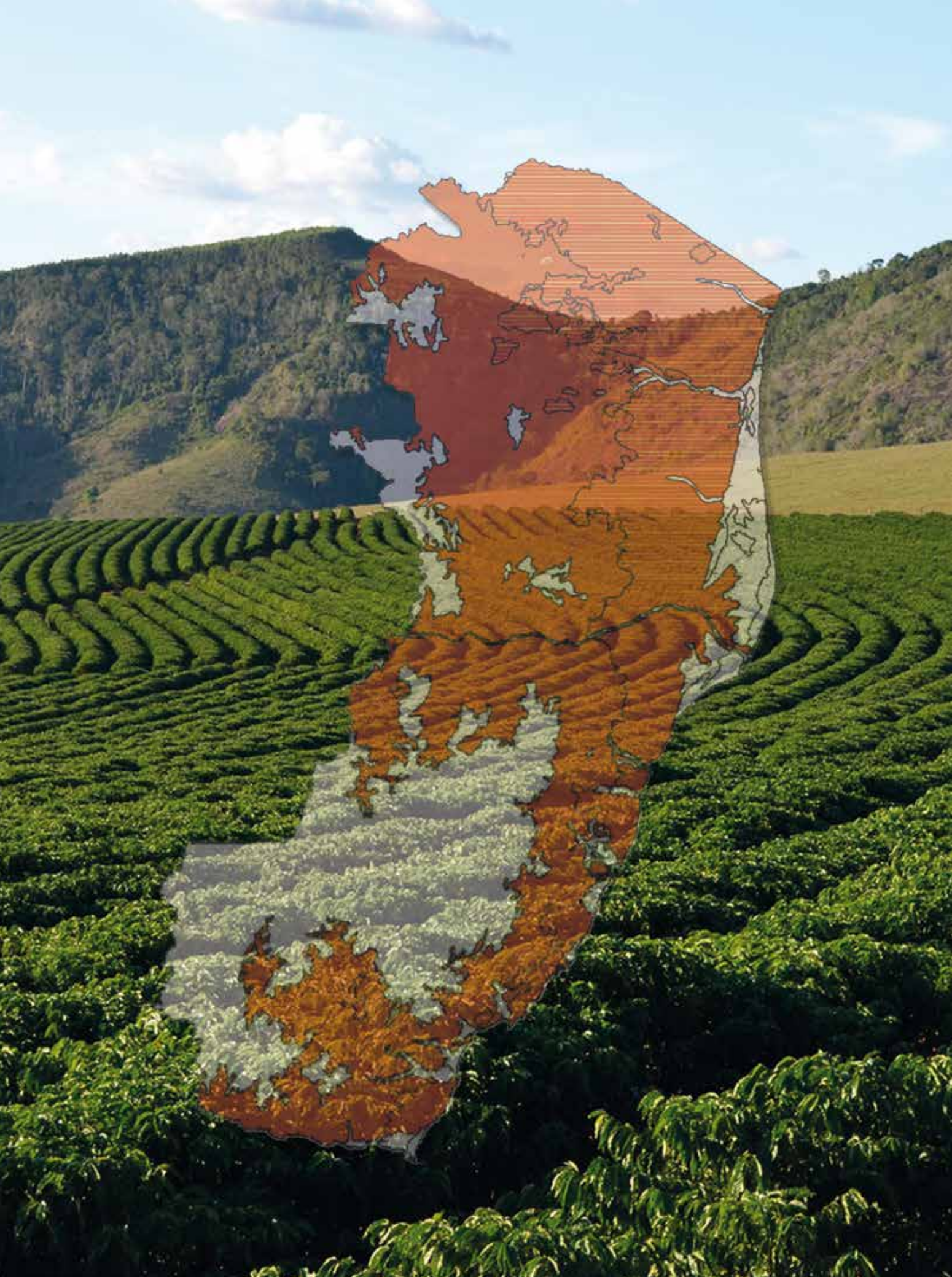
SILVA, A. E. S. da.; COSTA, E. B. da.; FERRÃO, R. G.; De MUNER, L. H.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, L. M. V. Geração, difusão e transferência de tecnologia. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, p. 547-621. 2007.

TEIXEIRA, M. M. Caracterização, análise e diagnóstico da cafeicultura capixaba. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ, 3., 1998, Vitória, ES. *Anais...* Vitória, ES: Cetcaf, p. 43-76. 1998.

TRISTÃO, J. Perspectivas do mercado interno brasileiro de café. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ, 2., 1995, Vitória, ES. *Anais...* Vitória, ES: Cetcaf, p. 36-42. 1995.

VARGAS, A. (Ed.). 100 anos de conilon capixaba. Especial 100 anos de conilon capixaba. *A Gazeta*. Vitória, ES: Caderno especial, 2012. 48 p.









# Zoneamento Agroclimatológico para a Cultura do Café Conilon no Estado do Espírito Santo

Renato Corrêa Taques e Gilmar Gusmão Dadalto

## 1 INTRODUÇÃO

O café conilon constitui-se no principal produto agrícola do Espírito Santo, presente em 64 dos 78 municípios do Estado e responsável pela geração da maior parte da renda e dos empregos do meio rural na maioria deles. Atualmente, o Espírito Santo possui uma área ocupada de aproximadamente 310 mil hectares e uma produção de 9,95 milhões de sacas por ano (CONAB, 2014), razão que lhe garante o título de maior produtor nacional de conilon.

O Estado do Espírito Santo caracteriza-se por apresentar um quadro natural diversificado, com diferentes ambientes climáticos, o que tem permitido o cultivo das variedades de café conilon nas regiões de baixas altitudes e de temperaturas mais altas, e das variedades de café arábica nas regiões mais elevadas e de temperatura mais amenas.

A competitividade nacional e internacional a que o café capixaba está sujeito requer uma busca permanente por maior eficiência econômica, justiça social e equilíbrio ambiental, fatores que exigem capacitação dos agricultores, acesso à informação, redução dos custos de produção, melhoria da produtividade e qualidade do produto e locação de cultivos em áreas mais apropriadas. Desse modo, a observância da aptidão ou vocação natural dos espaços rurais para o estabelecimento da cafeicultura reveste-se de importância fundamental para o alcance do desenvolvimento sustentável e competitivo.

Independente dos tratos culturais executados na lavoura de café, fatores ambientais relacionados

ao clima e ao solo, quando em condições adversas, dificultam e até podem inviabilizar a exploração comercial do café, condicionando baixa produtividade. Assim, o zoneamento agroclimatológico para a cultura do café constitui uma ferramenta de apoio no planejamento e consolidação da atividade cafeeira, permitindo o conhecimento das áreas mais apropriadas ao cultivo e possibilitando maximizar a eficiência econômica em equilíbrio com o meio ambiente, condições básicas para a sua sustentabilidade ao longo do tempo.

Neste capítulo, é apresentado o zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon no Estado do Espírito Santo identificando as categorias de aptidão, com base em séries históricas consistentes de dados climatológicos e modelos preditivos mais precisos (resolução espacial fina), obtidos a partir de distribuição de probabilidade, estatística multivariada e geoestatística.

## 2 ZONEAMENTO AGRÍCOLA

No início da década de 60, a então denominada Associação de Crédito e Assistência Rural do Espírito Santo (Acares), instituição que deu origem ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), elaborou o primeiro zoneamento agrícola para o Estado do Espírito Santo. Desde então, diversos estudos relacionados ao zoneamento agrícola foram desenvolvidos, seja por iniciativa de instituições públicas, seja como

publicações de autores independentes.

Nesses estudos, observa-se que as características climatológicas das regiões, associadas à informação de pesquisas e experimentação, foram determinantes para a definição das diferentes categorias de aptidão. Essas pesquisas oferecem, normalmente, subsídios de natureza qualitativa com nível de detalhamento limitado possibilitando, raramente, a quantificação das áreas mapeadas em razão da reduzida escala cartográfica dos mapas usados nesses zoneamentos.

Observa-se também que o clima é o fator primordial da aptidão agroecológica nos estudos de viabilidade natural para implantação e desenvolvimento de atividades agropecuárias. As limitações e as possibilidades decorrentes dos solos e de outros fatores naturais, embora igualmente importantes, dependem das possibilidades e limitações climáticas (SILVA; ASSAD, 1998). Além disso, as características de solo, especialmente aquelas que afetam a

produtividade de café, como a fertilidade, podem ser modificadas com maior facilidade que as condições climáticas.

Matiello (1998) apresenta o mapa das áreas aptas para o cultivo de café conilon no Brasil. Na Figura 1, pode-se ter uma ideia macro das áreas onde existem condições térmicas e hídricas para o conilon. É possível observar uma expressiva área propícia para o cultivo no Espírito Santo colocando o Estado como um destaque no panorama nacional.

Estudos mais recentes (SEDIYAMA et al., 2001; ANDRADE et al., 2012) propuseram o zoneamento de aptidão climática da cultura do café usando mapas temáticos gerados em sistemas de informações geográficas (SIG), Pezzopane et al. (2010) indicaram o zoneamento de risco climático, que incorpora aspectos probabilísticos, quantificando as chances de um determinado fenômeno adverso ocorrer em fases críticas da cultura. De maneira geral, esses estudos utilizam uma modelagem matemática da



**Figura 1.** Mapa das áreas aptas para o cultivo do café conilon no Brasil.

**Fonte:** Matiello (1998).

temperatura média anual e a interpolação dos resultados do balanço hídrico sequencial dos pontos de observação (estações meteorológicas e pluviômetros).

### 3 MODELAGEM PARA O ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO

#### 3.1 BASE DE DADOS ESPACIAL

Para realização do estudo, foi construída uma base de dados espacial para armazenar os dados de entrada e os resultados do processamento. Foi estabelecida uma grade regular de pontos, com espaçamento de 500 x 500 metros (0,04 pontos por hectare) cobrindo todo território capixaba. Essa grade de pontos foi utilizada como base para a predição e modelagem do zoneamento agroclimático.

O modelo digital de elevação (MDE) foi obtido a partir das imagens da *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM), com resolução espacial de 90 metros (CGIAR, 2015). O MDE foi hidrologicamente consistido para eliminar pequenas imperfeições com o uso de ferramentas do programa ArcGIS Desktop 10 (ESRI, 2015). Também foram geradas superfícies contínuas, no formato raster, para os valores da latitude e longitude, em graus, e distância da costa, em metros.

Os valores de elevação do MDE, latitude, longitude e distância da costa de cada ponto da grade regular foram usadas com covariáveis na predição dos valores de temperatura média e nos cálculos da evapotranspiração potencial.

Os pontos de observação (estações meteorológicas e pluviômetros) foram georreferenciados e adicionados à base de dados espacial, no datum SIRGAS 2000 e sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM fuso 24 sul).

Também foi utilizado o plano de informação com o limite dos municípios, que fazem parte do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES, 2015). A divisão regional do Estado foi determinada com base na Lei nº 9.768, de 28/12/2011 do Governo do Estado do Espírito Santo.

#### 3.2 PREDIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA MÉDIA

A espacialização dos valores de temperatura média mensal e anual foi realizada com base na série de dados das estações meteorológicas da Rede Integrada de Observações Meteorológicas de Superfície (Inpe, Inmet, Incaper). Foram selecionadas 15 estações meteorológicas em operação, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2013 (14 anos).

O valor da temperatura média mensal de cada estação meteorológica foi obtido a partir da média aritmética dos valores do mês no período de estudo. Os valores de temperatura mensal ausentes, representados por NA (não avaliado), na série históricas foram desconsiderados no cálculo da média. O valor da temperatura média anual de cada estação foi calculado a partir da média aritmética dos valores da temperatura média mensal.

A predição espacial das temperaturas médias foi feita usando o método de Regressão Linear Múltipla (RLM). Para tanto, foram utilizadas quatro covariáveis preditoras: elevação, latitude, longitude e distância da costa. O método *Stepwise* foi usado para a seleção das covariáveis dos modelos de RLM. Os modelos de regressão, que são representados pelas equações matemáticas que descrevem a relação entre a temperatura média e as covariáveis, foram avaliados pelos valores dos coeficientes  $R^2$ .

O processamento dos dados para a predição espacial das temperaturas médias foi realizado no software estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015), usando funções do pacote stats (*The R Stats Package*).

#### 3.3 PREDIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO

Para a espacialização da precipitação, foram selecionados 106 pontos de observação (95 pluviômetros e 11 estações meteorológicas) com, no mínimo, 30 anos de dados na série histórica, dentro do período de janeiro de 1974 a dezembro de 2013. A série de dados de precipitação foi obtida na base de dados pluviométricos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), da Agência Nacional das Águas (ANA, 2015), e na base de dados de estações meteorológicas da Rede Integrada de Observações Meteorológicas de Superfície (Inpe, Inmet, Incaper).



Foi calculada a precipitação anual somando a precipitação mensal de janeiro a dezembro de cada ano, e a precipitação no período estival somando a precipitação mensal de setembro do ano anterior a fevereiro de cada ano. Os somatórios que apresentaram um ou mais valores ausentes de precipitação mensal, dentro do período anual ou estival, foram representados como NA e não considerados nos cálculos.

A estimativa da precipitação para os dois períodos (anual e estival) foi determinada usando o modelo probabilístico de distribuição Gama, com nível de probabilidade de 0,75. O parâmetro de forma ( $\alpha$ ) e de escala ( $\beta$ ) foram determinados pelo método da máxima verossimilhança (CATALUNHA et al., 2002).

A predição espacial das estimativas de precipitação anual e do período estival foi realizada usando o método geoestatístico de Krigagem Ordinária. O ajuste dos modelos dos semivariogramas foi realizado pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários. Os resultados da Krigagem foram avaliados pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da validação cruzada *leave-one-out*.

As análises geoestatísticas foram executadas no software estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015), usando funções do pacote *gstat* (*Spatial and Spatio-Temporal Geostatistical Modelling, Prediction and Simulation*) e *MASS* (*Support Functions and Datasets for Venables and Ripley's MASS*).

### 3.4 EVAPOTRANSPIRAÇÃO E DEFICIT HÍDRICO

A evapotranspiração potencial padrão mensal (ETp) foi estimada pelo método de Thornthwaite (THORNTHWAITE, 1948), que por definição representa o total mensal de evapotranspiração que ocorreria nas condições térmicas (temperaturas médias), em um mês padrão de 30 dias, em que cada dia teria 12 horas de fotoperíodo.

A ETp foi corrigida para obter a ETP (evapotranspiração potencial mensal) em função do número de dias e do fotoperíodo médio do mês. O valor do fotoperíodo médio do mês foi igualando à duração da radiação solar direta do dia 15 de cada mês. Foi usado o modelo de radiação solar do programa ArcGIS Desktop 10 (ESRI, 2015), para estimar a duração da radiação solar diária a partir do MDE.

Similar à precipitação, foi calculada a evapotranspiração potencial anual (ETPa) somando as ETPs dos meses de janeiro a dezembro, e a evapotranspiração potencial estival (ETPe), somando as ETPs do período estival (setembro a fevereiro). O *deficit* hídrico anual (DA) e o *deficit* hídrico do período estival (DE) foram obtidos subtraindo a precipitação da evapotranspiração, dos respectivos períodos (anual e estival).

### 3.5 CATEGORIAS DE APTIDÃO

Para café robusta (*Coffea canephora*), as regiões com temperaturas médias anuais entre 22 °C e 26 °C são consideradas aptas. Já as regiões com temperaturas médias anuais menores que 22 °C são consideradas marginais ou inaptas (MATIELLO, 1991).

Em relação ao fator hidroclimáticos, Matiello (1991) considera: aptas as regiões com *deficit* hídrico anual (DA) menor que 200 mm; aptas com restrição hídrica as regiões com DA entre 200 mm e 400 mm; e com impedimento hídrico as regiões com DA maior que 400 mm. Nos últimos dois casos, as lavouras de conilon apresentam respostas muito favoráveis à prática de irrigação e arborização para sombreamento ralo.

Dadalto e Barbosa (1997) relacionam também parâmetros para a deficiência hídrica no período estival (DE), que corresponde aos meses de setembro a fevereiro, período de maior exigência hídrica do conilon. Nesse caso, são consideradas aptas as regiões com DE menor que 40 mm, aptas com restrição hídrica as regiões com DE entre 40 mm e 100 mm, e com impedimento hídrico as regiões com DE maior que 100 mm.

O aumento do potencial produtivo do conilon, registrado nas últimas décadas, que elevou a produtividade de 60 para 120 sacas beneficiadas por hectare, e a busca pela melhoria da qualidade dos grãos e da bebida exigem condições hídricas mais favoráveis para alcançar melhores resultados. A delimitação das categorias de aptidão hídrica foi revisada para melhor representar as atuais exigências da cultura (Tabela 1).

**Tabela 1.** Categorias de aptidão para café conilon com relação ao *deficit* hídrico anual e estival

<b>Categoria de aptidão</b>	<b>Deficit hídrico anual DA (mm)</b>	<b>Deficit hídrico estival DE (mm)</b>
Apta	0	0
Restrição hídrica leve	0 a 200	0 a 40
Restrição hídrica moderada	200 a 400	40 a 80
Restrição hídrica severa	> 400	> 80

**Fonte:** Adaptado de Dadalto e Barbosa (1997).

A definição das categorias de aptidão levou em consideração a possibilidade de uso de tecnologias existentes e recomendadas pelo Incaper para o conilon, como cultivares melhoradas, adubação, poda, entre outras, para melhoria da produtividade. O uso da irrigação é recomendado para as categorias de aptidão com restrições hídricas, viabilizando, assim, o cultivo do café conilon nessas áreas.

As categorias de aptidão agroclimatológicas para o café conilon no Espírito Santo foram estratificadas da seguinte forma:

- **Áreas aptas** - são aquelas cujas condições climáticas se apresentam mais propícias para o cultivo do café conilon, possuindo elevado potencial de produção e baixo risco climático;
- **Áreas aptas com restrição hídrica leve** - são aquelas as cujas condições climáticas permitem o cultivo do café conilon. No entanto, o uso da irrigação suplementar é recomendado em determinados períodos de estiagem;
- **Áreas aptas com restrição moderada** - são aquelas cujas condições climáticas permitem o cultivo do café conilon, porém, de forma marginal, isto é, existem possibilidades de produzir comercialmente o café conilon, com potencial de produção mais baixo e riscos climáticos mais elevados em relação às áreas aptas. Nesse caso, é necessário o uso da irrigação suplementar com maior frequência;
- **Áreas aptas com restrição hídrica severa** - são aquelas que apresentam fortes limitações hídricas que inviabilizam o cultivo comercial do café conilon ou apresentam riscos excessivamente elevados ao

sucesso da atividade. Nessas áreas, é indispensável o uso da irrigação suplementar;

- **Áreas com impedimento térmico** - são aquelas mais elevadas e de temperaturas mais amenas (temperaturas médias anuais menores que 22 °C), onde não se recomenda o cultivo do café conilon.

A determinação da categoria de aptidão foi realizada por meio da álgebra dos mapas (cruzamento) obtidos para a temperatura média anual, *deficit* hídrico anual e *deficit* hídrico do período estival (Figura 2). A área de cada categoria foi obtida multiplicando o número de células (*pixel*) de cada categoria pela área da célula, que é de 25 hectares (500 m x 500 m).

## 4 RESULTADOS OBTIDOS

No mapa de temperatura média anual, óbitos a partir dos modelos de RLM (Tabela 2), temperaturas menores que 22 °C são observados, principalmente nas regiões centro serrana e sul (Figura 3). O modelo matemático mostra que o limite de altitude para temperaturas médias anuais inferiores a 22°C varia aproximadamente entre 400 m e 580 m, dependendo da posição geográfica do local (latitude e longitude).

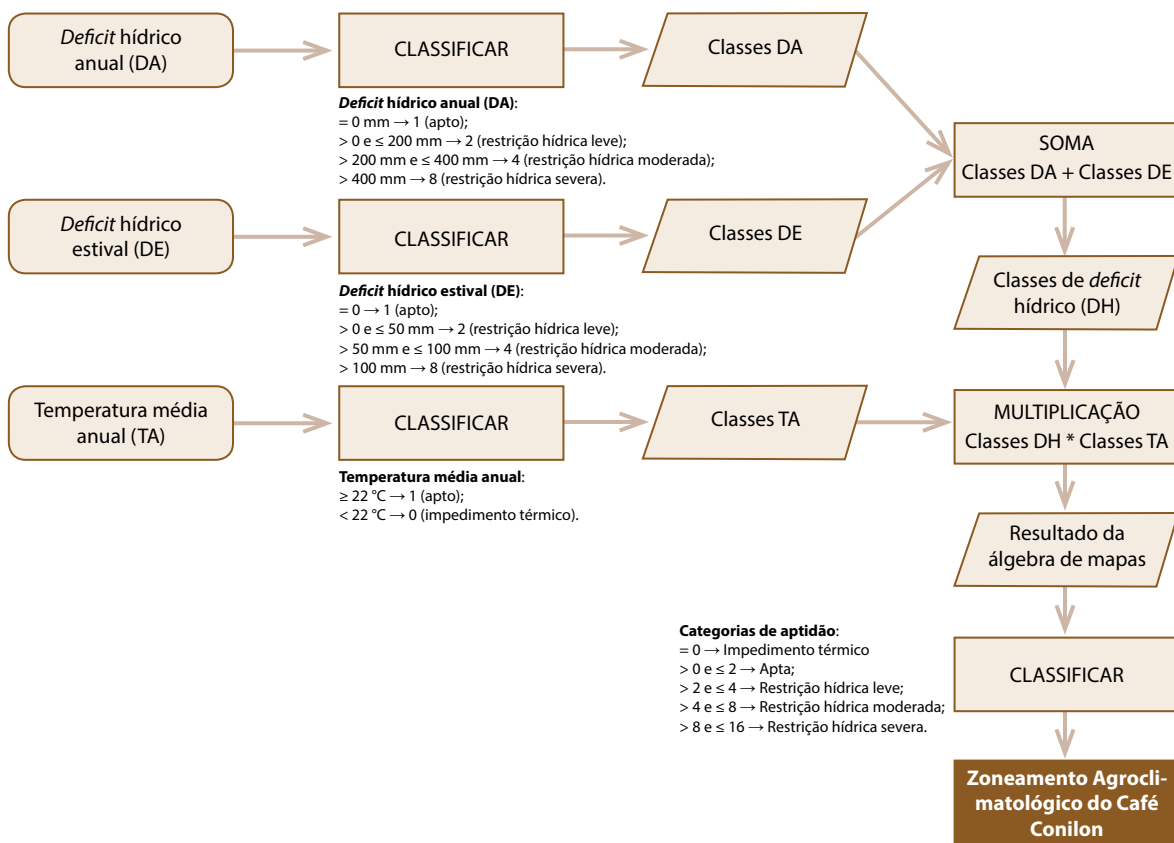
Dadalto e Barbosa (1997) também constataram a variação no limite de altitude para o cultivo do café conilon, a partir de observações de campo e do conhecimento da cultura. Nesse trabalho, foi relatado que o café conilon possui elevado potencial de cultivo até 500 m de altitude, ao sul do divisor da margem direita da bacia do Rio Doce e até 600 m, ao norte desse divisor.

Os semivariogramas experimentais do processo de Krigagem Ordinária, para a predição espacial da precipitação acumulada anual e no período estival, foram ajustados ao modelo exponencial (Figura 4). A precipitação acumulada anual e do período estival seguem aproximadamente a mesma distribuição, com maiores volumes de precipitação na região centro serrana e no Caparaó. Os menores volumes de precipitação são observados na região extremo norte e em parte da região centro-norte do Estado (Figura 5).

Os maiores valores de evapotranspiração potencial, anual (ETPa) e estival (ETPe), são observados, predomi-

minantemente, na região extremo norte do Estado, ocorrendo também na região centro-norte, no vale do Rio Doce e na região sul do Estado, nos vales do Rio Itapemirim e do Rio Itabapoana (Figura 6), regiões destacadas pela cor vermelha. A região extremo

norte também apresenta os menores volumes de precipitação acumulada, que combinados com o elevado valor de evapotranspiração, resulta nas maiores deficiências hídricas (Figura 7).



**Figura 2.** Fluxograma das etapas para obtenção do mapa de zoneamento agroclimatológico para o café conilon no Estado do Espírito Santo.

**Tabela 2.** Equações de regressões ajustadas para o modelo de temperaturas médias normais (mensais e anual) e respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para o Estado do Espírito Santo

Período	a0	a1	a2	a3	a4	R <sup>2</sup>
Janeiro	26,090000	-0,006161			0,000018	0,96
Fevereiro	8,380000	-0,006695		-0,449100	0,000016	0,95
Março	-13,676599	-0,006375	0,743295	-1,359134		0,95
Abril	-10,123391	-0,006648	0,724468	-1,232359		0,95
Mai	-0,019848	-0,006696	0,880160	-1,005476		0,95
Junho	-6,605661	-0,007289	0,893785	-1,150427		0,94
Julho	-14,905478	-0,007515	0,775452	-1,286587		0,94
Agosto	-36,696622	-0,007711	0,800460	-1,851139		0,94
Setembro	-36,043954	-0,006895	0,797441	-1,849529		0,97
Outubro	-43,815441	-0,006829	0,822870	-2,091689		0,96
Novembro	24,264256	-0,006166			0,000021	0,96
Dezembro	25,540000	-0,005960			0,000018	0,97
Anual	-21,825125	-0,006758	0,746480	-1,509947		0,96

Parâmetros da equação de regressão: a0 = intercepto; a1 = elevação (m); a2 = latitude (graus); a3 = longitude (graus); a4 = distância da costa (m).

Considerando os limites do *deficit* hídrico para a aptidão do café conilon, o *deficit* hídrico estival (DE) foi o que apresentou maior impacto, se comparado com o *deficit* hídrico anual (DA), e é o grande responsável pela delimitação das áreas com restrição hídrica severa para café conilon no Estado.

O zoneamento agroclimatológico mostra que 74,3% do território capixaba apresenta aptidão para o cultivo do café conilon, e apenas 25,7% apresentam impedimento térmico, o que confirma a vocação natural do Estado para a produção dessa variedade (Tabela 3). No entanto, apenas 11,3% da área do Estado possui elevado potencial de produção e baixo risco climático, sem *deficit* hídrico anual e no período estival. A maior parte da área (63,0%) apresenta

restrições hídricas, necessitando do uso de irrigação suplementar, principalmente no período estival (setembro a fevereiro).

A maior parte da área dos municípios com expressiva produção de café conilon, situados na região extremo norte do Estado, entre eles: Jaguaré, Nova Venécia, Vila Pavão, São Mateus, Pinheiros e Boa Esperança, possuem restrições hídricas severas, onde é indispensável o uso da irrigação suplementar. Já os municípios da região centro-norte (Vila Valério, Rio Bananal, São Gabriel da Palha, Governador Lindenberg e Marilândia) possuem condições hídricas mais favoráveis, com restrição hídrica leve e moderada (Figura 8).

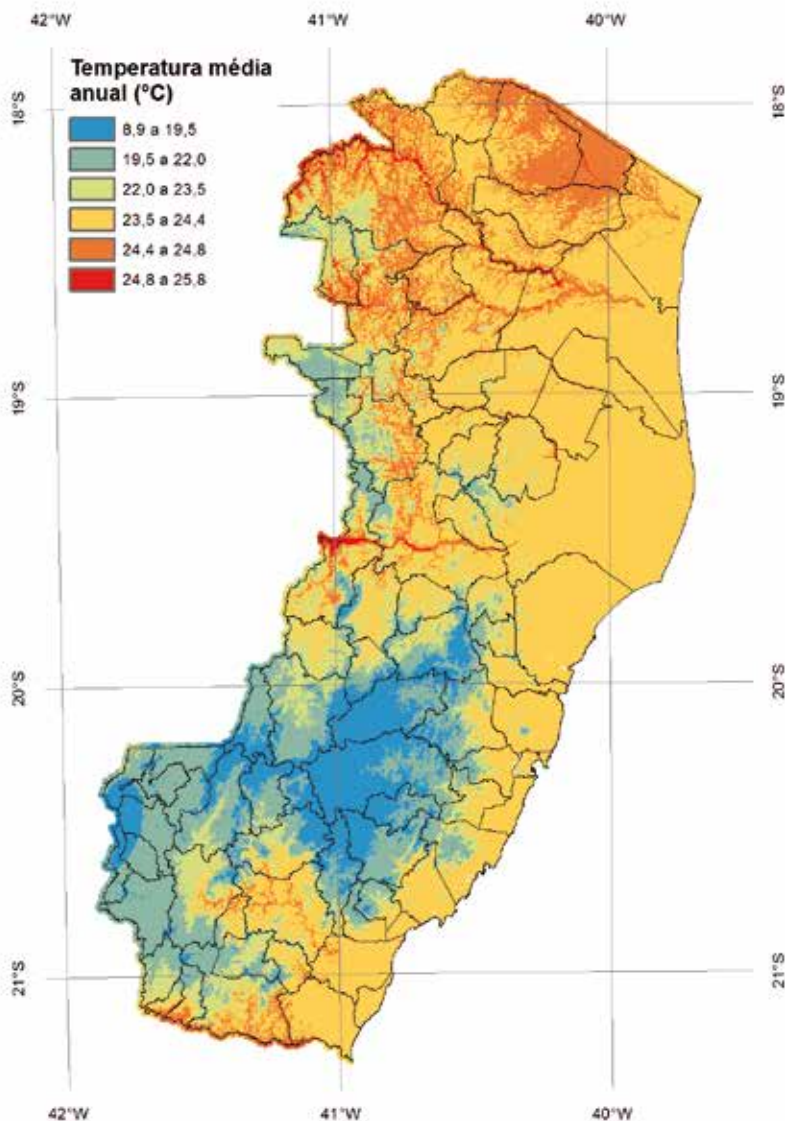
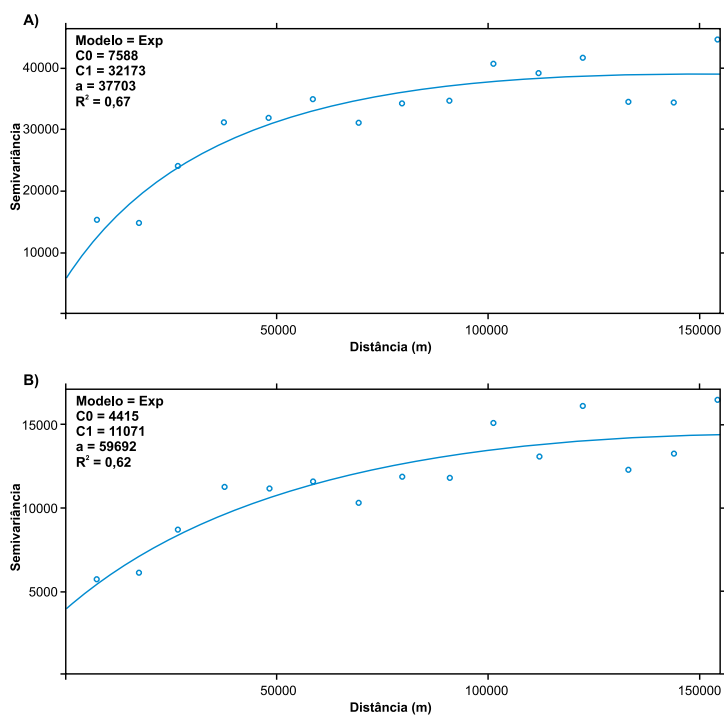
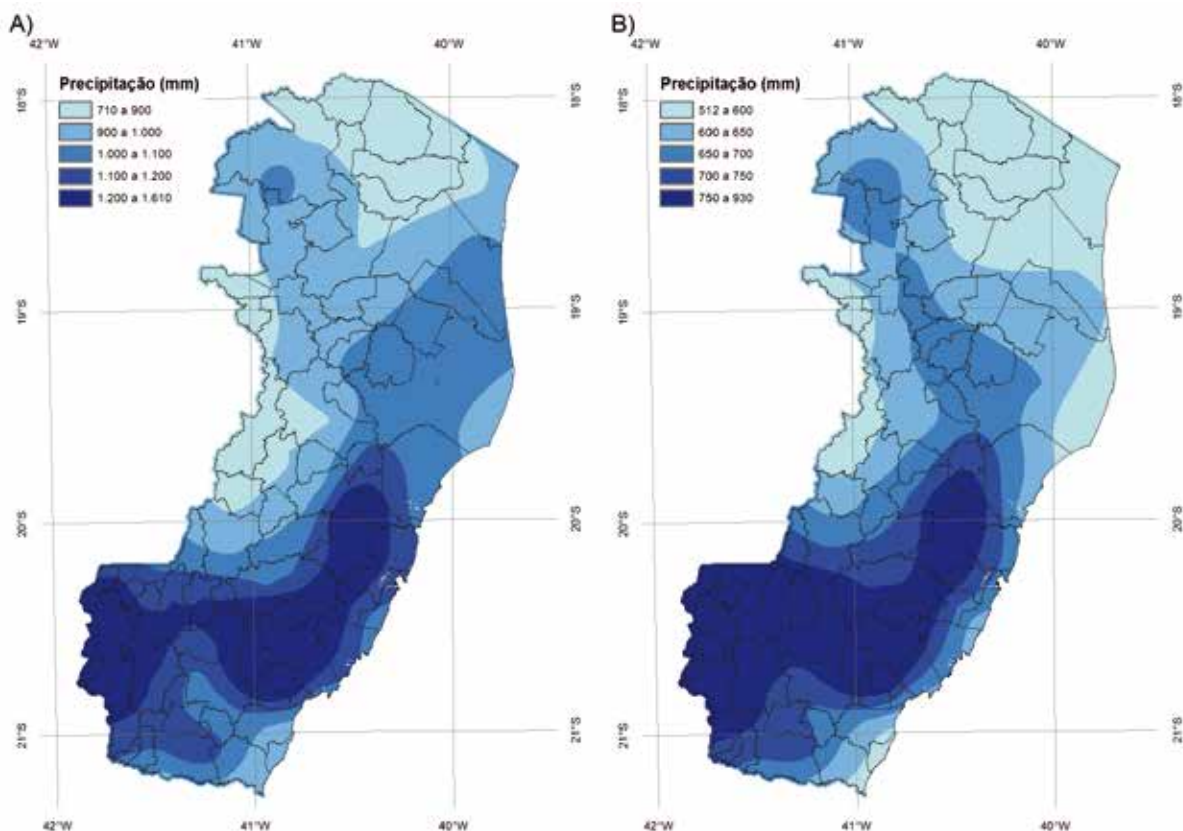


Figura 3. Predição espacial da temperatura média anual para o Estado do Espírito Santo.



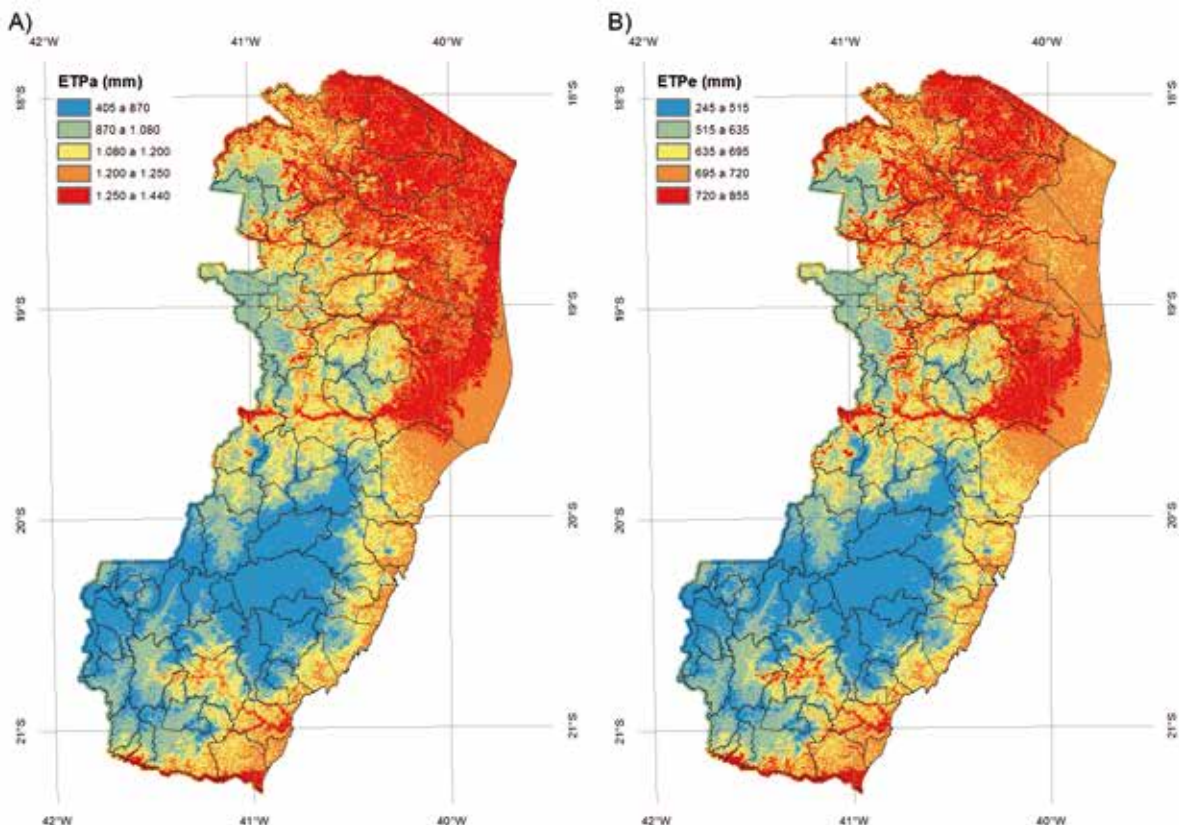
**Figura 4.** Semivariograma experimental ajustado para a predição da precipitação acumulada com 75% probabilidade: (A) anual e (B) do período estival (setembro a fevereiro).

**Nota:** Exp: exponencial; C0: pepita; C1: contribuição; a: alcance; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação.

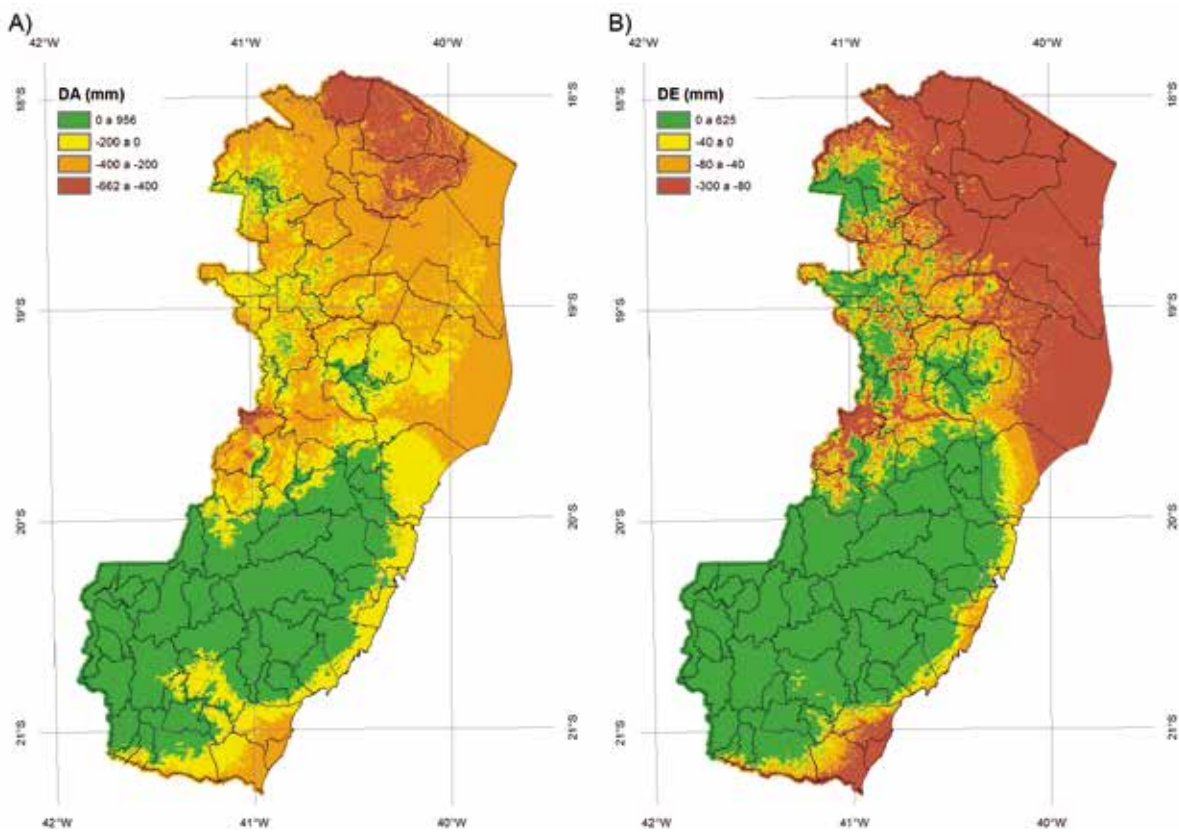


**Figura 5.** Predição espacial da precipitação acumulada com 75% de probabilidade para o Estado do Espírito Santo: (A) anual e (B) do período estival (setembro a fevereiro).





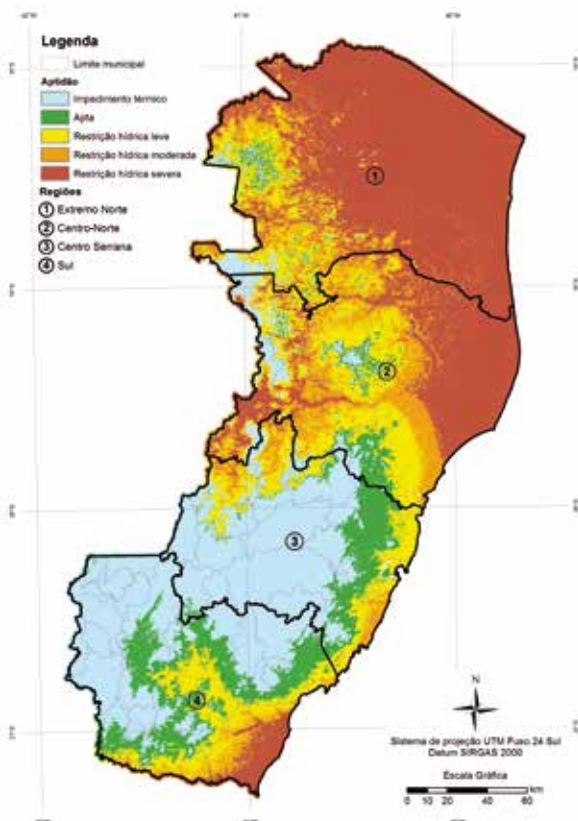
**Figura 6.** Evapotranspiração potencial para o Estado do Espírito Santo: A) anual (ETPa); B) período estival (ETPe).



**Figura 7.** Deficit hídrico para o Estado do Espírito Santo: A) anual (DA); B) estival (DE).

**Tabela 3.** Distribuição da área entre as categorias de aptidão para cultivo do café conilon no Estado do Espírito Santo

Categoria	Área (km <sup>2</sup> )	%
Aptas	5230,2	11,3%
Aptas com restrição hídrica leve	7868,8	17,1%
Aptas com restrição hídrica moderada	5624,2	12,2%
Aptas com restrição hídrica severa	15525,8	33,7%
Impedimento térmico	11829,3	25,7%
<b>Total Estadual</b>	<b>46078,3</b>	<b>100,0%</b>

**Figura 8.** Mapa do zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon no Estado do Espírito Santo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modelagem para a predição espacial das temperaturas médias e das precipitações anual e estival, que são informações essenciais para o zoneamento agroclimático, mostrou-se adequada ao objetivo do trabalho. Essa avaliação foi feita com base no conhecimento da distribuição das lavouras de café conilon nas diversas regiões climáticas do Estado. O adensamento da rede de pontos de observação

(pluviômetros e estações meteorológicas) poderá contribuir para o refinamento dos modelos preditivos das variáveis climáticas, principalmente da precipitação e do zoneamento agroclimático dessa variedade.

O café conilon possui elevado potencial para o seu cultivo nos intervalos de altitude entre 400 e 580 m, podendo chegar até 670 m de altitude, na região extremo norte do Estado. Essas áreas são atualmente ocupadas, em sua maioria, de forma marginal, pelo café arábica. Assim, é possível implementar plantios de conilon nessas áreas não tradicionalmente cultivadas com essa variedade, mas que são potencialmente aptas e possuem restrição para o cultivo do café arábica.

A maior parte da área com aptidão térmica para o café conilon (aproximadamente 85%) apresenta restrição hidroclimática, necessitando de irrigação suplementar, sob a ótica da produtividade e redução de riscos climáticos.

No zoneamento agroclimatológico, foi levado em consideração basicamente o macroclima, pela sua compatibilidade com escalas menores, não possibilitando contemplar níveis climáticos mais detalhados. Por isso, além dos fatores macroclimáticos utilizados nesse trabalho, é necessário que, em nível local, sejam consideradas as condições topoclimáticas (face de relevo) e o microclima dentro da lavoura, fazendo-se adaptações das aptidões recomendadas.

Independente da categoria de aptidão agroclimática, é necessário observar a existência de outras restrições ambientais. Limitações relacionadas ao solo, relevo, disponibilidade de água para irrigação, entre outras, podem impor limitações para implantação e condução das lavouras de café conilon. O uso de práticas conservacionistas eficientes e o manejo correto

do solo e da água é indispensável para alcançar o desenvolvimento sustentável dessa atividade.

## 6 REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH. Disponível em: <<http://www2.snirh.gov.br/home/index.html>>. Acesso em: jan. 2015.

ANDRADE, G. A.; RICCE, W. S.; CARAMORI, P. H.; ZARO, G. C.; MEDINA, C. C. Zoneamento agroclimático de café robusta no Estado do Paraná e impactos das mudanças climáticas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, PR: v. 33, n. 4, p. 1381-1390, 2012.

CATALUNHA, M. J.; SEDIYAMA, G. C.; LEAL, B. G.; SOARES, C. P. B.; RIBEIRO, A. Aplicação de cinco funções densidade de probabilidade a séries de precipitação pluvial no Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, RS: v.10, n.1, p.153-162, 2002.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira de café*. Safra 2014, quarto levantamento, Brasília, DF: dezembro de 2014.

CGIAR-CSI. Consortium for Spatial Information. SRTM 90m Digital Elevation Data. Disponível em: <<http://srtm.csi.cgiar.org/>>. Acesso em: jan. 2015.

DADALTO, G. G.; BARBOSA, C. A. *Zoneamento agroecológico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: Seag, 1997, 28 p.

ESRI. ArcGIS Desktop for 10. Environmental Systems Research Institute. Disponível em: <<http://www.esri.com>>. Acesso em: jan. 2015.

GEOBASES. Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo. Limite municipal - GEOBASES/IDAF. Disponível em: <<http://www.geobases.es.gov.br/>>. Acesso em: Jan. 2015.

MATIELLO, J. B. *Café conilon: como plantar, tratar, colher, preparar e vender*. Rio de Janeiro: MM Produções gráficas, 1998. 162 p.

MATIELLO, J. B. *O café: do cultivo ao consumo*. São Paulo: Globo. 1991. 320 p.

PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; BONOMO, R. SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para a cultura do café conilon no Estado do Espírito Santo. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza: v. 41, n. 3, p. 341-348, 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. The R Project for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>. Acesso em: Jan. 2015.

SEDIYAMA, G. C.; MELO JUNIOR, J. C. F.; SANTOS, A. R.; RIBEIRO, A.; COSTA, M. H.; HAMAKAWA, P. J.; COSTA, J. M. N.; COSTA, L. C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Passo Fundo, RS: v. 9, n. 3, p. 501-509, 2001.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D. Análise espaço-temporal do potencial hídrico climático do Estado de Goiás. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.) *Sistema de informação geográfica: aplicações na agricultura*. 2. ed. rev. e amp. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CPAC, 1998, 434 p.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical review*, p. 55-94, 1948.









# Origem, Dispersão Geográfica, Taxonomia e Diversidade Genética de *Coffea canephora*

Maria Amélia Gava Ferrão, Romário Gava Ferrão, Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, Abraão Carlos Verdin Filho e Paulo Sérgio Volpi

## 1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro é uma planta Eudicotiledônea, da classe das Angiospermas, família Rubiácea e pertencente ao gênero *Coffea* (CARVALHO, 1946; BRIDSON, 1987), que possui 124 espécies catalogadas na literatura (DAVIS et al., 2011). Dessas, somente *Coffea arabica* e *Coffea canephora* apresentam significativa importância econômica. As demais espécies, como *Coffea liberica*, *Coffea racemosa*, *Coffea dewevrei*, *Coffea eugenoides*, *Coffea congensis*, *Coffea stenophylla*, entre outras, são de fundamental relevância nos programas de melhoramento genético. Elas são utilizadas nas hibridações e transferência de genes e alelos responsáveis por características agrônomicas desejáveis (relacionadas principalmente à tolerância à seca e resistência a pragas e doenças) para as duas espécies produzidas comercialmente (CARVALHO, 1946; KRUG; CARVALHO, 1951).

O café (*Coffea* sp.) é originário do continente africano, sendo *C. arabica* do sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia, e *C. canephora* de uma ampla área que se estende da Guiné ao Congo, da costa oeste à região central do continente, predominando em regiões de baixa altitude e temperaturas mais elevadas (CONAGIN; MENDES, 1961). Atualmente, o café arábica é cultivado em muitas partes do mundo: nas Américas Central e do Sul, na África e no leste da Ásia; e o café conhecido mundialmente como café robusta, *C. canephora*, é cultivado na África Ocidental e Central, no sudeste da Ásia e em algumas regiões das Américas,

com destaque para o Brasil (ECCARDI; SANDALJ, 2002). Essa última espécie, de ampla distribuição geográfica, é adaptada a regiões quentes e úmidas, e em áreas baixas da floresta tropical (CHARRIER; BERTHAUD, 1985). No Brasil, é cultivado em regiões com menor altitude e de temperatura mais elevada, com média anual entre 22° a 26°C.

*C. canephora* é a segunda espécie do gênero mais cultivada no mundo, representando cerca de 38% da produção, e o Espírito Santo se destaca como o maior produtor brasileiro dessa espécie, designada no Estado como café conilon.

Discorre-se, neste capítulo, sobre uma revisão atualizada a respeito da origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética da espécie *C. canephora*.

## 2 ORIGEM E DISPERSÃO GEOGRÁFICA

Detalhado estudo da taxonomia e distribuição geográfica do café foi realizado pelo notável botânico francês Augusto Chevalier, que publicou várias revisões das espécies do gênero *Coffea* com seus respectivos agrupamentos em seções e subseções (CARVALHO, 1946). A maior concentração das espécies foi encontrada ao longo do Rio Congo, na África; um grande grupo foi observado ser nativo de Madagascar, e somente seis espécies foram encontradas na Ásia e na Oceania. Segundo esse autor, estavam descritas na literatura mais de 70 espécies originárias de diversas regiões tropicais e subtropicais da África,



de Madagascar e de ilhas vizinhas. A partir dessa descrição, novos estudos foram gradativamente realizados, destacando-se o de Davis et al. (2006), que descreveu 103 espécies no gênero *Coffea*, sendo 41 localizadas na África, 59 na ilha de Madagascar e três nas Ilhas Mascarenhas e, por último, o de Davis et al. (2011), que incluiu, por meio de trabalhos envolvendo análises morfológicas e moleculares, mais 21 espécies do subgênero *Psilanthopsis*, totalizando 124 espécies no gênero *Coffea*: 123 diploides ( $2n = 22$  cromossomos) e uma poliploide ( $2n = 44$  cromossomos – *C. arabica*).

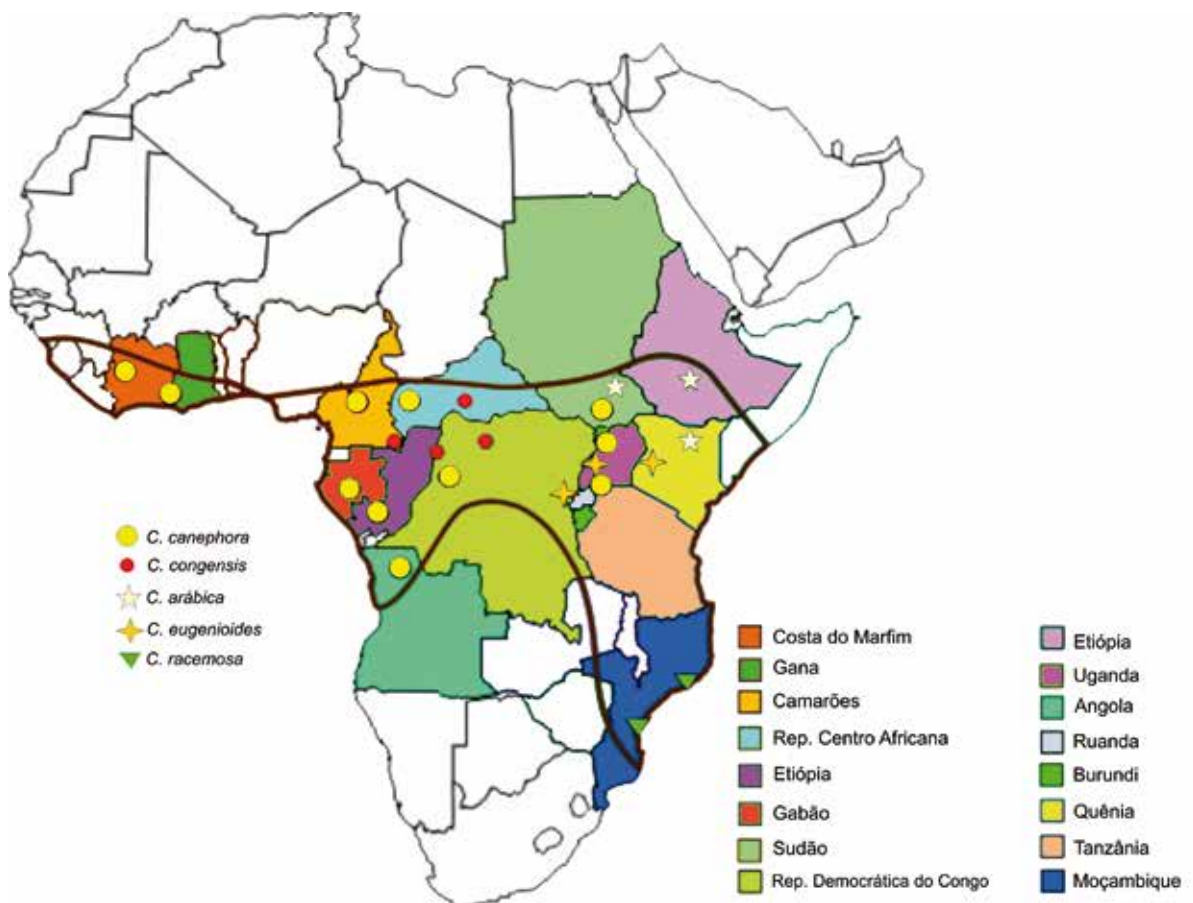
A palavra *coffee* é derivada do vocábulo árabe *quahweh*, que significa vinho. Posteriormente, passou a ser utilizado o vocábulo *kahvah* ou *cahue*, café na França, *caffè* na Itália, *kaffee* e *koffie* na Alemanha, *coffee* na Inglaterra e café no Brasil (SMITH, 1985).

A Figura 1 ilustra, em um mapa da África, as áreas de origem ou de alta diversidade genética de espécies de café mais conhecidas, constituído por meio

de informações oriundas de missões de coleta e coleções de campo. Nessas regiões, a precipitação é, via de regra, superior a 2.000 mm ao ano, bem distribuída, com uma estação seca de dois a três meses; a umidade relativa é alta, e as temperaturas médias anuais giram em torno de 26 °C, com média das máximas em torno de 30 °C e das mínimas de 21°C (COSTE, 1992).

O cafeeiro arábica é originário do continente africano, predominantemente das regiões altas da Etiópia, onde ocorre espontaneamente como planta de sub-bosque. Da Etiópia, foi levado para a Arábia, no século XV, e de lá para a Ásia, a Europa e para quase todo o mundo (CHEVALIER, 1929, apud CARVALHO, 1946).

O cultivo comercial de café iniciou-se no lêmên com a espécie *C. arabica*. Teve um rápido desenvolvimento, especialmente após sua introdução na América do Sul, por volta de 1727. Entre 1870 e 1900, foi constatada grande incidência de ferrugem-da-folha, causada por *Hemileia vastatrix*, nas regiões



**Figura 1.** Distribuição natural das espécies mais conhecidas do gênero *Coffea* na África.

**Fonte:** Adaptado de Carvalho (1946) e Charrier e Berthaud (1985).

sul e leste da Ásia, constituindo-se, provavelmente, no principal motivo de estímulo para a utilização da espécie *C. canephora*, já que esta apresentava resistência à doença (CHARRIER; BERTHAUD, 1988; VAN DER VOSSSEN, 1985).

Os primeiros cultivos e trabalhos de melhoramento com *C. canephora* foram realizados em Java, por volta de 1900, buscando estabelecer as bases biológicas fundamentais ao melhoramento da espécie. Seu cultivo expandiu-se posteriormente para outras regiões da África, América e Ásia (CHARRIER; BERTHAUD, 1988), notadamente a partir do surgimento do café solúvel, na década de 50, e de seu emprego nos *blends* de cafés torrados e moídos (MALTA, 1986).

As observações de muitos coletores de germoplasma incluem descrições precisas dos *habitat* naturais, que são bastante distintos entre as diferentes espécies, notadamente no que diz respeito a altitude, regime pluviométrico e tipos de solo. *C. canephora* encontra-se distribuída em praticamente toda a África, com predomínio nas regiões ocidental, central-tropical e subtropical do continente, compreendendo grandes áreas na República da Guiné, Costa do Marfim, Libéria, Sudão, Uganda, Camarões, Congo, Gabão, República Centro-Africana e República Democrática do Congo (CARVALHO, 1946; CHARRIER; BERTHAUD, 1985; COSTE, 1992; MONTAGNON et al., 1998b). Elevada concentração de plantas foi encontrada no estado espontâneo, em uma vasta área, na região de densa floresta tropical e em locais cuja altitude varia desde o nível do mar, no Gabão, a altitudes superiores a 1.300 m em Angola, Camarões e Costa do Marfim.

A espécie *C. canephora* difere da *C. arabica* em diversas características agrônômicas, sendo as principais: 1) arbusto multicaule; 2) folhas maiores, bem onduladas, com coloração verde mais claro; 3) flores autoincompatíveis; 4) frutos pouco mais esféricos, menores, com coloração vermelha, amarela e alaranjada quando maduros e exocarpo mais fino; 5) sementes de tamanho variável, com película prateada bem aderente, endosperma de cor verde e maior teor de cafeína (CARVALHO, 1946). Dentro desse contexto, Smith (1985) relata, com surpresa, resultados de análises de amostras de café robusta, em que identificou conteúdo de cafeína superior a 2%, enquanto o de arábica estava

em torno de 1%, além de altos teores de sólidos solúveis, importantes e demandados nas indústrias de café solúvel.

Essa espécie inclui diversas variedades como: Kouillou (Conilon), Robusta, Sankuru, Bukaba, Niaculi, Uganda, Maclaud, Laurentti, Petit, Indénié, Nana, Polusperma, Oka, entre outras (CHARRIER; BERTHAUD, 1988). O nome “robusta” da espécie *C. canephora* advém da rusticidade e resistência às doenças desse café, o qual é, considerado como uma resistente planta para ser cultivada em clima equatorial.

Registros históricos mostram que o primeiro cultivo comercial de robusta iniciou-se no Congo, em 1870, usando sementes de plantas silvestres coletadas às margens do Rio Lomani (ECCARDI; SANDALJ, 2002). Próximo ao final do século XIX, os franceses foram cultivando robusta ao redor da costa atlântica da África, do Gabão para o Congo e particularmente nas margens do Rio Kouillou. Botânicos também descobriram a mesma espécie em 1861, na região de Bukoba, na Tanzânia.

A variedade Kouillou (Conilon) foi observada em 1880, pelos franceses, em estado silvestre, entre o Gabão e a embocadura do Rio Congo, principalmente junto ao Rio Kouillou, na África (CHEVALIER, 1929, apud CARVALHO, 1946). Posteriormente, encontraram esse material sendo cultivado em larga escala em Madagascar. Em 1895, o botânico Louis Pierre descreveu o material como *C. canephora*. Em 1897, Froehner publicou a descrição da espécie. Segundo o mesmo autor, em 1900, foram enviadas sementes de *C. canephora* do Congo à casa de Horticultura de L. Linden (Bruxelas), que o colocou no mercado com o nome de *Coffea robusta*, o qual foi enviado a Java, onde alcançou grande sucesso por ter se mostrado resistente à ferrugem. Isso marcou o início do cultivo em grande escala do café robusta na Indonésia. Essa coleção de plantas foi enriquecida, mais tarde, com materiais do Gabão e de Uganda. Daí a generalização do nome “robusta”. As plantas de robusta levadas para a Índia foram oriundas de coleções e seleções da Indonésia, Uganda, Gana, Madagascar e Costa do Marfim. Posteriormente, o cultivo de robusta estendeu-se para outras regiões na África, Ásia e América (Brasil).

O café conilon tem o seu nome derivado do rio Kouillou, no Congo, ou do rio Kwilu, na República

Democrática do Congo (anteriormente Zaire) (BERTHAUD, 1985). No Brasil, a variedade Conilon foi introduzida pelo Estado do Espírito Santo, e o nome “conilon” originou-se da palavra Kouillou, com as letras K e U substituídas por C e N, respectivamente (FAZUOLI, 1986).

Montagnon, Leroy e Eskes (1998a) apresentam, de forma ilustrativa, os principais locais de seleção de *C. canephora* e a forma de dispersão dos materiais genéticos (Figura 2).

O primeiro relato da introdução da espécie *C. canephora* no Estado do Espírito Santo foi encontrado e fornecido, de forma colaboradora e gentil, pelo reconhecido jornalista Ronald Mansur. Pesquisando-se documentos sobre a origem do café conilon, em relatórios (período de 1909-1912), do Governador do Estado do Espírito Santo Jerônimo Monteiro, acerca da agricultura, exposição do ano de 1912, verifica-se a seguinte citação:

“[...] Adquiri, por várias vezes, grande porção de sementes de vários productos (SIC) de cultura fácil

e vantajosa e as fiz distribuir gratuitamente. Ainda há pouco, quando estive no Rio de Janeiro, fiz aquisição de duas mil mudas e cinqüenta (SIC) litros de sementes de uma excelente qualidade de café, o “Conillon”, estando todas elas já distribuídas [...]” (MONTEIRO, 1913, p. 172, grifo do autor).

Na publicação do Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo (Bandes) (1987), é referenciado que, no Brasil, o café da espécie *C. canephora* foi introduzido no Espírito Santo com as primeiras sementes plantadas no Município de Cachoeiro de Itapemirim, sendo posteriormente levado para a região norte do Estado.

Os relatos da introdução da espécie no Espírito Santo não são contundentes com relação à data. O Instituto Brasileiro do Café (IBC) publicou, no ano de 1964, um documento sobre a cafeicultura no Estado do Espírito Santo, no qual descreve que a variedade Robusta foi introduzida por volta de 1925 (IBC, 1964). No referido documento, é apresentado que a distribuição dos cafeeiros robusta existentes



**Figura 2.** Principais centros de seleção e de movimentação de materiais genéticos de *Coffea canephora*.

**Fonte:** Adaptado de Montagnon et al. (1998a).

no ano de 1961 era bastante irregular, sugerindo que essa variedade tenha sido cultivada de forma descontínua no Espírito Santo. O número de plantas de café existentes em 1961 (326.928) indicava que a variedade Robusta cobria apenas 2,4% do total das plantações (13.622 milhões de pés de café) e que a idade média das lavouras dessa variedade era de nove anos. Uma avaliação minuciosa revelou que a variedade Robusta teria sido introduzida em escala muito pequena e teria tido certo impulso de plantio no período da Segunda Guerra Mundial e, posteriormente, no triênio 1949/1951. A partir daí, as novas plantações da espécie teriam perdido muito da sua expressão na cafeicultura estadual, retomando o seu crescimento a partir de 1957. O número de pés de café por idade, mostrado pelo IBC no período de 1961, indicava maior número de plantas na região sul em relação à região norte do Espírito Santo e que, nesta última, a população de plantas crescia rapidamente nos cafeeiros de menor idade, o que caracterizava um progressivo deslocamento da cafeicultura espírito-santense em direção à região localizada à margem esquerda do Rio Doce. Constava também que, no Estado, a participação do conilon e cultivares recentes de arábica (Caturra e Mundo Novo) cresciam substancialmente nas novas plantações, destacando-se o caso do conilon, que representava na época 7,2% dos cafeeiros de até três anos e 1,8% dos cafeeiros acima dessa idade.

Posteriormente, encontrou-se em trabalhos apresentados pelo IBC que o parque cafeeiro dessa espécie no Estado, em 1980, era constituído por cerca de 130 milhões de plantas (IBC, 1981), e na safra de 1982/83, de 290 milhões de cafeeiros, distribuídos da seguinte forma: 205 milhões na região norte, 60 milhões na região sul e 25 milhões na região centro-serrana (PAULINO et al., 1984). Esses dados conjunturais evidenciam a grande expansão da cultura no Espírito Santo, que passou de 13,5 milhões para 290 milhões de plantas no período de 1961 a 1983, e deste para aproximadamente 706 milhões no ano de 2015 (CONAB, 2015).

Fazuoli (1986) cita que, do material da espécie *C. canephora* da coleção do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), as sementes de Kouillou foram advindas do Espírito Santo e também coletadas em Rio Claro, no horto florestal da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Nesse horto florestal,

localizava-se uma coleção de espécies de *Coffea*, trazidas da Indonésia pelo Dr. Edmundo Navarro de Andrade (CARVALHO; FAZUOLI, 1993).

A produção da espécie era de reduzida importância até a geada ocorrida em 1975, no Paraná, que marcou de forma indelével a história da produção de conilon no Brasil, quando, pela primeira vez, registraram-se linhas de financiamento para o plantio da espécie. Com o estímulo governamental, o Espírito Santo revitalizou-se em termos agrícolas, o que lhe possibilitou ultrapassar estados produtores mais tradicionais, destacando-se como o maior produtor de robusta do Brasil.

Assim, nas últimas quatro décadas, o plantio da espécie se expandiu rapidamente no Estado do Espírito Santo, predominantemente nas áreas abaixo de 450 m de altitude, e em Rondônia. Também houve expressiva expansão na última década, em áreas vizinhas ao Espírito Santo, como no sul da Bahia e no vale do Rio Doce, em Minas Gerais (MATIELLO, 1998; FERRÃO et al. 2012; FONSECA et al., 2015).

Segundo Fonseca (1995), salvo algumas poucas lavouras existentes no Estado de Rondônia, cultivava-se no Brasil a variedade Conilon, introduzida a partir de seleções do grupo Kouillou. A expansão de seu cultivo no Espírito Santo se deu inicialmente por meio da multiplicação sexuada de plantas matrizes selecionadas pelos próprios agricultores, ao longo dos anos, fato que proporcionou o estabelecimento de populações com ampla variabilidade genética, tendo em vista suas características naturais de reprodução.

Posteriormente, no programa de melhoramento genético do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), foi explorada tal variabilidade por meio de diferentes estratégias, discutidas nos capítulos 6 e 9 resultando no desenvolvimento e disponibilização de nove cultivares, que constituem a base do parque cafeeiro capixaba. Atualmente, é a espécie de maior relevância no Estado e constitui-se em material genético básico no Brasil para estudos de resistência à ferrugem, nematoides, broca-da-haste, cochonilha-da-roseta, seca, entre outros, além de qualidade do produto (FONSECA, 1996; FERRÃO, R.; FONSECA; FERRÃO, M., 1999; FERRÃO et al. 2007; FERRÃO et al. 2011, FONSECA et al., 2015).



### 3 DESCRIÇÃO BOTÂNICA E SISTEMA REPRODUTIVO

Com a expansão da cultura de café no mundo, começaram a surgir as descrições botânicas de diversas espécies dentro do gênero *Coffea*, cujo agrupamento foi se tornando complexo. Lineu (1737), citado por Carvalho (1946), foi quem descreveu a primeira espécie de café, com o nome de *C. arabica* L. Posteriormente, novas espécies foram descritas paulatinamente por botânicos. Em 1897, o botânico alemão Albrecht Froehner, fazendo uma revisão do gênero *Coffea*, descreveu diversas outras, entre as quais a espécie *C. canephora* Pierre ex Froehner, de ampla distribuição geográfica na África (CHARRIER; BERTHAUD, 1980).

O cafeeiro é uma planta Eudicotiledônea, da classe das Angiospermas, subclasse das Sempetals, ordem Rubiales, família das Rubiáceas, tribo Coffeeae, gênero *Coffea* (CARVALHO, 1946). O gênero *Coffea* é composto por dois subgêneros, *Coffea* e *Baracoffea* (BRIDSON, 1987), sendo que o subgênero *Coffea* agrupa 124 espécies (DAVIS et al., 2006, 2011).

Carvalho (1946), apresentou a divisão do gênero *Coffea* proposta por Chevalier (1942) baseada na distribuição geográfica, que dividiu esse gênero em cinco seções: *Eucoffea*, *Mozambicoffea*, *Mascarocoffea*, *Paracoffea* e *Argocoffea* (Quadro 1). Por sua vez, a seção *Eucoffea* é dividida em quatro subseções: *Erithrocoffea*, *Melanocoffea*, *Pachycoffea* e *Nanocoffea*. A seção *Eucoffea* reúne as mais importantes espécies, como *C. arabica* e *C. canephora*, que possuem expressão comercial, além de *C. liberica*, *C. congensis*, *Coffea dewerei*, entre outras. Segundo o mesmo autor, há controvérsias em relação à taxonomia das espécies de *Coffea*; muitas espécies oriundas de regiões asiáticas e descritas inicialmente como pertencentes a esse gênero não são mais consideradas como espécies verdadeiras de *Coffea*. Contudo, cita que nas publicações de Chevalier, é relatado que plantas de todas as espécies da seção *Eucoffea* produzem sementes que, quando secas, torradas convenientemente e moídas, formam, por infusão, a bebida denominada café, mais ou menos rica em cafeína e com aroma apreciável. Baseado nessa informação, houve um particular interesse em se conhecer todas as espécies dessa seção, o que conduziu Chevalier a subdividi-la em subseções.

Trabalhos recentes, envolvendo marcadores morfológicos e moleculares, possibilitaram a reformulação do arcabouço taxonômico do cafeeiro, em que é classificado na família Rubiaceae, subfamília Ixoroideae, tribo Coffeeae DC., gênero *Coffea* L., subgêneros *Coffea* e *Baracoffea*. O subgênero *Coffea* apresenta ocorrência ampla, cobrindo toda a área de distribuição do gênero, enquanto o subgênero *Baracoffea* está restrito à ilha de Madagascar, nordeste do Quênia e sudeste da Somália (DAVIS et al., 2005, 2006; MAURIN et al., 2007).

*C. canephora* é originária de uma ampla região quente, úmida e de baixa altitude, que se estende da Guiné ao Congo, da costa oeste à região central do continente africano, predominantemente nas regiões ocidental e centro-tropical e subtropical do continente, principalmente na República da Guiné, Libéria, Costa do Marfim, Camarões, Congo, Gabão, República Centro-Africana, República Democrática do Congo (maior parte) e Uganda (CARVALHO et al., 1946; BERTHAUD, 1986).

É uma espécie diploide ( $2n = 2x = 22$  cromossomos), perene, alógama, de fácil propagação vegetativa, que apresenta germoplasma geneticamente estruturado em populações polimórficas, compondo grupos heteróticos bem definidos, com indivíduos altamente heterozigotos (CONAGIN; MENDES, 1961; BERTHAUD, 1980). As plantas, em condições de temperatura e precipitação mais elevadas, podem atingir até cinco metros de altura. As folhas são maiores e de coloração verde menos intensa que as de *C. arabica*, elípticas, lanceoladas, com bordas bem onduladas e nervuras bem salientes. As flores são hermafroditas com estames aderentes ao tubo da corola, brancas, em grande número por inflorescência e por axila foliar. Os frutos apresentam formato e número variável conforme o material genético, de 30 a 60 por verticilo foliar, de superfície lisa, com exocarpo fino, mesocarpo aquoso e endocarpo delgado (RENA; MAESTRI, 1986; FAZUOLI, 1986).

Essa espécie e as demais diploides estudadas do gênero, ao contrário de *C. arabica*, são autoincompatíveis (CONAGIN; MENDES, 1961; BERTHAUD, 1980). E, a fecundação cruzada acontece após a abertura das flores com a polinização sendo realizada com auxílio de vento e de insetos.



**Quadro 1.** Classificação proposta por Chevalier (1942)

Gênero	Seção	Subseções	Espécies	
<b>Coffea</b>	Aracoffea Miquel		<i>C. bengalensis</i> (Roxb) Roem.et Sch.	
			<i>C. horsfieldiana</i> Miq.	
			<i>C. fragrans</i> Wall.	
			<i>C. whightiana</i> Wall.	
			<i>C. travancorensis</i> Wall.	
			<i>C. floresiana</i> Boerlage	
			<i>C. florcifoliosa</i> Chev.	
			<i>C. grevei</i> Drake ex Chev.	
				<i>C. cochinchinensis</i> Pierre ex Pitard
				<i>C. dongnaiensis</i> Pierre ex Pitard
			<i>C. uniflora</i> K. Schum.	
	Argocoffea Pierre	Eu-Argocoffea Chev.		<i>C. jasminoides</i> Welw.
				<i>C. rupestris</i> Hiern.
				<i>C. afzelii</i> Hiern (= <i>C. ligustrifolia</i> Stapf)
				<i>C. nudiflora</i> Stapf.
				<i>C. melanocarpa</i> Welw.
		Argocoffeopsis (Lebrun) Chev.		<i>C. scandens</i> K. Schum.
				<i>C. subcordata</i> Hiern.
				<i>C. claessensii</i> Lebrun.
				<i>C. pulchella</i> K. Schum.
	Mascarocoffea Chev	Verae Chev.	<i>C. lancifolia</i> Chev.	
		Mauritianae Chev.	<i>C. humblotiana</i> Baill.	
			<i>C. mauritiana</i> Lamk.	
			<i>C. nossikumbaensis</i> Chev.	
		Multiflorae Chev.	<i>C. gallienü</i> Dubard	
			<i>C. resinosa</i> (Hock. f.) Radlk.	
		Sclerophyllae Chev.	<i>C. bertrandi</i> Chev.	
		Terminalis Chev.	<i>C. boiviniana</i> (Baill.) Drake	
			<i>C. buxifolia</i> Chev	
			<i>C. pervilleana</i> (Baill.) Drake	
			<i>C. augagneuri</i> Dubard	
			<i>C. bonnieri</i> Dubard	
		Brachyaiphon Dubard ex Chev.	<i>C. alleizetti</i> Dubard	
		Macrocarpa Chev.	<i>C. commersoniana</i> (Baill.) Chev.	
		Garcinioides Chev.	<i>C. macrocarpa</i> A. Rich.	
			<i>C. mogeneti</i> Dubard	
	<i>C. tetragona</i> Dubard			
		<i>C. dubardi</i> Jumelle		
	Eucoffea K. Schum. (emend.) non Benth. et Hook	Erythrocoffea Chev.	<i>C. arabica</i> L.	
			<i>C. moka</i> Hort.	
			<i>C. congensis</i> Froehner	
			<i>C. canephora</i> Pierre	
		Pachycoffea Chev.	<i>C. liberica</i> Hiern	
			<i>C. klainii</i> Pierre	
			<i>C. oyemensis</i> Chev.	
			<i>C. dewevrei</i> De Wild. et Dur.	
Melanocoffea Chev.		<i>C. atenophylla</i> G. Don.		
		<i>C. affinis</i> De Wild.		
		<i>C. carrisoii</i> Chev.		
		<i>C. brevipes</i> Hiern		
Nanocoffea Chev.		<i>C. bumilis</i> Chev.		
		<i>C. montana</i> Schum.		
		<i>C. togoensis</i> Chev.		
		<i>C. mayombensis</i> Chev.		
	<i>C. kivuensis</i> Lebrun.			
	<i>C. racemosa</i> Lour. (= <i>C. Ibo</i> Froehner, <i>C. Swynnertonii</i> Moore)			
Mozambicoffea Chev.	<i>C. zanguebarise</i> Lour.			
	<i>C. eugenioides</i> Moore (= <i>C. intermedia</i> Chev.)			
	<i>C. ligustroides</i> Moore			
	<i>C. salvatrix</i> Swynnerton et Philipson.			

O termo incompatibilidade é utilizado para descrever o fenômeno da inabilidade da planta para produzir semente quando autopolinizada ou cruzada com indivíduos geneticamente relacionados, impedindo, assim, o endocruzamento ou a fertilização e a formação de zigoto. Segundo Mendes (1942), as observações sobre a autoincompatibilidade nas espécies diploides de café tiveram início nas Índias Holandesas, principalmente em Java, onde alguns “lotes” contendo grande número de plantas de um mesmo clone de *C. canephora* constituíram verdadeiro fracasso quanto à produção. Baseado nesse fato, o mesmo autor cita que uma série de trabalhos foram realizados por outros pesquisadores, os quais mostravam o insucesso de autopolinizações artificiais em café robusta, destacando-se os resultados de pesquisa de Devreux et al. (1959), Conagin e Mendes (1961), Berthaud (1980) e Lashermes et al. (1996a) que demonstraram que a autoincompatibilidade em *C. canephora* é do tipo gametofítica, controlada pelo gene S com uma série alélica ( $S_1, S_2, S_3, \dots$ ). Detalhamento sobre a autoincompatibilidade é apresentado no capítulo 7.

Com base na variabilidade natural encontrada na espécie, vários estudos foram realizados para verificar a divergência genética e definir estratégias de melhoramento e correlações com a origem geográfica.

#### 4 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Com objetivo de caracterizar os diferentes genótipos da espécie com base na distribuição geográfica e características fenotípicas, de adaptação e genotípicas, muitos autores vêm estudando materiais genéticos distintos utilizando diferentes metodologias.

Assim, inicialmente trabalhando com a caracterização fenotípica de acessos distintos oriundos de diferentes regiões da África, Berthaud (1986) subdividiu a espécie em dois grupos, classificados como Guineano e Congolês. No grupo Guineano, concentravam-se materiais genéticos originários do oeste da África (Guiné, Libéria e Costa do Marfim); e no grupo Congolês, os acessos da República Centro-Africana, República Democrática do Congo, Camarões, Uganda,

Gabão e Congo. Verificou que no grupo Guineano concentravam-se as plantas com hábito de crescimento arbustivo, caules ramificados, ramos com internódios menores, folhas alongadas e mais estreitas, florescimento mais precoce, tolerância à seca, maior suscetibilidade às doenças e maior teor de cafeína. Já o grupo Congolês reúne plantas com hábito de crescimento arbustivo-ereto, caules de maior diâmetro e pouco ramificados, folhas e frutos de maior tamanho, maturação mais tardia, maior vigor e maior resistência às doenças.

Posteriormente, Montagnon, Leroy e Yapo (1992), utilizando análises com isoenzimas, subdividiram o grupo Congolês em dois subgrupos: SG1 e SG2.

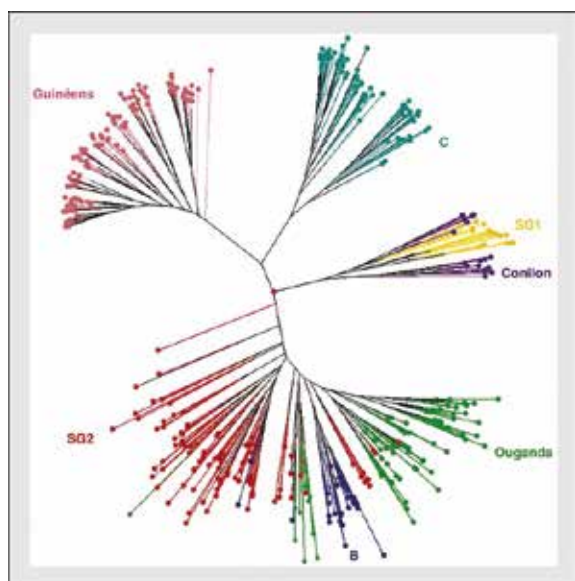
Dusset et al. (1999), trabalhando com isoenzimas, encontraram o mesmo resultado. Contudo utilizando marcadores RFLP, identificaram outros dois subgrupos dentro do Congolês, denominados de B e C.

Segundo os referidos autores, o subgrupo SG1 reúne as populações originárias do Gabão e do sul do Congo. É formado em grande parte por materiais dos tipos Kouillou, alguns tipos de robusta ou híbridos entre os dois grupos. Suas plantas apresentam caule ramificado, folhas afiladas e de tamanho médio, maturação dos frutos variando de precoce a tardia, moderada resistência à ferrugem, maior teor de cafeína nos grãos (2,7%), moderada tolerância à seca, e qualidade de bebida superior às plantas classificadas no grupo Guineano.

O subgrupo SG2 compreende os genótipos denominados “robusta”, cultivados na África Central (República Democrática do Congo, sul da República Centro-Africana e sudoeste dos Camarões). Caracterizam-se como plantas de caules menos ramificados em relação ao grupo Guineano, apresentam folhas maiores, internódios dos ramos maiores, menores teores de cafeína (2,3%), maior resistência à ferrugem, maturação dos frutos de média a tardia e maior suscetibilidade à seca.

Os subgrupos B e C reúnem genótipos com características similares ao SG2 e oriundos do sul e sudeste da África (subgrupo B) e da região sudeste da África Central, nordeste da República Democrática do Congo e sudeste dos Camarões (subgrupo C).

Trabalhos mais recentes, referentes à diversidade genética de *C. canephora*, realizados com marcadores microssatélites, em uma população com 519 diferentes acessos, mostraram cinco grupos claramente separados (Figura 3). Nesse agrupamento, foram incluídos acessos de conilon do Brasil, representados pela cor violeta no diagrama. Verificaram-se que os conilon foram agrupados no grupo SG1, o que corrobora a afirmativa de Montagnon (2000), que o referido grupo compreende materiais do tipo Kouillou (conilon), robusta e híbridos entre os dois materiais.

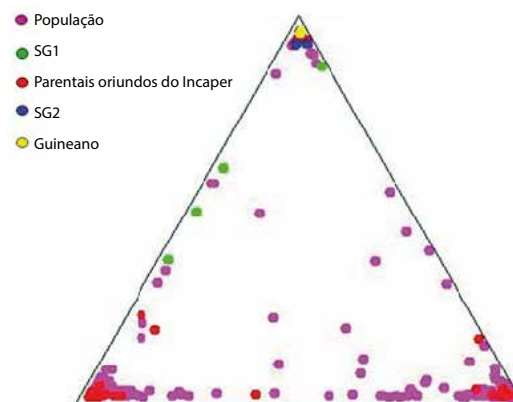


**Figura 3.** Agrupamento de *Coffea canephora* baseada em marcadores microssatélites.

**Fonte:** Cubry et al. (2008), adaptado por Montagnon et al. (2012).

Na mesma linha de investigação, Alekcevetch et al. (2013) analisou, por meio de marcadores microssatélites, a similaridade genética entre 48 clones parentais de *C. canephora* variedade Conilon e 266 plantas descendentes desses parentais oriundas do programa de melhoramento genético do Incaper e acessos representantes dos grupos SG1, SG2 e Guineano (Figura 4). Os resultados mostraram considerável variabilidade genética e formação de dois grupos distintos (vértices inferiores do triângulo), compostos dos parentais (vermelho) e indivíduos da população (rosa), sendo que muitos indivíduos posicionaram-se de forma dispersa entre o vértice da população intermediários e dispersos da base

e região intermediária. Observou-se uma maior proximidade genética dos acessos do grupo SG1 (pontos verdes), com os parentais e a população de conilon estudada.



**Figura 4.** Agrupamento de genótipos de *Coffea canephora*: acessos de conilon do Incaper (parentais em vermelho e descendência em rosa) e de representantes dos grupos SG1 (verde), SG2 (azul) e Guineano (amarelo).

**Fonte:** Alekcevetch (2003).

Segundo Maurin et al. (2007), a estrutura populacional descrita está fortemente relacionada ao isolamento geográfico e aos eventos históricos que remetem às últimas glaciações, ocorridas há 18 mil anos. Na natureza, os grupos Congolês e Guineano encontram-se separados pelo intervalo Dahomey, que compreende uma estreita faixa de terras áridas (cerca de 300 km de largura), situada entre os blocos de floresta do centro e do oeste africano.

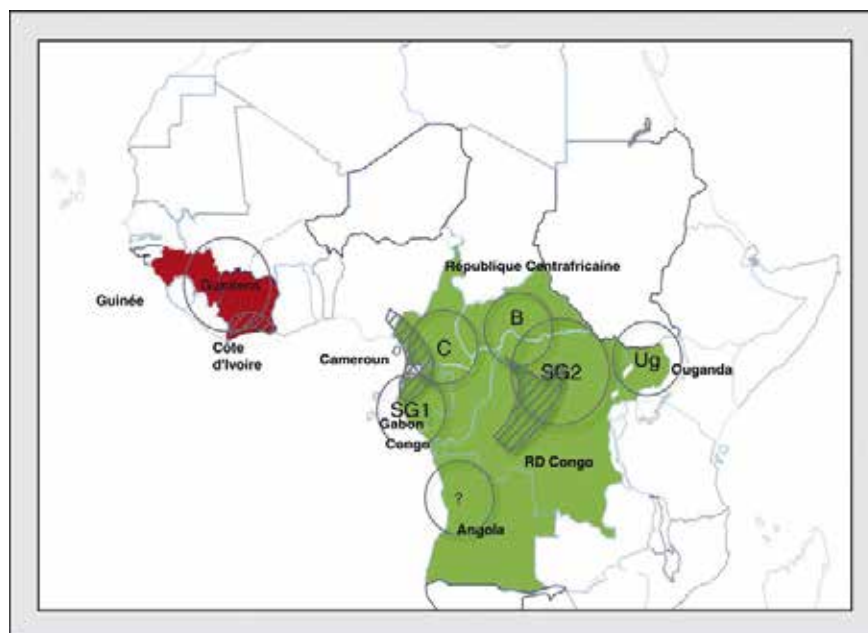
Os resultados conjuntos dos diferentes estudos relacionados ao agrupamento dos genótipos de *C. canephora* e origem geográfica são sintetizados no Quadro 2 e ilustrados na Figura 5.

Nas coleções, não é fácil a diferenciação dos grupos (Guineano e Congolês) e dos subgrupos. Genericamente, variedades de ambos os grupos, assim como os cafés por elas produzidos, são designadas comercialmente no mundo de “Café Robusta” e no Brasil, a maior parte, de “Conilon” (FONSECA, 1995; SAKAYAMA; FERRÃO, 2014 e FONSECA; SAKAYAMA; BOREM, 2015).

**Quadro 2.** Estrutura de agrupamento da espécie *Coffea canephora* com base em diferentes estudos genéticos e moleculares

<sup>1</sup> Berthaud (1986)	<sup>2</sup> Montagnon et al. (1992)	<sup>3</sup> Dusset et al. (1999)	<sup>3</sup> Dusset et al. (1999)	<sup>4</sup> Cubry et al. (2008)	Origem Geográfica
Guineano	Guineano	1	D	Guineano	Guiné e Costa do Marfim
Congolês	SG1	3	A	SG1	Face atlântica da África Central (Gabão e Congo)
	SG2	2	E	SG2	
			B	B	Bacia do Rio Congo (RDC), sul da África Central
			C	C	Sudoeste da África Central, RDC e Camarões
				Ug	Uganda

1= marcadores fenotípicos; 2= izoenzimas; 3= RFLP; e 4= Microssatélites; RDC=República Democrática do Congo.



**Figura 5.** Origem genética dos principais subgrupos de *Coffea canephora* (CUBRY et al., 2008 adaptado por Montagnon, Cubry e Leroy, 2012).

## 5 DIVERSIDADE GENÉTICA

Em termos globais, a biodiversidade, pode ser definida como a variabilidade que ocorre entre os organismos vivos de todas as origens e complexos ecológicos, que incluem diversidade dentro e entre espécies e de ecossistemas. Morales, Valois e Nass (1997) consideram diversidade e variabilidade genética termos alternativos para representar a variação genética total presente em uma população ou espécie submetida a processos evolutivos.

Com o objetivo de quantificar e caracterizar a diversidade genética das espécies cultivadas, o geneticista russo Nicolai Ivanovich Vavilov iniciou, na década de 20, expedições de levantamento e coleta de germoplasmas ao redor do mundo

(ALLARD, 1971). Vavilov identificou em algumas regiões do mundo, isoladas por montanhas, planícies ou desertos, grande diversidade de determinadas espécies, e essas regiões foram denominadas de centros de origem. A partir desse estudo, Vavilov propôs oito centros de origem de espécies, entre eles, o Centro Etiópia, no qual descreve, entre outras espécies, o café. Além dos centros de origem, existem os centros de diversidade, que são as regiões onde a espécie foi domesticada, que podem ou não corresponder aos centros de origem. A África Central, especialmente, a bacia de Congo são particularmente ricos centros de diversidade genética de *C. canephora*, como de muitas outras espécies diploides do gênero (CHARRIER; BERTHAUD, 1985).



A manutenção adequada de germoplasma depende, em grande parte, da avaliação e caracterização da variabilidade genética contida nele. Essa avaliação contribui para prevenção de possíveis perdas genéticas, como as que podem acontecer durante as multiplicações dos acessos coletados, e possibilitam o estabelecimento dos sítios ou áreas de coletas que contenham maior variabilidade, auxiliando, assim, na planificação de novas coletas.

As espécies do gênero *Coffea* compõem um magnífico acervo de genes e alelos úteis ao melhoramento genético das espécies cultivadas. No entanto, o risco de extinção das populações naturais e vulnerabilidade das coleções de germoplasma *ex situ* são ameaças consideráveis à integridade desse patrimônio.

Preocupados com a perda da variabilidade genética do café, a partir de 1960, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e organizações francesas intensificaram esforços de coleta de germoplasma. Na época, foi dada ênfase à coleta de *C. arabica*, em razão de sua maior expressão no mundo.

Para Dulloo e Walyaro (2000), as regiões de origem de *C. canephora* na África, as florestas de Madagascar e as Ilhas Maurício e Reunião são locais que ainda possuem variedades tradicionais e antigas que podem ser fontes de diversidade genética, que, por motivo de desmatamentos, podem estar ameaçadas. Assim, expedições para coleta de materiais botânicos nessas regiões deveriam ser priorizadas e viabilizadas. Entretanto, a permissão para coleta não tem sido fácil de se obter e, em muitos casos, a legislação do país não permite o intercâmbio de materiais genéticos.

Segundo Souza (2011), na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN), observou-se que 72 das 103 espécies de café catalogadas na época encontravam-se sob algum nível de ameaça de extinção (Quadro 3). *C. arabica* e *C. canephora*, encontradas na África, ficaram classificadas como de risco vulnerável e de risco pouco preocupante, respectivamente.

Na literatura, encontra-se registrado um pequeno número de bancos de germoplasma do

gênero *Coffea*, responsáveis pela manutenção, conservação e caracterização das diferentes espécies. De acordo com Dulloo e Walyaro (2000), as principais coleções no continente africano seriam a da Costa do Marfim (mais de 8.000 acessos), Etiópia (1.806 acessos), Camarões (1.552 acessos), Madagascar (1.282 acessos), Quênia (634 acessos) e Tanzânia (110 acessos). Cada uma dessas coleções é única, contendo diferentes materiais adaptados à sua sub-região. Na Ásia, registra-se a coleção da Índia, localizada no *Central Coffee Institute*, e na Europa, as coleções do Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC), em Oeiras, Portugal, e do Instituto de Pesquisas para o Desenvolvimento (IRD), em Montpellier, na França. As coleções do *Centro Nacional de Investigaciones de Café Pedro Uribe Mejia* (Cenicafé), na Colômbia, e do *Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza* (CATIE), na Costa Rica, apresentam as principais fontes de variabilidade na nossa região (BETTENCOURT; KONOPKA, 1988; DULLOO et al., 1998). Outros países da América Central também possuem pequenas coleções, como é o caso de El Salvador e Guatemala. No Brasil, diferentes instituições trabalham com a caracterização e manutenção de germoplasmas de *Coffea* (IAC, Iapar, Incaper, Epamig, UFV e Embrapa).

Carvalho (1946) cita algumas variedades da espécie *C. canephora* mantidas no Brasil, na coleção de café do IAC, como Polysperma, Nana, Laurenti, Bukoba e Conilon (Kouillou). Segundo o autor, a coleção da variedade Conilon foi obtida do Espírito Santo, e os cafeeiros dessa variedade apresentavam variação no porte, na forma e coloração dos frutos, no tamanho da semente e na produtividade, além de maturação uniforme dos frutos e alto vigor. Nessa época, já se vislumbrava a possibilidade do conilon ser utilizado como porta-enxerto.

Atualmente, várias instituições brasileiras de pesquisa têm envidado esforços para conservar, caracterizar e ampliar a variabilidade genética de *C. canephora*, destacando aqui o Banco Ativo de Germoplasma do Incaper, composto na sua grande maioria por materiais genéticos coletados no Estado e oriundos de hibridações e seleções de seu programa de melhoramento.

**Quadro 3.** Espécies de *Coffea* relacionadas na Lista Vermelha da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN)

Perigo Crítico de Extinção	
<b>África</b> <i>C. anthonyi</i> Stoff. & F. Anthony, ined. <i>C. charrieriana</i> Stoff. & F. Anthony, ined. <i>C. fotsoana</i> Stoff. & Sonké <i>C. heterocaiyx</i> Stoff. <i>C. kihansiensis</i> A. P. Davis & Mvungi <i>C. kimbozensis</i> Bridson <i>C. lulandoensis</i> Bridson	<b>Madagascar</b> <i>C. andrambovatensis</i> J.-F.Leroy <i>C. boinensis</i> A. P. Davis & Rakotonas., ined. <i>C. gallienii</i> Dubard <i>C. littoralis</i> A. P. Davis & Rakotonas. <i>C. montis-sacri</i> A. P. Davis <i>C. pterocarpa</i> A. P. Davis & Rakotonas., ined. <i>C. rakotonasoloi</i> A. P. Davis
Ameaçado de Extinção	
<b>África</b> <i>C. bakossii</i> Cheek & Bridson <i>C. bridsoniae</i> A. P. Davis & Mvungi <i>C. carrissoi</i> A. Chev. <i>C. leonimontana</i> Stoff. <i>C. mapiana</i> Sonké, Nguembou & A. P. Davis <i>C. pocsii</i> Bridson	<i>C. humblotiana</i> Baill. <i>C. jumellei</i> J.-F.Leroy <i>C. kianjavatensis</i> J.-F.Leroy <i>C. labatii</i> A.P.Davis. & Rakotonas., ined. <i>C. liaudii</i> J.-F.Leroy ex A.P.Davis <i>C. manombensis</i> A.P.Davis <i>C. mcphersonii</i> A.P.Davis & Rakotonas. <i>C. mogenetii</i> Dubard <i>C. moratii</i> J.-F.Leroy ex A.P.Davis & Rakotonas. <i>C. ratsimamangae</i> J.-F.Leroy ex A.P.Davis & Rakotonas. <i>C. sahafaryensis</i> J.-F.Leroy <i>C. sambavensis</i> J.-F.Leroy ex A.P.Davis St Rakotonas. <i>C. tsirananae</i> J.-F.Leroy <i>C. vatovavyensis</i> J.-F.Leroy <i>C. vavateninensis</i> J.-F.Leroy <i>C. vianneyi</i> J.-F.Leroy <i>C. vohemarensis</i> A.P.Davis & Rakotonas.
<b>Madagascar</b> <i>C. abbayesii</i> J.-F.Leroy <i>C. allezettii</i> Dubard <i>C. ambanjensis</i> J.-F.Leroy <i>C. ambongensis</i> J.-F.Leroy ex A. P. Davis & Rakotonas., <i>C. ankaranensis</i> J.-F.Leroy ex A.P.Davis & Rakotonas. <i>C. augagneurii</i> Dubard <i>C. betamponensis</i> Portères & J.-F.Leroy <i>C. bonnierii</i> Dubard <i>C. commersoniana</i> (Baill.) A.Chev. <i>C. decaryana</i> J.-F.Leroy <i>C. humbertii</i> J.-F.Leroy	<b>Mascarenes</b> <i>Coffea myrtifolia</i> (A.Rich. ex DC.) J.-F.Leroy
Vulnerável	
<b>África</b> <i>C. arabica</i> L. <i>C. costatifructa</i> Bridson <i>C. dactylifera</i> Robbr. & Stoff. <i>C. fadenii</i> Bridson <i>C. kapakata</i> (A.Chev.) Bridson <i>C. kivuensis</i> Lebrun <i>C. ligustroides</i> S.Moore <i>C. mongensis</i> Bridson <i>C. montekupensis</i> Stoff. <i>C. pseudozanguebariae</i> Bridson <i>C. schliebenii</i> Bridson <i>C. logoensis</i> A.Chev. <i>C. zanguebariae</i> Lout.	<b>Madagascar</b> <i>C. bertrandii</i> A.Chev. <i>C. coursiana</i> J.-F.Leroy <i>C. farafanganensis</i> J.-F.Leroy <i>C. heimii</i> J.-F.Leroy <i>C. mangoroensis</i> Portères <i>C. pervilleana</i> (Baill.) Drake <i>C. sakarahae</i> J.-F.Leroy <i>C. tetragona</i> Jum. & H.Perrier
	<b>Mascarenes</b> <i>C. macrocarpa</i> A.Rich. <i>C. mauritiana</i> Lam
Baixo risco de ameaça	
<b>África</b> <i>C. humitis</i> A.Chev. <i>C. magnistipula</i> Stoff & Robbr. <i>C. racemosa</i> Lour. <i>C. rhamnifolia</i> (Chiov.) Bridson <i>C. salvatrix</i> Swynn. & Philipson <i>C. sessiliflora</i> Bridson	<b>Madagascar</b> <i>C. arenesiana</i> J.-F.Leroy <i>C. boiviniana</i> (Baill.) Drake <i>C. buxifolia</i> A.Chev. <i>C. lancifolia</i> A.Chev. <i>C. leroyi</i> A.P.Davis <i>C. resinosa</i> (Hooelcf) Radlk <i>C. richardii</i> J.-F.Leroy
Pouco preocupante	
<b>África</b> <i>C. brevipes</i> Hiern <i>C. canephora</i> Pierre ex A.Froehner <i>C. congensis</i> A.Froehner <i>C. eugenoides</i> S.Moore <i>C. liberica</i> Bull. ex Hiern <i>C. mayombensis</i> A.Chev. <i>C. mufindiensis</i> Hutch. ex Bridson <i>C. stenophylla</i> G.Don	<b>Madagascar</b> <i>C. dubardii</i> Jum. <i>C. grevei</i> Drake ex A.Chev. <i>C. homollei</i> J.-F.Leroy <i>C. millotii</i> J.-F.Leroy <i>C. perrieri</i> Drake ex Jum. & H.Perrier <i>C. tricalysioides</i> J.-F.Leroy
Dados insuficientes	
<b>Madagascar</b> <i>C. bissetiae</i> A.P.Davis & Rakotonas., ined. <i>C. minutiflora</i> A.P.Davis & Rakotonas.	
Risco não avaliado	
<b>África</b> <i>C. affinis</i> De Wild.	<b>Madagascar</b> <i>C. fragilis</i> J.-F.Leroy

Fonte: Adaptado de Davis et al. (2006), citado por Souza (2011).

A coleção de *C. canephora* introduzida em Java, em 1901, é oriunda de plantas de café já cultivadas no Zaire, desde 1895, originadas da região do Rio Lomani. Essa coleção foi posteriormente enriquecida com material genético originado do Gabão (Kouillou) e de Uganda (*Coffea ugandae*, *Coffea bukobensis*). A coleção da Índia tem material originado de amostras e seleções realizadas originalmente na Indonésia, Uganda, Madagascar, Gana, Costa do Marfim, entre outros. A coleção de Madagascar teve materiais introduzidos de três origens: Gabão, Java e Zaire. No Brasil, o material genético cultivado advém de seleção dentro do Kouillou (CHARRIER; BERTHAUD, 1988).

Segundo Charrier e Berthaud (1980), vários países africanos da região de origem de *C. canephora* iniciaram o cultivo com as mesmas introduções de robusta de Java e Zaire, de Kouillou do Gabão, e, muito raramente, de Niaouli de Benin. Uma das variedades mais antigas cultivadas em escala comercial é a Kouillou, encontrada atualmente na Costa do Marfim, no Congo, no Gabão e no Brasil.

As cultivares de *C. canephora* compõem-se, basicamente, de variedades clonais e variedades sintéticas. As variedades do grupo robusta são identificadas em muitas regiões com nomes locais, muitas vezes relacionados ao país de origem, quais sejam: na Guiné, variedade Maclaudi - cv. Gamé (Robusta) e cv. Gouecke (Kouillou); na Costa do Marfim, variedade Maclaudi e variedade Petit indiene - cv. Dianle, cv. Douekoue, cv. Toubá, cv. Beoumi (Kouillou), cv. Robusta Ebobo, entre outras; no Togo e Benin, cv. Niaouli; na República Africana Central, cv. Nana; em Uganda, cv. Kibale, cv. Itwara, cv. Kasai e cv. Budongo. A variedade Niaouli produz poucos frutos cereja, mas mantém a produção por quase todo o ano. A variedade Nana é bem conhecida pela sua grande resistência a pragas e doenças.

No Brasil, são referenciadas como cultivares de café conilon 15 cultivares registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), sendo nove desenvolvidas pelo Incaper (Emcapa 8111, Emcapa 8121, Emcapa 8131, Emcapa 8141-Robustão Capixaba, Incaper 8151-Robusta Tropical, Vitória Incaper 8142, Diamante ES8112, ES8122 - Jequetibá e Centenária ES8132), uma pela Embrapa Rondônia (BRS Ouro Preto) e cinco de empresas privadas (Colatina PR6, Verdebrás G30/

G35, SV2010 e Ipiranga 501). Maiores informações sobre essas cultivares encontram-se no capítulo 9 "Cultivares de Café Conilon".

Segundo Souza (2011), as vantagens competitivas das cultivares de Conilon, em detrimento das cultivares de Robusta no Brasil, são atribuídas basicamente a sua tolerância à seca e à facilidade de manejo, aliadas ao contexto histórico-cultural que foi criado pela ausência de plantas do tipo robusta na fase de implantação das primeiras lavouras no Estado do Espírito Santo.

Vale destacar que a maior parte dos cafeeiros cultivados nos diferentes países apresentam base genética estreita. Por essa razão, pesquisadores estão investigando a herança genética das plantas silvestres para identificar genótipos com características de interesse que possam contribuir para o aumento da variabilidade genética dos materiais cultivados. O desenvolvimento e recombinação de híbridos policlonais e variedades sintéticas representam grandes perspectivas no melhoramento da espécie com o emprego de cruzamentos mais heteróticos, que aproveitem a diversidade entre os grupos (Congolês x Guineano) ou subgrupos (Kouillou x Robusta), nos quais a espécie encontra-se estruturada.

Para tanto, o estabelecimento e a manutenção de BAGs da espécie em questão e de outras espécies do gênero *Coffea* são de grande importância, pois entre as formas silvestres, algumas apresentam indivíduos com características vantajosas do ponto de vista de resistência a pragas e doenças, tolerância à seca e a outros estresses abióticos, composição bioquímica do grão, qualidade de bebida, bem como diferentes características agrônômicas de interesse relacionadas ao sistema radicular, tamanho e formato das folhas e dos frutos, arquitetura da planta, entre outras.

A reserva gênica em coleções da espécie poderá contribuir positivamente para o desenvolvimento de novos genótipos com características específicas obtidas pelo melhoramento intra e interespecífico, por apresentarem alelos importantes que podem ser transferidos por meio da hibridação controlada. Nesse contexto, têm-se, por exemplo, alguns cruzamentos interespecíficos entre *C. arabica* x *C. canephora*, pelos quais foram transferidas fontes de resistências para pragas, doenças e nematoides (OROZCO-CASTILLO; CHALMERES; POWELL, 1994),

como os germoplasmas Icatú, Híbrido de Timor, Catimor, Arabusta e Apoatã (MONACO; CARVALHO; FAZUOLI, 1974; FAZUOLI, 1991). Segundo os autores, outras fontes importantes para fins de melhoramento são: resistência a doenças da folha (*C. canephora* e *C. congensis*); resistência a nematoides (*C. canephora* e *C. liberica*); resistência à cochonilha-das-raízes (*C. liberica*); tolerância à seca e ao bicho-mineiro (*C. canephora* e *C. racemosa*); e ausência de cafeína nos grãos (*Coffea pseudozonquebaries*).

Os germoplasmas dos principais Bancos Ativos de *C. canephora* da Costa do Marfim, Camarões, Uganda, Índia, Indonésia e Brasil estão sendo avaliados quanto à sua diversidade genética, por meio de técnicas moleculares e de procedimentos estatísticos multivariados utilizando-se características agromorfológicas (BERTHAUD, 1986; MONTAGNON et al., 1998a; DUSSET et al., 1999; FONSECA, 1999; FERRÃO et al., 2000; FERRÃO et al., 2005; CUBRY, 2009; FONSECA et al., 2007; FERRÃO et al., 2009; SOUZA, 2011, entre outros).

Lashermes et al. (1999) mostraram, através de análises moleculares, a diversidade genética do germoplasma africano, importante em programas de melhoramento. Ruas et al. (1999) analisaram a diversidade genética da coleção de germoplasmas do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) aplicando a técnica de RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*). Verificaram um coeficiente de similaridade entre espécies variando de 0,58 (*Coffea eugenoides* e *C. racemosa*) a 0,84 (*C. arabica* e *C. eugenoides*), revelando um considerável nível de variabilidade genética. A espécie *C. arabica* mostrou associação de 76% com *C. canephora* variedade Robusta e 68% com *C. canephora* variedade Kouillou caracterizando a possibilidade de se ter sucesso em programas de hibridações interespecíficas envolvendo as espécies mais importantes mundialmente.

Fonseca (1999), Ferrão (2004) e Ferrão et al. (2007), estudando a divergência genética de genótipos elites de *C. canephora* do programa de melhoramento genético do Incaper com base em procedimentos multivariados, verificaram variabilidade genética expressiva entre os materiais genéticos envolvidos. A análise com marcadores moleculares, realizada em um grupo de materiais genéticos do referido programa, também mostrou diversidade genética relativamente ampla (FERRÃO et al., 2005, 2009). Nesse trabalho, foi observado

que os clones componentes de cada variedade clonal do Incaper encontravam-se distribuídos em vários grupos geneticamente dissimilares apesar de possuírem características fenotípicas em comum.

Souza et al. (2013) analisaram a dissimilaridade genética entre 130 acessos de *C. canephora* oriundos das coleções da Embrapa Rondônia, IAC, Incaper e UFV/Epamig. Utilizando marcadores microssatélites e métodos de análise multivariada, identificaram alto polimorfismo e concentração de dois grandes grupos, constituídos pelos genótipos de conilon do Espírito Santo (Incaper) e genótipos coletados em Rondônia (grupo 1) e pelos genótipos robusta do IAC e UFV/Epamig (grupo 2). Os acessos oriundos do Incaper apresentaram maior similaridade genética (de 0,10 a 0,53) em relação aos demais estudados. Segundo os autores, apesar do grande polimorfismo encontrado nas lavouras brasileiras, incrementar essa diversidade é necessário, pois um novo limiar de ganhos genéticos é esperado nos programas de melhoramento com a intensificação do uso do germoplasma conservado.

Alekcevetch (2013) avaliou a diversidade genética por meio de marcadores microssatélites, entre 48 clones parentais de *C. canephora* variedade Conilon do BAG do Incaper, bem como uma população de 266 plantas correspondentes a uma descendência gerada por tais parentais e mantidas no campo experimental da Embrapa Cerrados. Os resultados mostraram variabilidade genética entre as plantas parentais e aquelas da população descendente, coancestralidade entre os parentais e acessos geneticamente muito semelhantes. A análise de paternidade mostrou os parentais com maior frequência alélica e que possuem participação genética em quantidade bastante diferenciada variando de 0,38% a 24,44% de recorrência, indicando maior compatibilidade genética e/ou sincronismo de florescimento com um maior número de plantas da amostra das 48 plantas parentais.

Vicentini (2013); Oliveira (2015) e Oliveira et al. (2016) estudaram a divergência genética de 100 e 70 progênies, respectivamente, oriundas de duas populações de café conilon do programa de melhoramento do Incaper, conduzidas pela estratégia de seleção recorrente. As estimativas foram realizadas com base em



procedimentos multivariados e diferentes características morfoagronômicas. Verificaram reduzida variabilidade genética entre as progênes selecionadas. Esses resultados, aliados à autoincompatibilidade genética da espécie, evidenciam a necessidade de inclusão de novos materiais genéticos divergentes para garantir a recombinação e obtenção de ganhos genéticos contínuos.

O conjunto de informações relativas à estrutura genética dos programas de melhoramento da espécie no Brasil evidenciam que o germoplasma brasileiro de *C. canephora* apresenta importante variabilidade, mas representa pequena porção da diversidade total da espécie. Novos esforços de coleta e introdução de acessos devem ser realizados visando a ampliar a base genética dos programas de melhoramento e, conseqüentemente, das lavouras nacionais.

No Brasil, são mantidos e caracterizados germoplasmas de *C. canephora* de Bancos Ativos ou coleções de diferentes instituições de pesquisa, como Incaper, Embrapa Rondônia, Embrapa Cerrados, IAC, Iapar e Epamig/UFV (EIRA et al., 2007). O BAG do Incaper apresenta o maior número de acessos de conilon, e o do IAC de materiais genéticos dos outros grupos.

Nos últimos anos, tem-se verificado na cafeicultura nacional a presença de pragas, doenças e nematoides não considerados importantes no passado e que atualmente têm se constituído em problemas prioritários, merecendo atenção da pesquisa. Visando a aumentar a diversidade e selecionar materiais genéticos como fonte de alelos desejáveis para os problemas em questão, estratégias de coleta, instalação, caracterização e manutenção de germoplasma por intermédio de BAG são alternativas que devem ser priorizadas em políticas referentes à cultura do café.

Os métodos para conservar germoplasmas constituem-se basicamente de duas estratégias distintas: conservação *in situ*, quando as plantas são mantidas em seu *habitat* natural, e conservação *ex situ*, quando as plantas são mantidas fora de seu *habitat* natural. A utilização de apenas uma única técnica de conservação pode não ser adequada para manutenção de toda a diversidade genética de uma espécie (DULLOO et al., 1998). Tradicionalmente, as espécies de *Coffea* têm sido conservadas *ex situ*

como plantas mantidas em condições de campo, em bancos ou coleções de germoplasma, devido à perda do poder germinativo de sementes, num curto período de armazenamento. Contudo, a conservação das plantas a campo constitui riscos efetivos de erosão genética devido às variações ambientais, à incidência de pragas e doenças e a outros fatores. Adicionalmente, há necessidade de grandes áreas experimentais, elevado gasto de mão de obra e alto custo para implantação, manejo e manutenção desses campos.

Com os avanços na área de biotecnologia, está sendo estudada a conservação *ex situ*, utilizando-se procedimentos de cultura de tecidos e de criopreservação. O termo criopreservação significa a preservação das sementes e de partes da planta em estado congelado, em temperaturas ultrabaixas, como as estudadas para café em nitrogênio líquido (de -150 °C a -196 °C). Para tal, vários protocolos têm sido trabalhados com o objetivo de se estudar a viabilidade do armazenamento e da conservação dos germoplasmas de café a longo prazo (MUNDIN et al., 2003; EIRA; REIS; RIBEIRO, 2005; DUSSET et al., 2012). Segundo os autores, a conservação das sementes em temperatura ultrabaixa interrompe o metabolismo celular, reduzindo ou eliminando completamente a ocorrência de reações metabólicas que podem levar à degeneração celular, sendo assim considerada como uma promissora maneira de conservação de células, tecidos e órgãos vegetais, a partir dos quais as plantas podem ser regeneradas.

Todas as atividades de conservação de recursos genéticos requerem a caracterização da diversidade presente nos conjuntos gênicos e nos bancos de germoplasma (EIRA; REIS; RIBEIRO, 2005). O conjunto gênico de uma espécie cultivada inclui todas as cultivares, parentais e espécies silvestres afins, que contêm genes com uso potencial para o melhoramento. A caracterização envolve, primariamente, a avaliação de caracteres morfológicos, baseados em descritores definidos *a priori* para as espécies e de interesse direto dos usuários. Concomitantemente, é importante complementar a utilização de outras técnicas que não sofrem influência das variações ambientais na caracterização dos indivíduos, como as moleculares, que analisam o polimorfismo do DNA.

No Brasil, foram elaborados e publicados pelo Mapa os descritores principais de café (Quadro 4).

**Quadro 4.** Principais descritores de café - spp. (*Coffea arabica*, *Coffea canephora* e híbridos interespecíficos) publicados pelo Mapa

Característica	Identificação	Código da descrição	Código da cultivar	Característica	Identificação	Código da descrição	Código da cultivar
1. Planta: formato	cilíndrico	1		21. Fruto: formato	redondo	1	
	cônico	2			elíptico	2	
	cilíndrico-cônico	3			oblongo	3	
	cônico invertido	4					
2. Planta: altura	muito baixa	1		22. Fruto: cor (fase madura)	amarela	1	
	baixa	3			vermelho-alaranjada	2	
	média	5			vermelho-média	3	
	alta	7			vermelho-escura	4	
	muito alta	9					
3. Planta: diâmetro da copa	muito pequeno	1		23. Fruto: sépala	ausente	1	
	pequeno	3			presente	2	
	médio	5					
	grande	7					
	muito grande	9					
4. Haste (principal e lateral): comprimento do internódio	curto	3		24. Fruto: grau de aderência ao ramo	baixo	3	
	médio	5			médio	5	
	longo	7			alto	7	
5. Ramo plagiotrópico: posição em relação aos ramos ortotrópicos	ereta	1		25. Semente: comprimento	curto	3	
	semiereta	2			médio	5	
	horizontal	3			longo	7	
	semipendente	4					
6. Folha: comprimento	curto	3		26. Semente: largura	estreita	3	
	médio	5			média	5	
	longo	7			larga	7	
7. Folha: largura	estreita	3		27. Semente: espessura	fina	3	
	média	5			média	5	
	larga	7			grossa	7	
8. Folha: forma	elíptica	1		28. Semente: cor do endosperma	amarela	1	
	ovalada	2			verde	2	
	lanceolada	3					
9. Folha: cor na fase jovem	verde	1		29. Semente: tonalidade da película de cobertura	clara	1	
	bronze	2			escura	2	
	verde e bronze	3					
	púrpura	4					
10. Folha: cor na fase adulta	verde clara	1		30. Semente: grau de aderência da película	fraco	3	
	verde escura	2			médio	5	
	púrpura	3			forte	7	
11. Folha: ondulação das bordas	ausente	1		31. Ciclo até maturação (mais do 50% dos frutos maduros)	muito precoce	1	
	presente	9			precoce	3	
					médio	5	
					tardio	7	
12. Folha: intensidade da ondulação das bordas	fraca	3		32. Ciclo até primeira produção após plantio	muito tardio	9	
	média	5			precoce	3	
	forte	7			médio	5	
13. Folha: profundidade da nervura secundária	baixa	3		<b>Informações adicionais</b>			
	média	5		33. Ramo: intensidade da ramificação plagiotrópica	baixa	3	
	alta	7			média	5	
		alta	7				
14. Folha: domácia	ausente	1		34. Ramo ortotrópico: quantidade	baixa	3	
	parcialmente desenvolvida	2			média	5	
	bem desenvolvida	3			alta	7	
15. Folha: pubescência na domácia	ausente	1		35. Ramo ortotrópico: flexibilidade	baixa	3	
	presente	9			média	5	
					alta	7	
16. Inflorescência: quantidade por axila foliar	baixa	3		36. Fruto: suculência do mesocarpo (fruto maduro)	seca	3	
	média	5			média	5	
	alta	7			suculenta	7	
17. Flor: quantidade por inflorescência	baixa	3		37. Fruto: teor de cafeína	baixo	3	
	média	5			médio	5	
	alta	7			alto	7	
18. Flor: pólen	fértil	1		38. Semente: peso de 100 sementes (11% de umidade)	baixo	3	
	estéril	2			médio	5	
					alto	7	
19. Flor: compatibilidade	auto-compatível	1		20. Fruto: tamanho	muito pequeno	1	
	parcialmente compatível	2			pequeno	3	
	auto-incompatível	3			médio	5	
20. Fruto: tamanho	muito pequeno	1		grande	7		
	pequeno	3		muito grande	9		
	médio	5					
	grande	7					
	muito grande	9					

Os descritores se associam basicamente a características morfológicas e fenológicas. Todos os acessos do BAG do Incaper vêm sendo caracterizados por esses descritores e também com base em marcadores moleculares, e os dados obtidos estão sendo catalogados e armazenados. A Figura 6 ilustra a variabilidade encontrada dentro do germoplasma para diferentes características agrônômicas.

O aumento da variabilidade genética do BAG de conilon constitui-se atualmente na meta principal do programa de melhoramento do Incaper, que tem envidado esforços na introdução de novos genótipos. Para tanto, especial atenção tem sido dada pela equipe de pesquisadores às questões e conservação de germoplasma, novas introduções e utilização de estratégias de recombinação e recomendação de cultivares que contribuam para evitar o danoso processo de erosão genética.

Com base na integração entre Incaper e outras instituições nacionais, nos últimos anos, foram introduzidos, do IAC, da Epamig/UFV e da Embrapa, diferentes materiais genéticos, no Estado do Espírito Santo, para trabalhos experimentais. Em nível mundial, as instituições brasileiras tem buscado viabilizar também a introdução de germoplasmas de outros países utilizando parcerias internacionais para desenvolvimento de projetos de interesse mútuo.

A introdução de germoplasma deve seguir as exigências legais, e o material introduzido precisa ser acompanhado de Certificado Fitossanitário (GIACOMETTI, 1988). Considerando os avanços na área de cultura de tecidos nos últimos anos, o intercâmbio de germoplasma *in vitro* oferece segurança do estado sanitário e possibilita a obtenção de material básico sadio.



**Figura 6.** Variabilidade fenotípica encontrada nos acessos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de *Coffea canephora* do Incaper, Marilândia/ES.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apenas as espécies *C. arabica* e *C. canephora* têm importância econômica em escala mundial. Contudo, as demais espécies do gênero *Coffea* compõem um grande acervo de genes e alelos importantes para o melhoramento das espécies cultivadas. O risco de extinção das populações naturais e a vulnerabilidade das coleções de germoplasma *ex situ* são ameaças consideráveis à integridade desse patrimônio. A conservação, a ampliação e a caracterização das coleções de germoplasma são ações que necessitam continuidade de forma que a espécie tenha o potencial genético explorado e a variabilidade caracterizada para atender à constante demanda por cultivares melhoradas geneticamente e adaptadas às mudanças climáticas naturais que ocorrem. Para isso, é necessário introduzir novos materiais genéticos, principalmente espécies silvestres coletadas nas regiões de origem e de diversidade do gênero *Coffea*.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALLARD, R. W. *Princípios do melhoramento genético de plantas*. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381 p.
- ALEKCEVETCH, J. C. *Estudo da diversidade genética, por meio de marcadores moleculares, de uma população de Coffea canephora var. conilon*. 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Vegetal). Universidade federal de Lavras, Lavras, MG. 2013
- BANDES. Banco de Desenvolvimento do Estado do Espírito Santo. *Diagnóstico da cafeicultura capixaba: o café robusta no Espírito Santo*. Vitória, ES: Bandes 1987, 88 p.
- BERTHAUD, J. L'Incompatibilité chez *Coffea canephora*: Méthode de test et déterminisme génétique. *Café Cacao Thé*. Nogest-sur-Marne, v. 24, n.1, p. 167-174. 1980.
- BERTHAUD, J. *Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféiers africains diploïdes*. Evaluation de la richesse génétique des populations sylvestres et de ses mécanismes organisateurs. Conséquences pour l'application. Paris: ORSTOM, 1986. 379 p. (Collection Trauvax at Documents, 188).
- BETTENCOURT, E.; KONOPKA, J. *Directory of germplasm collections*. 5.II. Industrial crops, beet, coffee, oil palm, cotton and rubber. Roma: IBPGR, 1988. 61p.
- BRIDSON, D. M. Nomenclatural notes on *Psilantus*. Including *Coffea* sect. *Paracoffea* (Rubiaceae tribe Coffeae). Kew Bulletin 42: 453-460. 1987.
- CARVALHO, A. Distribuição geográfica e classificação botânica do gênero *Coffea* com referência especial à espécie *Arabica*. *Separata dos boletins da superintendência de serviços de café*. Campinas, SP: IAC, dez. 1945 a abr. 1946.
- CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. Café. In: FURLANI, A. M. C.; VIEGAS, G. P. (Eds.). *O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo de Campinas*. Campinas, SP: IAC. p. 29-76, 1993. Cap. 2.
- CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of coffee. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds.) *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm, Westport, Conn, p. 13-47. 1985.
- CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and methods in coffee plant breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Eds.) *Coffee: agronomy*. London: Elsevier Applied Science, p. 167-195, 1988.
- CHEVALIER, A. Les caféiers du globe. Iconographie des caféiers sauvages et cultivés et des Rubiacées prises pour des caféiers. *Encyclopedie biologique*. Paris: Ed. Paul Lechevallier, Fascicule II, 1942. 36 p.
- CHEVALIER, A. Les caféiers du globe. Systematique des caféiers et faux-caféiers. Maladies et insectes. *Encyclopedie Biologique*, Paris: Ed. Paul Lechevallier n. 28, fascicule III, 1947. 257 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café, 2014. *Cafés do Brasil*. Brasília, DF: SPC/CONAB, 2014, 61 p.
- CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*: auto-incompatibilidade em *Coffea Canephora* Pierre ex *Froehner*. *Bragantia*, v. 20, n. 34, p.787-804, 1961.
- COSTE, R. *Coffea: the plant and the product*. London: Macmillan, 1992. 328 p.
- CUBRY, P.; MUSOLI, C. P.; LEGNATÉ, H.; POT, D.; DE BELLIS, F.; PONCET, V.; ANTHONY, F.; DUFOUR, M.; LEROY, T. Diversity in coffee assessed with SSR markers: Structure of the genus *Coffea* and perspectives for breeding. *Genome*, 51: 50-63. 2008.
- CUBRY, P. *Structuration de la diversité génétique et*



- analyse des patrons de déséquilibre de liaison de l'espèce *Coffea canephora* Pierre ex. Froehner. 2009. 249 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Université Montpellier II, Montpellier. 2009.
- CUBRY, P.; De BELLIS, F.; POT, D.; MUSOLI, P.; LEROY, T. Global analysis of *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Rubiaceae) from the Guineo-Congolese region reveals impacts from climatic refuges and migration effects. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v.60, n.2, p.483-501, 2012.
- DAVIS, A. P.; BRIDSON, D. M.; RAKOTNASOLO, F. A reexamination of *Coffea* subgenus *Baracoffea* and comments on the morphology and classification of *Coffea* and *Psilanthus* (Rubiaceae-Coffeae). In: KEATING, R. C.; HOLLOWELL, V. C.; CROAT, T., (Eds.). Festschrift for William G. D'Arcy: the legacy of a taxonomist (Monograph in Systematic Botany 104). Missouri: MBG Press, 398-420. 2005.
- DAVIS, A. P.; GOVAERTS, R.; BRIDSON, D. M.; STOFFELEN, P. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, London, v. 152, p. 465-512, July 2006.
- DAVIS, A. P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M. F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data, implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, London, v. 167, p. 1-21, Dec. 2011.
- DEVREUX, M.; VALLAYES, G.; POCHET, P.; GILLES, A. Recherches sur l'autostérilité du caféier robuste (*Coffea canephora* Pierre). *Publication l'Institut National pour l'Estude Agronomique du Congo belge. Série Scientifique (Bélgica)*, 1959. p. 78.
- DULLOO, M. E.; GUARINO, L.; ENGELMANN, F.; NIGEL, M.; NEWBURG, J. H.; ATTERE, F.; FORD-LOYD, B. V. Complementary conservation strategies for genus *Coffea*: a case study of Mascarene *Coffea* species. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 45: 565-579. 1998.
- DULLOO, E.; WALYARO, J. Germoplasm conservation of Coffee-An African perspective, IPGRI, *Newsletter for sub-Saharan Africa*, 13: 4-5. 2000.
- DUSSET, S.; LASHARMES, P.; ANTHONY, F.; MONTAGNON, C.; TROUSLOT, P.; COMBES, M. C.; BERTHAUD, J.; NOIROT, M.; HAMON, S. Le cafeier, *Coffea canephora*. In: HAMON, P.; SEGUIN, M.; PERRIER, X.; GLASZMANN, J. C. (Eds.). *Diversité génétique des plantes tropicales cultivées*. France, Montpellier: CIRAD, p. 175-194, 1999.
- ECCARDI, F.; SANDALJ, V. *Coffee: A celebration of diversity*. Sandalj Eccardi Company, Trieste, Italy, 2002. 228 p.
- EIRA, M. T. S.; REIS, R.; RIBEIRO, F. N. S. Banco de sementes de café em criopreservação: experiência inédita no Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4, 2005, Londrina, PR. *Anais...* Londrina: Embrapa Café: Núcleo Genética e Melhoramento do Cafeeiro, p. 3, 2005 1CD ROM
- EIRA, M. T. S.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; SILVA ROLLA, M. B.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; SERA, T.; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S.; ZAMBOLIM, L.; CARVALHO, C. H. S.; PADILHA, L.; SOUZA, F. de F. (Eds.). *Bancos de germoplasma de café no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 18 p. -- (Documentos/Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Nº 243).
- FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, N.; YAMADA, J. (Eds.). *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade do cafeeiro*. Piracicaba, SP: POTAFOS, p. 87-113. 1986.
- FAZUOLI, L. C. *Metodologias, critérios e resultados de seleção em progênies de café Icatu com resistência a Hemileia vastatrix*. 1991. 322 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.
- FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; BARBOSA, W. M.; FERRÃO, R. G. Variabilidade genética em *Coffea canephora* com base em marcadores RAPD. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 4., 2005, Londrina, PR. *Anais...* Londrina: Núcleo Biotecnologia Aplicada à Cadeia Agroindustrial do Café, p. 3, 2005. 1 CD ROM
- FERRAO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; BARBOSA, W. M.; RIVA SOUZA, E. L. Genetic divergence in conilon coffee revealed by RAPD markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 9, n. 1, p. 67-74, 2009.
- FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. ; FONSECA, A. F. A. da; VERDIM FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; RIVA-SOUZA, E. M.; MORELI, A. P. Cultivares de café arabica e conilon recomendadas para o Estado do Espírito Santo. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do; CINTRA, W. J. J.; FONSECA, A. A. F. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G. (Org.). *Tecnologia para Sustentabilidade da Cafeicultura*. Alegre, ES: CAUFES, v. 1, p. 51-68. 2011.
- FERRÃO, R. G. *Biometria aplicada ao melhoramento*



- genético o café Conilon. 2004. 256 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L.H. (Ed.). 2007. *Café Conilon*. Vitória, ES: Incaper. 702 p.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G. Programa de melhoramento genético de café robusta no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS. 3, 1999, Lavras, MG: *Anais...* Lavras: UFLA. p. 50-65. 1999.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G. Banco Ativo de Germoplasma de *Coffea canephora*, variedade Conilon no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1. 2000, Poços de Caldas, MG: *Resumos Expandidos...* Brasília: Embrapa Café e MINASPLAN. v. 1. p. 405-407, 2000.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; DE MUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. dos S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. *Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. 4. ed. Vitória, ES: Incaper, 2012. 74 p. (Incaper. Circular Técnica nº 031)
- FONSECA, A. F. A. da. Variedades clonais de café conilon. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE CAFÉ 1., 1995. Vitória, ES. *Anais...* Vitória: Cetcaf, p. 29-33. 1995.
- FONSECA, A. F. A. da. Propagação assexuada de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo. In: PAIVA, R. (Ed.). WORKSHOP SOBRE AVANÇOS NA PROPAGAÇÃO DE PLANTAS LENHOSAS. 1996, Lavras, MG. *Proceedings...*Lavras: UFLA, p. 31-34. 1996.
- FONSECA, A. F. A. da. *Análise biométrica em café conilon (Coffea canephora Pierre)*. 1999. 121f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIM FILHO, A. C. O Café Conilon. In: FONSECA, A. F. A.; SAKAYAMA, N. S.; BOREM, A. O. (Org.). *Café Conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV, v. 01, p. 11-25. 2015.
- FONSECA, A. F. A.; SAKAYAMA, N. S.; BOREM, A. O. *Café Conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV, 2015. 257 p.
- FONSECA, A. F. A. da; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKAYAMA, N. S.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. Divergência genética em café conilon (*Coffea canephora* Pierre). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n.5429, p. 599-605, 2006.
- GIACOMETTI, D. C. Introdução e intercâmbio de germoplasma. In: ENCONTRO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS, 1.; 1988, Jaboticabal, SP. *Anais...* Jaboticabal: FCAV, p. 43-55, 1988.
- IBC. Instituto Brasileiro do Café. Estrutura da Cafeicultura. In: *Cafeicultura no Espírito Santo*. IBC-OEA. p. 32-54, 1964. Cap. 2.
- IBC. Instituto Brasileiro do Café. Variedades de café In: *Instruções técnica sobre a cultura do café no Brasil: manual de recomendações*. 4. ed. IBC-GERCA, p. 85-126, 1981.
- KRUG, C. A.; CARVALHO, A. The genetics of coffee. *Advances in Genetics*, 4: 127-68, 1951.
- LASHERMES, P.; COUTURON, E.; MOREAU, N.; PAILLARD, M.; LOAURN, J. Inheritance and genetic mapping of self-incompatibility in *Coffea canephora* Pierre. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 93, n. 3, p. 458-462. 1996.
- LASHERMES, P.; COMBES, M. C.; TOPART, P.; ANTHONY, F. Genetic diversity and molecular mapping of coffee. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 2., 1999, Londrina. *Anais...* Londrina, PR: UFPR, IAPAR, p. 121-123. 1999.
- MALTA, M. M. Brasil: Novo produtor de café robusta. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO CAFÉ ROBUSTA, 1, Vitória, ES. *Anais...* Vitória, ES: Seag, p. 19-28. 1986.
- MATIELLO, J. B. *Café conilon: como plantar, tratar, colher, preparar e vender*. Rio de Janeiro, RJ: 1998. 162 p.
- MAURIN, O.; DAVIS, P. A.; CHESTER, M.; MVUNG, E. F.; JAUFEERALLY FAKIM, Y.; FAY, M. F. Towards a phylogeny for *Coffea* (Rubiaceae): Identifying well-supported lineages based on nuclear and plastid DNA sequences. *Annals of Botany*, 1-19, 2007.
- MENDES, A. J. T. Observações citológicas em *Coffea*. VI. Desenvolvimento do embrião e do endosperma em *Coffea arabica* L. *Bragantia* 2, p. 115-128, 1942.
- MONACO, L. C.; CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento de cafeeiro. Germoplasma de café Icatu e seu potencial no melhoramento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA 2., 1974, Poços de Caldas, MG. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/CERCA, 1974, p. 103.
- MONTAGNON, C.; LEROY, T.; YAPO, A. B. Diversité

- génotypique et phénotypique de quelques groupes de caféiers (*Coffea canephora* Pierre) en collection. Conséquences sur leur utilisation en sélection. *Café Cacao Thé* 36: 187-198, 1992
- MONTAGNON, C.; LEROY, T.; ESKES, A. B. Varietal improvement of *Coffea canephora*. II. Breeding programmes and their results. *Plantation Recherche Développement* 5: 18-33, 1998a.
- MONTAGNON, C.; LEROY, T.; ESKES, A. B. Amélioration variétale de *Coffea canephora*. II. Les programmes de sélection et leurs résultats. *Plantations, recherche, développement*, p. 89-98, 1998b.
- MONTAGNON, C. *Optimisation des gains génétiques dans le schéma de sélection récurrente réciproque de Coffea canephora* Pierre. 2000. 139f. (Tese de Doutorado em Melhoramento de Plantas) Ecole Nationale supérieure agronomique de Montpellier. Montpellier, France, 2000.
- MONTAGNON, C.; CUBRY, P.; LEROY, T. Amélioration génétique du caféier *Coffea canephora* Pierre: connaissances acquises, stratégies and perspectives. *Cahiers Agricultures*, Madrid, v. 21, n. 2/3, p. 143-153, 2012.
- MONTEIRO, J. S. *Exposição sobre os negócios do Estado no quadriênio de 1909 a 1912*. Vitória: 1913. Disponível em: <<http://brazil.crl.edu/bsd/bsd/u158/000138.html>>. Acesso em: 1 abr. 2014.
- MORALES, E. A. V.; VALOIS, A. C. C.; NASS, L. L. *Recursos genéticos vegetales*. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa - Cenargen, 78 p., 1997.
- MUNDIN, I. P.; RIBEIRO, F. N. S.; MUNDIN, R. C.; SANTOS, I. R. I.; SALOMÃO, A. N. Criopreservação de germoplasma de espécies *Coffea* utilizando a criopreservação em nitrogênio líquido. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, p. 90-91. 2003.
- OLIVEIRA, C. C. M.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; GRAVINA, G. A.; VIVAS, M.; VIANA, A. P. Predição de ganhos genéticos via modelos mistos em progênies de café conilon. *Coffee Science*, v.11, n. 1, 2016.
- OROZCO-CASTILLHO, C. K, J.; CHALMERES, R. W.; POWELL, W. Detection of genetic diversity and selective gene introgression in coffee using RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 87: 934-940. 1994.
- PAULINO, A. J.; MATIELLO, J. B.; PAULINI, J. B.; BRAGANÇA, J. B. *Cultivo do café conilon*. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 32p., 1984.
- PRAXEDES, S. C.; DaMATTA, F. M.; LOUREIRO, M. E.; FERRÃO, M. A. G.; CORDEIRO, A. T. Effects on long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre var *kouillou*) leaves. *Environmental and experimental Botany* 56: 263-273. 2006.
- RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, J. (Eds). *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade do cafeeiro*. Piracicaba: POTAFOS, p. 13-85. 1986.
- RUAS, P. M.; DINIS, L. E. C.; RUAS, C. F.; SERA, T. Variabilidade genética obtida por RAPD em espécies e híbridos de *Coffea*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEIEIRA, 3., 1999, Londrina, PR. *Anais...* Londrina: p. 165-170. 1999.
- SAKAYAMA, N. S.; FERRÃO, M. A. G. Botany and production of coffee. In: SCHWAN, R. F.; FLEET, G. H. (Org.). *Cocoa and coffee fermentations*. Siliguri, India, Sidney: CRC Press, 2015, v. 01, p. 341-365. 2014. Cap. 9.
- SMITH, R. F. A history of coffee. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds.). *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm; Westport Conn. Cap. 1, p. 1-12, 1985.
- SOUZA, F. de F. *Diversidade genética, estrutura populacional e mapeamento associativo em Coffea canephora*. 2011. 130 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2011.
- SOUZA, F. de F.; CAIXETA, E. T.; FERRÃO, L. F. V.; PENA, G. F.; SAKIYAMA, N. S.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; ZAMBOLIM, L.; CRUZ, C. D. Molecular diversity in *Coffea canephora* germplasm conserved and cultivated in Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* (Impresso), v. 13, p. 221-227, 2013.
- VAN DER VOSSSEN, H. A. M. Coffee selection and breeding. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds). *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm; Westport Conn. p. 48-96, 1985. Cap. 3.
- VICENTINI, V. B. *Análises biométricas em famílias de meios-irmãos de café conilon oriundas de seleção recorrente*. 2013. 105 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, MG. 2013.







# Aspectos Fisiológicos do Café Conilon

Cláudio Pagotto Ronchi e Fábio Murilo DaMatta

## 1 INTRODUÇÃO

Embora exista um grande número de espécies de café, apenas *Coffea arabica* L. (café arábica) e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (café robusta) têm importância econômica no mercado mundial. Atualmente, cerca de 71% da produção brasileira de café é derivada de cultivares arábicas, e o restante de café robusta. A produção de café robusta, no Espírito Santo, maior produtor brasileiro, é originária exclusivamente da variedade *Kouillou*, popularmente conhecida como Conilon. Essa variedade pertence ao grupo Guineano, apresentando grande variabilidade em relação ao porte, caules ramificados, folhas maduras com comprimento e largura menores que às das demais cultivares da espécie, folhas novas de coloração bronze, frutos vermelhos ou amarelos quando maduros e sementes de tamanhos variados (FAZUOLI, 1986).

As primeiras lavouras comerciais de café conilon foram implantadas a partir da década de 1950, com o objetivo de cultivarem-se áreas marginais ao café arábica. Em razão de sua exploração econômica ser relativamente recente, poucos estudos, ao longo do tempo, foram desenvolvidos com essa variedade e, portanto, o conhecimento sobre a fisiologia do café conilon é embrionário, se comparado com o do arábica.

Neste capítulo, procurou-se resumir as informações existentes relativas à fisiologia do café conilon, com ênfase em aspectos que influenciam o crescimento e a produção de grãos, de forma simples, evitando-se termos e conceitos específicos e detalhes mais aprofundados que, ordinariamente, interessam

apenas aos fisiologistas per se. Quando pertinente, algumas informações relativas ao café arábica, especialmente sobre sistema radicular, floração e frutificação, foram extrapoladas para o café conilon. Para uma compreensão mais detalhada da fisiologia dessa variedade, recomendam-se as revisões de DaMatta e Rena (2002), DaMatta (2004a), DaMatta e Ramalho (2006) e DaMatta et al. (2007). O leitor pode, ainda, inteirar-se de aspectos fisiológicos do café conilon sob condições de sombreamento, tratados no capítulo 19 deste livro.

## 2 CRESCIMENTO VEGETATIVO

Assim como ocorre na grande maioria das regiões produtoras de café do mundo, a taxa de crescimento da parte aérea do cafeeiro (crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, formação de nós, expansão foliar etc.) varia sazonalmente em virtude das condições climáticas, particularmente dos regimes de chuva e de temperatura, apesar de o fotoperíodo também ter alguma influência. Dessa forma, nas regiões não equatoriais, o crescimento da parte aérea geralmente é lento no outono/inverno, durante o período seco e frio e de dias curtos, e rápido na primavera/verão, coincidindo com o início do período chuvoso e com o aumento das temperaturas e do comprimento do dia (CANNELL, 1976; AMARAL, J. A.; RENA; AMARAL, J. F., 2006).

Para o cafeeiro conilon, especificamente, há relativamente poucas informações disponíveis sobre as taxas de crescimento da parte aérea. As primeiras avaliações foram realizadas na região de Linhares, norte do Espírito Santo (SILVEIRA, 1996;



SILVEIRA; CARVALHO, 1996), onde se concentra grande número de lavouras de café conilon deste Estado. Em razão da ocorrência frequente de veranicos durante a estação chuvosa e de um período seco relativamente longo, que se estende geralmente de maio a setembro, os cafezais da região norte são normalmente cultivados sob irrigação, prática que afeta, como será discutido a seguir, o crescimento da parte aérea. Nessa região, em lavouras clonais não irrigadas, a taxa de crescimento do ramo plagiotrópico é baixa nos meses de junho a setembro ( $0,03 \text{ cm dia}^{-1}$ ); aumenta com o início das chuvas e atinge valores máximos em outubro ( $0,40 \text{ cm dia}^{-1}$ ); reduz-se em dezembro ( $0,20 \text{ cm dia}^{-1}$ ) e atinge valores mínimos em fevereiro pelas altas temperaturas; aumenta ligeiramente em março/abril ( $0,08 \text{ cm dia}^{-1}$ ) e, a partir de maio, retorna aos valores mínimos (SILVEIRA, 1996; SILVEIRA; CARVALHO, 1996). Portanto, no período seco e de temperaturas mais amenas, as taxas de crescimento são baixas, enquanto no período chuvoso e de temperaturas mais elevadas, porém não extremas, as taxas de crescimento são elevadas. Com efeito, Partelli et al. (2010, 2013) observaram que, além de apresentar variações clonais, as taxas de crescimento do café conilon variaram sazonalmente, correlacionando-se fortemente com as temperaturas mínimas: apresentaram-se reduzidas sob temperaturas mínimas abaixo de  $17^\circ\text{C}$  (entre junho e agosto) e maiores quando as temperaturas variaram entre  $17^\circ$  e  $31,5^\circ\text{C}$  (média das temperaturas mínimas e máximas). Ademais, aqueles autores verificaram que ramos com carga pendente apresentaram menor crescimento que aqueles mais jovens. Em todo o caso, destaca-se o papel importantíssimo das primeiras chuvas após o período seco para o início do crescimento propriamente dito dos ramos plagiotrópicos. É necessário registrar, contudo, que as taxas de crescimento de ramos do café conilon ora apresentadas não são valores fixos, podendo variar não só com os clones e idade do ramo (PARTELLI et al., 2013), mas também em razão das variações temporais das condições ambientais, sobretudo as climáticas, do nível tecnológico e dos tratos culturais empregados em cada lavoura. Todavia, a variação da época de poda, seja ela realizada imediatamente após a colheita ou mais tardiamente, parece não afetar as taxas de crescimento dos ramos plagiotrópicos (MORAIS et al., 2012a).

Em lavouras irrigadas continuamente, por sua vez, o padrão de crescimento dos ramos plagiotrópicos de plantas clonais diferencia-se consideravelmente daquele de lavouras não irrigadas. Sob irrigação, a taxa de crescimento dos ramos laterais, que é mínima em julho ( $0,03 \text{ cm dia}^{-1}$ ), aumenta já em agosto ( $0,08 \text{ cm dia}^{-1}$ ) e setembro ( $0,17 \text{ cm dia}^{-1}$ ), diferentemente da não irrigada, e atinge taxas máximas em outubro ( $0,33 \text{ cm dia}^{-1}$ ). A partir desse ponto, as taxas de crescimento assemelham-se às daquelas de lavouras não irrigadas (SILVEIRA, 1996; SILVEIRA; CARVALHO, 1996). Como será apresentado a seguir, a manutenção de uma maior área foliar em lavouras irrigadas, em comparação àquela de lavouras não irrigadas, no final do período seco (SILVEIRA; CARVALHO, 1996), poderia explicar, em parte, as diferenças nas taxas de crescimento dos ramos observadas após o período seco. Tomados em conjunto, esses dados indicam que o atraso (de aproximadamente dois meses) no restabelecimento do crescimento dos ramos plagiotrópicos em lavouras não irrigadas, comparadas às irrigadas, pode ser em parte compensado, nas últimas, por uma taxa de crescimento 20% superior em outubro, mês em que o desenvolvimento dos ramos é mais intenso (crescimento compensatório). Em outras palavras, apesar de a duração da estação de crescimento de ramos laterais nas lavouras irrigadas ser maior (julho a fevereiro) que nas não irrigadas (setembro a fevereiro, dependendo das chuvas), as taxas máximas de crescimento são observadas nas lavouras não irrigadas. Em todo o caso, esses dados permitem concluir que a disponibilidade hídrica, e não a temperatura, tem grande importância no restabelecimento do crescimento dos ramos plagiotrópicos após a estação seca. Informações dessa natureza revestem-se de grande importância, pois devem ser consideradas para a otimização do manejo das fertilizações e das podas em razão da utilização ou não da irrigação.

Em se tratando da época de formação de folhas *per se*, da sua taxa de expansão ao longo do ano, assim como dos fatores que a afetam, até o momento, para o cafeeiro conilon, nenhum estudo foi publicado. Todavia, a exemplo do que se verifica em café arábica, acredita-se que a produção de folhas em café conilon esteja associada intimamente com o crescimento dos caules, particularmente dos ramos plagiotrópicos, haja vista que os primórdios

foliares resultam diretamente da atividade da gema apical de cada ramo lateral (RENA; MAESTRI, 1985). Portanto, a produção de folhas no café conilon, que tem relação direta com a formação de nós nos ramos laterais, provavelmente segue o mesmo padrão de crescimento supradescrito para os ramos plagiotrópicos, ou seja, é intensa na primavera/verão e mínima no outono/inverno. Ademais, é provável, ainda, assim como ocorre no café arábica (RENA; MAESTRI, 1985), que tanto a taxa de crescimento como a área final da folha dependam da época em que se verifica a expansão, de forma que folhas formadas no início da estação chuvosa e quente apresentam maior taxa de crescimento e maior área final que folhas formadas no final da estação chuvosa, sob temperaturas mais amenas. De qualquer forma, independentemente da época de formação, a queda de folhas de plantas de café conilon intensifica-se no final da época seca, coincidindo com o período de colheita/pós-colheita e de maior ação dos ventos e é afetada fortemente pela irrigação, conforme observado por Silveira (1996) e Silveira e Carvalho (1996). Esses autores verificaram reduções de aproximadamente 60% no número de folhas por nó, no período de maio a setembro, em lavouras não irrigadas e de apenas 33% durante o mesmo período, em lavouras irrigadas. Além disso, constataram maior longevidade foliar na lavoura irrigada.

O crescimento do cafeeiro conilon (planta inteira) foi avaliado por Bragança (2005), com base na produção de massa seca total ao longo de seis anos, em lavoura formada a partir da cultivar clonal 'Emcapa 8111' (clone 02) e conduzida em livre crescimento, em Marilândia/ES. Verificou-se que: (i) o crescimento absoluto aumentou progressivamente até atingir 15,9 kg planta<sup>-1</sup>, no 72º mês após o plantio; (ii) a taxa de crescimento absoluto aumentou, de 0,14 kg mês<sup>-1</sup>, no 3º mês, até 1,08 kg mês<sup>-1</sup>, no 48º mês, diminuindo, a seguir, até alcançar 0,46 kg mês<sup>-1</sup>, no 72º mês; (iii) a taxa total de crescimento relativo diminuiu progressivamente com a idade, variando de 0,21 kg kg<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, no 3º mês, a 0,03 kg kg<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, no 72º mês, provavelmente por decréscimos na taxa assimilatória líquida e na razão de área foliar; e (iv) o cafeeiro conilon apresentou padrão sigmoide de crescimento. Esses resultados sugerem que, com o envelhecimento da lavoura, estabelece-se gradualmente um desequilíbrio entre a área foliar (associada à fotossíntese) e a massa seca total da planta,

que passa a ser constituída basicamente pelo excesso de ramos ortotrópicos, que se tornam fortes drenos por fotoassimilados. Como não há crescimento compensatório, principalmente em área foliar, o vigor das lavouras se reduz gradualmente e, da mesma forma, a produtividade. Tomadas em conjunto, essas informações indicam, de forma contundente, a importância e a necessidade de realização da poda na lavoura de café conilon (BRAGANÇA, 2005).

### 3 SISTEMA RADICULAR

Informações sobre a fisiologia do sistema radicular do cafeeiro são, sobretudo, incipientes se comparadas ao volume de informações atualmente disponível para a parte aérea. Essa escassez de pesquisa deve-se, em grande parte, às dificuldades para acessar o sistema radicular em condições naturais. Registre-se, ainda, que informações sobre o crescimento de raízes do café conilon são bem mais escassas que as disponíveis para o café arábica. De qualquer forma, recomenda-se a revisão de Rena e DaMatta (2002), na qual se discutem, de forma detalhada, vários aspectos relacionados à morfologia e ecofisiologia do sistema radicular do cafeeiro.

Apesar de existirem relatos na literatura de que a maior robustez do café robusta esteja associada à maior extensão e eficiência de seu sistema radicular, tanto na absorção de água como de nutrientes, o sistema radicular do café conilon apresenta alta plasticidade em resposta a diversos fatores. Logo, sua morfologia, arquitetura, profundidade e distribuição no solo, assim como ocorre no café arábica, pode depender da idade da planta (BRAGANÇA, 2005), do tipo de irrigação e do manejo nutricional adotados (BARRETO et al., 2006), da relação entre fonte e dreno (ALVES et al., 2011), do método de formação de mudas, i.e., se propagadas vegetativamente ou a partir de sementes (JESUS; CARVALHO; SOARES, 2006; PARTELLI et al., 2006, 2014b; SILVA et al., 2010), das características químicas do solo (MOTA et al., 2006), da calagem em subsuperfície (RODRIGUES et al., 2001), das práticas culturais (RENA; GUIMARÃES, 2000; RENA; DaMATTa, 2002), da competição e das espécies de plantas daninhas (RONCHI; TERRA; SILVA, 2007), da densidade de plantio (CASSIDY; KUMAR, 1984; RONCHI et al., 2015b); e do material genético (ALFONSI et al., 2005; BRAGANÇA, 2005; PINHEIRO et al., 2005; SILVA et al., 2010; COVRE et al.,

2013; RONCHI et al., 2015b).

Trabalhos recentes, realizados ao longo de vários anos no Município de Vila Valério, região norte do Espírito Santo produtora de café conilon, apontaram que, apesar de a produtividade de plantas propagadas por estacas ser maior que aquelas propagadas por sementes, ambas as formas de propagação originaram sistemas radiculares semelhantes (PARTELLI et al., 2006, 2014b). Portanto, o sistema radicular do café conilon, principalmente as raízes absorventes (menores que 1,0 mm de diâmetro), avaliado por meio da área, comprimento e volume de raízes por volume de solo, seja em plantas oriundas de propagação vegetativa ou semínifera, concentra-se na camada superficial do solo: de 40% a 50% até 0,1 m e de 60% a 65% até 0,2 m de profundidade (Figuras 1 e 2), com padrão marcante de redução, à medida que se aprofunda no perfil do solo (PARTELLI et al., 2006; 2014b). Essa redução é explicada, parcialmente, pela menor concentração de alguns macronutrientes em profundidade (PARTELLI et al., 2014b). Em todo o caso, na principal região produtora de café conilon do norte do Estado do Espírito Santo, em que predomina solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVd11), com presença de camada adensada subsuperficialmente, o sistema radicular pode concentrar-se na camada de 0-0,45 m de profundidade, apesar de uma pequena quantidade de raízes conseguir penetrar a camada adensada (SILVA et al., dados não publicados) (Figura 1).



**Figura 1.** Sistema radicular do cafeeiro conilon em lavoura adulta, em solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico com presença de camada adensada, Linhares/ES.

**Foto:** José Geraldo F. da Silva.

De certa forma, a estrutura e a distribuição das raízes do café conilon são semelhantes àsquelas do café arábica (RENA, 1998; RENA; DaMATTA, 2002; RONCHI et al., 2015b). Entretanto, ao se avaliar o sistema radicular de uma lavoura de conilon, cultivada no espaçamento de 2,0 x 1,0 m, Partelli et al. (2014b) constataram que o comprimento e o volume de raízes por unidade de solo foram maiores na região do solo, sob a copa, voltada para a entrelinha (onde as adubações de solo eram feitas), em comparação aos valores medidos entre plantas na linha. De forma contrária, em café arábica, Ronchi et al. (2015b) mostraram que a 0,25 m do tronco e, sobretudo, entre plantas adjacentes na linha de plantio, para diferentes espaçamentos de cultivo, é a região do solo onde se concentra o sistema radicular do cafeeiro (terceira safra), provavelmente, em decorrência da presença do sistema de fertirrigação nessa posição. De qualquer forma, a distância efetiva do sistema radicular de *C. canephora* cv. Apoatã não ultrapassa 0,8 m do tronco, no sentido da entrelinha (BARRETO et al., 2006).

Mesmo diante do fato de que a irrigação permite a formação de mudas clonais com um sistema radicular mais vigoroso (Figura 3), é preciso considerar que a irrigação afeta o padrão de crescimento radicular, reduzindo a profundidade de penetração da raiz pseudopivotante e estimulando o desenvolvimento de raízes primárias e secundárias nas camadas mais superficiais do solo (RENA, 1998). Com efeito, em lavouras adultas de diferentes cultivares de café arábica, cultivadas sob fertirrigação no cerrado mineiro, a abundância de raízes por volume de solo é maior a 0,1 m que a 0,2 m ou 0,4 m de profundidade para vários arranjos de plantas na linha de cultivo (RONCHI et al., 2015b). Não obstante, esses mesmos autores verificaram que a redução no espaçamento, entre plantas, na linha promoveu aumento na massa de matéria seca, comprimento, volume e área superficial total de raízes por volume de solo, sem alterar o comprimento e a superfície específica de raízes e sem aprofundar o sistema radicular. Assim, os resultados obtidos em café arábica por Ronchi et al. (2015b) corroboram e sustentam os argumentos de Guarçoni M. (2011), de que o aumento na densidade de plantas em lavouras de café conilon não precisa necessariamente ser acompanhado de uma elevação proporcional na aplicação de fertilizantes por área. Isso porque a maior abundância ou distribuição quantitativa de raízes por volume de solo, em cafeeiros adensados,

pode compensar um menor *input* de fertilizantes. Tomados em conjunto, esses resultados podem explicar, pelo menos em parte, as altas produtividades obtidas em lavouras de café conilon cultivadas em sistemas mais adensados, conforme se discute no capítulo 11 deste livro.

Outro fator que pode afetar a qualidade do sistema radicular do café conilon e que, no passado, constituiu-se em grandes problemas à cafeicultura

capixaba, é a formação de mudas a partir de estacas (clones) mantidas por longos períodos em tubetes. Nesse caso, verificam-se raízes mal-formadas e raquíticas (Figura 4). Essas mudas quando levadas ao campo, apresentam-se com raízes enoveladas, superficiais e deformadas (Figura 5). No longo prazo, observam-se redução da absorção de água e de nutrientes e morte de plantas, principalmente em anos de carga intensa (RENA, 1998).



**Figura 2.** Sistema radicular do cafeeiro conilon (clone 02) em lavoura adulta, na Fazenda Experimental de Marilândia/ES. Fotos: José Antônio Lani.



**Figura 3.** Sistema radicular de muda clonal de cafeeiro conilon irrigado aos 12 meses de idade.

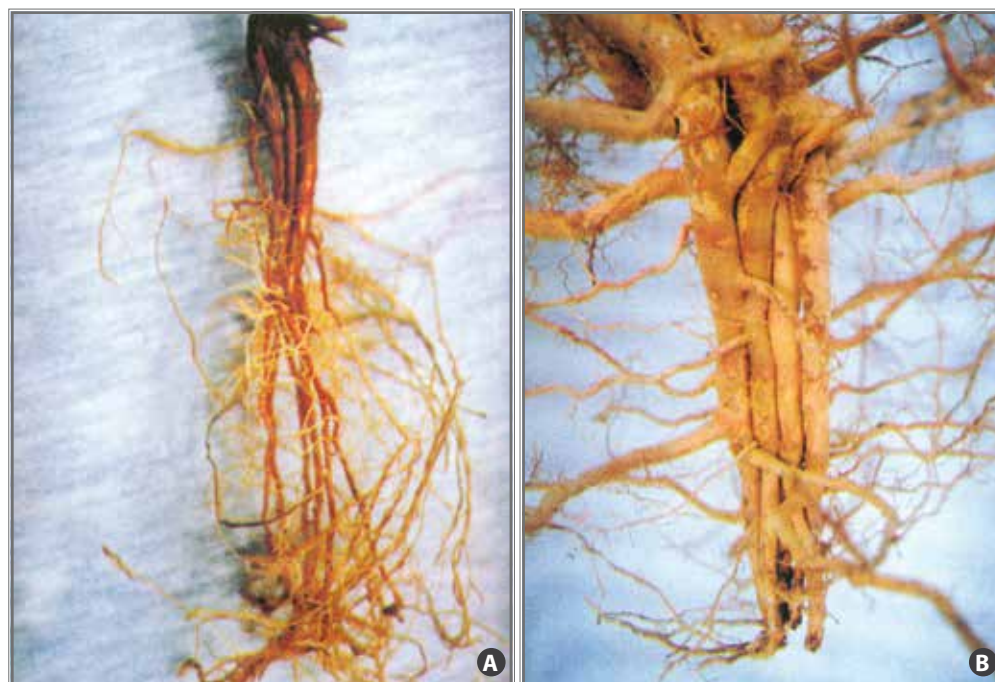
O volume, a área superficial, o comprimento e a quantidade de matéria seca de raízes de café conilon podem variar conforme o clone utilizado. Nesse contexto, Pinheiro et al. (2005) verificaram que a produção de massa seca de raízes por planta de café conilon com dez meses de idade, cultivada sem restrição hídrica, em vasos de 120 L, foi de 0,176; 0,187; 0,351 e 0,268 kg para os clones 14, 46, 109A e 120, respectivamente. É importante ressaltar que maior quantidade de massa seca de raízes não está, necessariamente, associada a maiores profundidades do sistema radicular. Por exemplo, nesse trabalho de Pinheiro et al. (2005), a profundidade média foi de 0,75 m nos clones 14 e 120, e de aproximadamente 0,50 m nos clones 46 e 109A. Esses resultados foram confirmados posteriormente por Silva et al. (2010) para os clones 120 e 109A, também cultivados em vasos. Esse conhecimento sobre o sistema radicular é importante, pois numa situação de *deficit* hídrico, o retardamento da desidratação, associado à profundidade, e não à matéria seca *per se* do sistema radicular, pode garantir maior tolerância à seca a alguns materiais genéticos.





**Figura 4.** Sistemas radiculares de mudas clonais de café conilon produzidas pelo processo de tubetes ou diretamente na sacola. Muda formada em tubete (A1); muda formada diretamente na sacola (A2); muda formada diretamente na sacola (B1); e muda formada em tubete (B2).

**Fotos:** A1 e A2 Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca; B1 e B2 Alemar Braga Rena.



**Figura 5.** Sistemas radiculares de mudas clonais de café conilon aos 12 (A) e 36 meses (B), originados de mudas feitas em tubetes e transferidas, tardiamente, para sacolinhas.

**Fotos:** Alemar Braga Rena.

Em mudas clonais formadas em viveiro, Covre et al. (2013) constataram que todos os clones que compõem a cultivar de café conilon 'Vitória Incaper 8142' apresentaram sistemas radiculares semelhantes quando eles foram avaliados pelo diâmetro médio ponderado e pelo volume de raízes. Todavia, os clones V3, V8 e V10 destacaram-se dentre os demais quanto à área superficial de raízes. Constata-se, portanto, que variações morfológicas dos sistemas radiculares de diferentes clones de café conilon podem ou não ocorrer dependendo da variável utilizada para sua quantificação. Isso também ocorre para o café arábica, assim como marcante variação entre cultivares (RONCHI et al., 2015b).

Bragança (2005) demonstrou em condições de campo que o sistema radicular do café conilon varia fortemente com sua idade. Nesse caso, a produção de biomassa seca do sistema radicular do cafeeiro conilon (clone 02) foi avaliada ao longo de 72 meses, após o transplântio, apresentando crescimento segundo o modelo logístico  $Y = 2,87/(1+26,13 e^{-0,0835 t})$ , de forma que aos 12, 36 e 72 meses (t), o cafeeiro apresentou 0,27; 1,25 e 2,69 kg planta<sup>-1</sup> de massa seca de raízes, respectivamente. Além desses resultados, Bragança (2005) verificou também que a taxa de crescimento absoluto do sistema radicular aumentou de 0,03 kg mês<sup>-1</sup>, no terceiro mês, até 0,18 kg mês<sup>-1</sup> no 40º mês, diminuindo a seguir até alcançar 0,05 kg mês<sup>-1</sup> no 72º mês, e que a taxa de crescimento relativo reduziu de 0,21 kg kg<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, no terceiro e sexto mês, a 0,02 kg kg mês<sup>-1</sup> no 72º mês, após o transplântio.

O sistema radicular do cafeeiro conilon também pode ser afetado pela carga pendente. Com efeito, em lavoura irrigada de café conilon (clone 02 - de maturação precoce), conduzida em livre crescimento, Bragança (2005) verificou que, num ano de superprodução (quarta safra - 200 sc. benef./ha, diferentemente dos anos anteriores, nos quais a produção foi regular e bem inferior), o sistema radicular do cafeeiro reduziu-se de 3,30 kg planta<sup>-1</sup>, em outubro, para 1,50 e 1,60 kg planta<sup>-1</sup> em janeiro e abril, respectivamente. Nesse caso, o crescimento foi retomado durante o inverno, de forma que, em julho e outubro seguintes, aqueles valores atingiram 2,18 e 3,5 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Esses resultados reforçam as hipóteses de que, em anos de carga elevada, há o esgotamento da planta e o

consequente comprometimento (morte) do sistema radicular, e de que há crescimento deste último durante o inverno, principalmente em lavoura irrigada. Em suma, em contraste ao observado na parte aérea, nos períodos secos e frios (inverno) ou secos e quentes (veranicos), acredita-se que o crescimento das raízes, principalmente daquelas de menor diâmetro e mais profundas, não cessa, uma vez que nas proximidades dessas raízes a temperatura do solo dificilmente atingirá níveis extremos (conquanto haja água disponível), se comparados à amplitude térmica a que a parte aérea está exposta. Portanto, a redução do crescimento da parte aérea parece preceder o crescimento do sistema radicular (RENA, 1998).

## 4 CRESCIMENTO REPRODUTIVO

### 4.1 FLORAÇÃO

O café é uma espécie tropical de floração gregária, ou seja, todas as plantas individuais de uma certa extensão geográfica florescem simultaneamente (RENA; BARROS, 2004). Todavia, um número variável de floradas com intensidades e temporalidades variáveis são, geralmente, observadas a campo. Em café conilon, as inflorescências (glomérulos) são formadas a partir de gemas seriadas (sendo um glomérulo por cada gema) localizadas aleatoriamente nas axilas das folhas de ramos laterais que se formaram na estação de crescimento do ano corrente, de forma que a floração depende estreitamente do crescimento dos ramos plagiotrópicos (MOENS, 1968, apud BARROS; MAESTRI; COONS, 1978). Silveira e Carvalho (1996) observaram, em café conilon, 3,3 glomérulos por axila foliar e 3,4 flores por glomérulo, em média. Portanto, apenas uma roseta de um dado ramo plagiotrópico produziria, potencialmente, de 22 a 24 chumbinhos. Avaliações conduzidas por Ronchi, DaMatta e Serrano (2006) em clones de café conilon de maturação precoce dos frutos parecem suportar essas considerações: imediatamente após a florada, no início da fase de chumbinho e, independentemente de irrigação, cada roseta localizada na porção mediana de ramos plagiotrópicos do terço superior da planta continha, de fato, uma média de 24 chumbinhos (Figura 6E).

Erroneamente, o termo floração muitas vezes é usado para designar apenas a abertura das flores de café (antese). Entretanto, a antese representa apenas uma (a última) das várias fases da floração. Segundo Rena e Barros (2004), esse processo complexo pode ser dividido em quatro fases: (i) iniciação; (ii) diferenciação; (iii) período de dormência do botão floral; e (iv) abertura da flor ou florada. Após as duas primeiras fases, a gema seriada, que poderia dar origem a um ramo ou a uma inflorescência, passa de vegetativa a reprodutiva, levando, irreversivelmente, à formação da inflorescência (RENA; MAESTRI, 1985; RENA; BARROS; MAESTRI, 2001; RENA; BARROS, 2004). Para o café conilon, particularmente, os eventos associados às fases iniciais da floração são totalmente desconhecidos. Na literatura, há menção a apenas um trabalho, realizado há aproximadamente seis décadas, em que se estudou a morfogênese ou morfologia de gemas de *C. canephora* cv. Robusta (MOENS, 1968, apud BARROS; MAESTRI; COONS, 1978). Verificou-se que o primórdio floral com altura inferior a 0,3 mm ainda não havia sofrido diferenciação, que ocorreu somente quando o ápice cônico e proeminente do meristema tornou-se largo e achatado. Externamente, a olho nu, a constatação de estípulas completamente comprimidas ao ramo lateral e de que o nó não mostra qualquer alargamento acima delas indica que a gema floral ainda não está diferenciada floralmente (MOENS, 1968, apud BARROS; MAESTRI; COONS, 1978).

Os botões florais, após passarem por um período de dormência, tornam-se sensíveis ou fisiologicamente maduros e reagem aos estímulos externos desencadeadores de um rápido crescimento, que dura cerca de dez dias, levando à abertura das flores. Em condições naturais, a florada em café é provocada pelas primeiras chuvas da estação após um período de seca (BARROS; MAESTRI; COONS, 1978; RENA; BARROS; MAESTRI, 2001), que ocorre, geralmente, em lavouras de conilon não irrigadas do Espírito Santo, em agosto/setembro. É importante ressaltar, entretanto, que informações acerca dos fatores luz, temperatura, disponibilidade hídrica, chuvas, relação carbono/nitrogênio, níveis de carboidratos, carga de frutos e hormônios, que supostamente regulam as diferentes fases da floração, são praticamente desconhecidos em café conilon, assim como os eventos de natureza bioquímica, fisiológica e morfológica, que ocorrem

na gema durante sua diferenciação, dormência e nos momentos que antecedem a florada. Mesmo para o arábica, o processo de floração não é conhecido em profundidade (BARROS; MAESTRI; COONS, 1978; RENA; BARROS; MAESTRI, 2001; RENA; BARROS, 2004; DaMATTA; CAVATTE; MARTINS, 2012).

O desenvolvimento do botão floral em café conilon, do período final de dormência até a antese, foi estudado em Linhares, em lavouras conduzidas com e sem irrigação apesar de as avaliações terem sido iniciadas tardiamente (segunda quinzena de junho), poucas semanas antes da antese, quando os botões florais estavam totalmente diferenciados, porém bem visíveis a olho nu (SILVEIRA; CARVALHO, 1996). Nesse caso, foram definidos quatro estádios de desenvolvimento de botões florais: achatado, ovalado de coloração verde, ovalado de coloração verde-clara e flor propriamente dita. Além disso, o número de botões por nó, em cada estádio, foi avaliado em várias épocas. Verificou-se que a irrigação atrasou o desenvolvimento do botão floral em relação àquele observado em lavouras não irrigadas: (i) aos 60 dias antes da florada, as plantas não irrigadas apresentavam a mesma porcentagem (~50%) de botões florais no estádio achatado e ovalado de coloração verde, ao passo que a porcentagem de cada um desses estádios nas plantas irrigadas era de 66% e 33%, respectivamente; (ii) aos 30 dias antes da florada, nas plantas sem irrigação, os únicos estádios de botões florais presentes nos nós eram praticamente flores (poucas) e, predominantemente, botões ovalados de coloração verde-clara; todavia, nas plantas irrigadas, nessa mesma época, havia aproximadamente 5% de botões achatados, 25% de botões ovalados de coloração verde e 60% de botões de coloração verde-clara; (iii) durante a florada, verificaram-se apenas flores nos nós das plantas não irrigadas, enquanto nas irrigadas, além de flores, 20% dos botões florais ainda estavam dormentes. Consequentemente, Silveira e Carvalho (1996) constataram que, apesar do maior número de glomérulos por axila foliar, as plantas irrigadas apresentaram menor número de flores por glomérulo que as plantas não irrigadas. Tomados em conjunto, esses dados sugerem, a exemplo do que ocorre com o café arábica (BARROS; MAESTRI; COONS, 1978; RENA; BARROS; MAESTRI, 2001; DaMATTA et al., 2007), que um período seco pode contribuir para a maturação mais concentrada e



antecipada dos botões florais de café conilon, com a concentração, no tempo, da florada.

#### 4.1.1 Concentração da florada pela imposição de *deficit* hídrico

Um problema importante relacionado à produção de café conilon (assim como na de café arábica) refere-se à grande variação nas porcentagens de grãos cerejas, verdes, passas ou secos, comumente verificada por ocasião da colheita (THOMAZINI et al., 2011). Essa desuniformidade de maturação dos frutos, além de causar inúmeros prejuízos diretos ou indiretos (RENA; BARROS, 2004; GUERRA et al., 2006; DaMATTA et al., 2007), compromete a qualidade final do café, sobretudo quando a porcentagem de grãos verdes aumenta e a de cereja diminui (THOMAZINI et al., 2011). Além disso, a colheita de grãos verdes, ainda não granados, pode acarretar quedas significativas de renda do café (perda de peso) (MATIELLO, 1998; SOUZA; SANTOS; VENEZIANO, 2005; MATIELLO et al., 2010).

Nas regiões não equatoriais em que comumente o cafeeiro conilon é cultivado, como, por exemplo, no norte do Estado do Espírito Santo e sul da Bahia, a desuniformidade de maturação dos frutos é praticamente inevitável, uma vez que ocorrem várias floradas no período de julho a novembro. Isso se dá por dois fatores principais (DaMATTA et al., 2007): *i*) a iniciação e diferenciação de cada gema floral, que são as primeiras fases do processo de floração do cafeeiro (verificadas no final do verão/início do outono), não ocorrem no mesmo momento. Consequentemente, nas fases finais da floração, as gemas ficarão maduras ou aptas para responder ao estímulo de abertura da flor em momentos diferentes; *ii*) a ocorrência de chuvas esporádicas, muitas vezes de baixa intensidade, durante as fases finais do desenvolvimento do botão floral (geralmente em agosto), leva à abertura daquelas poucas gemas maduras, geralmente originando floradas fracas e esparsas.

Os fatores (genético e climático) anteriormente discutidos são de difícil controle, particularmente nas lavouras não irrigadas. Todavia, nas lavouras irrigadas, sobretudo naquelas regiões em que predomina uma estação seca bem definida, entre maio e setembro (como comumente ocorre na principal região produtora de café conilon

brasileira, a região norte capixaba), o manejo da irrigação durante o período pré-florada pode ser a chave para obterem-se floradas concentradas. A aplicação de *deficit* hídrico controlado pela suspensão da irrigação, num período específico que antecede a abertura das flores, contribui para a concentração da florada. Isso está associado ao fato de que o *deficit* hídrico permite que maior número de gemas florais (aquelas mais atrasadas) complete os eventos morfológicos e fisiológicos necessários à sua completa maturação. Logo, mais gemas em toda a planta estarão aptas a se abrir de uma única vez, em resposta à chuva ou ao retorno da irrigação, levando ao que popularmente se denomina de concentração da florada no tempo (DaMATTA et al., 2007).

É possível, portanto, conseguir maior porcentagem de grãos cerejas em lavouras submetidas ao *deficit* hídrico, em comparação à daquelas irrigadas continuamente (MATIELLO et al., 2010; RONCHI et al., 2015a). Infelizmente, a implementação do *deficit* hídrico adequado, em condições de campo, é tarefa difícil, de forma que a definição da época ou momento adequado para a sua imposição é um dos aspectos de maior controvérsia acerca da concentração de florada no Brasil (SOARES et al., 2005). De qualquer forma, estabelecer datas fixas do calendário para suspender e retomar a irrigação, sem aferir o nível de *deficit* e o estágio do botão floral, como proposto por Guerra, Rocha e Rodrigues (2005) para o café arábica, carece de maior comprovação científica (RONCHI et al., 2015a).

Apesar desse método (uso de datas fixas) ser de fácil implantação pelos produtores, no que concerne ao manejo da irrigação, mesmo para as regiões com estação seca bem definida, diversos fatores como características do solo, temperatura e umidade relativa do ar e suas variações diárias, *deficit* de pressão de vapor, índice de área foliar do cafeeiro, espaçamento e orientação de plantio, idade da planta e arquitetura de copa, clones e cultivares, profundidade do sistema radicular, entre outras, afetam a taxa de perda d'água pelas plantas (DaMATTA et al., 2007; SILVA et al., 2009) e, consequentemente, o tempo necessário para se atingir o nível de *deficit* desejado e adequado à abertura floral para uma dada lavoura (SOARES et al., 2005; RONCHI et al., 2015a).

Para fundamentação teórica mais detalhada acerca



dos aspectos fisiológicos relacionados à aplicação do *deficit* hídrico para concentração da florada, recomenda-se a leitura de DaMatta et al. (2007) e Ronchi et al. (2015a). Ressalta-se, entretanto, que quase a totalidade de trabalhos publicados na última década sobre esse tema (ver referências em Ronchi et al., 2015a) refere-se à espécie *C. arabica*, e os resultados descritos são muito variáveis em função da diversidade de condições experimentais de cada trabalho. Para o conilon, apenas poucos trabalhos de cunho científico foram recentemente realizados, todos na região norte do Estado do Espírito Santo, cujos principais resultados são descritos a seguir.

No Município de Jaguaré/ES, Marsetti et al. (2013) avaliaram os efeitos de diferentes períodos de suspensão da irrigação (por aspersão) na uniformidade da florada do clone 02, com cinco anos de idade. Além do tratamento irrigado ininterruptamente, aqueles autores testaram a suspensão da irrigação por 3, 5, 7, 9 ou 12,5 semanas, a partir de 5 de julho, sendo a contagem de flores realizada no décimo dia após o fim de cada período, ou seja, dez dias após o retorno da irrigação. Constataram, então, que a porcentagem de flores (ou intensidade da florada) foi de 14%, 14%, 57%, 96% e 97%, respectivamente, para aqueles tratamentos com períodos de suspensão da irrigação, sem observarem qualquer efeito destes sobre o crescimento dos ramos plagiotrópicos. Isso indica, portanto, um efeito positivo da interrupção da irrigação na concentração da florada do conilon. Apesar de não terem quantificado o nível de *deficit* hídrico atingido ao final de cada período, o que seria primordial para a explicação dos resultados (RENA; BARROS, 2004; RONCHI et al., 2015a), Marsetti et al. (2013) concluíram que a baixa porcentagem de flores verificadas após três, cinco ou mesmo sete semanas de suspensão da irrigação ocorreu, pois o *deficit* hídrico foi aplicado em épocas inadequadas, quando a maioria dos botões florais ainda não estavam fisiologicamente maduros. E isso é uma das principais causas do insucesso do uso do *deficit* hídrico para concentração da florada do cafeeiro, como constatado para o café arábica (CRISOSTO; GRANTZ; MEINZER, 1992; SOARES et al., 2005; BOMFIM NETO, 2007; SILVA et al., 2009; RONCHI et al., 2015a).

Um resultado relevante encontrado por Marsetti et al. (2013) para o conilon, porém não discutido

pelos autores, foi o fato de que o tratamento sob irrigação contínua também proporcionou elevada porcentagem de flores (94%), semelhante à daquela de plantas sob *deficit* hídrico por mais de sete semanas. Provavelmente, essa florada originou-se após uma chuva ocorrida em fins de setembro, que quebrou a dormência dos botões florais fisiologicamente maduros, mas mantidos sob elevado potencial hídrico, pela alteração repentina nos componentes climáticos atmosféricos levando-os à antese, como também verificado e discutido recentemente para o café arábica (RONCHI et al., 2015a).

Em São Mateus/ES, Souza et al. (2014) avaliaram a uniformidade de maturação de frutos de nove clones da cultivar Vitória Incaper 8141 em resposta à suspensão da irrigação no período de 16/06 a 15/08 (60 dias), portanto, na pré-florada. Apesar de que aparentemente essa época não tenha sido a mais adequada para a imposição do *deficit* hídrico, devido à precocidade do desenvolvimento do botão floral, conforme discutido anteriormente, para Marsetti et al. (2013), a porcentagem média de cerejas, considerando todos os clones avaliados, aumentou significativamente de 71%, no tratamento sob irrigação contínua, para 76% naqueles tratamentos com aplicação de *deficit* hídrico. Entretanto, essa resposta positiva de aumento da porcentagem de cerejas, em detrimento aos outros estádios avaliados (verdes e secos), foi verificada apenas em seis dos nove clones avaliados. Ademais, a intensidade da resposta variou levemente entre esses seis clones. Dessa forma, além de se caracterizar um efeito discreto do *deficit* hídrico sobre a uniformidade de maturação dos frutos do café conilon, pode-se sugerir que essa resposta exhibe variações clonais, o que é explicável considerando-se que clones de conilon atingem diferentes níveis de *deficit* hídrico após um mesmo período de suspensão da irrigação, em decorrência das suas diferentes taxas de perda d'água (PINHEIRO et al., 2005; SILVA et al., 2013). Além disso, há o fato de que a magnitude do *deficit* hídrico é fator determinante para a quebra da dormência dos botões florais maduros (RONCHI et al., 2015a).

Considerando em conjunto as informações apresentadas até aqui, há praticamente um consenso para o arábica e, agora, para o conilon de que o estágio de desenvolvimento do botão

floral e o nível de *deficit* hídrico do cafeeiro, ambos associados às condições climáticas predominantes nas fases finais da floração, sejam os principais critérios a serem considerados para suspensão e retomada da irrigação, visando ao sucesso na concentração da florada. A ocorrência de uma estação seca bem definida favorece a aplicação do *deficit* hídrico nas lavouras irrigadas, garantindo floradas e maturação dos frutos mais uniformes e, conseqüentemente, melhoria na qualidade do café (SOUZA et al., 2014). Não obstante, outras vantagens secundárias da interrupção da irrigação são a economia de água, energia elétrica e mesmo de mão de obra (MARSETTI et al., 2013), podendo, portanto, reduzir significativamente o custo de produção do conilon.

Apesar dessas poucas evidências científicas, conclui-se que a técnica para concentração de florada do conilon pela sua exposição ao *deficit* hídrico é perfeitamente viável, todavia, não existe recomendação padrão ou receita acabada. Assim, faz-se mister monitorar o clima e fazer pesquisas aplicadas em cada situação para se definir, com precisão local, o melhor momento de aplicação do *deficit* hídrico (e sua magnitude), sem comprometer o crescimento, a produtividade e a longevidade da lavoura de conilon.

#### 4.2 FRUTIFICAÇÃO

Após a abertura das flores, inicia-se a fase de frutificação do cafeeiro, na qual ocorre o pegamento, o desenvolvimento e a maturação dos frutos. O pegamento final de frutos de café conilon, avaliado como a percentagem de frutos de café presentes nos ramos após a florada em relação ao número inicial de flores, foi de aproximadamente 30% para plantas não irrigadas ou irrigadas continuamente, ao passo que a maior taxa de queda de frutos ocorreu no final da fase chumbinho e, principalmente, durante a fase de expansão rápida dos frutos (SILVEIRA; CARVALHO, 1996). De forma semelhante, verificou-se, em café conilon, que o número médio inicial de 24 chumbinhos por roseta reduziu-se para aproximadamente 15 frutos-cereja por roseta, evidenciando uma queda de 38% de frutos nesse período (Figura 6) (RONCHI; DaMATTA; SERRANO, 2006). Além disso, essa queda ocorreu preponderantemente durante a fase inicial da

expansão rápida dos frutos, cujas causas prováveis são citadas e/ou discutidas por Rena, Barros e Maestri (2001) e Ronchi et al. (2005).

O período de crescimento ou desenvolvimento dos frutos é geralmente dividido, em café arábica, em cinco fases: fase 1 - chumbinho; fase 2 - expansão rápida; fase 3 - formação do endosperma; fase 4 - endurecimento do endosperma (granação); e fase 5 - maturação dos frutos. Essa divisão também pode ser aplicada ao café conilon. O padrão de crescimento segue, na maioria das vezes, um modelo sigmoidal duplo (LEON; FOURNIER, 1962; SALAZAR-GUTIÉRREZ et al., 1994), mas pode variar, dependendo das condições climáticas e da altitude (LAVIOLA et al., 2007), das variáveis utilizadas para medir o crescimento do fruto (e.g., comprimento, diâmetro, volume, massas seca e fresca), da frequência de medições, dos modelos estatísticos e das espécies (WORMER, 1964; SALAZAR-GUTIÉRREZ et al., 1994). Em café robusta, por exemplo, existem divergências quanto ao tipo de curva utilizado para caracterizar o crescimento de frutos nos poucos trabalhos publicados com essa espécie, no mundo (DANCER, 1964; RAMALAH; VASUDEVA, 1969; OYEBADE, 1976; SRINIVASAN; RAJU; VISHVESHWARA, 1978), apesar de Rena, Barros e Maestri (2001) sugerirem que o padrão sigmoidal seja comum a ambas as espécies, café arábica e robusta. Especificamente para o café conilon, Silveira (1996) verificou que o crescimento de frutos, com base no acúmulo de massa seca, seguiu o modelo sigmoidal duplo, quando cultivado sem irrigação, e o sigmoidal simples, quando irrigado. Recentemente, Partelli et al. (2014c) encontraram um padrão sigmoidal simples para o acúmulo de matéria seca de frutos de café conilon de maturação precoce (clone 12 V), intermediária (clone 10 V) e tardia (clone 13 V). Ademais, de forma geral, pode-se afirmar que a curva de acúmulo de macronutrientes pelos frutos desses clones seguiu um padrão similar ao daquele da matéria seca.

Atualmente, a grande maioria das lavouras de café conilon é formada por cultivares clonais, as quais são compostas por um determinado número de clones. Algumas dessas cultivares distinguem-se entre si fenotipicamente, basicamente, pela época de maturação dos frutos, ou seja, os frutos de todos os clones de uma determinada cultivar completam, simultaneamente, sua maturação, que pode ser precoce, intermediária ou tardia (BRAGANÇA et al.,

1993). Portanto, em relação à maturação, existem clones chamados precoces, intermediários e tardios. É importante ressaltar, entretanto, que a florada desses clones ocorre na mesma época, em agosto/setembro, por ocasião das “chuvas de florada”. Contudo, o período posterior, da abertura da flor à completa maturação (e colheita), é diferenciado para cada clone: clone precoce – 34 semanas (colheita em maio), clone intermediário – 41 semanas (colheita em junho), clone tardio – 45 semanas (colheita em julho) (BRAGANÇA et al., 1993, 2001). Resultados recentes também comprovaram essa variação entre clones quanto ao período necessário para a completa maturação do fruto, a qual ocorre aos 216, 244, 244 e 300 dias após a antese para clones de maturação precoce, intermediária, tardia e supertardia respectivamente (PARTELLI et al., 2014c). Mesmo apresentando idêntico padrão (sigmoidal) de crescimento, a duração de cada fase é variável de acordo com o clone analisado (PARTELLI et al., 2014c). Ressalte-se que a duração de cada fase e, conseqüentemente, o período total necessário para a completa maturação dos frutos dependem não apenas do material genético, mas da forte interação entre fatores como altitude, temperatura, disponibilidade hídrica e soma térmica (ou graus-dia) (LAVIOLA et al., 2007; PETEK; SERA; FONSECA, 2009).

Estudos sobre o padrão de crescimento dos frutos revestem-se de grande importância científica e agrônômica, pois a partir das curvas de crescimento é possível inferir as fases em que a demanda do fruto (e da planta) por água e nutrientes é mais ou menos pronunciada. Podendo-se, portanto, otimizar o manejo de água e de fertilizantes e, conseqüentemente, reduzir custos e aumentar tanto a produtividade da lavoura como a qualidade dos frutos. Nesse sentido, trabalho realizado em Sooretama/ES buscou determinar o padrão de crescimento de frutos de diversos clones de café conilon de maturação precoce, intermediária e tardia, cultivados com e sem irrigação (RONCHI; DaMATTA; SERRANO, 2006).

Considerando que o crescimento do fruto do café conilon se dá em cinco fases distintas, semelhantemente às daquelas para o café arábica, para cafeeiros de maturação precoce, elas teriam a seguinte duração (Figuras 6 e 7): fase 1 - estágio de chumbinho: da florada até a sexta semana seguinte duração de oito semanas; fase 2 - crescimento

rápido: da sexta à 16ª semana após a florada – duração de dez semanas; fase 3 - crescimento suspenso: da 16ª à 18ª semana após a florada – duração de duas semanas; fase 4 - granação: da 18ª à 28ª semana após a florada – duração de dez semanas; e fase 5 - maturação: da 28ª à 36ª semana após a florada – duração de oito semanas (RONCHI; DaMATTA; SERRANO, 2006). É importante ressaltar, contudo, que a transição entre fases é um processo contínuo (não abrupto) e, portanto, os limites inferiores e superiores ora definidos para cada fase são valores aproximados.

Durante a fase de chumbinho, não houve acúmulo de massa fresca (Figura 6A) e massa seca (Figura 6B) e, portanto, a taxa de crescimento foi praticamente nula (Figura 6C). Nessa fase, o teor de água do fruto (~86,5%; Figura 6D) e o número de frutos por roseta (Figura 6E) permaneceram inalterados. Ressalte-se que os frutos nessa fase não podem ser considerados dormentes, pois apresentam elevada taxa de respiração (CANNELL, 1976).

Durante a fase de expansão rápida, a massa fresca do fruto aumentou em aproximadamente 58 vezes (de 0,010 g para 0,580 g; Figura 6A), e a sua massa seca em 25 vezes (de 0,003 g para 0,075 g; Figura 6B), de forma que a taxa de crescimento, que era de 1,8 mg (massa fresca) por semana, no final da fase chumbinho, atingiu valores máximos de 124 mg (massa fresca) por semana (Figura 6C). Tanto o aumento na quantidade de massa seca como na quantidade de água contribuíram simultaneamente para explicar o aumento exponencial verificado na massa fresca do fruto. Todavia, a quantidade de água aumentou, proporcionalmente, mais que o aumento da massa seca, de forma que, durante a fase de expansão rápida, o teor de água no fruto atingiu seus valores máximos, superiores a 88% (Figura 6D). Nessa fase, provavelmente pela competição entre frutos por espaço na axila da folha, verificou-se a sua intensa queda chegando, em média, a dez frutos por roseta (Figura 6E).

Durante a fase 3, ainda houve um pequeno aumento na massa fresca e na massa seca do fruto; entretanto, ocorreu queda acentuada na taxa de crescimento relativa e redução discreta no teor de água no fruto (Figura 6). Acredita-se, a exemplo do que se verifica em café arábica (WORMER, 1964), que tanto o pergaminho como o fruto *per se* atinjam seus tamanhos máximos nessa fase.

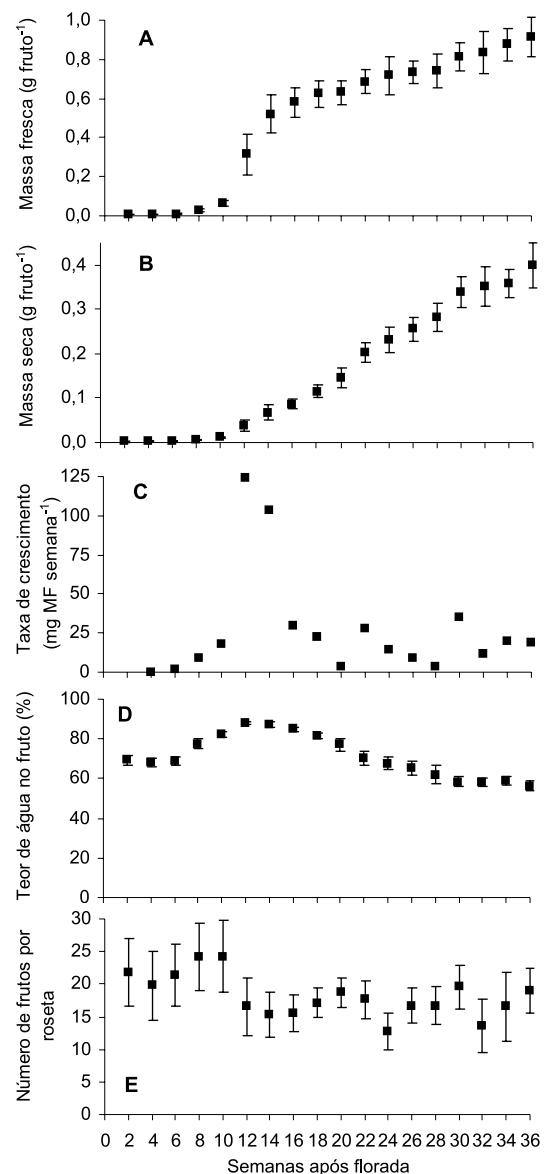
Durante a fase 4 ou período de enchimento do endosperma – granação (de meados de dezembro a meados de março), enquanto a massa fresca aumentou discretamente (18,5%), a massa seca do fruto teve significativa elevação de 143% (Figura 6C). Por causa desse aumento, o teor de água do fruto caiu para valores inferiores àqueles da fase chumbinho, ou seja, para 62% (Figura 6D).

Ao final da granação, a semente atinge sua maturidade fisiológica, quando sua massa seca máxima é atingida (ASTOLF et al., 1981). A partir de então, inicia-se a quinta e última fase do desenvolvimento do fruto, a maturação, que envolve, predominantemente, alterações no pericarpo (casca do fruto), cujo volume aumenta (RENA; MAESTRI, 1985). Isso pode explicar o pequeno aumento nas massas fresca e seca no fruto do café conilon nessa fase (Figuras 6A, B e C), uma vez que o teor de água praticamente não se altera (Figura 6D). Ainda, o teor de açúcares e a respiração da polpa do fruto aumentam durante o amadurecimento (CANNELL, 1971).

## 5 RELAÇÕES HÍDRICAS

As folhas do cafeeiro mantêm um elevado teor relativo de água, mesmo a potenciais hídricos consideravelmente negativos (DaMATTA et al., 1993, 2002a; PINHEIRO et al., 2005), provavelmente um meio de o café conilon evitar, em vez de tolerar, a dessecação (DaMATTA et al., 1993). Portanto, sintomas visíveis de murcha na folhagem são raros, a menos que a umidade do solo seja muito baixa. O alto teor relativo de água no ponto de perda de turgescência, usualmente próximo ou superior a 90%, parece estar largamente associado à alta rigidez da parede celular. Nesse ponto, os potenciais hídricos situam-se na faixa de -1,7 a -2,2 MPa em clones de café conilon irrigados, com valores mais negativos para clones não irrigados exibindo algum grau de ajustamento osmótico (aumento líquido na concentração de solutos do suco celular), conforme sumariado por DaMatta e Ramalho (2006). No entanto, o ajustamento osmótico, que em algumas espécies é associado com maior produtividade sob condições de seca, não é uma característica geral observada em café. Ademais, a desidratação foliar pode desenvolver-se mais rapidamente após a suspensão da irrigação em clones exibindo maior

amplitude de ajuste osmótico (DaMATTA, 2004b). Ressalte-se, ainda, que a tolerância à seca, tanto em café conilon como em arábica, não se correlaciona satisfatoriamente com o acúmulo de solutos não tóxicos osmoticamente ativos (e.g., prolina e compostos de amônio quaternário), associado com o ajuste osmótico. Não obstante, o acúmulo desses solutos parece um indicador sensível do *status* hídrico foliar do cafeeiro (MAESTRI et al., 1995).

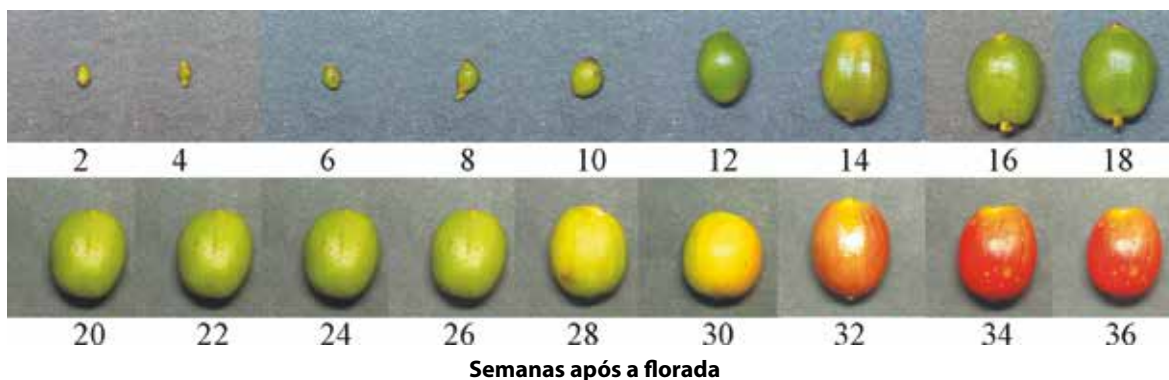


**Figura 6.** Variações da massa fresca (A), massa seca (B), taxa de crescimento (C), teor de água (D) e do número de frutos de café por roseta (E), durante a frutificação de clones (48 e 67) de café conilon de maturação precoce.

**Fonte:** Ronchi, DaMatta e Serrano (2006).

**Nota:** A antese ocorreu no dia 2 de setembro de 2005 (Média ± desvio padrão; n = 12; MF = massa fresca).





**Figura 7.** Estádios de desenvolvimento do fruto de clones de café conilon de maturação precoce.

**Fonte:** Ronchi, DaMatta e Serrano (2006).

**Nota:** A primeira avaliação foi realizada no dia 14 de setembro de 2005, duas semanas após a antese. Fase 1 - chumbinho: da antese à 6ª semana; fase 2 - expansão rápida: da 6ª à 16ª semana; fase 3 - formação do endosperma: da 16ª à 18ª semana; fase 4 - granação: da 18ª à 28ª semana; fase 5 - maturação: da 28ª à 36ª semana.

Em um experimento com plantas jovens de conilon cultivadas em vasos, DaMatta et al. (2002a, 2002b) observaram que aplicações extras de nitrogênio não afetaram o comportamento estomático, independentemente do *status* hídrico foliar, mas acarretaram aumentos na rigidez da parede celular e provocaram ajustamento osmótico, quando as plantas foram submetidas à seca. Conjuntamente, esses resultados devem produzir menores potenciais hídricos na planta, para um dado grau de hidratação, o que favoreceria o aumento da eficiência de absorção da água do solo. Resta demonstrar se esses efeitos são também observados com plantas no campo.

## 6 MOVIMENTO ESTOMÁTICO E TRANSPIRAÇÃO

Comparativamente, o café conilon apresenta maior densidade estomática, mas com estômatos menores que no café arábica os quais são predominantemente do tipo paracítico, enquanto no conilon predomina o tipo actinocítico (CARVALHO et al., 2001). Em ambas as espécies, o fechamento estomático tem sido frequentemente considerado como o indicador primário do *deficit* hídrico (DaMatta, 2004a, 2004b). Pinheiro et al. (2005) demonstraram que a condutância estomática (grosso modo, uma medida da abertura do estômato) decresce curvilinearmente com a redução da disponibilidade hídrica, sugerindo alta sensibilidade estomática ao desenvolvimento de *deficit* hídricos na planta de café conilon.

No entanto, esses autores observaram rápida recuperação (1-2 dias) da hidratação foliar e da condutância estomática, que alcançaram valores típicos de cafeeiros irrigados continuamente, após reirrigarem clones de conilon severamente desidratados. Isso foi acompanhado da recuperação completa das taxas de fotossíntese (PINHEIRO; DaMatta, resultados não publicados). Concomitantemente, esse comportamento parece ser de grande importância na determinação do rápido restabelecimento do crescimento e desenvolvimento da copa do café após períodos prolongados de seca e atesta um alto grau de tolerância à seca ao café conilon (DaMatta; RENA, 2001; DaMatta; RAMALHO, 2006).

O estômato do café conilon pode responder às variações na demanda evaporativa da atmosfera independentemente do *status* hídrico foliar (PINHEIRO et al., 2005). De modo geral, clones de conilon mostram alta sensibilidade estomática à demanda evaporativa, mas aparentemente menor que a das cultivares de arábica (DaMatta, 2004a; DaMatta; RAMALHO, 2006). Essa menor sensibilidade estomática do conilon pode estar associada a uma maior condutância hidráulica do xilema e maior densidade de venação foliar (SILVA; DaMatta, resultados não publicados), o que favoreceria uma reposição mais rápida da água perdida pela transpiração, com consequente manutenção, por mais tempo, da abertura estomática, garantindo maiores taxas de influxo de CO<sub>2</sub> e, pois, maiores taxas fotossintéticas ao longo do tempo. Isso pode explicar, pelo menos em parte,

o porquê de genótipos de conilon responderem melhor à irrigação que os de arábica (DaMATTA, 2004a, 2004b). Salienta-se, contudo, que há clones de conilon (e.g., 109A) que pouco respondem às variações da demanda evaporativa (PINHEIRO et al., 2005) e, por essa razão, sofrem desidratação relativamente rápida em períodos de estiagem, o que concorre para uma baixa tolerância à seca. No entanto, a sensibilidade estomática às variações da umidade relativa do ar aumenta substancialmente no clone 109A, quando enxertado sobre o clone 120, assemelhando-se à dos pés-francos do último. De modo oposto, no clone 120 enxertado sobre o clone 109A, a sensibilidade estomática à umidade relativa diminui (SILVA et al., 2010). Essas respostas estão provavelmente associadas a sinais radiculares (e.g., ácido abscísico) que estariam envolvidos no controle das trocas gasosas da parte aérea (SILVA, LOUREIRO, DaMATTA, resultados não publicados). De qualquer modo, os resultados de SILVA et al. (2010) sugerem que a enxertia, com o uso de porta-enxertos tolerantes à seca, pode ser uma técnica para aumentar a tolerância do café conilon ao *deficit* hídrico.

A resposta direta do estômato a variações na umidade relativa tem consequências importantes no que respeita à capacidade da planta de suportar períodos relativamente longos de *deficit* hídrico no solo associados a condições de alta demanda evaporativa na atmosfera. Sob tais condições, o rápido fechamento do estômato seria vantajoso para o cafeeiro, visto que isso resultaria em diminuição substancial da transpiração. Por outro lado, sob disponibilidade hídrica adequada ou sob períodos curtos de *deficit* hídrico, a sensibilidade do estômato à umidade do ar seria desvantajosa. Nessas condições, a maximização da absorção do CO<sub>2</sub> para a fotossíntese passaria a ter maior importância que a redução da transpiração, em termos de manutenção da produtividade, sob condições de seca (DaMATTA, 2003).

Em geral, a condutância estomática é maior em plantas (ou folhas) à sombra que a pleno sol. Os maiores valores de condutância estomática são observados nas primeiras horas da manhã e declinam após as 09:00-10:00 h, podendo alcançar valores negligenciáveis à tarde, associados a altas irradiâncias, temperatura e *deficit* de pressão de vapor (RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2013). Entretanto,

em virtude da forte interação entre as respostas dos fatores abióticos mencionados, é muito difícil isolar os seus efeitos. De qualquer modo, aparentemente a temperatura e o *deficit* de pressão de vapor, mas não a radiação fotossinteticamente ativa, seriam os fatores mais importantes no controle do comportamento estomático do conilon, desde que a irradiância esteja acima de um valor crítico (DaMATTA, 2004b).

## 7 FOTOSSÍNTESE E PRODUTIVIDADE

As taxas de fotossíntese líquida do café conilon são relativamente baixas (DaMATTA; MAESTRI; BARROS, 1997; DaMATTA et al., 2000; LIMA et al., 2002; DaMATTA, 2003; PINHEIRO et al., 2004, 2005; RONCHI et al., 2005; PRAXEDES et al., 2006; MORAIS et al., 2012b; SILVA et al., 2013) registrando-se, até então, valores máximos em torno de 11-12  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  para folhas isoladas (PINHEIRO et al., 2004; SILVA et al., 2013). Isso indica que o conilon, assim como as cultivares de café arábica, exibe baixa eficiência fotossintética em relação à da maioria das plantas lenhosas (CANNELL, 1985). Por outro lado, a capacidade fotossintética (fotossíntese potencial), determinada sob luz e CO<sub>2</sub> saturantes e à temperatura ótima, alcança valores da ordem de 30 a 35  $\mu\text{mol O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (DaMATTA; MAESTRI; BARROS, 1997; CAMPOSTRINI; MAESTRI, 1998; DaMATTA et al., 2001). Os mecanismos que explicariam os baixos valores das taxas fotossintéticas do cafeeiro estão associados, fundamentalmente, a uma alta resistência à difusão do CO<sub>2</sub>, desde a atmosfera até o cloroplasto (tanto em níveis de estômato como de mesofilo) (MARTINS et al., 2014b).

A comparação entre os vários resultados disponíveis na literatura permite inferir que as cultivares de café arábica e clones de conilon exibem taxas máximas de fotossíntese líquida similares. No entanto, em face da provável maior sensibilidade estomática à demanda evaporativa do ar em arábica que em conilon, é lícito sugerir que o último possa manter, ao longo do dia, maior absorção cumulativa de CO<sub>2</sub>. Ademais, o conilon parece capaz de manter taxas fotossintéticas relativamente muito mais elevadas na época de baixo crescimento vegetativo (abril a setembro), quando comparadas às do café arábica (SILVA et al., 2004; MORAIS et al., 2012b). Por conseguinte, maiores taxas globais de fotossíntese,

tanto em escala diária como em escala anual, poderiam refletir-se na maior produção de frutos em conilon que em arábica, conforme frequentemente observado. Ademais, o café conilon é capaz de acumular grandes concentrações foliares de amido (~14% em base massa seca) sem qualquer retroinibição metabólica aparente da fotossíntese (MORAIS et al., 2012b).

Considerando-se que 90-95% da massa seca das plantas se derivam da fotossíntese, não é difícil perceber que a produção depende, direta ou indiretamente, da magnitude das taxas fotossintéticas (KHANNA-CHOPRA, 2000). Com efeito, clones de maturação precoce, que têm uma maior demanda por assimilados dentro de um prazo mais curto (maior demanda dos drenos), exibem maiores taxas fotossintéticas acopladas a maiores condutâncias estomáticas (MORAIS et al., 2012b). Coerentemente, Partelli et al. (2014c) constataram que clones de maturação precoce exibem maior taxa de acúmulo de matéria seca de frutos, assim como de nutrientes, em comparação a clones de maturação mais tardia. Os mecanismos fisiológicos pelos quais aumentos na capacidade fotossintética estão associados com o padrão de maturação de frutos são completamente desconhecidos. Em todo o caso, a existência de um padrão de regulação da fonte (capacidade fotossintética das folhas) pela maior demanda dos drenos (frutos) pode abrir novas oportunidades dentro das fronteiras da fisiologia molecular para verificarem-se genes e fatores de transcrição que poderiam auxiliar no aumento da compreensão dos mecanismos que governam as relações fonte/dreno em café. Não obstante, é pouco provável que diferenças clonais de produtividade estejam fundamentalmente associadas com potenciais variações nas taxas de fotossíntese líquida de folhas isoladas (CAMPOSTRINI; MAESTRI, 1998; DaMATTA et al., 2000). Provavelmente, essas diferenças estariam associadas mais diretamente com a manutenção de uma área foliar sadia (maiores taxas de fotossíntese da planta inteira, ao longo do tempo) e com uma arquitetura de copa mais favorável à maximização das trocas gasosas. Além disso, alterações nas condições de crescimento podem promover alterações não somente na magnitude das taxas de fotossíntese, mas também na partição de assimilados entre órgãos vegetativos e reprodutivos, modificando, portanto, o índice de

colheita, aspectos esses virtualmente inexplorados em café.

## 8 ESTRESSE OXIDATIVO

No metabolismo celular, uma consequência inevitável das reações de transporte de elétrons do cloroplasto é a transferência de elétrons para o oxigênio molecular levando à formação de espécies reativas de oxigênio. No aparelho fotossintético, isso pode causar estresse oxidativo, fenômeno comum promovido por vários tipos de estresses (e.g., seca, salinidade, extremos de temperatura, adubação deficiente), que geram um decréscimo no consumo de energia sem uma redução significativa na sua absorção (DaMATTA; RAMALHO, 2006). Proteção contra o estresse oxidativo pode ocorrer a expensas de aumento na dissipação da energia de excitação por meio de carotenoides ou via metabolismo das espécies reativas de oxigênio, mediante maior atividade do sistema antioxidativo. Este, por sua vez, envolve moléculas de massas variáveis (e.g.,  $\beta$ -caroteno, ascorbato, glutatona) e enzimas antioxidativas (e.g., dismutase do superóxido, peroxidases etc.).

No cafeeiro, como na maioria das plantas  $C_3$ , a fotossíntese é saturada a cerca de 1/3 da irradiância máxima incidente sobre a copa, i.e., cerca de 550-700  $\mu\text{mol}$  (fótons)  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  em folhas expostas (DaMATTA; MAESTRI, 1997; RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2013). A irradiância excedente absorvida pela folha, se não dissipada satisfatoriamente, pode acarretar perda do controle do metabolismo das espécies reativas de oxigênio, levando à ocorrência de danos fotooxidativos (DaMATTA; RAMALHO, 2006), popularmente conhecidos como escaldadura. Esses danos se manifestam pelo aparecimento de áreas cloróticas, que evoluem para a necrose, levando, pois, à abscisão foliar.

A pleno sol, cafeeiros bem adubados e irrigados devem dissipar satisfatoriamente o excesso de energia radiante que recebem (RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2013) e, portanto, a escaldadura, caso ocorrente, deve afetar apenas marginalmente a produção do cafezal. Isso explicaria, pelo menos em parte, o sucesso do cultivo do conilon, como também das cultivares arábicas a pleno sol (DaMATTA; MAESTRI, 1997), ainda que as

espécies sejam originalmente de ambientes sombreados. Por outro lado, sob certas condições, os mecanismos de defesa da planta podem não ser suficientes para dissipar a energia excedente e, nesse caso, a ocorrência de escaldadura pode ser bastante expressiva. Entre tais condições, destacam-se: cafezais mal-adubados, carga grande de frutos, *deficit* hídrico e extremos de temperatura ou qualquer outro motivo que leve ao depauperamento da planta. Esses fatores, combinados ou não, geralmente resultam no aparecimento da escaldadura, culminando com a abscisão da folha. Nessas condições, a incidência de bicho-mineiro, cercóspera e ferrugem usualmente aumenta, também levando à abscisão foliar. Desse modo, não somente a folhagem exposta mas também as folhas mais internas da copa passam a receber irradiância superior à necessária para saturar a fotossíntese, o que potencializa mais ainda a abscisão das folhas. Em muitos casos, o ramo seca ou pouco cresce, acarretando quebra de produção na colheita seguinte. O sombreamento, nesse contexto, poderia minimizar, sobretudo, a ocorrência da escaldadura, especialmente se associado à irrigação (DaMATTA; RENA, 2002).

Lima et al. (2002), avaliando dois clones de café conilon sob condições de seca, observaram aumentos muito maiores na atividade do sistema antioxidante do clone 120 (tolerante à seca) que no clone 109A (sensível à seca). Os autores também mostraram que a extensão de danos celulares foi substancialmente menor no clone tolerante que no sensível à seca, o que os levou a propor que a tolerância à seca no conilon poderia, pelo menos em parte, estar associada a um incremento da atividade do sistema antioxidante. Resultados de Pinheiro et al. (2004) indicaram que o clone 120, capaz de tolerar períodos de seca relativamente longos com produção aceitável nessa condição, demonstrou maior capacidade de tolerar o estresse oxidativo induzido pelo herbicida paraquat que outros clones avaliados (14, 46, 109A). Esses dados foram reforçados pelos resultados de Menezes (2005), que observou que a atividade de uma enzima do sistema antioxidante (dismutase do superóxido) foi máxima a concentrações de paraquat da ordem de 20  $\mu$ M, enquanto no clone 109A a atividade da enzima foi virtualmente nula. Diante dessas informações, DaMatta e Ramalho (2006) propuseram que um sistema antioxidante

mais eficiente pode ter uma função decisiva na tolerância à seca em café, particularmente em clones de conilon que favorecem a produção em detrimento da sobrevivência. Sistemas antioxidantes mais robustos permitiriam, pois, maior tolerância protoplasmática à dessecação.

Em condições de altas temperaturas e baixa umidade relativa, o sombreamento do café conilon pode minimizar os efeitos deletérios da alta demanda evaporativa da atmosfera (PEZZOPANE et al., 2011; PARTELLI et al., 2014a) e, desse modo, promover melhorias no desempenho fotossintético e reduzir potenciais danos oxidativos (RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2013). Não obstante, parece haver variabilidade clonal no que respeita às respostas fotossintéticas à disponibilidade de luz (RODRÍGUEZ-LÓPEZ et al., 2013). Pesquisas são necessárias, portanto, para explorar essa variabilidade, com vistas à indicação de clones mais promissores para serem utilizados em sistemas agroflorestais (sombreados).

## 9 TOLERÂNCIA À SECA

No Brasil, e especialmente no Espírito Santo, o cultivo do café conilon tem-se expandido para áreas onde a deficiência hídrica é o principal fator limitante à produção. Para melhorar o rendimento de cafeeiros em ambientes com restrição hídrica, melhoristas têm procurado selecionar genótipos que produzam razoavelmente bem nesses ambientes. Isso nem sempre é tarefa fácil, em razão da variabilidade da precipitação ao longo dos anos e da natureza poligênica da tolerância à seca (DaMATTA, 2004b). Uma abordagem complementar para melhorar o desempenho do conilon em regiões sujeitas à seca residiria na seleção de índices e parâmetros adequados que permitam identificar materiais genéticos com maior potencial de tolerância à seca. Estudos comparativos, tanto com plantas em vasos como no campo, têm evidenciado que, quando submetidos à deficiência hídrica, os clones tolerantes são capazes de manter melhor hidratação (potencial hídrico menos negativo) de seus tecidos que os clones sensíveis à seca (DaMATTA et al., 2000, 2003; PINHEIRO et al., 2004, 2005; PRAXEDES et al., 2006; SILVA et al., 2013). Essa estratégia explicaria o porquê de os clones tolerantes exibirem enrolamento e abscisão foliar mais tardiamente que os clones sensíveis à seca.



Ao longo de períodos prolongados de estiagem, contudo, melhor hidratação tem sido associada, em muitos casos, com estratégias de sobrevivência, e não com manutenção da produção sob condições de seca. Nesse contexto, o fechamento estomático eficiente, conforme observado em clones mais tolerantes à seca, parece estar associado a uma rede complexa de respostas envolvendo rotas de sinalização mediadas pelo ácido abscísico e pelo óxido nítrico (MARRACCINI et al., 2012). Em todo o caso, um fechamento estomático eficiente para limitar a transpiração concorre, ao mesmo tempo, para limitar o influxo de CO<sub>2</sub> para a fotossíntese e, portanto, a produção. Por essa mesma razão, pouco adianta, também, manter uma área foliar sadia e, assim, o vigor, se esse comportamento estiver associado à restrição estomática às trocas gasosas da folhagem. Registra-se, não obstante, que a manutenção da área foliar pouparia recursos à planta que, de outro modo, teriam de ser despendidos para a recuperação da área foliar após períodos de estiagem (DaMATTA; RAMALHO, 2006).

Estudos conduzidos em Sooretama/ES têm mostrado grande diversidade genética entre clones de conilon no que respeita à produção sob condições de seca (FERRÃO et al., 2000a; 2000b). Nessa condição, observam-se clones sensíveis à seca, com baixo vigor, desfolha considerável e grande comprometimento da produção; e clones que exibem bom vigor, mas sem manter necessariamente produção relativamente elevada sob seca. Diferenças morfofisiológicas entre esses clones devem, portanto, responder grandemente por suas tolerâncias diferenciais à seca (DaMATTA; RAMALHO, 2006). A partir dos resultados de DaMatta et al. (2000, 2003), Pinheiro et al. (2004, 2005) e de Praxedes et al. (2006), sugerem-se três estratégias possivelmente envolvidas nessa tolerância diferencial:

(i) os clones sensíveis à seca mantêm um controle deficiente da transpiração (clone 109A), com seus estômatos respondendo de forma limitada à redução da disponibilidade de água do solo ou à demanda evaporativa da atmosfera. Alternativamente, ainda que exibam controle estomático satisfatório da transpiração, podem ter baixa capacidade de absorção da água, visto que têm sistemas radiculares mais superficiais (clone 46). Em quaisquer desses casos, a desidratação dos

tecidos é acelerada sob deficiência hídrica, levando ao colapso do metabolismo, culminando com perda considerável da área foliar e, em última instância, comprometendo irremediavelmente a produção. A exploração econômica desses clones requer, via de regra, a implementação de irrigação;

(ii) clones tolerantes com sistema radicular relativamente profundo, alta sensibilidade estomática à disponibilidade de água e baixas taxas do uso da água (baixa condutância hidráulica) postergam a desidratação de seus tecidos, mantendo um balanço hídrico favorável e, assim, o vigor. Não obstante, ao mesmo tempo que os estômatos se fecham para limitar a transpiração, restringem também o influxo de CO<sub>2</sub> para a fotossíntese e, por extensão, a produção é reduzida (clone 14). Clones com esse comportamento normalmente respondem de forma insatisfatória à irrigação se a demanda evaporativa da região for alta, isto é, ainda que haja disponibilidade adequada de água no solo, seus estômatos se fecham em resposta à baixa umidade relativa do ar, comprometendo a produção. Essa estratégia de tolerância à seca favorece a sobrevivência em detrimento da produção;

(iii) clones tolerantes com sistemas radiculares relativamente profundos e sensibilidade estomática satisfatória à disponibilidade de água, mas com alta condutância hidráulica, têm comportamento intermediário no que concerne à taxa de desidratação de seus tecidos sob seca (clone 120). Com disponibilidade adequada de água no solo, esses clones aliam taxas de transpiração relativamente elevadas (e, portanto, maior influxo de CO<sub>2</sub> para a fotossíntese) com rápida reposição da água transpirada. À medida que a disponibilidade de água do solo diminui, o sistema radicular relativamente profundo garantiria a manutenção parcial da absorção da água; no entanto, isso faz exaurir mais rapidamente as reservas de água do solo, concorrendo para o desenvolvimento de *deficit* hídricos internos. Esses clones, possivelmente, têm certo grau de tolerância protoplasmática (sistema antioxidante mais eficiente) à dessecação, o que preveniria o colapso do metabolismo celular. Normalmente, clones com esse comportamento produzem satisfatoriamente tanto em condições de seca como irrigadas, sendo, pois, denominados de clones de dupla aptidão.

Em suma, os principais componentes da adaptação diferencial à seca entre clones de conilon parecem ser comportamentais, sendo provavelmente governados pelas taxas de uso da água e/ou pela eficiência de extração da água do solo (DaMATTA et al., 2000, 2003; PINHEIRO et al., 2005; DaMATTA; RAMALHO, 2006), ou pela capacidade de condução do xilema (SILVA et al., 2013). De um ponto de vista molecular, diferentes mecanismos parecem envolvidos na tolerância diferencial à seca em conilon envolvendo rotas de sinalização dependentes e independentes do ácido abscísico (MARRACCINI et al., 2012; VIEIRA et al., 2013). Em todo o caso, avaliações fisiológicas sugerem que clones com produção relativamente elevada sob seca o fazem via manutenção de *status* hídrico adequado (via combinação de sistemas radiculares profundos e controle estomático satisfatório da transpiração) e manutenção da área foliar com folhas com orientação mais verticalizada. Além disso, características bioquímicas seriam também importantes, como a existência de sistema antioxidativo mais robusto e manutenção da capacidade de exportação (o que permitiria, por exemplo, o crescimento radicular e, assim, maior acesso a horizontes mais profundos do solo, de modo a aumentar a absorção de água). Essas características parecem não assumir o mesmo papel de destaque nos clones que favorecem a sobrevivência em detrimento da produção. Como um todo, essas informações sugerem a dificuldade de se estabelecer uma característica isolada capaz de prever adequadamente a tolerância à seca do conilon, em termos de manutenção da produção em ambientes sujeitos à restrição hídrica (DaMATTA; RAMALHO, 2006).

A despeito das considerações acima, Silva et al. (2013), ao explorarem a divergência funcional entre diversos clones de conilon, em termos de ganho de carbono e uso da água, demonstraram que clones com baixa densidade do caule apresentam maiores taxas de uso de água e ganho de carbono sob disponibilidade hídrica adequada. Sob seca, contudo, esses clones utilizam mais rapidamente a água disponível, o que gera sintomas mais precoces da seca, menor taxa fotossintética e menor acúmulo de biomassa. Esses autores sugeriram que a densidade do caule, um parâmetro de fácil mensuração, poderia ser usada para prever a tolerância à seca em conilon, além

de ser um integrador adequado das dicotomias existentes entre segurança e eficiência hidráulica do xilema no cafeeiro. Em outras palavras, clones com menor densidade do caule possuiriam uma maior capacidade de condução de seiva e, assim, seriam capazes de suportar maiores taxas de trocas gasosas e acúmulo de biomassa sob hidratação adequada. Sob seca, esses clones sofrem mais facilmente cavitação e embolia, situação que resulta em colapso hidráulico e menor capacidade de acúmulo de biomassa e sobrevivência. Enfatiza-se, não obstante, que tolerância à seca associada à conservação de água pode ser uma estratégia mais eficiente para sobrevivência do que para manutenção, dentro de certos limites, da produção de frutos.

Outro aspecto importante que vem sendo atualmente avaliado reside na análise fisiológica da tolerância à seca do cafeeiro na fase de muda, e se uma presumível tolerância na muda seria conservada na planta adulta, no campo. Os primeiros resultados parecem promissores. Se confirmados, seria possível a discriminação precoce de genótipos com maior potencial de tolerância à seca resultando em economia de tempo e otimização de recursos, porquanto se permitiria o descarte precoce de genótipos menos promissores, ou, de modo oposto, permitindo a concentração de esforços em materiais potencialmente mais produtivos, sobre os quais, em última instância, baseia-se um programa de melhoramento (CAVATTE et al., 2008; SILVA et al., 2013).

## 10 DIFICULDADES E AVANÇOS PARA A OBTENÇÃO DE CULTIVARES TOLERANTES À SECA

De modo geral, os progressos observados nos últimos 100 anos, no que respeita à obtenção de cultivares superiores em termos de tolerância à seca, têm sido muito tênues na grande maioria dos programas de melhoramento, independentemente da cultura explorada, diferentemente do que ocorre com o melhoramento visando à tolerância contra estresses bióticos e outros estresses abióticos (CAVATTE et al., 2012).

Faz-se necessário, primeiramente, definir o que é um genótipo tolerante à seca. Usualmente, os

melhoristas centram a sua atenção em genótipos que produzam mais que outros, quando submetidos ao *deficit* hídrico. Todavia, essa definição pode não ser a mais adequada. Considerando-se, por exemplo, dois clones de café conilon, A e B, que produzissem, respectivamente, 100 e 60 sc ha<sup>-1</sup> sob irrigação, e 50 e 40 sc ha<sup>-1</sup> num ano seco, sem irrigação, pergunta-se: qual deles seria o mais tolerante à seca? Certamente, o clone B, cuja produção teria sido reduzida em 33%, contra 50% no clone A, apesar da maior produção absoluta deste clone (porém, normalmente às expensas de maiores custos de produção). Em outras palavras, o clone B seria menos afetado pelo *deficit* hídrico e, portanto, seria mais tolerante à seca. Genótipos mais tolerantes à seca têm, normalmente, maior estabilidade de produção (mas geralmente com menor potencial produtivo), podendo ser recomendados para sistemas de produção com menor nível tecnológico, apesar de os clones de café conilon de aptidão dupla produzirem satisfatoriamente tanto com ou sem irrigação.

Enfatiza-se que a tolerância à seca é uma resultante de várias características (anatômicas, morfológicas, fisiológicas, moleculares), que se expressam diferente e concomitantemente, dependendo da severidade e da taxa de imposição do *deficit* hídrico, da idade e das condições nutricionais da planta, do tipo e da profundidade do solo, da carga pendente de frutos, da demanda evaporativa da atmosfera, da face de exposição do terreno etc (DaMATTa, 2003). Portanto, a adoção de uma única estratégia de adaptação à seca é, certamente, inadequada para qualquer tipo de ambiente. De um ponto de vista fisiológico, muitos experimentos têm sido conduzidos com plantas em pequenos vasos, em casas de vegetação ou em salas de crescimento, submetendo-se as plantas a secas drásticas e rapidamente impostas. As respostas assim obtidas guardam pouco paralelismo com o que se observa no campo e, portanto, os resultados comparativos auferidos devem ser analisados com reserva. Além do mais, em muitos casos, as análises têm sido feitas em genótipos com diferentes graus de hidratação e, pois, não são rigorosamente comparáveis. Consequentemente, boa parte das informações geradas por fisiologistas, no que concerne à tolerância à seca, tem utilidade limitada para o melhorista, porquanto tais informações não podem ser convertidas em índices adequados para

a predição do comportamento de genótipos com tolerância diferencial ao *deficit* hídrico. A dissociação entre as informações básicas e as necessidades de informações aplicadas (ou aplicáveis) constituem-se num gargalo adicional para avançar-se na obtenção de materiais mais tolerantes à seca (CAVATTE et al., 2012).

Para o café conilon, apesar de não se ter nenhuma análise concreta da fração do ganho de produtividade associada com a tolerância *per se* à seca (ou ao manejo em si) de materiais genéticos de destaque, é lícito presumir-se que o Programa de Melhoramento do Incaper vem explorando adequadamente a variabilidade genética existente nas populações de café conilon. Isso parece bem ilustrado (i) com a cultivar clonal 'Vitória Incaper 8142', lançada em 2004, com produção média, em ensaios não irrigados, de 70,40 sc ha<sup>-1</sup>, contra uma produção média capixaba de 24,12 sc ha<sup>-1</sup> à época (FONSECA et al., 2004; FERRÃO et al., 2007); e (ii) com o lançamento, em 2013, de três novas cultivares clonais ('Diamante ES8112', 'ES8122 - Jequitibá' e 'Centenária ES8132') também com tolerância à seca, com produtividades superiores a 80 sc ha<sup>-1</sup> (FERRÃO et al., 2015a, 2015b, 2015c). Em todo o caso, devido ao estreitamento da base genética da espécie, com a adoção de cultivares clonais, os melhoristas têm que, continuamente, procurar desenvolver novos materiais genéticos com alto potencial produtivo, mesmo sob condições de seca. Espera-se que a utilização de critérios fisiológicos para auxiliar na identificação de genótipos superiores sob *deficit* hídrico, aliados a critérios fitotécnicos, facilitará sobremodo essa tarefa.

## 11 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O FUTURO DO CONILON

O aumento da temperatura e da concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> ([CO<sub>2</sub>]), associado às variações nos padrões de precipitação, constitui, em grande parte, o escopo das chamadas mudanças climáticas globais (DaMATTa et al., 2010). Dada a sensibilidade do cafeeiro às altas temperaturas, especialmente o café arábica, extensas áreas ocupadas pela cafeicultura, hoje consideradas aptas, passarão a ser marginais ou inaptas, como tem sido sugerido em estudos meteorológicos de simulação (ZULLO et al.,

2011). Em razão das exigências diferenciais relativas em termos de temperatura, entre o café arábica e o conilon, é mais que óbvio especular-se que o comportamento dessas espécies deverá variar em resposta às mudanças climáticas. Assim, algumas áreas hoje marginais ao café conilon, notadamente áreas do Sudeste do Brasil em altitudes superiores a 500 m, poderão ter parte de suas lavouras de arábica substituídas por conilon.

Uma vez que a taxa fotossintética do cafeeiro é grandemente limitada por restrições difusivas, e não por restrições bioquímicas (MARTINS et al., 2014a), sugere-se que o conilon tenha um grande potencial para aumentar o seu desempenho fotossintético com o aumento da  $[CO_2]$ . Portanto, a quantidade de  $CO_2$  sequestrada pelo cafeeiro deve aumentar, em termos relativos, muito mais do que se prevê para várias outras espécies perenes (MARTINS et al., 2014a), como o eucalipto. Com efeito, em experimentos de longa duração com café conilon (clone 153) cultivado em vasos, em câmaras de crescimento, têm-se observado maiores taxas de fotossíntese (49% maiores a uma  $[CO_2] = 700$  ppm em relação à  $[CO_2] = 380$  ppm) associadas com invariabilidade da condutância estomática, resultando em um excepcional incremento na eficiência do uso da água (RAMALHO et al., 2013). Por conseguinte, o aumento da  $[CO_2]$  provavelmente possibilitará ao cafeeiro produzir mais assimilados (e mais frutos) e usar menos água na ausência de outros estresses. Registra-se, ainda, que o aumento da temperatura *per se* impacta negativamente o desempenho fotossintético do conilon, mas esses efeitos podem ser largamente mitigados pelo aumento da  $[CO_2]$  (RAMALHO et al., 2014). Outro aspecto a se considerar reside na menor concentração de nutrientes (N, Mg, Ca e Fe) do conilon cultivado em alta  $[CO_2]$  (700 ppm) em relação à  $[CO_2]$  ambiente (380 ppm), mas tais decréscimos podem ser atenuados ou anulados pelo aumento da temperatura (MARTINS et al., 2014b), provavelmente um reflexo da menor expansão foliar, de modo a reverter os efeitos de diluição de nutrientes observados em decorrência da alta  $[CO_2]$ .

Grandes incertezas permanecem, contudo, sobre a produção e a qualidade da bebida em um cenário envolvendo incremento da  $[CO_2]$ , aquecimento global e alteração nos padrões de precipitação.

Por um lado, os aumentos esperados nas taxas fotossintéticas associadas com o incremento da  $[CO_2]$  implicarão numa melhor capacidade de enchimento do grão, o que pode resultar em melhor qualidade da bebida. Por outro lado, os impactos benéficos diretos do  $CO_2$  poderão ser reduzidos ou mesmo anulados por alterações em outros fatores do ambiente, como a elevada temperatura, que pode comprometer a produção e acelerar o crescimento e a maturação dos frutos, reduzindo a qualidade da bebida (DaMATTA; CAVATTE; MARTINS, 2012). Essas limitações e outras mudanças climáticas, como secas mais frequentes e severas, podem adicionalmente produzir novas condições limitantes para o crescimento do cafeeiro. Em conjunto, esses fatos bem ilustram a alta complexidade envolvida na previsão do impacto do aumento da  $[CO_2]$  e temperatura e outras mudanças climáticas ora em curso sobre a produção e qualidade do café.

## 12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento sobre a fisiologia do café conilon é incipiente, se comparado ao do café arábica. Nesse contexto, pouco se tem explorado sobre o crescimento vegetativo e, muito menos ainda, sobre o crescimento reprodutivo (floração e frutificação) do café conilon nos vários ambientes e sistemas de cultivo. As poucas informações disponíveis resumem-se a aspectos observacionais, sem a exploração pormenorizada dos mecanismos fisiológicos que explicariam aqueles processos. Pouco se conhece sobre a fisiologia do sistema radicular, apesar de alguns avanços terem ocorrido na elucidação de sua morfologia e distribuição no solo. Ademais, estudos sobre os componentes fisiológicos da produção são incipientes. Alguns aspectos sobre a fotossíntese e as relações hídricas têm sido explorados com algum grau de aprofundamento, mas as relações hormonais, o metabolismo do nitrogênio e de outros minerais, a partição de assimilados, entre outros, não têm sido estudados. O uso de ferramentas de biologia molecular para avançar-se na compreensão da fisiologia do café conilon é ainda embrionário e restrito a muito poucos laboratórios. Em resumo, as inúmeras deficiências no conhecimento sobre a fisiologia do café conilon têm produzido um campo fértil de desafios a serem vencidos em pesquisas vindouras.



Em um país com tantas carências de recursos humanos e financeiros para pesquisas básicas, e mesmo para aplicadas, espera-se que os esforços em investigação científica se voltem principalmente para aumentar a base de conhecimento sobre as interações fisiológicas do café conilon com o seu ambiente, de modo a subsidiar a racionalização do manejo da lavoura cafeeira em diferentes sistemas de produção.

### 13 REFERÊNCIAS

- ALFONSI, E. L.; FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C.; FAZUOLI, L. C. Crescimento, fotossíntese e composição mineral em genótipos de *Coffea* com potencial para utilização como porta-enxerto. *Bragantia*, v. 64, p. 1-13, 2005.
- ALVES, J. D.; PAGLIS, C. M.; LIVRAMENTO, D. E. do; LINHARES, S. S. D.; BECKER, F. B.; MESQUITA, A. C. Source-sink manipulations in *Coffea arabica* L. and its effect on growth of shoots and root system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 956-964, 2011.
- AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.
- ASTOLF, P. T.; PEDROSO, P. A. C.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Maturação de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo). *Científica*, v. 9, p. 289-294, 1981.
- BARRETO, C. V. G.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; SILVA, E. A. da; PIRES, R. C. de M. Distribuição espacial do sistema radicular do cafeeiro fertirrigado por gotejamento em Campinas. *Bragantia*, v. 65, p. 641-647, 2006.
- BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; COONS, M. P. The physiology of flowering in coffee: a review. *Journal of Coffee Research*, v. 8, p. 29-73, 1978.
- BOMFIM NETO, H. *Influência do deficit hídrico na floração do cafeeiro arábico, monitorado pelo desenvolvimento do botão floral e potencial hídrico da planta*. 2007. 36 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2007.
- BRAGANÇA, S. M. *Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (Coffea canephora Pierre)*. 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; SILVEIRA J. S. M. 'Emcapa 8111'; 'Emcapa 8121'; 'Emcapa 8131': primeiras variedades clonais de café conilon lançadas para o Espírito Santo. Vitória, ES: Emcapa, 1993. 2 p. (Emcapa. Comunicado Técnico, 68).
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café conilon para o Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, DF: v. 36, p. 765-770, 2001.
- CAMPOSTRINI, E.; MAESTRI, M. Photosynthetic potential of five genotypes of *Coffea canephora* Pierre. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 10, p. 13-18, 1998.
- CANNELL, M. G. R. Changes in the respiration and growth rates of developing fruits of *Coffea arabica* L. *Journal of Horticultural Science*, v. 46, p. 263-272, 1971.
- CANNELL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee bean yield – a review. *Kenya Coffee*, v. 41, p. 245-253, 1976.
- CANNELL, M. G. R. Physiology of coffee crop. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds.). *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London, Croom Helm, p. 108-134, 1985.
- CARVALHO, L. M. C.; SILVA, E. A. M.; AZEVEDO, A. A.; MOSQUIM, P. R.; CECOM, P. R. Aspectos morfofisiológicos das cultivares de cafeeiro Catuaí Vermelho e Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, DF: v. 36, p. 411-416, 2001.
- CASSIDY, D. M. S.; KUMAR, D. Root distribution of *Coffea arabica* L. in Zimbabwe. I. The effect of plant density, mulch, cova planting and shade in Chipinge. *Zimbabwe Journal of Agricultural Research*, v. 22, p. 119-132, 1984.
- CAVATTE, P. C.; MARTINS, S. C. V.; WOLFGRAMM, R.; DaMATTa, F. M. Physiological responses of two coffee (*Coffea canephora*) genotypes to soil water deficit. In: SANCHEZ, J. M. (Ed.). *Droughts: Causes, effects and predictions*. Nova Science Publishers, New York, p. 306-330, 2008.
- CAVATTE, P. C.; MARTINS, S. C. V.; MORAIS, L. E.; SILVA, P. E. M.; DaMATTa, F. M. The physiology of abiotic stresses. In: BOREM, A.; FRITSCHÉ-NETO, R. (Eds.). *Plant breeding for abiotic stress tolerance*. Springer, Berlin: p. 21-51, 2012.
- COVRE, A. M.; PARTELLI, F. L.; MAURI, A. L.; DIAS, M. A. Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café Conilon. *Revista Agro@ambiente*

On-line, v. 7, p. 193-202, 2013.

CRISOSTO, C. H.; GRANTZ, D. A.; MEINZER, F. C. Effect of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica* L.). *Tree Physiology*, v. 10, p. 127-139, 1992.

DaMATTA, F. M. Drought as a multidimensional stress affecting photosynthesis in tropical tree crops. In: HEMANTARANJAN, A. (Ed.). *Advances in Plant Physiology*, v. 5. Scientific Publishers, Jodhpur, p. 227-265, 2003.

DaMATTA, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. *Field Crops Research*, v. 86, p. 99-114, 2004a.

DaMATTA, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 16, p. 1-6, 2004b.

DaMATTA, F. M.; MAESTRI, M. Photoinhibition and recovery of photosynthesis in *Coffea arabica* and *C. canephora*. *Photosynthetica*, v. 34, p. 439-446, 1997.

DaMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 18, p. 55-81, 2006.

DaMATTA, F. M.; RENA, A. B. Tolerância do café à seca. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Tecnologias de produção de café com qualidade*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG: p. 65-100, 2001.

DaMATTA, F. M.; RENA, A. B. Ecofisiologia de cafezais sombreados e a pleno Sol. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *O estado da arte de tecnologias na produção de café*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG: p. 93-135. 2002.

DaMATTA, F. M.; CAVATTE, P. C.; MARTINS, S. C. V. Coffee physiology: growth, yield and quality. In: OBERTHUR, T.; LÄDERACH, P.; JURGEN POHLAN, H.A.; COCK, J. H. (Eds.). *Specialty coffee: managing quality*. International Plant Nutrition Institute, Norcross, p. 71-87, 2012.

DaMATTA, F. M.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Photosynthetic performance of two coffee species under drought. *Photosynthetica*, v. 34, p. 257-264, 1997.

DaMATTA, F. M.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S.; REGAZZI, A. J. Water relations of coffee leaves (*Coffea arabica* and *C. canephora*) in response to drought. *Journal of Horticultural Science*, v. 68, p. 741-746, 1993.

DaMATTA, F. M.; SILVEIRA, J. S. M.; DUCATTI,

C.; LOUREIRO, M. E. Eficiência do uso da água e tolerância à seca em *Coffea canephora*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, p. 907-910. 2000.

DaMATTA, F. M.; LOOS, R. A.; RODRIGUES, R.; BARROS, R. S. Actual and potential photosynthetic rates of tropical crop species. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 13, p. 24-32, 2001.

DaMATTA, F. M.; LOOS, R. A.; SILVA, E. A.; DUCATTI, C.; LOUREIRO, M. E. Effects of soil water deficit and nitrogen nutrition on water relations and photosynthesis of pot-grown *Coffea canephora* Pierre. *Trees*, v. 16, p. 555-558, 2002a.

DaMATTA, F. M.; LOOS, R. A.; SILVA, E. A.; LOUREIRO, M. E. Limitations to photosynthesis in *Coffea canephora* as a result of nitrogen and water availability. *Journal of Plant Physiology*, v. 159, p. 975-981, 2002b.

DaMATTA, F. M.; CHAVES, A. R. M.; PINHEIRO, H. A.; DUCATTI, C.; LOUREIRO, M. E. Drought tolerance of two field-grown clones of *Coffea canephora*. *Plant Science*, v. 164, p. 111-117, 2003.

DaMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 19, p. 485-510, 2007.

DaMATTA, F. M.; GRANDIS, A.; ARENQUE, B. C.; BUCKERIDGE, M. S. Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. *Food Research International*, v. 43, p. 1814-1823, 2010.

DANCER, J. The growth of the cherry of Robusta Coffee. I. Weight changes correlate with water availability during development. *New Phytologist*, v. 63, p. 34-38, 1964.

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). *Cultura do Cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafos, p. 87-114. 1986.

FERRÃO R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; SANTOS, L. P. Avaliação de clones elites de café conilon em condição de estresse hídrico no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café, p. 402-404. 2000a.

FERRÃO R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; SANTOS, L. P. Comportamento de clones elites

- de café conilon em condições de alta tecnologia no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café, p. 769-771. 2000b.
- FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; BRAGANÇA, S.M.; VERDIN FILHO, A.C.; VOLPI, P.S. Cultivares de café conilon. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A., BRAGANÇA, S.M., FERRÃO, M.A.G.; DE MUNER, L.H. (Eds.). *Café Conilon*. Vitória, ES: Incaper. p. 205-225, 2007.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. *Diamante ES8112*: nova variedade clonal de café conilon de maturação precoce para o Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2015a. (Incaper, documento 219b).
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. *ES8122 - Jequitibá*: nova variedade clonal de café conilon de maturação intermediária para o Espírito Santo. Vitória, ES: Incaper, 2015b. (Incaper, documento n. 220c).
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. *Centenária ES8132*: nova variedade clonal de café conilon de maturação tardia para o Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2015c. (Incaper, documento. 221c).
- FONSECA, A. F. A. da. FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. *Conilon Vitória – ‘Incaper 8142’*: variedade clonal de café conilon. Vitória, ES: Incaper, 2004, 24 p. (Incaper. Documento, 127).
- GUARÇONI M., A. Características da fertilidade do solo influenciadas pelo plantio adensado de café conilon. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, p. 949-958, 2011.
- GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C. Manejo do cafeeiro irrigado no Cerrado com estresse hídrico controlado. *Irrigação e Tecnologia Moderna*, v. 65-66, p. 42-45, 2005.
- GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C.; SANZONOWICZ, C. Manejo da irrigação do cafeeiro, com estresse hídrico controlado, para uniformização de florada. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Boas práticas agrícolas na produção de café*. Viçosa, MG: UFV, p.83-116. 2006.
- JESUS, A. M. S.; CARVALHO, S. P.; SOARES, A. M. Comparação entre sistemas radiculares de mudas de *Coffea arabica* L. obtida por estaquia e por sementes. *Coffee Science*, v. 1, p. 14-20, 2006.
- KHANNA-CHOPRA, R. Photosynthesis in relation to crop productivity. In: YUNUS, M.; PATHRE, U.; MOHANTY, P. (Eds.). *Probing photosynthesis*. London: Taylor & Francis, p. 263-280. 2000.
- LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D.; MENDONÇA, S. M. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: cálcio, magnésio e enxofre. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 1451-1462, 2007.
- LEON, J.; FOURNIER, L. Crecimiento y desarrollo del fruto de *Coffea arabica*. *Turrialba*, v. 12, p. 65-74, 1962.
- LIMA, A. L.; DaMATTa, F. M.; PINHEIRO, H. A.; TOTOLA, M. R.; LOUREIRO, M. E. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. *Environmental and Experimental Botany*, v. 47, p. 239-247, 2002.
- MAESTRI, M.; DaMATTa, F. M.; REGAZZI, A. J.; BARROS, R. S. Accumulation of proline and quaternary ammonium compounds in mature leaves of water stressed coffee plants (*Coffea arabica* and *C. canephora*). *Journal of Horticultural Science*, v. 70, p. 229-233, 1995.
- MARRACCINI, P.; VIEIRA, L. G. E.; VINECKY, F.; ELBELT, S.; VIEIRA, N. G.; CARNEIRO, F. A.; SILVA, V. A.; ALEKCEVETCH, J. C.; POT, D.; DA SILVA, F. R.; DaMATTa, F. M.; RAMOS, H. J. O.; SUJII, P. S.; ALVES, G. S. C.; FERRÃO, M. A. G.; LEROY, T.; ANDRADE, A. C. Differentially expressed genes and proteins upon drought acclimation in tolerant and sensitive genotypes of *Coffea canephora*. *Journal of Experimental Botany*, v. 63, p. 4191-4212, 2012.
- MARSETTI, M. M. S.; BONOMO, R.; PARTELLI, F. L.; SARAIVA, G. S. Deficit hídrico e fatores climáticos na uniformidade da florada do cafeeiro Conilon irrigado. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 7, n. 6, p. 371-380, 2013.
- MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; LIDON, F. C.; DaMATTa, F. M.; RAMALHO, J. C. Combined effects of elevated [CO<sub>2</sub>] and high temperature on leaf mineral balance in *Coffea* spp. plants. *Climatic Change*, v. 126, p. 365-379, 2014a.

- MARTINS, S. C. V.; GALMÉS, J.; CAVATTE, P. C.; PEREIRA, L. F.; VENTRELLA, M. C.; DaMATTA, F. M. Understanding the low photosynthetic rates of sun and shade coffee leaves: bridging the gap on the relative roles of hydraulic, diffusive and biochemical constraints to photosynthesis. *Plos One*, v. 9, p. e95571, 2014b.
- MATIELLO, J. B. *Café conilon*. Rio de Janeiro: MAA; SDR; PROCAFÉ; PNFC, 1998. 162 p.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. *Cultura de café no Brasil: manual de recomendações*. Rio de Janeiro-RJ/Varginha-MG: MAPA/PROCAFE, 2010. 546p.
- MENEZES, G. R. O. *Estresse oxidativo mediado por paraquat e clonagem do gene da dismutase do superóxido (Cu/Zn-SOD) em Coffea canephora*. 2005. 62 f. Tese (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2005.
- MORAIS, L. E.; CAVATTE, P. C.; MEDINA, E. F.; SILVA, P. E. M.; MARTINS, S. C. V.; VOLPI, P. S.; ANDRADE JÚNIOR, S.; MACHADO FILHO, J. A.; RONCHI, C. P.; DaMATTA, F. M. The effects of pruning at different times on the growth, photosynthesis and yield of conilon coffee (*Coffea canephora*) clones with varying patterns of fruit maturation in southeastern Brazil. *Experimental Agriculture*, v. 48, n. 2, p. 210-221, 2012a.
- MORAIS, L. E.; CAVATTE, P. C.; DETMANN, K. C.; SANGLARD, L. M. V. P.; RONCHI, C. P.; DaMATTA, F. M. Source strength increases with the increasing precociousness of fruit maturation in field-grown clones of conilon coffee (*Coffea canephora*) trees. *Trees*, v. 26, p. 1397-1402, 2012b.
- MOTA, A. C. V.; NICK, J. A.; YORINORI, G. T.; SERRAT, B. M. Distribuição horizontal e vertical da fertilidade do solo e das raízes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivar Catuaí. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 28, p. 455-463, 2006.
- OYEBADE, I. T. Studies on the pattern of growth and development of *Coffea canephora* fruit in Nigeria. *Turrialba*, v. 26, p. 257-260, 1976.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; SANTIAGO, A. R.; BARROSO, D. G. Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café 'Conilon' propagadas por sementes e por estacas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 6, p. 949-954, 2006.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; SILVA, M. G.; RAMALHO, J. C. Seasonal vegetative growth of different age branches of conilon coffee tree. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 3, p. 619-626, 2010.
- PARTELLI, F. L.; MARRÉ, W. B.; FALQUETO, A. R.; VIEIRA, H. D.; CAVATTI, P. C. Seasonal vegetative growth in genotypes of *Coffea canephora*, as related to climatic factors. *Journal of Agricultural Science*, v. 5, n. 8, p. 108-116, 2013.
- PARTELLI, F. L.; ARAUJO, A. V.; VIEIRA, H. D.; DIAS, J. R. M.; MENEZES, L. F. T.; RAMALHO, J. C. Microclimate and development of 'Conilon' coffee intercropped with rubber trees. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, p. 872-881, 2014a.
- PARTELLI, F. L.; COVRE, A. M.; OLIVEIRA, M. G.; ALEXANDRE, R. S.; VITÓRIA, E. L. da; SILVA, M. B. da. Root system distribution and yield of 'Conilon' coffee propagated by seeds or cuttings. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, n. 5, p. 349-355, 2014b.
- PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C.; MARRÉ, W. B.; VIEIRA, H. D. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of conilon coffee with different ripening cycles. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, p. 214-222, 2014c.
- PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. *Bragantia*, v. 68, p. 169-181, 2009.
- PEZZOPANE, J. R. M.; MARSETTI, M. M. S.; FERRARI, W. R.; PEZZOPANE, J. E. M. Alterações microclimáticas em cultivo de café conilon arborizado com coqueiro-anão-verde. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, p. 865-871, 2011.
- PINHEIRO, H. A.; DaMATTA, F. M.; CHAVES, A. R. M.; FONTES, E. P. B.; LOUREIRO, M. E. Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of *Coffea canephora* subjected to long-term drought. *Plant Science*, v. 167, p. 1307-1314, 2004.
- PINHEIRO, H. A.; DaMATTA, F. M.; CHAVES, A. R. M.; LOUREIRO, M. E.; DUCATTI, C. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. *Annals of Botany*, v. 96, p. 101-108, 2005.
- PRAXEDES, S. C.; DaMATTA, F. M.; LOUREIRO, M. E.; FERRÃO, M. A. G.; CORDEIRO, A. T. Effects of long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre var. *kouillou*) leaves. *Environmental and Experimental Botany*, v. 56, p. 263-273, 2006.
- RAMALAH, P. K.; VASUDEVA, N. Observations of the growth of coffee berries in south India. *Turrialba*, v. 19, p. 455-464, 1969.



- RAMALHO, J. C.; LIDON, F. C.; PAIS, I.; ARAÚJO, W. L.; DaMATTA, F. M. A glimpse of climate change impact on *C. arabica* L. and *C. canephora* Pierre ex A. Froehner physiology: the combined effects of enhanced growth CO<sub>2</sub> and temperature. In: THE 25TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, 2014, Armenia. Colombia. Processing... Armenia: Asic, p. 230-231, 2014.
- RAMALHO, J. C.; RODRIGUES, A. P.; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; MARTINS, L. D.; SIMÕES-COSTA, M. C.; LEITÃO, A. E.; FORTUNATO, A. S.; BATISTA-SANTOS, P.; PALOS, I. M.; TOMAZ, M. A.; SCOTTI-CAMPOS, P.; LIDON, F. C.; DaMATTA, F. M. Sustained photosynthetic performance of *Coffea* spp. under long-term enhanced [CO<sub>2</sub>]. *Plos One*, v. 8, p. e82712, 2013.
- RENA, A. B. A água na fisiologia do cafeeiro. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ, 3., 1998, Vitória. *Anais... Vitória: CETCAF*, p. 132-152, 1998.
- RENA, A. B.; BARROS, R. S. Aspectos críticos no estudo da floração do café. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Efeitos da irrigação sobre a qualidade e produtividade do café*. p. 149-172, 2004.
- RENA, A. B.; DaMATTA, F. M. O sistema radicular do cafeeiro: morfologia e ecofisiologia. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *O estado da arte de tecnologias na produção de café*. p. 11-92, 2002.
- RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. *Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam*. Belo Horizonte: Epamig, 2000. 80p. (EPAMIG. Documentos, 37).
- RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. *Informe Agropecuário*, v. 11, p. 26-40, 1985.
- RENA, A. B.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M. Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Tecnologias de produção de café com qualidade*. p. 101-128. 2001.
- RODRIGUES, L. A.; MARTINEZ, H. E. P.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; MENDONÇA, S. M. Growth response of coffee tree shoots and roots to subsurface liming. *Plant and Soil*, v. 234, p. 207-214, 2001.
- RODRÍGUEZ-LÓPEZ, N. F.; CAVATTE, P. C.; SILVA, P. E. M.; MARTINS, S. C. V.; MORAIS, L. E.; MEDINA, E. F.; DaMATTA, F. M. Physiological and biochemical abilities of robusta coffee leaves for acclimation to cope with temporal changes in light availability. *Physiologia Plantarum*, v. 149, p. 45-55, 2013.
- RONCHI, C. P.; DaMATTA, F. M.; SERRANO, L. A. L. Crescimento de frutos de clones de café conilon de maturação precoce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 32, 2006, *Anais... Poços de Caldas, MG. Varginha, MG: MAPA/PROCAFÉ*. p. 114-115. 2006.
- RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. *Planta Daninha*, v. 25, p. 679-687, 2007.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; TERRA, A. A.; MIRANDA, G. B.; FERREIRA, L. F. Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid applied as a herbicide on fruit shedding and coffee yield. *Weed Research*, v. 45, p. 41-47, 2005.
- RONCHI, C. P.; ARAÚJO, F. C. de; ALMEIDA, W. L. de; SILVA, M. A. A. da; MAGALHÃES, C. E. de O.; OLIVEIRA, L. B. de; DRUMOND, L. C. D. Respostas ecofisiológicas de cafeeiros submetidos ao déficit hídrico para concentração da florada no Cerrado mineiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 1, p. 24-32, 2015a.
- RONCHI, C. P.; SOUSA JÚNIOR, J. M. de.; ALMEIDA, W. L. de, SOUZA, D. S.; SILVA, N. O.; OLIVEIRA, L. B. de; GUERRA, A. M. N. M. Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidos a diferentes arranjos espaciais *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 3, p. 187-195, 2015b.
- SALAZAR-GUTIÉRREZ, M. R.; CHAVES, C. B.; RIAÑO, N. M.; ARCILA, P. J.; JARAMILLO, R. A. Crecimiento del fruto de café *Coffea arabica* L. var Colombia. *Cenicafé*, v. 45, p. 41-50, 1994.
- SILVA, E. A.; DaMATTA, F. M.; DUCATTI, C.; REGAZZI, A. J.; BARROS, R. S. Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of Arabica coffee trees. *Field Crops Research*, v. 89, p. 349-357, 2004.
- SILVA, E. A.; BRUNINI, O.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; PIRES, R. C. Influência de déficits hídricos controlados na uniformização do florescimento e produção do cafeeiro em três diferentes condições edafoclimáticas do estado de São Paulo. *Bragantia*, v. 68, p. 493-501, 2009.
- SILVA, P. E. M.; CAVATTE, P. C.; MORAIS, L. E.; MEDINA, E. F.; DaMATTA, F. M. The functional divergence of biomass partitioning, carbon gain and water use in *Coffea canephora* in response to the water supply: Implications for breeding aimed at improving drought tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, v. 87, p. 49-57, 2013.
- SILVA, V. A.; ANTUNES, W. C.; GUIMARÃES, B. L. S.; PAIVA, R. M. C.; SILVA, V. de F.; FERRÃO, M. A. G.; DaMATTA, F. M.; LOUREIRO, M. E. Resposta

- fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, p.457-464, 2010.
- SILVEIRA, J. S. M. Irrigação em café: café conilon irrigado no Espírito Santo. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ, 1., 1995, Vitória, ES. *Anais...* Vitória: Cetcaf, p. 66-83, 1996.
- SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S. de. Efeito da época de irrigação sobre o crescimento do ramo plagiotrópico e da longevidade foliar do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22., 1996, Águas de Lindóia. *Trabalhos apresentados...* Águas de Lindóia, SP: SDR/Procafé/Embrapa, p. 99-100. 1996.
- SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C.; RENA, A. B; SOARES, A. A. Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na região da zona da mata de Minas Gerais. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 27, p. 117-125, 2005.
- SOUZA, F. S.; SANTOS, M. M.; VENEZIANO, W. Análise de qualidade de grãos em duas variedades de café robusta, preparados por via seca com diferentes percentuais de maturação à colheita. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005. Londrina, PR. *Anais...* Brasília, DF: 2005
- SOUZA, J. M. de; BONOMO, R; MAGIERO, M.; BONOMO, D. Z. Interrupção da irrigação e maturação dos frutos de café Conilon. *Científica*, v. 42, n. 2, p. 170-177, 2014.
- SRINIVASAN, C. S.; RAJU, K. S.; VISHVESHWARA, S. Pattern of fruit growth and development in interspecific hybrids of *Coffea canephora* x *C. arabica*. *Indian Coffee*, v. 42, p. 120-125, 1978.
- THOMAZINI, A.; TOMAZ, M. A.; MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N. Abordagem sobre qualidade da bebida no café conilon. *Enciclopédia Biosfera*, v. 7, n. 12, p. 1-16, 2011.
- VIEIRA, N. G.; CARNEIRO, F. A.; SUJII, P. S.; ALEKCEVETCH, J. C.; FREIRE, L. P.; VINECKY, F.; ELBELT, S.; SILVA, V. A.; DaMATTa, F. M.; FERRÃO, M. A. G.; MARRACCINI, P.; ANDRADE, A. C. Different molecular mechanisms account for drought tolerance in *Coffea canephora* var. Conilon. *Tropical Plant Biology*, v. 6, p. 181-190, 2013.
- WORMER, T. M. The growth of the coffee berry. *Annals of Botany*, v. 28, p. 47-55, 1964.
- ZULLO JR., J; PINTO, H. S.; ASSAD, E. D.; DE ÁVILA, A. M. H. Potential for growing arabica coffee in the extreme south of Brazil in a warmer world. *Climatic Change*, v. 109, p. 535-548, 2011.





# Melhoramento Genético de *Coffea canephora*

Romário Gava Ferrão, Maria Amélia Gava Ferrão,  
Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, Luís Felipe Ventorim Ferrão e  
Braz Eduardo Vieira Pacova

## 1 INTRODUÇÃO

O gênero *Coffea* é constituído por 124 espécies (DAVIS et al., 2011), mas praticamente todo o café produzido, comercializado e consumido no mundo se processa apenas com as espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. Essas duas espécies são muito diferentes nos aspectos de sistemas de reprodução e propagação, número de cromossomos, base genética, origem, ciclo e porte da planta, tipo e tamanho das cerejas e dos grãos, exigência nutricional, tolerância à seca, pragas, doenças e nematoides, constituição bioquímica dos grãos, entre outros.

A espécie *C. arabica* representa em torno de 62% do café produzido no mundo e origina cafés mais apreciados para o consumo nas formas tradicionais de preparo, porém apresenta elevada suscetibilidade a pragas, doenças e nematoides. Já a espécie *C. canephora* tem sido especialmente utilizada na produção de cafés solúveis e também muito consumida na forma de misturas com o café arábica (*blends*), chegando a participar com pouco mais de 50% na composição, sem interferir negativamente na qualidade da bebida, desde que os cafés robusta e arábica sejam de boa qualidade. A espécie *C. canephora* tem sido muito utilizada em cafés *espressos*, contribuindo com “corpo” e densidade. Também tem sido usada como valiosa fonte de alelos favoráveis para resistência a pragas, doenças e nematoides em programas de melhoramento genético que utilizam as duas espécies.

Numa agricultura contemporânea, para aumento da produtividade, há necessidade de atenção especial, de utilização de cultivares superiores obtidas pelo melhoramento genético, conjuntamente, com a melhoria das condições de plantio e manejo da cultura. Em diversas culturas, tem sido quantificada relação aditiva entre essas condições (PALLET; SALE, 2006).

O melhoramento genético de plantas tem sido entendido como uma ciência que visa a manipular as plantas na direção dos interesses social, econômico e ambiental da humanidade. Para que se tenha sucesso nessa área de pesquisa, especialmente no contexto da genética quantitativa, é necessário possuir informações disponíveis sobre a espécie a ser melhorada, a variabilidade genética do germoplasma, os métodos de melhoramento a serem utilizados e domínio de metodologias de análises genético-biométricas; além disso, verificar se há estruturas físicas, financeira e de pessoal adequadas para realizar as atividades peculiares do programa.

O melhoramento genético tem participado efetivamente na geração de conhecimentos fundamentais a respeito de diferentes características da planta do gênero *Coffea*. Portanto, tem proporcionado aumento na capacidade produtiva das plantas; redução no porte e melhoria da arquitetura das plantas, visando a possibilitar o adensamento e facilitar as operações de colheita; incorporação de alelos que conferem resistência às pragas e doenças; desenvolvimento de materiais genéticos mais adaptados



e estáveis aos diferentes ambientes de cultivo e melhoramento das características agrônômicas, como a uniformidade de maturação e o tamanho dos frutos. Sendo assim, as modificações genéticas têm o intuito de obter cultivares com melhor qualidade de bebida, tipo e composição química dos grãos para atender às exigências do consumidor e garantir a sustentabilidade da atividade, bem como promover maior retorno socioeconômico para a cafeicultura e para a sociedade como um todo.

O principal resultado aplicado oriundo de um programa de melhoramento é o desenvolvimento de cultivares superiores. Para tanto, o estabelecimento de adequado planejamento é fundamental nesse contexto. Existem inúmeros fatores envolvidos na obtenção dessa tecnologia, entre eles: desenvolvimento e conhecimento da população a ser melhorada, utilização de metodologias adequadas para avaliação e seleção de indivíduos, pois a maior parte dos caracteres de valor econômico é de natureza poligênica.

Maiores ganhos genéticos por meio do melhoramento de *C. canephora* serão possíveis através de ações técnicas, políticas e estruturais que priorizem as pesquisas com a espécie, principalmente com germoplasma que represente a grande importância social e econômica no mundo, como de conilon. Por meio de trabalhos envolvendo equipes multidisciplinares de diferentes instituições e a utilização dos conhecimentos de diversas áreas, como a citologia, melhoramento clássico associado à biotecnologia, fitopatologia, estatística, biometria e outras correlatas, obter-se-ão resultados mais rápidos, com menores custos e mais aplicáveis.

Neste capítulo, será abordado o melhoramento genético de *C. canephora* envolvendo aspectos da citologia, sistemas de reprodução, herança de caracteres, objetivos dos programas e estratégias de melhoramento, métodos de análises biométricas e os principais avanços científicos alcançados pelo melhoramento da espécie no mundo.

## 2 CITOLOGIA E SISTEMAS REPRODUTIVOS

Estudos sobre o número de cromossomos em café foram realizados desde 1930, com a publicação dos trabalhos de Sybenga (1960). O número básico,

$x = 11$  cromossomos, é típico para a maioria das espécies do gênero *Coffea*. Nele, todas as espécies, incluindo *C. canephora*, são diploides com  $2n = 2x = 22$  cromossomos. A exceção é *C. arabica* que é tetraploide e possui  $2n = 4x = 44$  cromossomos.

É possível, por intermédio do tratamento artificial de sementes com colchicina na germinação, duplicar o número de cromossomos de *C. canephora* e transformá-la em autotetraploide (MENDES, 1939). Tal procedimento é de fundamental importância na realização do melhoramento interespecífico envolvendo o cruzamento entre *C. arabica* x *C. canephora*.

Todas as espécies do gênero *Coffea*, com exceção de *C. arabica*, são alógamas; portanto, sexualmente se reproduzem por fecundação cruzada, pela autoincompatibilidade genética nelas existente. Conagin e Mendes (1961), Monaco e Carvalho (1972) e Berthaud (1980) analisaram a autoincompatibilidade em espécies diploides do gênero *Coffea*. De acordo com Conagin e Mendes (1961), foi Von Faber, em 1910, o primeiro a descrever a autoincompatibilidade em *C. canephora*.

### 2.1 AUTOINCOMPATIBILIDADE GENÉTICA

A autoincompatibilidade é a incapacidade de a planta hermafrodita produzir zigotos por autopolinização. Em consequência, amplia-se o fluxo gênico e a frequência de heterozigose no total dos *loci* dentro das populações de plantas da espécie. Em termos de melhoramento genético, a importância da autoincompatibilidade reside na possibilidade de síntese de híbridos, sem a necessidade de polinizações manuais, e no aumento da variabilidade genética nas populações de plantas, a qual poderá ser utilizada em benefícios do melhoramento dessas populações.

Devreux et al. (1959) sugeriram que na espécie *C. canephora*, a autoincompatibilidade seria do tipo gametofítica. Quando o alelo S do pólen é diferente dos dois alelos S do estilo, o tubo polínico cresce normalmente, penetrando no ovário e realizando a fertilização. Conagin e Mendes (1961) e Berthaud (1980) apresentaram numerosos dados demonstrando que a autoincompatibilidade de *C. canephora* é do tipo gametofítica ligada a um único loco gênico 'S' com uma série de alelos interagindo, S1, S2 e S3.

As principais consequências da autoincompatibilidade em *C. canephora* são a ausência de autofecundações, a não fecundação entre flores da mesma planta e deficiência nos cruzamentos quando se utilizam materiais genéticos aparentados e a formação de populações altamente heterozigotas e, portanto, heterogêneas. Assim, no caso de desenvolvimento de cultivares clonais em que há necessidade de definir que clones devem ser agrupados, são de fundamental importância estudos prévios de compatibilidade genética das plantas componentes.

Para maior detalhamento sobre esse assunto consultar capítulo 9 deste livro.

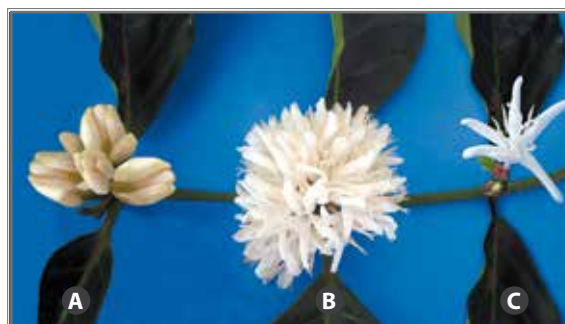
## 2.2 BIOLOGIA FLORAL

Na literatura, são encontrados diferentes trabalhos relacionados à biologia floral do café. Segundo Sybenga (1960), Coste (1968) e Rena e Maestri (1984), a floração nas plantas de café compreende uma sequência de eventos fisiológicos e morfológicos iniciando-se pela fase da indução floral até a antese, prosseguindo pelas fases intermediárias – diferenciação ou iniciação dos primórdios florais –, e finalizando com a fase do desenvolvimento da flor. A transição entre fases é geralmente gradual e imperceptível, sobretudo nas fases iniciais, até a formação dos primórdios. A espécie *C. canephora* é tropical de floração gregária, ou seja, todas as plantas individuais, numa certa extensão geográfica, florescem simultaneamente.

As mudanças fisiológicas e morfológicas do florescimento nas plantas são promovidas por reguladores hormonais internos, preferencialmente o ácido abscísico, bem como fatores externos, como a temperatura e a umidade do solo. Os ramos laterais das plantas possuem, nas axilas das folhas, gemas reprodutivas ou vegetativas, conforme o caso, ordenadas numa série linear, ditas gemas seriadas. Elas podem originar gemas florais ou ramos laterais secundários. Cada gema seriada reprodutiva originará um eixo curto, que desenvolverá uma flor. Esses eixos possuem vários nós em que se inserem brácteas opostas, em cujas axilas se formam séries descendentes de gemas florais, que, por sua vez, podem dar origem a novos eixos curtos, semelhantes ao eixo mãe, terminados igualmente por uma flor e com vários nós, e assim

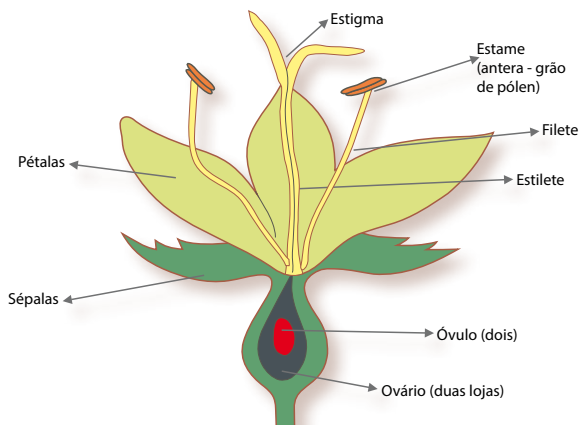
por diante (RENA; MAESTRI, 1984).

As inflorescências (Figura 1), em geral, se desenvolvem nas axilas das folhas dos ramos laterais ou plagiotrópicos, que crescem no decorrer do ano, e raramente nas dos ramos ortotrópicos (CARVALHO et al., 1991). Possuem vários botões florais que se encontram comprimidos uns contra os outros, formando um conjunto compacto, denominado glomérulo.



**Figura 1.** Botão floral (A), inflorescência (B) e flor de café conilon (C).

Essas inflorescências possuem pedúnculos curtos, providos de dois pares de brácteas foliares, apresentando de três a cinco flores terminais. Cada flor possui pedúnculo curto e ovário ínfero, provido de duas lojas, cada qual, no geral, com um óvulo; estilo longo com dois lobos estigmáticos; cinco sépalas reduzidas; corola curta; e estames com filete curto ligado ao terço inferior da antera (Figura 2).



**Figura 2.** Desenho esquemático de uma flor de *Coffea canephora* (corte transversal).

Fonte: Ferrão et al. (2007).

### 2.3 POLINIZAÇÃO

O cafeeiro floresce de três a quatro vezes por ano, com maior emissão de flores no período de agosto a outubro. O tempo de dormência até a abertura da flor varia de quatro a dez dias, dependendo da temperatura, umidade do ar e do solo. As florações ocorrem após uma chuva e/ou irrigação e aumento de temperatura. A abertura da flor ocorre nas primeiras horas da manhã e a deiscência das anteras, algumas horas depois, dependendo da temperatura e insolação. Assim, na indução do florescimento, os botões florais dobram de comprimento e volume num período de dois a três dias, levando à abertura das flores que, geralmente, se verifica em um dia.

A polinização é favorecida principalmente pelo vento, sendo realizada também por insetos, em menor intensidade. A espécie *C. canephora* produz mais pólen que a *C. arabica*, e a distância percorrida pelo grão de pólen pode ser superior a 100 metros, dependendo das condições topográficas e da intensidade de ventos no período da liberação do pólen.

Em condições normais, o pólen permanece viável na planta por um dia. O estigma permanece receptível por um período de três a quatro dias. O tubo polínico alcança o ovário em 24 horas quando a polinização é viável, isto é, quando não há incompatibilidade genética.

O desenvolvimento dos frutos varia de acordo com a cultivar e as condições edafoclimáticas, levando de 220 a 330 dias. A semente é constituída por um endosperma, dentro do qual se encontra o embrião com dois pequenos cotilédones. As sementes são envolvidas por uma película bronzeada (remanescente dos tegumentos e do perisperma) e protegidas pelo endocarpo do fruto (pergaminho). Geralmente, a germinação da semente ocorre em torno de 45 dias após ser plantada no viveiro (CARVALHO et al., 1991).

## 3 ALGUNS ASPECTOS RELACIONADOS À HERANÇA DE CARACTERES

Os principais objetivos do melhoramento de *C. canephora* é a obtenção de cultivares que reúnam alta produtividade e elevada qualidade de grãos, adaptabilidade a vários ambientes, estabilidade de produção, tolerância à seca, resistência a pragas

e doenças, uniformidade de maturação e outras características agrônômicas de interesse.

Para definir estratégias de melhoramento e seleção de plantas, é requerido um aprimorado conhecimento sobre a espécie em questão, a sua estrutura genética e a herdabilidade das características a serem melhoradas. São mais escassas as informações referentes à espécie *C. canephora* se comparadas às de *C. arabica*, dificultando, assim, o planejamento e a execução de ações dos programas de melhoramento.

Portanto, a seguir são comentados alguns fatores que têm implicações no melhoramento das características de produção e qualidade dos grãos de *C. canephora*.

### 3.1 PRODUTIVIDADE DE GRÃOS

A produtividade de cafés robustas em países africanos e asiáticos envolvendo variedades clonais com densidade de plantio entre 1.200 e 2.000 plantas/ha tem sido de 2.000 a 3.500 kg/ha, enquanto no Brasil, particularmente no Estado do Espírito Santo (BRAGANÇA et al., 1993, 2001; FERRÃO et al., 2000, 2015b, 2015c, 2015d; FONSECA et al., 2004a; FONSECA; SAKIYAMA; BORÉM, 2015), as cultivares clonais desenvolvidas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), quando plantadas seguindo as recomendações técnicas apropriadas (FERRÃO, 2004; FERRÃO et al., 2012, 2015b, 2015c, 2015d) e outras desenvolvidas pela Embrapa Rondônia (RAMALHO et al., 2011; EMBRAPA, 2012), com densidade de 2.000 a 4.000 plantas/ha, têm apresentado produtividades de 4.800 a 7.200 kg/ha.

As produtividades dos genótipos podem sofrer grandes variações, com diferenças entre materiais genéticos de duas a quatro vezes entre o menor e o maior rendimento, em função dos anos e locais. Essas diferenças são minimizadas quando se tem maior controle do ambiente. Como a produtividade de grãos é uma característica quantitativa poligênica, muito afetada pela ação do meio ambiente, recomenda-se avaliar o genótipo o maior número de safras possível, a fim de se obter estimativas confiáveis do seu potencial produtivo que, segundo Ferrão et al. (2003b), Ferrão (2004) e Fonseca et al. (2004b), deve ser de quatro a cinco safras. Uma das formas conhecidas de obter

ganhos genéticos mais rápido para a característica é, indiretamente, envolver informações sobre outras características associadas à produtividade e que possuam alta correlação genotípica com a produtividade de grãos.

### 3.2 HERDABILIDADE DAS CARACTERÍSTICAS COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE GRÃOS

A produção da planta depende de características vegetativas (arquitetura e crescimento) e reprodutivas (florescimento e frutificação). Os componentes vegetativos que interferem na produção do cafeeiro robusta são altura da planta, diâmetro da copa, número e comprimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, número e tamanho dos internódios dos ramos plagiotrópicos e capacidade de brotação das plantas proporcionando, assim, a possibilidade efetiva de substituição dos ramos produtivos pela poda após três ou quatro colheitas. Os componentes reprodutivos que interferem na produção da planta são número de rosetas, número de flores por roseta, percentagem de flores fecundadas, número de frutos por nó, percentagem de chochamento de grãos, percentagem de grãos do tipo moca, tamanho, tipo e densidade dos grãos, entre outros.

A herdabilidade é definida como sendo a proporção da variância fenotípica que é devida às variações de natureza genética. Para fins de melhoramento de plantas, a herdabilidade tem dupla finalidade. Uma é a de prever a confiabilidade do valor fenotípico em expressar o valor genotípico, sendo, portanto, uma medida de acurácia do processo seletivo. Outra é a de quantificar a proporção do diferencial de seleção que se espera ganhar quando a seleção for praticada sobre a unidade de seleção definida (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Dessa forma, pode-se adotar, na predição de ganhos por seleção, um conceito diferente da definição clássica, em que a herdabilidade é expressa como a razão entre a variância genotípica total e a variância fenotípica total (herdabilidade no sentido amplo), ou relação entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica (herdabilidade no sentido restrito).

Devido à alogamia, existe grande variabilidade genética na espécie *C. canephora*, principalmente para as características vegetativas e reprodutivas, o que é muito importante em programas de melhoramento.

Em um dialelo, realizado em Camarões, África, por Boularmont et al. [19--] citado por Charrier e Berthaud (1988), envolvendo oito materiais genéticos de café robusta para cinco características morfológicas e de crescimento, três de produção, suscetibilidade a pragas e doenças e teor de cafeína, foram verificadas diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade para Capacidade Geral de Combinação (CGC), para todos os caracteres estudados, e não significativas para Capacidade Específica de Combinação (CEC), para a maioria das características. Os resultados mostram a predominância dos efeitos aditivos em relação aos não aditivos, evidenciando-se, assim, que, por meio de métodos simples de melhoramento e seleção, como a seleção recorrente, há a possibilidade de se ter sucesso no melhoramento para produção, altura da planta, diâmetro da copa, comprimento de ramos, número de nós, tipo e tamanho de grãos, teor de cafeína e suscetibilidade às doenças. Verificaram-se também altas correlações positivas e significativas, com coeficientes de 0,63 a 0,90 entre os pais e suas progênies para diferentes características estudadas mostrando, mais uma vez, a possibilidade de exploração da variabilidade genética em benefício do melhoramento de características de plantas de interesse na espécie.

### 3.3 ESTABILIDADE E BIENALIDADE DE PRODUÇÃO

A estabilidade de produção está relacionada à previsibilidade do comportamento de um genótipo. O ideal em plantas perenes, como o café, é que os genótipos recomendados para plantio tenham baixa variabilidade de produção ao longo dos anos e bom comportamento perante às divergentes condições de locais e cultivo, principalmente nos ambientes desfavoráveis, e respondam positivamente quando se efetiva a melhoria tecnológica do ambiente. O comportamento dos genótipos em resposta às diferenças entre ambientes, principalmente envolvendo tempo e local, pode ser verificado por meio da análise da interação genótipo x ambiente (G x A). A produção anual do cafeeiro está altamente correlacionada, entre outras, com condições climáticas, adubação, manejo e desempenho que o material genético vem apresentando em safras anteriores. Portanto, a seleção para rendimento deve ser baseada em, pelo menos, quatro safras, levando, assim, no mínimo, de seis a sete anos para



completar um ciclo de trabalho. A estabilidade de produção é melhor avaliada quando os materiais genéticos são testados por, no mínimo, quatro colheitas e em vários ambientes, sendo estimada por metodologias como a de Eberhart e Russel (1966), Cruz, Torres e Vencovsky (1989) e Lin e Binns (1988). A necessidade de avaliação no período citado está em razão do coeficiente de repetibilidade para o rendimento, que em *C. canephora*, variedade Conilon, está em torno de 0,60, com um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 85% (FONSECA, 1999; FERRÃO et al., 2003b; FERRÃO, 2004; FONSECA et al., 2004b), demonstrando ser um valor médio para a repetibilidade dessa característica na resposta do comportamento dos materiais genéticos da primeira para a segunda e da primeira para a quinta colheita.

Em estudos na Costa do Marfim avaliando a interação G x A com clones de café robusta, com e sem irrigação, verificou-se interação G x A significativa (CHARRIER; BERTHAUD, 1988). Ferrão et al. (2003a), estudando oito materiais genéticos clonais de café conilon no Estado do Espírito Santo, em quatro locais, por quatro colheitas, com e sem irrigação, utilizando as metodologias de Eberhart e Russell (1966) e Cruz, Torres e Vencovsk (1989), verificaram a ocorrência de interação G x A e boa estabilidade de produção de todos os genótipos, em razão de o desvio da regressão ser estatisticamente igual à zero, e os coeficientes de determinações ( $R^2$ ) pouco superior a 80%.

As plantações de café apresentam grande variabilidade espacial e temporal de produtividade. A variação de produção ao longo dos anos, alta e baixa, é conhecida como bienalidade (CARVALHO et al., 2004), que no conilon é usualmente menos intensa que no café arábica. Rodrigues et al. (2013) avaliaram a bienalidade de produção em três grupos de clones de café conilon de maturações precoce, intermediária e tardia do programa de melhoramento do Incaper. Verificou-se expressiva variabilidade genética dentro de cada grupo de maturação, com genótipos apresentando alta bienalidade, enquanto outros se comportavam como estáveis ao longo das colheitas. A bienalidade é uma característica altamente associada com o material genético, expressa fortemente, pelas condições climáticas adversas (seca e altas temperaturas), incidências de pragas e doenças

e manejo inadequado da planta. O desejável é desenvolver cultivares produtivas e estáveis com menor bienalidade possível de produção.

A tolerância do cafeeiro à seca é uma característica muito importante para a adaptação de uma cultivar às condições de ambiente. *Déficit* hídrico, em certas fases da cultura e/ou em certos anos, é comum especialmente em áreas marginais de cultivo de *C. canephora*. Uma cultivar tolerante à seca deve ter a capacidade de sobrevivência e também produzir em condições de *déficit* hídrico em locais zoneados como aptos para a cultura. A quantidade e a qualidade dos grãos do cafeeiro são mais ou menos afetadas conforme a época e o tempo de exposição ao estresse. A fase do florescimento até o enchimento de grãos é um período de grande demanda de água pela cultura. A falta desse recurso nessas fases compromete a produtividade e a qualidade do produto final. As quatro floradas que geralmente ocorrem durante o ano podem ser um dos mecanismos de compensação parcial aos efeitos da estiagem. A seca, além de reduzir a quantidade de frutos, diminui significativamente o tamanho da planta, afetando também o seu desenvolvimento e obviamente a produtividade no ano corrente e no ano seguinte, comprometendo a produtividade média e contribuindo para acentuar o efeito da bienalidade de produção. No Espírito Santo, mais de 70% das áreas cultivadas apresentam *déficit* hídrico entre 50 e 550 mm/ano (FEITOSA, 1986). Nessas áreas, encontra-se a maioria das lavouras de café conilon do Estado. Ferrão et al. (1999) desenvolveram a variedade clonal de Conilon 'Emcapa 8141' – Robustão Capixaba, tolerante à seca, que em condições de estiagem apresenta produtividade média de 53,0 sc. benef./ha, superior à do Estado estimada em 35,0 sc. benef./ha (CONAB, 2014).

### 3.4 QUALIDADE DO PRODUTO

A melhoria na qualidade do café está condicionada a fatores genéticos, químicos e tecnológicos. Assim, a qualidade pode ser afetada pela espécie, cultivar, modo de preparação, uniformidade de maturação dos frutos, origem geográfica e altitude, tipo de colheita, forma de secagem e processamento, ataque de pragas nos frutos, entre outros (CARVALHO, 1988a; CLARKE, 1985; CLIFFORD, 1985; VINCENT et al., 1977).

São poucas as pesquisas sobre a interferência do genótipo na qualidade do café. Em *C. arabica*, em razão da baixa variabilidade genotípica existente, tem-se verificado pequena variação na qualidade nas diferentes cultivares, desde que as lavouras sejam bem conduzidas e o café seja adequadamente colhido e preparado (CARVALHO, 1988a). Entretanto, trabalhos realizados no Quênia, África, mostraram variabilidade na qualidade, quando se efetuou a comparação entre materiais genéticos melhorados com os semissilvestres de *C. arabica* (VAN DER VOSSSEN, 1985). Em *C. canephora*, Leroy et al. (1992) e Lambot et al. (2008) verificaram significativas diferenças entre clones para a qualidade de bebida.

São apresentados a seguir os fatores associados à qualidade do café no que se refere a tamanho e composição química dos grãos na bebida.

### 3.4.1 Características dos grãos

Os grãos de café robusta são geralmente de dimensões menores que os de arábica, com peso de 12 a 15 g por 100 sementes, podendo alcançar de 18 a 22 g (COSTE, 1968). Apresentam formato que varia do arredondado ao canoa, são amarronzados e possuem menor brilho que os grãos de café arábica, embora haja grande variabilidade genética para as citadas características. O tamanho da semente é uma característica herdável, com grande variação entre genótipos. Existem exemplos de sucesso de atuação de seleções envolvendo populações de grãos grandes, sendo possível selecionar genótipos com 18 g por 100 sementes, das quais 80% são retidas em peneira 16 e com diâmetro de 6,3 mm (CRAMER, 1957). No Espírito Santo, no Banco Ativo de Germoplasma de Conilon, os materiais genéticos avaliados apresentam grãos de diferentes formas, cores e tamanhos, com clones alcançando peneira média 17 (FERRÃO, R.; FONSECA; FERRÃO, M., 2000).

O tamanho da semente é influenciado pelo ambiente, sugerindo, portanto, que seja uma característica quantitativa, ou seja, controlada por vários genes. Alguns clones de cafés produzidos de coleções, em Madagascar e Costa do Marfim, tiveram diminuição de peso de 3 a 5 g por 100 sementes quando colhidos em anos de muita seca. No Estado do Espírito Santo, tem-se verificado, em anos de seca, além de redução do tamanho dos grãos, um aumento significativo da percentagem de chochamento ocasionando, assim, baixo rendimento no beneficiamento, tornando necessário até seis quilos de café cereja para se produzir um quilo de café beneficiado, apesar de se verificar uma grande variabilidade de resposta à seca entre os materiais genéticos utilizados. Charrier e Berthaud (1988) mostraram que, quando é realizado o cruzamento entre genitores de grãos grandes, verifica-se entre os descendentes grande heterogeneidade no tamanho de grãos e correlação de 0,36 a 0,76 entre os pais e progênies, e alta CGC para a citada característica, o que permite concluir sobre a possibilidade de se obter ganhos genéticos relativamente fáceis e rápidos com aplicação de métodos de melhoramento simples como para tamanho de grãos.

A percentagem de grãos tipo moca é uma característica genética amplamente afetada pelo ambiente. Os grãos moca são arredondados devido ao abortamento de um dos dois óvulos do ovário, resultante da polinização deficiente, condições ambientais desfavoráveis ou por problema genético. Geralmente, em café arábica, a percentagem de grãos tipo moca é, em média, de 10%; em *C. canephora*, entre 10 e 30%, podendo exceder a 50% em certos casos. A característica varia entre materiais genéticos e há alta correlação entre pais e descendentes, dependendo dos genitores envolvidos nos cruzamentos.

As cultivares desenvolvidas e recomendadas para o plantio no Estado do Espírito Santo têm apresentado de 20 a 32% de grãos tipo moca (BRAGANÇA et al., 1993, 2001). No conilon cultivado no Espírito Santo, a média é de cerca de 33%; na cultivar Vitória Incaper 8142, está em torno de 21% (FONSECA et al., 2004a). Nas cultivares clonais Diamante ES8112, ES8122 - Jequitibá e Centenária ES8132, a percentagem de grãos de tipo moca são de 18,68%; 24,83% e 26,38%, respectivamente (FERRÃO et al., 2015b, 2015c, 2015d).

As cultivares desenvolvidas e recomendadas para o plantio no Estado do Espírito Santo têm apresentado de 20 a 32% de grãos tipo moca (BRAGANÇA et al., 1993, 2001). No conilon cultivado no Espírito Santo, a média é de cerca de 33%; na cultivar Vitória Incaper 8142, está em torno de 21% (FONSECA et al., 2004a). Nas cultivares clonais Diamante ES8112, ES8122 - Jequitibá e Centenária ES8132, a percentagem de grãos de tipo moca são de 18,68%; 24,83% e 26,38%, respectivamente (FERRÃO et al., 2015b, 2015c, 2015d).

### 3.4.2 Teor de cafeína

O café robusta, em geral, apresenta alto teor de cafeína. Os teores de cafeína têm grande variação quando estudados em materiais genéticos silvestres e cultivados, com valores de 1,8 a 3,4% (LEROY et al., 1993). As condições ambientais não afetam muito o teor de cafeína nos grãos. Esses teores podem ser determinados e apresentam herdabilidade

intermediária. O coeficiente de correlação entre pais e descendentes é muito alto (0,88), e o valor médio de variância genética de progênies estudadas para a característica é em maior proporção de natureza aditiva. A grande variação entre as progênies permite sucesso em seleção para teores menores que 2% de cafeína (CHARRIER; BERTHAUD, 1988).

As cultivares clonais da Costa do Marfim apresentam em média 2,8%, porém com expectativas de se reduzir para 2,2% pela ação de programas de melhoramento genético (CAPOT, 1977). A literatura mostra que o nível de cafeína é variável, com extremos de 1,0 a 5,5% em progênies originadas de cruzamentos entre pais contrastantes envolvendo baixos e altos teores. As cultivares desenvolvidas pelo programa de melhoramento do Incaper, por exemplo, apresentam de 2,4 a 2,5% de cafeína.

### 3.4.3 Qualidade da bebida

Os cafés da espécie *C. canephora* têm sido caracterizados como de bebida neutra, encorpados e com pronunciado amargor. Apresentam características organolépticas e químicas diferentes do arábica. Tradicionalmente, as instituições de pesquisas investiram pouco em equipamentos e em pessoal treinado para efetuar as avaliações de qualidade do produto final, pela prova da bebida em *C. canephora* e, assim, poucas informações foram geradas. Nos últimos anos, com as exigências de mercado e dos consumidores por produtos de melhor qualidade, associando-se ao fato da maior participação do café robusta em *blends*, torrados e moídos, *espresso* e solúvel, novo direcionamento está sendo dado aos programas de melhoramento para a análise dessa característica sob diferentes aspectos.

A bebida do café é composta por centenas de substâncias, das quais algumas são transformadas durante o processamento, levando, assim, à mudança na qualidade da bebida e dificultando as suas avaliações. Tem havido evolução quanto ao entendimento básico da composição química dos cafés verdes e torrados, mas o relacionamento da qualidade organoléptica com os elementos químicos ainda não está bem elucidado. Sabe-se que diferentes grupos de substâncias estão correlacionados e interferem na qualidade, como: ácidos clorogênicos com a amargura; açúcar e

aminoácidos com o gosto e sabor; trigonelina com o aroma, entre outras substâncias que estão sendo pesquisadas. Os estudos têm mostrado que a qualidade do café robusta pode ser melhorada, como também deve ser melhor avaliada a variabilidade genotípica existente em *C. canephora* e a herança dos fatores que levam à melhoria da qualidade do produto.

Moschetto et al. (1996) analisaram o efeito do genótipo em relação à qualidade da bebida trabalhando com diferentes genótipos de *C. canephora* e híbridos interespecíficos, envolvendo os grupos Congolense x Guineano e observaram diferença significativa entre materiais genéticos em relação às diferentes características organolépticas. Verificaram que os genótipos originados do grupo Guineano foram menos “apreciáveis” que os do Congolense. E o cruzamento envolvendo esses dois grupos originaram descendentes superiores. Observaram, em geral, desconsiderável aroma nos materiais genéticos e os melhores clones apresentaram pouco corpo, baixo amargor, aroma natural e alguns com baixa acidez. No estudo de correlações entre 11 características estudadas, em 39,39% dos casos, houve correlações positivas entre as características, com variação de 0,05 a 0,74, com os seguintes destaques: amargor e corpo (0,74); pH e amargor (0,53); pH e volume (0,58); intensidade da cor e acidez (0,59); intensidade da cor e do corpo (0,57). Em 60,61% dos casos, as correlações entre caracteres foram negativas, com magnitudes de -0,08 a -0,76, merecendo destaque as de preferência e aroma (-0,76); corpo e acidez (-0,47); amargor e acidez (-0,55) pH e acidez (-0,66) e intensidade de cor e amargor (-0,65).

Ferrão et al. (2015 b, 2015c, 2015d) após mais de 20 anos de pesquisas estudando mais de 2000 clones do programa de melhoramento genético de café conilon do Incaper, selecionaram 27 clones superiores para diferentes características agrônômicas, bioquímicas e sensoriais. Esses clones foram agrupados por épocas de maturação dos frutos e, assim, foram desenvolvidas as primeiras cultivares de café conilon com qualidades superiores de bebida, que são as ‘Diamante ES8112’, ‘ES8122’ - Jequitibá e a ‘Centenária ES8132’, que encontram-se registradas e protegidas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

#### 4 OBJETIVOS E ESTRATÉGIAS DO MELHORAMENTO GENÉTICO

Para atender à maioria das demandas da cultura, os principais objetivos dos programas de melhoramento de *C. canephora* no Brasil são os seguintes: obter cultivares com alta capacidade produtiva e qualidade dos grãos, além de características agrônomicas e botânicas desejáveis para diferentes sistemas de cultivo; avaliar e selecionar cultivares tolerantes às condições adversas de ambientes (seca, alta temperatura, solos com baixa fertilidade e altos teores de alumínio - Al); selecionar cultivares para plantio sob irrigação; avaliar e selecionar regionalmente clones e cultivares com características agroindustriais superiores; avaliar e selecionar materiais genéticos para colheita mecânica, para altitudes mais elevadas, para sombreamento; ampliar o número de acessos, manter e caracterizar os clones, variedades e híbridos sintéticos nos bancos ativos de germoplasma; selecionar genótipos com maior teor de sólidos solúveis totais e menor teor de cafeína dos grãos; identificar marcadores de DNA de interesse para seleção assistida por marcadores moleculares; realizar estudos básicos de biologia de reprodução e análises genética, biométrica e citológica; ajustar metodologia para propagação *in vitro* de genótipos de *C. canephora* e híbridos interespecíficos.

Mesmo sabendo-se da importância econômica e social que possui o café e também reconhecendo-se a existência de alelos favoráveis de *C. canephora* para uso no melhoramento intra e interespecífico, os resultados de pesquisa até o momento não são expressivos na literatura, dificultando, assim, o planejamento, a execução e o direcionamento de estratégias para o progresso do melhoramento com a espécie.

Para maior eficiência dos trabalhos de melhoramento, é importante conhecer a espécie e sua biologia floral, forma de reprodução e propagação; o número de cromossomos; o germoplasma existente e sua localização e facilidade de utilização; informações sobre base genética, herança e herdabilidade dos caracteres e correlações entre eles. Ainda deve-se definir bem o(s) local(is) de execução da pesquisa, as estratégias de métodos mais adequados de melhoramento e as condições sob as quais serão

realizados os experimentos, sempre considerando os objetivos da pesquisa, a estrutura física, os recursos financeiros e humanos necessários e o tempo disponível para a realização do trabalho.

As plantas perenes se classificam em três grupos distintos com base no sistema reprodutivo: plantas alógamas, autógamas e de propagação vegetativa. Nos dois primeiros casos, há formação de sementes (reprodução sexuada) pela união entre gametas masculinos e femininos, sendo que nas autógamas, devido à autofecundação, as progênes oriundas de uma mesma planta são semelhantes genotipicamente; já nas alógamas, devido à fecundação cruzada, as progênes derivadas das plantas são geralmente heterozigotas e heterogêneas. Nas plantas propagadas assexuadamente, empregam-se para reprodução os órgãos vegetativos, como tubérculos, rizomas, caules, estacas, ramos, gemas, enfim, outras partes da planta que não sejam a semente. Em *C. canephora*, a propagação vegetativa tem sido uma prática amplamente utilizada, sendo a multiplicação do material genético realizada por estacas, que são formadas por partes dos ramos ortotrópicos. As mudas originadas por esse processo recebem a denominação de mudas clonais.

Na condução de programas de melhoramento, é de fundamental importância a definição de métodos que possibilitem maior facilidade de condução, com maiores ganhos genéticos possíveis em prazos mais curtos, mantendo a variabilidade genética da espécie, mas com o aumento da frequência de alelos favoráveis na população.

A seleção de plantas fundamenta-se nos valores genotípicos dos indivíduos que serão clonados e nos valores genéticos aditivos dos indivíduos que serão utilizados na recombinação. Para isso, a fração aditiva da variância genética é necessária para predição de ganhos na reprodução sexuada e a fração não aditiva da variância genética para predição de ganhos na reprodução assexuada (RESENDE, 2002; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

A grande variabilidade genética, associada à autoincompatibilidade e a possibilidade de propagação vegetativa na espécie *C. canephora*, favorece o estabelecimento de programas de melhoramento para obter ganhos genéticos mais rápidos em relação a muitas outras espécies perenes.



As estratégias que vêm sendo utilizadas nos programas de melhoramento para *C. canephora* são a introdução de germoplasma, seleção clonal, hibridação, seleção recorrente (CHARRIER; BERTHAUD, 1988; LASHERMES; COUTURON; CHARRIER, 1994; LASHERMES; PÉTIARD, 1996; PAILLARD 1999; FERRÃO, R.; FONSECA; FERRÃO, M. 1999b; FONSECA et al., 2002; FAZUOLI et al., 2009; MISTRO, 2013).

A seleção clonal e a produção de híbridos intraespecíficos, embora não sejam métodos que visem à transferência de características específicas entre espécies, são estratégias de melhoramento muito utilizadas em *C. canephora* (CHARRIER; BERTHAUD, 1988; FERRÃO, R. FONSECA; FERRÃO, M., 1999; FONSECA, 1999).

As plantas que se propagam assexuadamente normalmente apresentam grande vigor vegetativo por manterem a heteroziguidade. O cruzamento entre clones altamente heterozigotos proporcionará o aparecimento de grande variabilidade genotípica, possibilitando, portanto, o surgimento de descendentes com características vantajosas, que, por seleção e clonagem, poderão ser superiores aos seus genitores.

A propagação vegetativa tem a vantagem de fixar um genótipo a qualquer tempo, sem que haja necessidade de avançar gerações para tal finalidade, como acontece com as espécies autógamas, podendo-se aproveitar imediatamente os indivíduos superiores que ocorrem em qualquer estágio do programa de melhoramento, originando descendentes uniformes, facilitando, assim, todas as fases de manejo da cultura. Contudo, apresenta como desvantagem o estreitamento da base genética da população, que é uma grande preocupação no estabelecimento de estratégias de melhoramento.

Para minimizar esse problema, recomenda-se que as estratégias de melhoramento genético em *C. canephora* envolvendo reprodução assexuada e sexuada sejam conduzidas paralelamente, pois enquanto a primeira promove o estreitamento da base genética dos genótipos obtidos, a segunda permite a recombinação genética, recuperando a variabilidade e proporcionando a manutenção de genes na população, que poderão ser importantes em programas de melhoramento a médio e longo

prazos. Essas estratégias são utilizadas na Costa do Marfim, África (LEROY; CHARMETANT; YAPO, 1991; LEROY et al., 1993, 1994), nos Estados de São Paulo (FAZUOLI; MISTRO; BRAGHINI, 2009; MISTRO, 2013) e do Espírito Santo, Brasil (FERRÃO, R; FONSECA; FERRÃO, M., 1999; FONSECA et al., 2002; FERRÃO et al., 2007, 2015a; FERRÃO, R. FERRÃO, M.; FONSECA, 2013).

Esquemas de cruzamentos como *top crosses* e dialelos têm sido empregados visando à estimativa da capacidade combinatória dos parentais, especialmente a capacidade geral de combinação objetivando obter híbridos sintéticos. Na escolha dos parentais para cruzamentos, quando se tem grande número de genótipos, pode-se utilizar a análise de divergência genética, a fim de ser mais eficaz nessa escolha em termos de complementaridade de alelos exigida e, conseqüentemente, poder expressar melhor a heterose pretendida nos híbridos produzidos.

O desenvolvimento, o aprimoramento e o acesso a técnicas como marcadores moleculares, culturas de anteras, embriões e meristema, produção de di-haploides, hibridação somática e transformação gênica, bem como a disponibilidade de recursos computacionais adequados às análises multivariadas, abrem novas perspectivas aos programas de melhoramento genético dessa e de outras espécies.

Dentro deste item, serão descritas as principais estratégias utilizadas no melhoramento realizado em *C. canephora*, com destaque para a introdução de germoplasma, seleção clonal, seleção recorrente, hibridação e manutenção da variabilidade genética.

#### 4.1 INTRODUÇÃO DE GERMOPLASMA

A introdução de germoplasma inclui a entrada de sementes, partes vegetativas, grãos de pólen, culturas *in vitro* e DNA.

A introdução consiste em trazer para as regiões de interesse os materiais genéticos de bancos ativos de germoplasma e coleções de programas nacionais ou mesmo internacionais e avaliá-los quanto à adaptação ambiental e aceitação pelos produtores e consumidores. As populações podem também ser introduzidas, avaliadas e, posteriormente, melhoradas, assim como as cultivares que,

após avaliadas experimentalmente, podem ser recomendadas para plantios.

Muitas das espécies cultivadas, principalmente em regiões marginais e/ou onde não existe um programa de melhoramento, foram recomendadas por intermédio da introdução. Os materiais genéticos introduzidos que apresentarem características de interesse podem ser mantidos em coleções, para serem utilizados em trabalhos futuros.

No caso particular de *C. canephora*, a introdução de germoplasma teve um papel extremamente importante, permitindo o estabelecimento de populações com ampla variabilidade genética, nas quais podem ser encontrados materiais genéticos com adaptabilidade às mais diversas condições ambientais de cultivo, constituindo-se em matéria-prima de excelente qualidade aos programas de melhoramento (FONSECA, 1996). Grande parte das lavouras comerciais de *C. canephora*, da variedade Conilon, plantadas em diferentes partes do país, como nos Estados de Rondônia, Bahia, Pará, Mato Grosso, entre outros, foram originadas de introduções de materiais genéticos oriundos do Estado do Espírito Santo.

#### 4.2 SELEÇÃO CLONAL

A propagação vegetativa ou assexuada é de grande importância para a fixação da constituição genética das plantas e possibilita a formação de clones. Um clone pode ser definido como um conjunto de indivíduos geneticamente derivado de uma só planta e que se propaga por meio vegetativo, tais como estacas, garfos e gemas, entre outros. Plantas de um mesmo clone são, portanto, geneticamente idênticas entre si e à planta que lhes deu origem.

A seleção clonal é o principal método de seleção empregado para as espécies de propagação vegetativa, incluindo a *C. canephora*. Ela é praticada de forma sequencial, iniciando-se com a seleção de plantas individuais, com características de interesse, as quais são clonadas e avaliadas em delineamento experimental apropriado. É uma estratégia importante nos programas de melhoramento de conilon, pois é uma das formas mais rápidas para se capitalizar ganhos genéticos. Uma vez identificada a combinação de alelos desejada para as características de interesse, ela poderá ser fixada e multiplicada com o uso da clonagem.

Em vários países, as seleções de clones que possuem os alelos de interesse visando ao desenvolvimento de cultivares superiores têm sido estratégias de melhoramento relevante em *C. canephora* (CAPOT, 1966; DUBLIN, 1967; FERWERDA, 1969; BOUHARMONT; AWEMO, 1980; VAN DER VOSSSEN, 1985; BOUHARMONT et al., 1986; BRAGANÇA et al., 1993, 2001; FONSECA, 1996, 1999; FERRÃO, 2004; FONSECA et al., 2004a; FERRÃO et al., 2000, 2007; 2012, 2014, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d; FERRÃO, R.; FERRÃO, M.; FONSECA, 2013).

A continuidade do sucesso no programa de melhoramento via seleção clonal depende da magnitude da variabilidade genética disponível. Dentro desse contexto, no programa de melhoramento, devem ser planejadas estratégias para que o máximo de ganho genético não ocorra em uma única geração e inclua na clonagem um esquema de seleção recorrente, cujo progresso no incremento das frequências de alelos favoráveis possa ser capitalizado passo a passo.

Algumas questões devem ser consideradas na utilização da seleção clonal como estratégia de melhoramento: 1) tamanho inicial da população base – devido à liberação total da variabilidade genética de uma única vez, a população inicial deve ser grande, para aumentar a probabilidade de o genótipo superior estar presente nessa população; 2) população base grande – induz à necessidade de grande área uniforme para avaliação; 3) longo período juvenil – pode-se minimizar esse problema através da seleção precoce usando informações de estudos de correlações; 4) porte elevado das plantas – além de dificultar as avaliações, há a necessidade de utilização de espaçamentos maiores e, concomitantemente, de grandes áreas; 5) variabilidade genética para diferentes características de seleção – a população deve possuir alta frequência de indivíduos superiores, pois, do contrário, clones superiores aos já cultivados pelos produtores não serão selecionados; 6) repetibilidade de comportamento dos clones no decorrer do tempo – a repetibilidade é importante, pois o clone selecionado em uma etapa deve possuir comportamento semelhante na etapa seguinte.

As maneiras mais adequadas para melhorar a eficiência da seleção via clonagem em espécies perenes são:

**1) Seleção precoce** – buscar alternativas para diminuir o período juvenil visando a reduzir o tempo para a liberação da cultivar para o plantio. Deve-se, nessa seleção precoce, identificar as características de alta herdabilidade que se manifestam precocemente e possuem elevada correlação genotípica com características morfoagronômicas qualitativas e de interesse que se manifestam mais tardiamente. Para características de alta herdabilidade, deve-se aplicar uma alta intensidade de seleção na fase juvenil; já para características de média ou baixa herdabilidade, as intensidades de seleção devem ser média e baixa, respectivamente.

**2) Índice de seleção** – deve-se formar um índice de seleção com base na definição do clone avaliado nas diferentes etapas do melhoramento. A eficiência de utilização desse índice está diretamente correlacionada às características de alta herdabilidade. Mesmo oferecendo pequena contribuição em cada etapa do melhoramento, tal índice, depois de várias etapas de seleção, poderá contribuir para um ganho genético significativo.

**3) Seleção de famílias** – as premissas básicas são de que a variação genética ocorra tanto entre como dentro de famílias e que apresente distribuição normal padronizada. Nessa situação, em primeiro lugar, faz-se a seleção entre, identificando as famílias superiores e, posteriormente, a seleção dentro, quando são selecionadas as plantas de interesse dentro das famílias de destaque.

O sucesso da seleção clonal depende também da forma como ela é realizada, ou seja, se baseada em características fenotípicas ou se com base no comportamento de suas progênies, sendo este último procedimento o método que tem proporcionado maior sucesso na seleção. A avaliação das progênies em condições ambientais distintas é de grande importância, uma vez que se tem verificado que a variabilidade em *C. canephora* pode ser atribuída, em parte, à variação ambiental (FERWERDA, 1969).

As principais características praticadas na seleção são o potencial de produção, estimado a partir de quatro colheitas; a adaptabilidade e estabilidade de produção para ambientes diversos; a tolerância à seca, a pragas e doenças; a uniformidade de maturação dos frutos; maior tamanho de grãos com baixa percentagem de grãos do tipo moça; a elevada

relação entre café cereja e café beneficiado; a baixa percentagem de grãos chochos; a bianalidade de produção; e o baixo teor de cafeína (FONSECA, 1999; FERRÃO, 2004, FERRÃO et al., 2012).

Na seleção clonal, ressalta-se atenção especial em considerar simultaneamente a adaptabilidade e a estabilidade dos genótipos, expressadas pela superioridade do material genético e a manutenção de seus comportamentos ao longo do tempo, respectivamente. A menor variação bianual é tão importante quanto o potencial de produtividade na seleção de clones de maior estabilidade de produção.

Em se tratando do fenômeno de auto-incompatibilidade genética entre clones que possuem constituições genéticas semelhantes visando a garantir uma polinização satisfatória, Charrier e Berthaud (1988) sugerem fazer o teste de compatibilidade genética antes de formar uma variedade clonal e, também, que a cultivar desenvolvida deva ser constituída de um número mínimo de oito clones para garantir a sustentabilidade da atividade e evitar riscos de vulnerabilidade genética. As oito cultivares clonais de café conilon desenvolvidas pelo Incaper para o Espírito Santo são formadas pelo agrupamento de 9 a 14 clones (BRAGANÇA et al., 1993, 2001; FERRÃO et al., 1999, 2000, 2014, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d; FERRÃO, R.; FERRÃO, M.; FONSECA, 2013).

No desenvolvimento dessas cultivares clonais, utilizaram-se os seguintes procedimentos: seleção de lavoura ou população base com variabilidade genética; identificação dos indivíduos superiores; clonagem dos indivíduos superiores selecionados; avaliação experimental dos clones selecionados juntamente com testemunhas locais, em ensaios com delineamento experimental, instalados em locais representativos da cultura, por um período mínimo de quatro colheitas; seleção e agrupamento dos materiais superiores para as diferentes características; teste de compatibilidade genética entre os clones de cada grupo; multiplicação dos clones superiores em jardim clonal; e lançamento da nova cultivar com disponibilização de estacas e/ou mudas para produtores, viveiristas, cooperativas, associações de produtores, prefeituras municipais, instituições de ensinos, entre outras. Os valores de produtividades alcançadas por cultivares clonais são, em geral, superiores àqueles obtidos por variedades

híbridas. Contudo, Charrier e Bertahaud (1988) afirmaram ser possível obter variedades híbridas produzindo de 75% a 100% da produtividade de cultivares clonais, embora não seja possível, nesse caso, a manutenção da uniformidade desejável entre os indivíduos, devido à heterozigotidade dos parentais.

Por meio de programas de melhoramento genético no Brasil e no mundo, foram desenvolvidas diferentes cultivares clonais com produtividades médias superiores aos híbridos e variedades propagadas por sementes (DUBLIN, 1967; FERWERDA, 1969; CAPOT, 1977; CHARRIER; BERTHAUD, 1988; FERRÃO, R.; FONSECA; FERRÃO, M., 1999; FONSECA, 1999; FONSECA et al., 2002, 2004a; EMBRAPA, 2012; FERRÃO et al., 2015b, 2015c, 2015d). Registro especial pode ser dado ao programa de melhoramento genético de café conilon no Estado do Espírito Santo conduzido pelo Incaper, cujas cultivares clonais têm atingido produtividades, em diferentes localidades do Estado, superiores a 60 sc. benef./ha em condições não irrigadas e 120 sc. benef./ha quando irrigadas, além de originarem um produto de melhor qualidade (FERRÃO et al., 2014, 2015a).

Ferrão, R., Ferrão, M., Fonseca (2013) expõem que para a obtenção das cultivares clonais superiores do Incaper foram necessários, no mínimo 12 anos de pesquisa de campo em ambientes representativos da cultura, por no mínimo quatro colheitas, com avaliação de cerca de 20 características associadas à produção e qualidade final do produto. A seguir, descreve-se de forma resumida os dez passos para obtenção de uma cultivar clonal, cuja ilustração encontra-se na Figura 3.

**1. Identificação de plantas superiores** – utiliza-se a variabilidade genética (diferenças entre as plantas em relação às diversas características) encontrada em lavouras comerciais de produtores, propagadas por sementes, em introduções, em populações oriundas de campos de recombinações e de cruzamentos controlados. Com base nessa variabilidade, são identificadas, marcadas e acompanhadas as plantas superiores, com alto vigor vegetativo, elevada produtividade, tolerância à seca, resistência a doenças, adequada arquitetura, grãos grandes, uniformidade de maturação dos frutos, entre outras características.

**2. Clonagem e produção de mudas** – identifica-se as plantas superiores que, em seguida, são clonadas e levadas aos viveiros para produção de mudas visando a sua avaliação em experimentos de campo.

**3. Experimentos de competição** – avalia-se os clones superiores em experimentos de campo, em três ambientes representativos da cultura (Fazendas Experimentais de Marilândia, Sooretama, Bananal do Norte/Incaper), localizadas nos Municípios de Marilândia, Sooretama e Cachoeiro de Itapemirim, no Estado do Espírito Santo, respectivamente, por no mínimo quatro colheitas, para cerca de 20 características associadas à produção e qualidade de bebida seguindo o método científico.

**4. Estatística e biometria** – realiza-se diferentes análises estatísticas e biométricas dos experimentos envolvendo genótipos, locais e anos para diferentes características estudadas. Os resultados proporcionam a confiabilidade e rigor científico ao trabalho, constituindo-se, assim, numa ferramenta importante para a definição das estratégias futuras de melhoramento genético via sexuada (semente), assexuada (clonal) e na definição e agrupamento dos clones para a formação das cultivares melhoradas.

**5. Qualidade da bebida** – realizam-se análises químicas e sensoriais dos grãos dos clones promissores, com o objetivo de avaliar os teores de seus componentes químicos e dos atributos sensoriais associados à qualidade da bebida.

**6. Seleção e agrupamento de clones** – procede-se à seleção e agrupamento dos clones superiores com base nas observações e nas análises estatísticas e biométricas para diferentes ambientes e anos considerando-se as características associadas à produção e qualidade do café.

**7. Teste de compatibilidade genética** – realizam-se os cruzamentos controlados entre os clones superiores envolvendo todas as combinações possíveis, com o objetivo de avaliar a fecundação e formação dos frutos. Esse teste objetiva evitar a formação de cultivares com clones autoincompatíveis.

**8. Proteção/Registro** – realiza-se a caracterização da cultivar com base nos descritores recomendados para a espécie visando à proteção das cultivares. Por ocasião dos lançamentos, realiza-se o registro das cultivares e a proteção no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). O registro é um



requisito indispensável para a comercialização de mudas de uma cultivar. A proteção garante os direitos intelectuais e os conhecimentos associados às tecnologias desenvolvidas.

**9. Jardins clonais** – implanta-se uma rede de jardins clonais, que são campos de multiplicação vegetativa, em parceria com prefeituras municipais, cooperativas, viveiristas, associações de produtores, instituições de ensino e pesquisa visando à disponibilização das cultivares para os produtores.

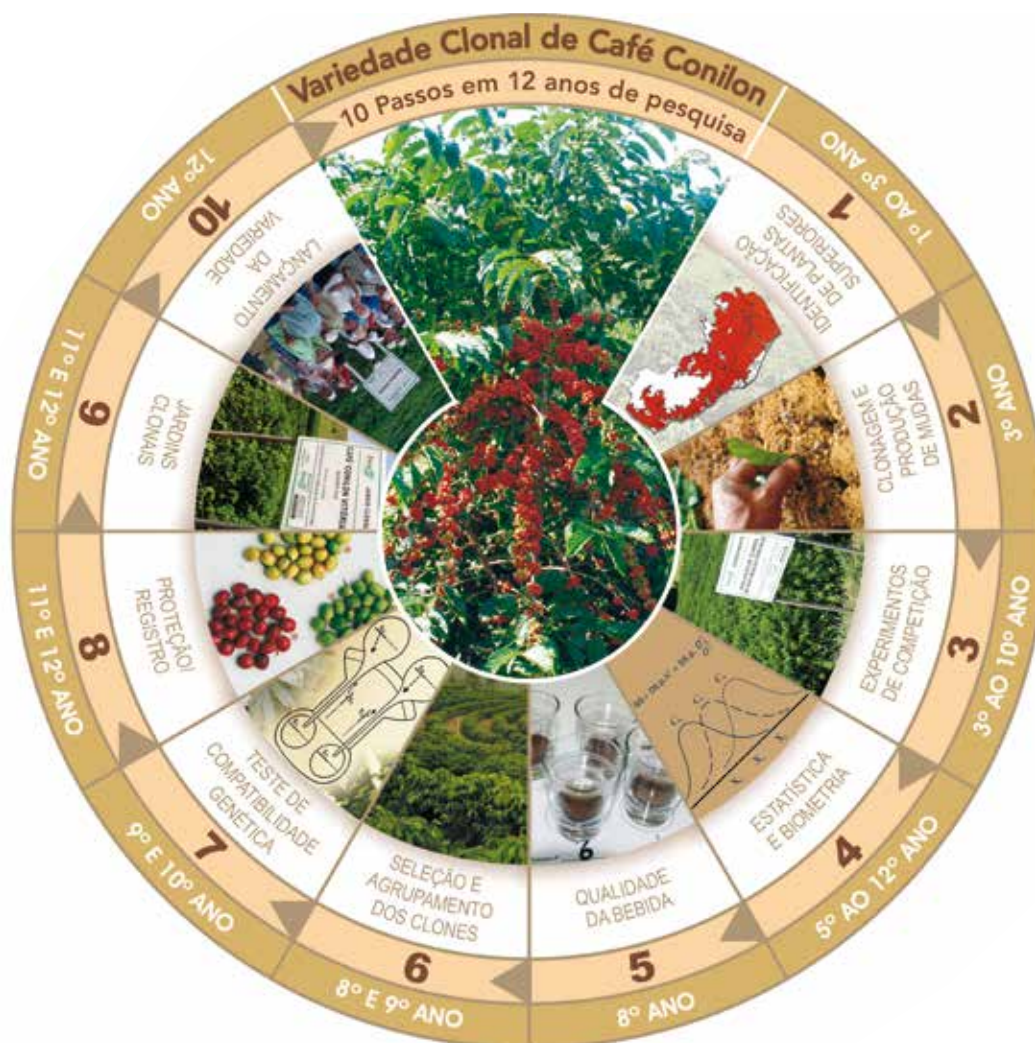
**10. Lançamento da cultivar** – realiza-se a apresentação da cultivar à sociedade (palestras e publicações técnicas científicas). Essa é a última fase antes da aplicação de diferentes metodologias de transferência da tecnologia (visita técnica, dia de campo, unidades demonstrativas), que visa à sua inclusão nos sistemas produtivos, contribuindo para

evolução positiva na atividade.

Na Figura 4, é apresentado o esquema clássico de melhoramento, que pode ser aplicado para a espécie *C. canephora*, quando o objetivo final do trabalho é desenvolver variedades clonais ou variedades ou híbridos sintéticos.

#### 4.3 SELEÇÃO RECORRENTE

Em plantas perenes, pela maior complexidade em conduzir os programas de melhoramento, necessita-se de métodos capazes de produzir resultados práticos dentro de um período de tempo relativamente curto. Dessa forma, as cultivares melhoradas devem ser criadas durante os diferentes estágios do melhoramento populacional.



**Figura 3.** Fluxograma para desenvolvimento de cultivares clonais de café conilon.

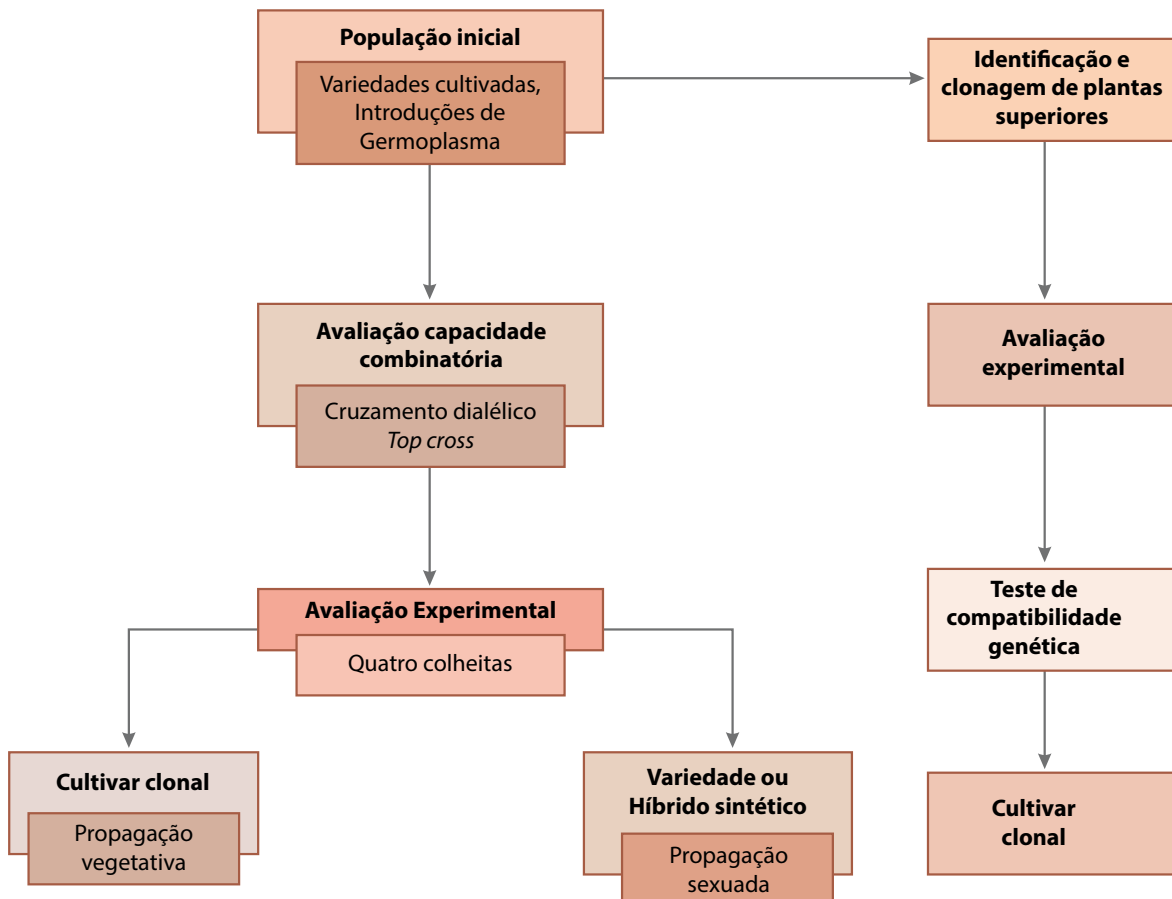
**Fonte:** Ferrão, R., Ferrão, M. e Fonseca (2013).

A seleção contínua em uma população pode provocar diferentes problemas, entre eles: estreitamento da base genética devido à redução da variabilidade genética e a menor probabilidade de seleção de genótipos superiores àqueles já extraídos na geração anterior (SOUZA JÚNIOR; ZINSLY, 1985) podendo chegar até o seu esgotamento (GERALDI, 1997; PEREIRA; VENCOVSKY, 1988). O grande desafio do melhorista é monitorar as mudanças na população visando a obter os ganhos contínuos pela seleção, sem descaracterizar e reduzir a variabilidade genética e a base genética da população.

A maioria dos caracteres de importância econômica tem herança quantitativa, ou seja, são, em geral, controlados por vários genes. A dificuldade do melhorista está em buscar estratégias de melhoramento visando a aumentar a frequência dos alelos favoráveis dos genes de interesse na população e, conseqüentemente, melhorar a expressão do caráter. O desafio é que quanto maior

o número de genes envolvidos na expressão de uma dada característica, menor é a probabilidade de se poder utilizar todos eles, principalmente pelo fato de que, aliado a essa dificuldade, existe também o efeito ambiental interferindo na expressão final da característica. Assim, a frequência de alelos favoráveis poderá ser aumentada de forma contínua e gradativa por ciclos sucessivos de seleção, por intermédio da seleção recorrente (HALLAUER, 1992; RAMALHO, 1994; RAMALHO; GONÇALVES; SOUZA SOBRINHO, 1999).

A seleção recorrente pode ser definida como a seleção sistemática de plantas desejáveis de uma população, seguida pela sua recombinação e avaliação para formação da nova população melhorada que, por sua vez, é utilizada como base para um novo ciclo de seleção e, assim, sucessivamente. A diferença entre as médias para as diferentes características avaliadas da população melhorada e da população inicial indica a eficiência



**Figura 4.** Esquema clássico de melhoramento de *Coffea canephora* para obtenção de cultivares.

Fonte: Adaptado de Ferrão et al. (2007).

da seleção recorrente. Espera-se que os indivíduos selecionados sejam superiores aos da população original e que a variância genética seja, pelo menos, mantida em um nível adequado.

O objetivo da seleção recorrente, conforme já mencionado, é aumentar, contínua e progressivamente, a frequência dos alelos favoráveis com os sucessivos ciclos de seleção, mantendo e até recuperando a variabilidade genética e, com isso, promover o melhoramento genético das populações, as quais poderão ser utilizadas como uma cultivar per si ou como fonte de indivíduos superiores, no processo de seleção clonal, hibridação ou como progenitores de variedades melhoradas. Dessa forma, novos genótipos superiores poderão ser extraídos novamente, retroalimentado repetidamente o sistema e propiciando, assim, a sustentabilidade do programa no longo prazo. Para Borém (1997), o sucesso do método resulta no melhoramento de uma população com performance superior à população base ou de origem.

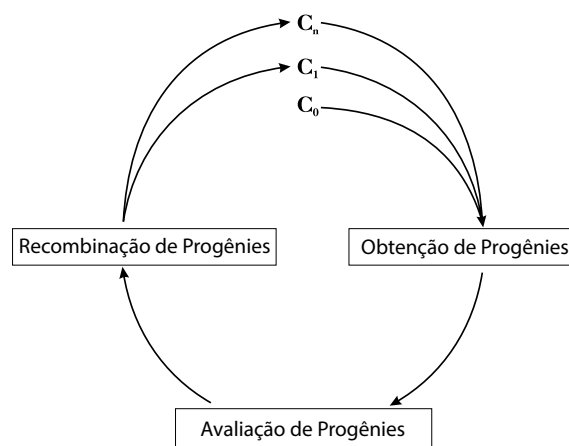
A seleção recorrente proposta por Hull (1945) tem sido extensivamente utilizada no melhoramento de plantas alógamas em diferentes culturas, inicialmente com a cultura do milho (COMSTOCK; ROBINSON; HARVEY, 1949). O êxito no uso da seleção recorrente depende da existência das populações bases com variabilidade genética para a(s) característica(s) de interesse, possibilitando a identificação e a seleção de genótipos superiores após a avaliação de genitores e/ou plantas e, ao mesmo tempo, para manter a população com variabilidade suficiente para continuar obtendo ganhos nos ciclos subsequentes (RAMALHO, 1994; DIAS; RESENDE, 2001; PEREIRA et al., 2002).

Os diferentes métodos de seleção recorrente são classificados em seleção recorrente intrapopulacional e interpopulacional. O primeiro método consiste no melhoramento da população per si, enquanto o segundo visa à melhoria de uma população inter cruzada com outra de interesse.

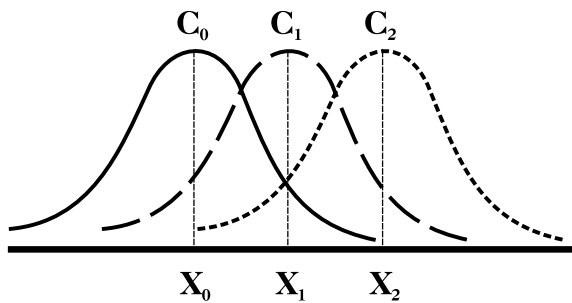
A seleção recorrente intrapopulacional pode ser utilizada em métodos de seleção massal, seleção entre famílias de meio-irmãos e de irmãos completos. A escolha do método depende da característica a ser melhorada, de sua herdabilidade, do local e do tempo disponível para a execução

do programa, do treinamento do pessoal, da variabilidade da população e do tipo de reprodução e propagação do material genético e, ainda, do conhecimento das informações da literatura. Ela capitaliza os efeitos aditivos dos alelos e, portanto, é uma ferramenta poderosa para o melhoramento populacional. É fácil de ser conduzida, podendo-se trabalhar com populações maiores e, dependendo da(s) característica(s) a ser(em) melhorada(s), pode proporcionar ganhos genéticos compatíveis, com menor tempo e custo, em relação a outros métodos de melhoramento mais sofisticados. Deve ser aplicada como método de seleção inicial de melhoramento, quando o objetivo principal do trabalho é a melhoria de populações visando à obtenção de variedades propagadas via sexuada ou quando não se tem ainda informações sobre os níveis de dominância associados aos principais caracteres objetos da seleção.

Segundo Paterniani e Miranda Filho (1987) e Hallauer (1992), a seleção recorrente consiste principalmente nas seguintes fases: identificação dos indivíduos superiores da população a ser melhorada; avaliação dos genótipos superiores em experimento com repetições, se possível em mais de um ambiente; e recombinação ou intercruzamento dos indivíduos superiores em campo isolado de polinização livre para formação do ciclo seguinte de seleção (Figura 5). Os ganhos genéticos para as características priorizadas nas pesquisas são obtidos com os avanços dos ciclos de seleção (Figura 6).



**Figura 5.** Esquema demonstrativo de seleção recorrente.  
**Fonte:** Borém (1997).



**Figura 6.** Ganhos genéticos obtidos pela seleção recorrente.

Fonte: Adaptado de Ferrão et al. (2007).

A seleção recorrente tem sido aplicada com êxito em diferentes espécies perenes tropicais, como no cacau (LOCKWOOD; PANG, 1993; BARADAT; LABBE; BOUVERT, 1994; PAULIN, 1994; PIRES et al., 1999), no eucalipto (RESENDE; HIGA, 1990; NAMKOONG; KANG; BROVARD, 1998; RESENDE, 1999; RESENDE; FERREIRA; MUNIZ, 1999) e em *C. canephora* (LEROY et al., 1993, 1994, 1997; FERRÃO, R.; FONSECA; FERRÃO, M., 1999; FAZUOLI; MISTRO; BRAGHINI, 2009; FERRÃO et al., 2012, 2015).

No Estado do Espírito Santo, o Incaper vem trabalhando com a estratégia de seleção recorrente, desde 1997, em populações de maturação precoce, maturação intermediária e maturação tardia. As populações foram formadas pela recombinação em campos isolados de grupos de clones com diferentes períodos de maturação. Em cada população, foram recombinados clones superiores e cada progênie das diferentes famílias de meio-irmãos foi avaliada para diferentes características por anos consecutivos. As populações encontram-se no segundo ciclo de seleção. Após avaliações biométricas visando a verificar as mudanças genéticas de cada população, foram identificados os indivíduos superiores, incorporados em estratégias de melhoramento via assexuada (clonal), e agrupados, para avançar em novos ciclos de seleção e, também, serem utilizados para a formação de novas cultivares propagadas por sementes.

Vicentini (2013) e Vicentini et al. (2015), realizando análises biométricas na população de maturação de frutos tardia do programa de melhoramento genético de café conilon do Incaper, verificaram a existência de variabilidade genética para diferentes características no conjunto de progênies avaliadas

permitindo, assim, a continuidade do processo de seleção recorrente, com possibilidade de sucesso. Os resultados das análises de divergência genética mostraram dissimilaridade entre os materiais genéticos, indicando a possibilidade de sucesso na obtenção de híbridos.

#### 4.3.1 Seleção recorrente com a utilização de propagação vegetativa

O êxito na utilização da propagação vegetativa ocorre quando, na população base, estiverem presentes genótipos superiores e desejados; caso contrário, o esforço dispendido para a avaliação de clones não resultará em ganhos no desenvolvimento de cultivares superiores.

Diversos esquemas poderiam ser utilizados na seleção recorrente fenotípica com o uso de propagação vegetativa. A Figura 7 mostra um esquema bastante eficiente em cultura perene e que também poderá ser utilizado para a de *C. canephora*.

O início do programa ocorre com a definição da população base, a qual pode ser obtida pelo uso de material genético de lavouras de produtores, onde é encontrada grande variabilidade genotípica para as diferentes características estudadas; por cruzamentos controlados empregando-se a mistura de pólen de todos os genitores; por cruzamentos controlados envolvendo os genitores de interesse; ou por recombinação de um grupo de genótipos com características de interesse. As plantas superiores, após propagadas vegetativamente, são avaliadas em ensaios experimentais. Os clones que se destacam passam pelo teste de compatibilidade genética e agrupamento para, posteriormente, serem recombinados em campo isolado, constituindo, assim, um ciclo de seleção recorrente. As cultivares ou outros clones superiores de distintos programas de melhoramento, ou mesmo gerados no próprio programa, poderão entrar, a qualquer momento, no esquema de recombinação, contribuindo com alelos favoráveis para a população-alvo da seleção.

#### 4.3.2 Seleção recorrente recíproca

A seleção recorrente recíproca é um método de melhoramento muito utilizado em plantas alógamas desde 1960, principalmente para seleção de características de herança quantitativa sob controle



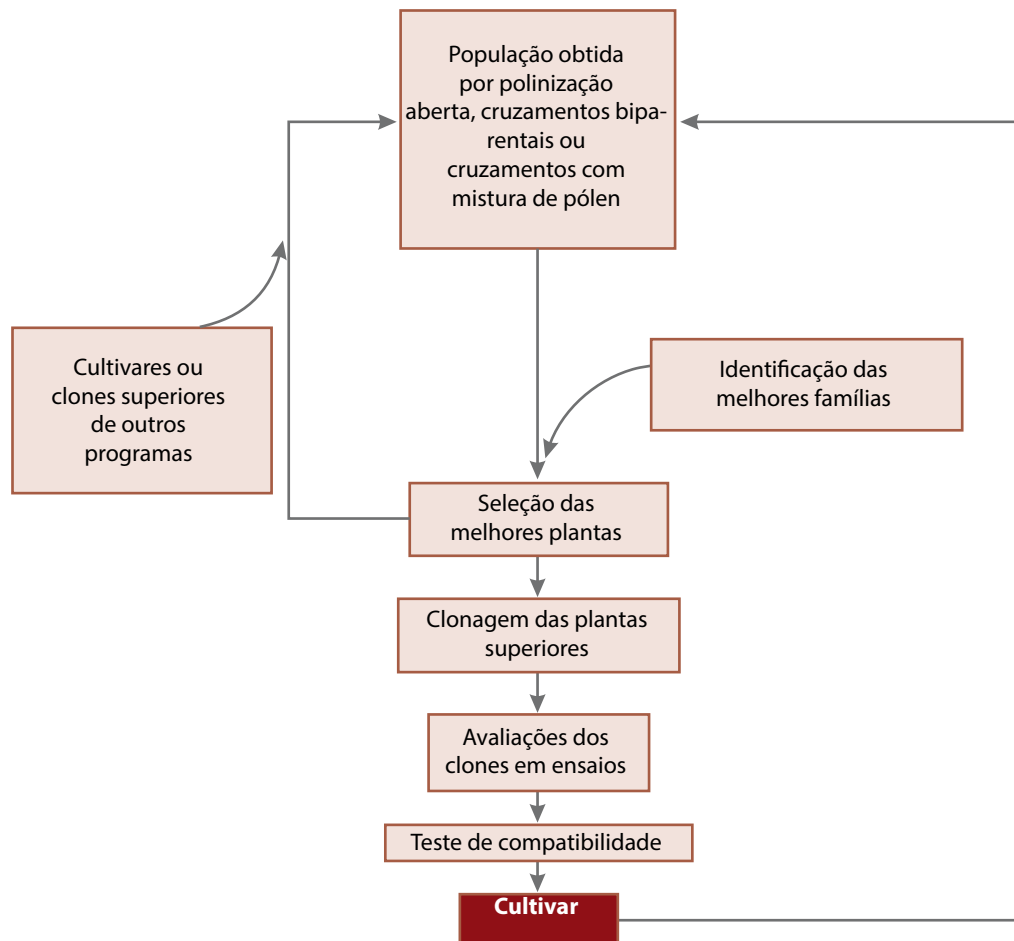
poligênico, como o rendimento de grãos. É utilizada quando se tem duas populações divergentes e com genes complementares, em cujo processo de seleção e recombinação há aumento da frequência de alelos favoráveis nas duas populações de melhoramento.

A seleção recorrente recíproca deve ser utilizada quando o objetivo do trabalho é buscar o melhoramento da população per si e em cruzamentos visando à exploração da heterose. Consiste na identificação de populações produtivas com características de interesses divergentes e complementares. Esse método de melhoramento possibilita explorar tanto a CGC, associada à variância genética aditiva, como a CEC, relacionada à variância genética não aditiva.

Assim, esse tipo de seleção deve ser utilizado nas seguintes condições: quando se deseja explorar simultaneamente a CGC e CEC, quando se conhece a divergência genética entre as populações bases,

quando se tem informações sobre a dominância alélica nos locos que controlam o caráter de interesse, quando o programa visa à obtenção de híbridos e quando há treinamento, estrutura e mão de obra qualificada para execução dos trabalhos. Também se deve ter atenção quanto aos objetivos finais do trabalho – se visa à obtenção de híbridos e/ou clones comerciais e se o efeito da capacidade específica de combinação é estatisticamente significativo. Em espécies de algumas culturas, como o café robusta, coco, eucalipto, seringueira, cacau, a seleção recorrente recíproca é estratégia adequada de melhoramento.

Os trabalhos de seleção recorrente recíproca em *C. canephora* iniciaram-se em 1984, na Costa do Marfim, utilizando-se de duas populações divergentes, de origens geográficas diferentes, denominadas de Congolense (Grupo 1 - África Central) e Guineano (Grupo 2 - oeste da África)



**Figura 7.** Esquema de seleção recorrente com a utilização de propagação vegetativa.

**Fonte:** Adaptado de Ferrão et al. (2007).

(BERTHAUD, 1986). Nessa pesquisa, primeiramente foi avaliada a capacidade de combinação dos genótipos de cada população, cruzados com vários testadores da população recíproca (LEROY et al., 1993), uma vez que há predominância da capacidade geral de combinação (CHARRIER; BERTHAUD, 1988). Os melhores híbridos e as cultivares clonais atualmente plantados na Costa do Marfim são derivados do melhoramento envolvendo os cruzamentos dos citados grupos (LEROY et al., 1993, 1994, 1997). Segundo os autores, as principais características de cada população são as seguintes: Guineana – suscetibilidade à ferrugem-da-folha, alto teor de cafeína, baixo peso de sementes, tolerância à seca, boa brotação, internódios curtos, folhas pouco alongadas e maturação precoce. Congolense – resistência à ferrugem-da-folha, médio teor de cafeína, sementes de tamanho maior, suscetibilidade à seca, pouca brotação, internódios longos, folhas grandes e maturação tardia dos frutos.

Os principais resultados desses trabalhos foram as constatações de presença de variabilidade genotípica e fenotípica dentro e entre as populações Guineana e Congolense para arquitetura da planta, resistência à seca, vigor, características organolépticas, resistência a pragas e doenças; superioridade dos híbridos descendentes do cruzamento intergrupos em relação aos cruzamentos dos intragrupos, justificando a eficiência da seleção recorrente recíproca; eficiência da seleção recorrente no melhoramento das populações per se e na obtenção de híbridos superiores; e variação de 0,22 a 0,78 das herdabilidades para características relacionadas à arquitetura da planta, de 0,13 a 0,40 para vigor da planta e de 0,15 a 0,28 para as associadas com peso de grãos. As correlações fenotípicas e genotípicas entre produtividade e vigor de plantas foram altas; não houve alta correlação do peso de grãos com vigor e produção; houve boa correlação entre o diâmetro da copa das plantas aos quatro anos de idade com a produtividade de plantas de dois a cinco anos. Quanto às estimativas de ganhos genéticos para diferentes características, Leroy et al. (1997) verificaram progressos expressivos, cujas produtividades de híbridos envolvendo genitores elites das duas populações foram de 16% a 140% superiores às duas variedades comerciais clonais, e o cruzamento mais produtivo mostrou-se mais vigoroso. Efetuando a seleção de 5% das melhores

plantas, o trabalho mostrou expectativas de ganhos genéticos altos com valor superior a 60% para produção; moderado com índices de 14% a 18% para vigor de plantas jovens e baixa para diâmetro da copa, tendo sido possível prever 60% dos ganhos genéticos em produtividades das plantas selecionadas em comparação com o clone mais produtivo utilizado como testemunha.

A seleção recorrente recíproca, pode ser ilustrada pelo fluxograma da Figura 8.

#### 4.4 HIBRIDAÇÃO

A hibridação tem sido uma das melhores estratégias de melhoramento a fim de agregar em um único indivíduo características de interesses encontrados em diferentes materiais genéticos. São muitos os exemplos de sucesso envolvendo hibridações em espécies de importância econômica e social no cenário mundial, podendo-se citar o trigo, a batatinha, hortaliças como tomate e repolho, a cana-de-açúcar e fruteiras, que se multiplicam por via vegetativa. O melhor exemplo é dos milhos híbridos, desenvolvidos e cultivados em diferentes regiões do mundo.

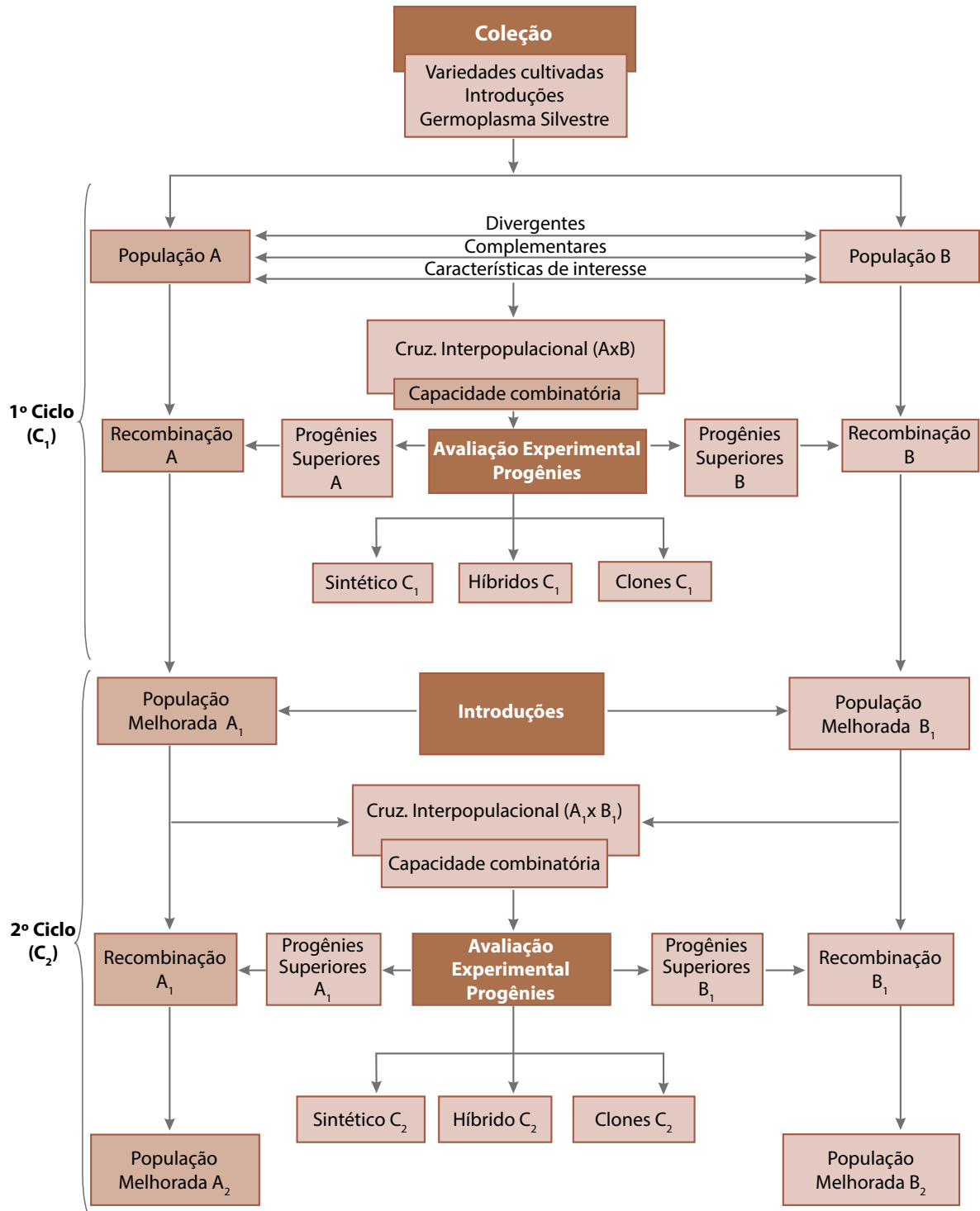
Em programas de melhoramento via hibridação é de fundamental importância selecionar bem os genitores com base em características agrônômicas e estudos biométricos, como cruzamento dialélico e de divergência genética, adaptabilidade e estabilidade.

A hibridação em *C. canephora* pode ser interespecífica ou intraespecífica. A segunda é bastante facilitada em *C. canephora* pela existência do sistema gametofítico de autoincompatibilidade, podendo dispensar a emasculação.

##### 4.4.1 Hibridação intraespecífica

Para a realização de hibridações intraespecíficas artificiais (manuais), passa-se pelos seguintes passos: definição com antecedência dos genitores; proteção com sacos apropriados de ramos produtivos de plantas que serão utilizadas como genitores masculinos e femininos, cerca de três a cinco dias antes da antese; eliminação dos botões florais que já estiverem abertos; e monitoramento dos genitores quanto ao momento correto de efetuar a polinização artificial.

Para a realização dos cruzamentos, os ramos plagiotrópicos contendo as flores abertas, que funcionarão como genitor masculino, polinizadores de outras plantas, devidamente identificados, deverão ser destacados e levados até o genitor feminino, também identificado, de outra planta. Com o rompimento manual de ambos os sacos, as inflorescências masculinas contendo as flores



**Figura 8.** Fluxograma da seleção recorrente recíproca.

**Fonte:** Adaptado de Leroy et al. (1993) por Ferrão et al. (2007).

abertas, com grande quantidade de pólen, são colocadas em contato com as inflorescências femininas. Estando as flores do genitor feminino também abertas, por um processo fácil do desprendimento do grão do pólen, e não existindo incompatibilidade genética entre os genitores, realiza-se a polinização artificial, iniciando-se, assim, o processo de fertilização para a formação do fruto. Cada cruzamento deve ser identificado pelo amarrão de etiqueta com a numeração dos genitores envolvidos, data de realização, entre outras informações importantes.

A polinização artificial geralmente deve começar entre oito e dez horas da manhã. O técnico deve monitorar as flores não protegidas da mesma planta ou de plantas ao lado. Isso dará um bom indicativo do melhor momento para efetuar a polinização.

Já a produção comercial de sementes híbridas é realizada em campos isolados envolvendo campos bi ou multiclonais. Os pais devem ser dispostos de tal forma que facilitem a polinização natural e que o florescimento dos genitores ocorra de forma sincronizada. Em um campo de um hectare cultivado, pode-se produzir mais de 1.000 kg de sementes, que são suficientes para instalar uma cafeicultura em cerca de 2.000 ha.

#### 4.4.2 Hibridação interespecífica

Híbridos entre diferentes espécies têm despertado grande interesse de melhoristas de plantas. Muitos atributos de importância que faltam em espécies cultivadas são encontrados em espécies exóticas e silvestres. Assim, a hibridação interespecífica constitui-se em um procedimento básico potencial para a transferência de alelos responsáveis para melhoria de características de espécies cultivadas.

A estrutura genética do gênero *Coffea* favorece o melhoramento por introgressão. São possíveis as hibridações naturais e artificiais entre as espécies desse gênero dando origem, muitas vezes, a híbridos férteis (CHARRIER; BERTHAUD, 1988). As hibridações interespecíficas são procedimentos adequados para a melhoria da produtividade, rusticidade, qualidade de bebida e outras características de interesse.

Várias cultivares superiores foram originadas de hibridações interespecíficas entre *C. arabica* e uma destas: *C. canephora*, *C. dewevrei* e *C. congensis*,

desenvolvidas, recomendadas e amplamente utilizadas pelos produtores. Devido ao diferente número de cromossomos de *C. arabica* em relação às demais espécies, a hibridação interespecífica, envolvendo sempre ela com as outras do gênero, é dificultada e impede a formação e o uso direto dos híbridos  $F_1$ , sendo, nessa situação, importante a duplicação do número de cromossomos. Pesquisadores de vários países têm especial atenção para híbridos entre *C. arabica* e *C. canephora* por duas razões principais: melhorar a qualidade de *C. canephora* e, por ação recíproca, introduzir alelos que conferem vigor e resistência a doenças em *C. arabica* (CARVALHO; MEDINA FILHO; FAZUOLI, 1984).

Importância especial também vem sendo dada aos descendentes de híbridos naturais ou artificiais entre as espécies *C. arabica* e *C. canephora*, como o 'Híbrido de Timor', que tem sido amplamente utilizado como genitor para resistência à ferrugem de diferentes cultivares desenvolvidas em vários países e também no Brasil, podendo-se citar: Iapar 59, Tupi IAC 1669-33, Oeiras – MG 6851, Paraíso MG H419-1, IPR 98, Obatã IAC 1669-20, Pau Brasil, Sacramento IAC 125 RN e outras (MONACO; CARVALHO, 1975; CARVALHO et al., 1991; FAZUOLI et al., 1996, 2002; PEREIRA et al., 2002). Vários autores descreveram sobre o 'Híbrido de Timor', podendo-se citar (BETTENCOURT, 1981; CHARRIER; BERTHAUD, 1985; BETTENCOURT; RODRIGUES JUNIOR, 1988; CARVALHO, 1988a; PEREIRA et al., 2002).

Os híbridos conhecidos como arabustas, originados do cruzamento entre *C. arabica* e tetraploides de *C. canephora*, têm recebido atenção especial em muitos países, com destaque na Costa do Marfim e no Brasil (CAPOT, 1977). A produção de tetraploides em *C. canephora* é feita através do tratamento de sementes ou extremidades de ramos com colchicina (CARVALHO et al., 1991). Esses híbridos, além do vigor, apresentam resistência à ferrugem (CHARRIER; BERTHAUD, 1985).

As cultivares Icatu, oriundas do cruzamento de *C. canephora* cv. Robusta x *C. arabica* cv. Bourbon e sucessivos retrocruzamentos com *C. arabica* cv. Mundo Novo, exemplificam bem o sucesso do melhoramento interespecífico. As populações de 'Icatu' têm grande variabilidade para diversas características agrônomicas, apresentando genótipos com resistência a muitas raças fisiológicas do agente causador da ferrugem, sendo também



rústicas e produtivas (FAZUOLI, 1986; FAZUOLI et al., 2002).

As populações denominadas de ‘Catimor’ são originadas do melhoramento envolvendo o ‘Híbrido de Timor’ (*C. arabica* x *C. canephora*) x ‘Caturra’. Apresentam muitas progênes resistentes à ferrugem (PEREIRA et al., 2002).

Conforme já citado, muitas outras espécies podem ser utilizadas em trabalhos de melhoramento por apresentarem características de interesse, como: tolerância à seca (*C. racemosa*), baixo teor de cafeína (*C. eugenioides*) ou mesmo ausência de cafeína em espécies da secção *Mascarocoffea* e resistência a nematoides (*C. salvatrix*) (CHARRIER; BERTHAUD, 1988).

As espécies *C. canephora*, *C. congensis*, *C. racemosa* e *C. dewevrei* vêm sendo aproveitadas em cruzamentos com *C. arabica* como importantes fontes de alelos para resistência a pragas, doenças, nematoides e tolerância a condições adversas de ambiente. A resistência ao bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) é encontrada em *C. stenophylla*, *C. racemosa*, *C. salvatrix*, *C. liberica*, *C. kapakata*, *C. eugenioides* e *C. dewevrei* (CARVALHO et al., 1991).

Para o sucesso de programas de obtenção de híbridos interespecíficos, é de fundamental importância o conhecimento sobre a herança dessas características, bem como a relação de dominância (CARVALHO et al., 1991).

O teor de cafeína, embora seja uma característica qualitativa, apresenta herdabilidade intermediária (CHARRIER; BERTHAUD, 1988). A variedade Laurina, possivelmente originada por mutação da cultivar Bourbon de arábica possui cerca da metade do teor de cafeína de materiais genéticos dessa espécie (KRUG; MENDES; CARVALHO, 1939). Essa característica, segundo Costa (1965), citado por Carvalho et al. (1991), é governada por apenas um par de genes (I<sub>r</sub> I<sub>r</sub>), constituindo-se, assim, em outra possibilidade para a redução desse componente em *C. canephora*, pelo melhoramento interespecífico.

O cruzamento interclones pode constituir-se na estratégia mais simples para redução do teor de cafeína em *C. canephora*, visto que a espécie apresenta grande variabilidade para a característica, com teores entre 2% e próximo a 4%. Para tal, é necessária a avaliação e seleção de clones

com menores teores, os quais, posteriormente, podem ser agrupados para a formação de uma nova variedade clonal como também utilizados em cruzamentos para incorporar os alelos dessa característica em outros materiais genéticos de melhor desempenho comercial.

A transferência para *C. canephora* de alelos responsáveis por características de interesse governadas por poucos genes, encontradas em espécies relacionadas, pode ser feita utilizando inicialmente cruzamentos simples, e, posteriormente, um ou dois retrocruzamentos com o pai recorrente para recuperar as demais características importantes originais desse recorrente.

Para as características governadas por maior número de genes, como é o caso de produção de grãos, há necessidade de que a seleção seja realizada após avaliação do desempenho das progênes oriundas dos cruzamentos. Apesar dos ganhos expressivos obtidos pela seleção fenotípica, essa estratégia tem sido mais efetiva para caracteres de alta herdabilidade, e a sua eficácia no melhoramento de *C. canephora* pode estar associada à grande variabilidade existente nas suas populações originais.

#### 4.5 MANUTENÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA

O sucesso de qualquer programa de melhoramento depende da existência de variabilidade genética na população base. A escolha de genitores divergentes utilizados nos intercruzamentos para a formação dessas populações garante tal variabilidade. Também é desejável que esses genitores escolhidos apresentem um desempenho satisfatório per si em relação aos caracteres de interesse. Assim, análises prévias sobre estimativas da capacidade geral e específica de combinação dos prováveis genitores são de grande valia para definir a escolha mais acertada possível dos pais. Outra preocupação é a manutenção da variabilidade genética durante os repetidos ciclos de seleção. Ela pode ser mantida por meio de recombinações com o uso de amostragens apropriadas, de forma que o tamanho efetivo da população não seja reduzido (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

No programa de melhoramento genético da espécie *C. canephora* germoplasma Conilon do Incaper, são

avaliadas diferentes características agrônômicas. Nos trabalhos de divergência genética realizados por Fonseca (1999) e Ferrão (2004), verificou-se alta variabilidade do conilon para diferentes características. Das avaliações fenotípicas, foram obtidos os seguintes resultados médios: ciclo (da floração à colheita) – de 227 a 300 dias; altura de planta – de 1,90 a 3,30 m; diâmetro de copa – de 2,35 a 3,08 m; uniformidade de maturação – de alta a baixa; grãos chochos – de 3,80 a 24,00%; grãos chatos – de 60,90 a 89,00%; grãos tipo moca – de 12,44 a 39,10%; peso de 1.000 grãos chatos – de 71,40 a 144,50 g; índice de rendimento de 3,55 a 6,70; peneira igual ou superior a 17 – de 0,70 a 41,00%; peneira 15 – de 6,20 a 54,00%; peneira 13 – de 13,85 a 62,10%; peneira 11 – de 1,53 a 43,84 %; teor de cafeína – de 1,20 a 4,00%; resistência à ferrugem (*Hemileia vastratrix*) – de resistente a suscetível entre outras características.

Visando à manutenção dos recursos genéticos e à avaliação da variabilidade genética do germoplasma conilon do Estado do Espírito Santo, o Incaper tem utilizado descritores fenotípicos e marcadores de DNA para caracterizar os 500 genótipos presentes no Banco Ativo de Germoplasma do Instituto, localizado em Marilândia/ES.

## 5 ANÁLISES BIOMÉTRICAS: APLICAÇÕES E RESULTADOS

Um dos grandes desafios para os melhoristas de plantas é superar as produtividades das melhores cultivares atuais. Nas diferentes etapas de condução do programa de melhoramento genético do cafeeiro, vários fatores interferem na otimização dos ganhos esperados, como: o ciclo longo, que gera uma exposição prolongada a diversos estresses abióticos e bióticos, facilitando o aparecimento de novas doenças, pragas e nematóides; o longo tempo juvenil, que impede agilizar os ciclos de seleção; a cultura perene de porte elevado, o que torna necessária a utilização de maiores espaçamentos e, concomitantemente, grandes áreas experimentais, dificultando a seleção de áreas uniformes; a necessidade de manejo da cultura pela poda, o que dificulta a padronização no campo do mesmo número de hastes por planta para todos os tratamentos e parcelas. Em razão desses fatores e das pressões da cadeia produtiva do café demandando

do programa de melhoramento solução para os diferentes problemas, maiores esforços devem ser dirigidos a estudos de biometria e biotecnologia, associados aos métodos e às estratégias do melhoramento clássico para se ter respostas mais efetivas.

As informações biométricas são importantes no melhoramento genético, como se observa a seguir: na identificação da variabilidade genética do germoplasma; na definição de materiais genéticos básicos para o melhoramento intra e interpopulacional; na definição dos genitores para cruzamentos; na caracterização de germoplasma; na definição de locais de experimentação; na adaptação e estabilidade dos genótipos para serem liberados aos plantios per si ou para serem agrupados na formação de cultivares; na determinação do número de colheitas necessárias para se ter acurácia na definição do valor real do genótipo; na predição de ganhos genéticos; na seleção precoce de indivíduos ou progênies envolvendo características que se manifestem nos primeiros anos e possuam facilidades de serem determinadas, com alta herdabilidade e correlação genotípica desejável com características de baixa herdabilidade.

### 5.1 MODELOS MISTOS

O sucesso de um programa de melhoramento depende da habilidade do melhorista em selecionar indivíduos de performance superior. Para atingir esse objetivo é comum o uso de modelos genéticos estatísticos no entendimento de determinado fenômeno biológico, ao qual se tem interesse. No melhoramento de plantas, para a estimação das médias de tratamentos (ex: genótipos), tem sido comum o uso de modelos lineares em que todos os efeitos, com exceção do resíduo, são considerados de natureza fixa. Para casos específicos de ordenamento de indivíduos superiores e considerando conjuntos de dados balanceados e ortogonais, o uso de métodos convencionais, como a Análise de Variância (ANOVA), funcionam relativamente bem. A dificuldade surge quando esse procedimento é realizado em um conjunto de dados desbalanceados e não ortogonais (fato comum em experimentos de campo). Para essas situações, o uso da média para comparação e ordenamento de

tratamentos não é considerado ideal. Nesse cenário, a utilização dos chamados modelos mistos, cuja a definição formal será apresentada posteriormente, é considerada uma abordagem mais adequada por permitir a análise de dados desbalanceados e explorar a existência de covariâncias biológicas.

O uso dessa abordagem estatística para fins de melhoramento deve-se ao pioneirismo do pesquisador americano C. R. Henderson, que, na década de 40, desenvolveu e aplicou o BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*) para a seleção de animais superiores. O entendimento do BLUP e, conseqüentemente, do termo modelo misto passa pelas definições de efeitos fixos e aleatórios.

Formalmente, um fator (tratamento, bloco, ano ...) em um modelo linear é considerado de efeito fixo se ele for constante e atribuído a um conjunto finito de tratamentos. Nesse caso as conclusões obtidas no estudo se restringem apenas aos níveis dos fatores considerados. Em outras palavras, os resultados biométricos não podem ser expandidos para outros cenários. Por outro lado, ao considerar um fator de efeito aleatório assume-se que ele foi amostrado de uma população representativa, cujas as respostas são realizações de uma variável aleatória com função de distribuição de probabilidade pré-definida. Comumente, assume-se que esses efeitos são distribuídos normalmente em torno de uma média comum e com variâncias específicas (McCULLOCH; SEARLE, 2001). O resultado prático ao considerar o efeito de tratamentos (genótipos) como aleatório, por exemplo, é que o ordenamento dos melhores genótipos é realizado de modo mais acurado, considerados outros fatores que não apenas as médias.

Definida a natureza dos efeitos, modelos serão considerados mistos se eles forem constituídos por fatores de efeitos fixos e aleatórios. Para essa situação, a predição dos efeitos fixos serão chamados de melhor estimador linear não enviesado (*Best Linear Unbiased Estimator* - BLUE) e a predição dos efeitos aleatórios serão denominados de melhor preditor linear não enviesado (BLUP). O termo 'melhor' (Best) é no sentido de que os estimadores minimizam a variância amostral; 'linear' no sentido de serem funções dos fenótipos observados; e 'não enviesados' (unbiased), pelo fato de a esperança da estimativa ser igual ao parâmetro (LYNCHE; WALSH, 1998).

Resende (2002) define como modelo misto aquele que contém efeitos fixos e aleatórios no mesmo modelo, cuja média geral e erro experimental sempre são classificados como fixos e aleatórios, respectivamente.

Resende (2002, 2007), mesmo reconhecendo que o método dos quadrados mínimos seja o mais usual, não recomenda a sua utilização para análises de dados oriundos de melhoramento genético de plantas perenes, pelos seguintes motivos: presença simultânea de efeitos fixos e aleatórios no mesmo modelo; desbalanceamento provocado por morte de plantas; possibilidade de obtenção de estimativas negativas de variâncias; as medições repetidas em um mesmo indivíduo durante vários anos ou épocas podem ocasionar medidas correlacionadas ao longo do tempo, o que fere a independência e homogeneidade dos erros, que são pressuposições básicas para se efetuar a análise de variância. Outro ponto a considerar é que os dados obtidos em um mesmo indivíduo, durante vários anos e analisados em estrutura fatorial no arranjo de parcelas subdivididas, violam duas pressuposições requeridas pela análise de variância: a falta de casualização entre tratamentos e colheitas e a não independência de erros devido ao fato de as medidas serem tomadas sobre as mesmas unidades experimentais ao longo do tempo (RESENDE; FERREIRA; MUNIZ, 1999).

Assim, a solução simultânea para estimação dos efeitos fixos e predição dos efeitos aleatórios é obtida através das chamadas equações de modelos mistos (EMM) desenvolvidas por Henderson em 1984. A formulação matricial do modelo estatístico, assim como a representação da EMM são dadas abaixo.

$$\mathbf{y} = \mathbf{XB} + \mathbf{Zu} + \mathbf{e}$$

onde  $\mathbf{y}$  é o vetor de observações fenotípicas (dados de produtividade, doença, qualidade de bebida...);  $\mathbf{B}$  e  $\mathbf{u}$  são os vetores de efeitos fixos e aleatórios, respectivamente;  $\mathbf{X}$  e  $\mathbf{Z}$  são as matrizes de delineamento associadas aos efeitos contidos em  $\mathbf{B}$  e  $\mathbf{u}$ , respectivamente; e o  $\mathbf{e}$  é o vetor de erro residual do modelo. Assume-se que os efeitos aleatórios do modelo são distribuídos:  $\mathbf{u} \sim N(0, \mathbf{G})$  e  $\mathbf{e} \sim N(0, \mathbf{R})$ , onde  $\mathbf{G}$  e  $\mathbf{R}$  são as matrizes de variância-covariância dos vetores  $\mathbf{u}$  e  $\mathbf{e}$ , respectivamente. Além disso, assume-se que  $E(\mathbf{y}) = \mathbf{XB}$  e  $\text{Var}(\mathbf{y}) = \mathbf{ZGZ}' + \mathbf{R}$ . A equação de modelos mistos para solução simultânea de efeitos

fixos e aleatórios é dada por:

$$\begin{pmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + G^{-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{u} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X'R^{-1}y \\ Z'R^{-1}y \end{pmatrix}$$

Nota-se que para a solução da equação representada é necessário o conhecimento das matrizes de variância-covariâncias **G**, **R** e **V**. Raras são as situações em que essas matrizes são conhecidas *a priori* e, por isso, elas são substituídas por suas estimativas, que podem ser calculadas com base nos métodos dos momentos (FISCHER, 1918; HENDERSON, 1953), e os métodos de máxima verossimilhança (ML) (HARTLEY; RAO, 1967) e máxima verossimilhança restrita (REML) (PATTERSON; THOMPSON, 1971). Comumente, os métodos baseados em REML são preferidos no caso de modelos mistos. O uso de matrizes de variâncias-covariâncias estimadas faz com que os termos BLUE e BLUP não sejam mais adequados, sendo apropriado substituí-los por eBLUE (*Empirical Best Linear Unbiased Estimador*) e eBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Estimador*), ou seja, BLUE e BLUP empíricos. O termo 'empírico' é adicionado para explicitar essa aproximação que está sendo realizada no cômputo dos efeitos (DUARTE; VENCOVSKY, 2001).

Quando genótipos podem ser considerados aleatórios, os efeitos genéticos tornam-se parte do vetor **u** e podem ser estimados via BLUP. Define-se por efeito genético a decomposição do valor genotípico em componentes com interpretação genética. Uma decomposição normalmente realizada é a divisão de efeitos genéticos em partes aditivas e não aditivas (dominância e epistasia). Um dos objetivos primários no melhoramento é a predição desses valores genotípicos de modo a identificar aquelas plantas de performance superior. Uma das propriedades importantes do BLUP é a capacidade de maximizar a correlação entre os verdadeiros valores genotípicos e aqueles preditos. Em termos práticos, isso significa confiabilidade de que, no momento da seleção, o melhorista está trabalhando com as melhores plantas (PHIEPO et al., 2008).

Uma pergunta frequente é quando um fator deve ser considerado fixo ou aleatório. Na literatura, existem diversos textos que abordam tal dicotomia. Todavia, é comum considerar que a escolha da natureza de um efeito seja direcionada por duas informações importantes. A primeira delas se refere

à maneira com a qual o fator foi amostrado, ou seja, se ele constitui ou não uma amostra aleatória e representativa de uma população (McCULLOCH; SEARLE, 2001). Já a segunda se relaciona com o objetivo do estudo (SMITH; CULLIS; THOMPSON, 2005). Para o caso de estudos de melhoramento, a definição de maior interesse é sobre a natureza dos efeitos genéticos. Embora os efeitos não genéticos (blocos, ano, ambientes etc.) não devam ser negligenciados, eles não entrarão na discussão deste capítulo.

No melhoramento, para fins de seleção, o objetivo é identificar os melhores materiais entre aqueles avaliados. Nessas situações, é de interesse do melhorista que o ordenamento dos genótipos seja realizado com base no verdadeiro efeito genético de cada planta. Por definição, esse caso sugere o uso dos eBLUPs para ordenação indicando, assim que os efeitos sejam de natureza aleatória. Todavia, se o objetivo for apenas comparar pares de genótipos, então a utilização dos eBLUPs é inapropriada e, por isso, os efeitos genéticos deveriam ser tratados como fixos (SMITH; CULLIS; THOMPSON, 2005). Na prática, é natural que, no início, os programas de melhoramento sejam constituídos de populações com número grande de plantas, diversas e, muitas vezes, desbalanceadas. Nessas situações, a própria estrutura dos dados sugere que o efeito de genótipo seja de natureza aleatória. Após inúmeros ciclos de seleção e já nas fases finais, nos chamados ensaios de competição, o objetivo passa a ser comparar a performance entre materiais. Para tanto, o efeito de genótipo é comumente considerado como fixo. Apesar de essa ser uma prática comum, há autores que argumentam sempre a favor do uso de efeitos genéticos como aleatórios. O argumento é o que resultados a serem obtidos são mais realísticos, dadas as propriedades do BLUP (SMITH; CULLIS; THOMPSON, 2005).

Outro argumento importante a favor da utilização de modelos mistos, sobretudo, no melhoramento de espécies perenes é a mensuração das chamadas medidas repetidas, as quais são definidas como aquelas realizadas no mesmo tratamento, ou na mesma unidade experimental, por mais de uma vez. Dados longitudinais são casos especiais de medidas repetidas, nas quais as observações são ordenadas pelo tempo. Em café, um exemplo de dado longitudinal são as observações de produtividade



mensurada nas colheitas, em diferentes anos para o mesmo indivíduo. Um ponto importante das análises biométricas nesse caso é que, no geral, as observações são correlacionadas ao longo do tempo, o que fere os pressupostos básicos de independência e homogeneidade de erros dos métodos clássicos da ANOVA. Nesse cenário, o uso da modelagem mista é considerada mais apropriada, pois permite que a parte aleatória seja modelada com a inclusão de matrizes de variância-covariâncias que melhor retratam o fenômeno. Para isso, a escolha dessas matrizes é considerada um ponto-chave e, por isso, diferentes estruturas são testadas de modo a selecionar aquela que melhor se adapta aos padrões de resposta das observações (SMITH et al., 2007; MALOSETTI; RIBAUT; VAN, 2013).

Embora seja um método comprovadamente eficiente, o uso do BLUP não ganhou a mesma popularidade no melhoramento vegetal como no animal. Piepho et al. (2008) argumentaram que uma razão provável para isso é o número elevado de dados fenotípicos obtidos por indivíduo nos experimentos com plantas. Segundo os autores, para essas situações, BLUE e BLUP não oferecem resultados muito diferentes, dando a falsa impressão de que a escolha do estimador não é importante. Em adição, os mesmos pesquisadores pontuam sobre as estimativas pouco precisas que podem ser obtidas para os componentes de variância no caso de experimentos com plantas. Uma razão para isso é a complexidade da estrutura que as matrizes de variância-covariância podem assumir.

Para Resende (2007), o uso de modelos mistos possui as seguintes vantagens: modela tanto os efeitos fixos como os aleatórios simultaneamente; não infringe a pressuposição da independência, pois modela a correlação intraindivíduo; em análises de dados desbalanceados, as estimativas dos efeitos de tratamentos são mais precisas; não é afetado pela translação (mudanças na classificação dos efeitos no modelo); não gera estimativas negativas de variâncias.

Em café, o número de estudos envolvendo modelos mistos é considerado modesto. Em conilon, Cilas, Mongagnon, Bar-Hen (2011) utilizaram tal abordagem na análise de dados longitudinais de clones *C. canephora* de modo a investigar o efeito temporal sob a produtividade de grãos. Para tanto, foram investigadas diversas estruturas de matrizes

de variância-covariância residual. O melhor ajuste foi obtido ao considerar a estrutura de Simetria Composta (CSH), o que indicou que as correlações entre a produção nos diferentes anos foram constantes. Para essa situação, os autores concluíram não haver evidências de efeito de bienalidade de produção.

Para fins de seleção e ordenamento de genótipos, Mistro (2013) usou modelos mistos para analisar um conjunto de dados oriundos de experimento de avaliação de progênies de uma população de café robusta introduzida da Costa Rica pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). O estudo teve como objetivo geral quantificar a variabilidade genética dos materiais genéticos e verificar o potencial genético dessa população para submetê-la à seleção recorrente. Os resultados das análises proporcionaram definir com segurança estratégias de melhoramento genético via propagação sexuada e assexuada, para os materiais genéticos estudados. As conclusões desse estudo serão utilizadas na seleção de genótipos superiores que, futuramente, poderão constituir-se em uma cultivar de café robusta. Estudo similar foi realizado por Carias et al. (2014) considerando um conjunto de clones de café conilon do Incaper com diferentes épocas de maturação dos frutos, que o proporcionou resultados importantes para auxiliar nas futuras estratégias de seu programa de melhoramento. Estudos mais detalhados, que envolvam não apenas a modelagem de efeitos temporais, mas também a incorporação de efeitos espaciais e de interações complexas, tais quais a interação Genótipo x Ambiente, estão sendo conduzidos em populações experimentais do Incaper. Espera-se que essas informações possam ser utilizadas na seleção mais acurada de genótipos superiores maximizando, assim, os ganhos genéticos.

Apesar dos avanços, na última década, do número de estudos dessa natureza em café conilon, os resultados ainda não são considerados expressivos, sobretudo, ao considerar o potencial prático que tal abordagem apresenta. A existência de desbalanceamentos e a estrutura longitudinal, na qual se baseia os experimentos em *C. canephora* são dois fortes argumentos para que essa metodologia seja incorporada nos programas de melhoramento de plantas. Revisões detalhadas sobre a importância e potencial dessa abordagem em plantas são

apresentadas por Duarte e Vencovsky (2001), Smith, Cullis e Thompson (2005), Piepho et al. (2008), Malosetti, Ribaut, Van (2013).

## 5.2 ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS

As estimativas de parâmetros genéticos, tais como variância fenotípica, variância genotípica, coeficiente de variação genotípico e herdabilidade, permitem conhecer a estrutura e a variabilidade genética da população. Esses estudos, portanto, poderão dar subsídios para prever os ganhos genéticos e o possível sucesso no programa de melhoramento. Tais estimativas também são importantes na redefinição dos métodos de melhoramento e seleção a serem utilizados; na identificação da natureza da ação dos genes envolvidos no controle, especialmente dos caracteres quantitativos; e na definição de estratégias eficientes de melhoramento para obter ganhos genéticos contínuos, mas ao mesmo tempo, sem descuidar da manutenção de base genética adequada na população para seleção futura (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

As estimativas das variâncias genéticas são obtidas geralmente a partir de quadrados médios de análise de variância, feitas conforme o delineamento genético e experimental utilizados. Conhecidas as esperanças dos quadrados médios, obtêm-se, com certa facilidade, os estimadores dos componentes de variância.

As estimativas de parâmetros genéticos podem ser obtidas a partir de determinados delineamentos genéticos, como os delineamentos I e II de COMSTOCK; ROBINSON; HARVEY, (1949), dialelo, ensaio de famílias, entre outros. Esses delineamentos são de grande importância por proverem estimativas dos componentes de variância genotípicas, as quais são utilizadas para o cálculo de parâmetros genéticos indispensáveis na avaliação de populações de trabalho, orientação de esquemas mais apropriados de seleção e predição do êxito de programas de melhoramento.

A variância aditiva tem merecido grande destaque porque expressa a similaridade entre indivíduos aparentados e, portanto, é um dos componentes que determinam a covariância entre esses indivíduos. Assim, torna-se um componente de variância indispensável para avaliar o sucesso de um programa de melhoramento genético

que se baseia na covariância existente entre o material experimental avaliado e o material genético repassado para compor novos ciclos de melhoramento ou para a comercialização.

A maioria dos trabalhos disponíveis visando a obter estimativas de parâmetros genéticos no gênero *Coffea* tem ocorrido com *C. arabica*. As informações desses trabalhos nem sempre são apropriadas para serem aplicadas em *C. canephora*, uma vez que as citadas espécies são diferentes e também que as principais informações de *C. canephora* são de países africanos e obtidas de grupos de materiais genéticos distintos do conilon brasileiro. Assim, por conseguinte, é de grande importância que se realize essa estimação em café robusta, pois, conforme exposto por Falconer (1981) e Vencovsky (1987), as estimativas dos parâmetros genéticos podem ser influenciadas por diferentes métodos de melhoramento, materiais genéticos utilizados, diferentes condições ambientais e época e idade de avaliação, entre outros fatores.

Em *C. canephora*, Leroy et al. (1994) encontraram as seguintes estimativas de herdabilidade: altura da planta; 0,37; diâmetro do caule; 0,24; número de ramos plagiotrópicos; 0,43; peso de grãos na primeira safra; 0,28; peso de grãos na segunda safra; 0,27; peso de grãos na terceira safra; 0,15; peso de grãos na quarta safra; 0,14; e peso de grãos acumulados; 0,38. Montagnon et al. (1988) obtiveram estes valores de herdabilidades: 0,73 para peso de sementes; 0,80 para conteúdo de cafeína; 0,74 para conteúdo de gordura e 0,11 para conteúdo de sacarose nos grãos. Segundo os últimos autores, há dificuldade de interpretação das estimativas de parâmetros genéticos em *C. canephora*, uma vez que muito dos materiais genéticos utilizados são de diferentes origens. Por exemplo, nesse mesmo estudo, a herdabilidade para produtividade em plantas jovens foi alta (>0,70), mas com plantas adultas foi baixa (<0,20). A característica peso de 100 grãos foi de valor baixo a médio (0,15 a 0,30). As correlações fenotípica e genética entre vigor da planta e produtividade são elevadas (>0,60), mas a correlação entre peso de 100 sementes e produtividade, características importantes no melhoramento, não apresentaram elevada e positiva magnitude. Le Pierrès (1988) expôs que o teor de cafeína é uma característica transmitida de forma aditiva.

Fonseca (1999), Ferrão, R., Ferrão, M. e Fonseca (2003), Ferrão (2004), Ferrão et al. (2008) e Ramalho et al. (2011), em estudos de estimativas de parâmetros genéticos envolvendo diferentes características e genótipos de café conilon e robusta, verificaram que na análise de variância houve diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre os genótipos, para a maioria das características, indicando a existência de variabilidade genética entre os materiais genéticos; o coeficiente de determinação genotípico ( $H^2$ ) foi superior a 70% para a maioria das características, alcançando o valor superior a 95%.

Em estudos de estimativa de parâmetros genéticos de 60 clones de café conilon Incaper, para 14 características, Oliveira (2010) verificou baixo coeficiente de determinação genotípico para 78,50% dos caracteres indicando grande influência ambiental e baixa variabilidade genética entre os materiais genéticos estudados.

Rodrigues (2010) e Rodrigues et al. (2012) verificaram a estimativa de parâmetros genéticos para três grupos de clones do programa de melhoramento genético de café conilon do Incaper, com épocas distintas de maturação dos frutos para diferentes anos e características. As estimativas dos coeficientes de determinações genotípicos ( $H^2$ ) apresentaram valores entre 71,49% e 84,86% para ciclo de maturação; 74,10% e 93,94% para tamanho de frutos; 60,63% e 92,86% para porte da planta; 59,10% e 89,04% para vigor da planta; 54,75% e 89,08% para índice de avaliações visual e 69,78% e 95,56% para produtividade de grãos. A alta produtividade média, associada a esses resultados, mostram expressiva variabilidade genética dos materiais genéticos que poderão ser exploradas com êxito no melhoramento.

Mistro (2013), estudando progênies de uma população de café robusta do IAC, observou elevada variabilidade genética, possível de ser explorada tanto para obtenção de clones quanto para seleção recorrente.

Vicentini (2013) estudou uma população de maturação tardia dos frutos de café conilon do Incaper, que vem sendo submetida à seleção recorrente. Por intermédio da estimativa de parâmetros genéticos para cinco características, verificou-se significativa variabilidade genética para produtividade, tamanho de grãos e uniformidade de maturação. Os resultados evidenciam a

possibilidade de contínuos ganhos genéticos utilizando esse método de melhoramento para as citadas características.

Carias et al. (2014) realizaram estimativa de parâmetros genéticos para um conjunto de clones do Incaper com diferentes épocas de maturação de frutos, pelo procedimento REML/BLUP. Verificaram baixa magnitude dos valores genéticos entre os clones dos diferentes grupos de maturação, sendo o maior valor da herdabilidade média dos clones para o grupo de maturação intermediário, seguido pelo precoce e tardio, respectivamente. O valor de acurácia de seleção de clones foi de 0,68; 0,69 e 0,18 para os grupos precoce, intermediário e tardio, respectivamente.

Esses resultados expressaram a existência de maior variabilidade genética em relação à ambiental, que associados a coeficiente de variação genético ( $CV_g$ ) superior ao coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ) para a maioria dos caracteres, reforçam as condições adequadas para execução do programa de melhoramento e para se obter sucesso nos trabalhos de seleção.

### 5.3 CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERES

Na análise de correlações, procura-se determinar o grau de relacionamento entre duas variáveis. As correlações entre duas características podem ser fenotípicas, genotípicas ou ambientais.

Os estudos de correlações têm grande importância em programas de melhoramento, principalmente quando a seleção do caráter desejável apresenta dificuldade por se tratar de um caráter de baixa herdabilidade e/ou problemas de medição ou identificação. A correlação simples permite avaliar a magnitude e o sentido das relações entre dois caracteres, sendo de grande utilidade no melhoramento por permitir avaliar a viabilidade prática da seleção indireta, que, em alguns casos, pode levar a progressos mais rápidos que a seleção direta da característica desejada. As correlações mostram-se como ferramentas auxiliares em estudos que visem a reduzir o número de características utilizadas em análises, como, por exemplo, nos estudos de divergência genética, em que as características disponíveis são aquelas redundantes por estarem correlacionadas com outras de mais fácil mensuração ou que demandam menor custo e/ou tempo para avaliação (CRUZ; REGAZZI;

CARNEIRO, 2004).

Em *C. canephora*, variedade Conilon, foram estimadas as correlações fenotípica, genotípica e ambientais para oito características, duas a duas, em termos de média de 80 genótipos avaliados pelo programa de melhoramento genético de café Conilon do Incaper (FONSECA, 1999; FONSECA et al., 2003b). Os resultados mostraram que as magnitudes das correlações genotípicas tenderam a superar as das correlações fenotípicas, evidenciando que os fatores genéticos tiveram maior influência que os de ambiente em mais de 60% dos casos, possibilitando, assim, a seleção simultânea de várias características, uma vez que o interesse do melhorista se prende, quase sempre, em um conjunto delas. O número de hastes por planta correlacionou positivamente com diâmetro médio da copa (0,657) e altura da planta (0,265) e nula com produção média de grãos (-0,084); a altura média da planta correlacionou positivamente com produção de grãos (0,218); os valores crescentes positivos das correlações genotípica e fenotípica da primeira à quarta colheita, em especial com as duas últimas colheitas, com a produção média de grãos, possibilitou concluir que a maior acurácia na seleção ocorre após a segunda colheita; houve correlações positivas com magnitudes de 0,842 e 0,820 entre a terceira e quarta colheita, respectivamente, com a produção média de grãos, mostrando, assim, que colheitas adicionais podem aumentar o nível de confiabilidade da predição do valor real.

Ferrão (2004), estudando as correlações entre características de plantas e avaliando diferentes genótipos em dois locais do Estado do Espírito Santo, verificou que em 95,45% dos casos as magnitudes das correlações genotípicas tenderam a superar as correlações fenotípicas, mostrando que os fatores genéticos tiveram maior influência que os ambientais. Em 72,73% dos casos, os coeficientes de correlações fenotípica, genotípica e de ambiente apresentaram concordância de sinais, indicando, assim, a baixa influência ambiental na associação entre as caracteres.

Cilas et al. (2006), após estudarem seis clones de *C. canephora*, concluíram que os traços arquitetônicos destes apresentam alta herdabilidade e alguns deles foram fortes e geneticamente correlacionados com a produção. Em especial, o número de nós nos ramos plagiotrópicos mostrou-se um bom indicador da produção por mais de duas colheitas consecutivas

com correlação genética (0,884).

Esther e Adomako (2010), visando à seleção para alta produtividade em experimento em Gana, estudaram as correlações genotípicas e de ambiente entre variáveis agronômicas e a produção de 18 genótipos de *C. canephora*. A correlação entre a produção e as variáveis vegetativas de crescimento das plantas a partir da sétima colheita foi positiva com: a altura da planta (0,65), o diâmetro da copa (0,60), o diâmetro do caule (0,55) e o número de ramos primários (0,53). Observaram que a produção média das três primeiras colheitas correlacionou-se melhor com a produção média das três últimas colheitas (0,79), denotando sua possível utilização para previsão da capacidade produtiva em robusta. Os resultados mostram que a seleção de genótipos para alta produtividade deveria ser baseada em um índice de seleção que envolvesse a altura da planta, diâmetros da copa e do caule e número de ramos primários da planta durante os três primeiros anos de produção.

#### 5.4 ESTIMATIVAS DE REPETIBILIDADE

Os estudos de repetibilidade são de grande importância em programas de melhoramento para animais e espécies vegetais perenes. A estimativa de repetibilidade visa a determinar o número de medições necessárias em um indivíduo, uma cultivar ou um clone para predizer o seu valor real com certo grau de probabilidade. Tal estimativa é possível de ser obtida quando a medição, tanto no tempo quanto no espaço, de uma dada característica é feita repetidas vezes em um mesmo indivíduo.

Para Turner e Young (1969), ao se realizar sucessivas medições de uma característica em um grupo de indivíduos, espera-se que a superioridade ou inferioridade inicial do indivíduo em relação aos demais mantenha-se em medições posteriores. Para esses autores, a verificação da consistência da posição relativa dos indivíduos durante sucessivas medições tem sido tradicionalmente denominada de repetibilidade. Ela é função da média geral, do efeito genotípico sobre a característica do referido indivíduo, do efeito temporário e/ou localizado, ou do ambiente sobre aquele indivíduo e expressa a proporção da variância total, que é explicada pelas variações proporcionadas pelo genótipo e pelas alterações permanentes atribuídas ao ambiente comum. Quando a variância proporcionada pelos



efeitos permanentes do ambiente é minimizada, a repetibilidade aproxima-se da herdabilidade (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). Segundo Falconer (1981), a repetibilidade depende das propriedades genóticas da população, do caráter em estudo e das condições do ambiente nos quais os indivíduos foram mantidos.

Uma aplicação relevante da estimativa do coeficiente de repetibilidade é que ele permite determinar o número de observações fenotípicas que devem ser realizadas em cada indivíduo para que se possa realizar a seleção com acurácia adequada e redução de tempo, custo, esforços e mão de obra. Quanto maior for o coeficiente de repetibilidade, haverá maior regularidade na expressão do caráter de uma medida para outra e, por consequência, pode-se prever o valor real do indivíduo, com número relativamente menor de medidas repetidas.

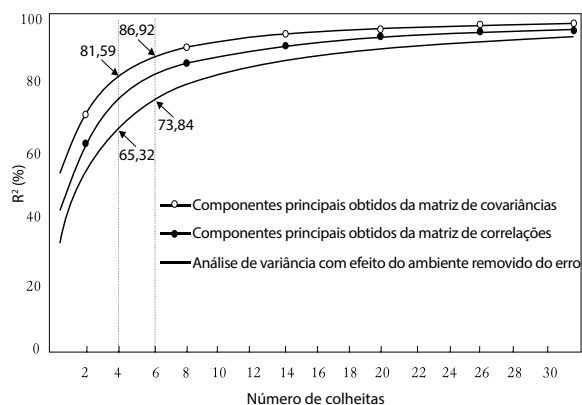
O coeficiente de repetibilidade pode ser estimado por diferentes metodologias, como análise de variância, análise de componentes principais – obtidas efetivamente por intermédio da matriz de covariância e correlações – e pelo método de análise estrutural utilizando as matrizes de correlações e de covariâncias. Essas metodologias foram descritas de forma detalhada por Cruz, Regazzi e Carneiro (2004).

De acordo com Abeywardena (1972), quando os genótipos apresentam comportamento cíclico ao longo das avaliações em relação à característica estudada, a estimativa mais adequada desse coeficiente é aquela obtida pelo método baseado nos componentes principais, tanto por meio da matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas quanto pela matriz de correlações. As variedades de *C. canephora* apresentam comportamentos cíclicos de produção, e, de fato, a estimativa de repetibilidade pelo método de componentes principais tem sido mais eficiente (FONSECA, 1999; FERRÃO et al., 2003b; FONSECA et al., 2003c, 2004b; FERRÃO, 2004).

Resende (2001) apresentou estimativas dos coeficientes de repetibilidade para várias espécies perenes, como eucalipto, seringueira, cacaueteiro, coqueiro, cupuaçu, guaraná envolvendo diferentes caracteres. O coeficiente de repetibilidade médio foi de 0,66, com variação de 0,45 a 0,92. A magnitude desse coeficiente depende da herdabilidade da característica estudada e do método utilizado para a sua estimação. O autor classifica o coeficiente de

repetibilidade em três classes: repetibilidade alta,  $r > 0,60$ ; repetibilidade média,  $0,30 < r < 0,60$ ; e repetibilidade baixa,  $r < 0,30$ .

Fonseca et al. (2003c, 2004b) estimaram o coeficiente de repetibilidade para a produtividade de grãos em *C. canephora*, com base no comportamento de 80 genótipos da variedade Conilon em Marilândia, no Estado do Espírito Santo, utilizando os métodos de análise de variância com efeito temporário de ambiente removido do erro e componentes principais obtidos por esses dois procedimentos, matriz de correlações e matriz de covariâncias. Os métodos utilizados proporcionaram diferentes estimativas da repetibilidade, e o maior valor foi obtido pelo terceiro método. A precisão na predição do valor real dos indivíduos, demonstrada pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ), com base em quatro colheitas, variou de 65,32% a 81,59%, dependendo do método. Aumentando-se o número de colheitas de quatro para seis, a precisão aumentou para valores de  $R^2$  entre 73,84% e 86,92%. A partir da sexta colheita, contudo, esse aumento tornou-se inexpressivo, não sendo mais justificado, tendo em vista o tempo necessário e os custos dispendidos (Figura 9).



**Figura 9.** Estimativa do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para verificação da acurácia de três métodos de estimativa de repetibilidade conforme o número de colheitas, Marilândia/ES.

Fonte: Fonseca (1999).

Ferrão et al. (2003b) estimaram o coeficiente de repetibilidade por sete colheitas em 50 genótipos de café conilon no Estado do Espírito Santo empregando os métodos de análise de variância, componentes principais utilizando as matrizes de correlações e de covariâncias, análise estrutural utilizando as matrizes de correlações e covariâncias, além de estimar o número de colheitas necessárias para expressão

do valor real do genótipo. Verificaram que o método de componentes principais, com o uso de matriz de covariâncias, apresentou o maior coeficiente de repetibilidade ( $r = 0,662$ ) e a maior acurácia com  $R^2 = 93,19\%$ , sendo cinco colheitas suficientes para se ter uma confiabilidade de 90% para predição do valor real do indivíduo.

Em estudo de repetibilidade para a característica produtividade, para 40 genótipos, utilizando diferentes métodos, para sete colheitas em dois locais do Estado do Espírito Santo, Ferrão (2004) verificou que o método de componentes principais pela matriz de covariâncias apresentou os maiores coeficientes de repetibilidade, ou seja, 0,501 em Sooretama e 0,432 em Marilândia, com coeficientes de determinação de  $R^2 = 87,56\%$  e  $R^2 = 84,19\%$ , respectivamente (Tabelas 1 e 2). Tais resultados indicam que esse método dos componentes principais foi mais adequado para estimar o coeficiente de repetibilidade, pois proporciona maior acurácia na expressão do valor real do genótipo, uma vez que levou em consideração o comportamento dos genótipos no que concerne à bialidade da característica estudada. Ainda no estudo, com esse mesmo método, notou-se que para se ter elevada acurácia no valor real dos genótipos,

na ordem de 80%, foram necessárias quatro colheitas em Sooretama e cinco em Marilândia (Tabelas 1 e 2 e Figuras 10 e 11).

## 5.5 DIVERGÊNCIA GENÉTICA

O sucesso de um programa de melhoramento de plantas reside na existência de variabilidade genética na população de trabalho. Os melhoristas têm recomendado, para a formação de populações-base, o intercruzamento entre cultivares superiores e divergentes.

Os estudos de divergência genética têm sido de grande importância em programas de melhoramento que incluem hibridações por fornecer parâmetros para a identificação de genitores que, quando cruzados, possibilitam expressar maior efeito heterótico e maior probabilidade de recuperar genótipos superiores nas gerações segregantes. Também é de grande utilidade em estudos evolutivos de espécies por gerar informações sobre os recursos genéticos disponíveis, bem como auxiliar na localização e no intercâmbio de materiais genéticos (FALCONER, 1981; DIAS; KAGEYAMA, 1998; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

**Tabela 1.** Coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ) e de determinação ( $R^2$ ) para sete colheitas e estimativas do número necessário de colheitas para a obtenção de diferentes  $R^2$  nos cinco métodos, em Sooretama/ES, 2004

Métodos de estimação	Número de medidas (n)* para diferentes $R^2$						
	$\hat{r}$	$R^2$	0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
1) ANOVA	0,386	81,48	6,36(6)	9,01(9)	14,32(14)	30,20(30)	157,50(157)
2) Componentes principais – covariância	0,501	87,56	3,98(4)	5,64(6)	8,95(9)	18,90(19)	98,49(98)
3) Componentes principais – correlações	0,425	83,79	5,42(5)	7,67(8)	12,19(12)	25,73(26)	134,05(134)
4) Análise estrutural – correlações	0,407	82,81	5,81(6)	8,23(8)	13,08(13)	27,61 (28)	143,84(144)
5) Análise estrutural – covariância	0,386	81,48	-	-	-	-	-

\*Número aproximado.

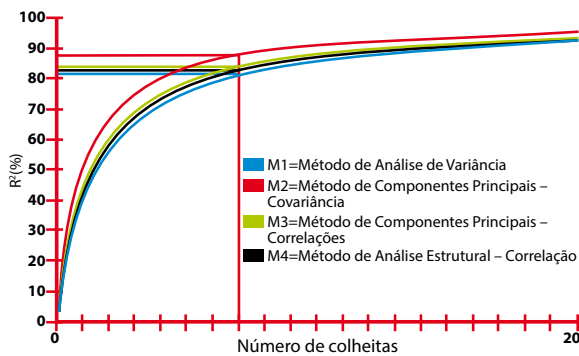
Fonte: Ferrão (2004).

**Tabela 2.** Coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ) e de determinação ( $R^2$ ) para sete colheitas e estimativas do número necessário de colheitas para a obtenção de diferentes  $R^2$  nos cinco métodos, em Marilândia/ES, 2004

Métodos de estimação	Número de medidas (n)* para diferentes $R^2$						
	$\hat{r}$	$R^2$	0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
1) ANOVA	0,352	79,19	7,36(7)	10,43(10)	16,56(17)	34,96(35)	182,16(183)
2) Componentes principais – covariância	0,432	84,19	5,26(5)	7,45(7)	11,83(12)	24,97(25)	130,09(130)
3) Componentes principais – correlações	0,395	82,07	6,12(6)	8,67(9)	13,76(14)	29,05(29)	151,38(151)
4) Análise estrutural – correlações	0,379	81,06	6,54(7)	9,27(9)	14,72(15)	31,07(31)	161,89(162)
5) Análise estrutural – covariância	0,352	79,19	-	-	-	-	-

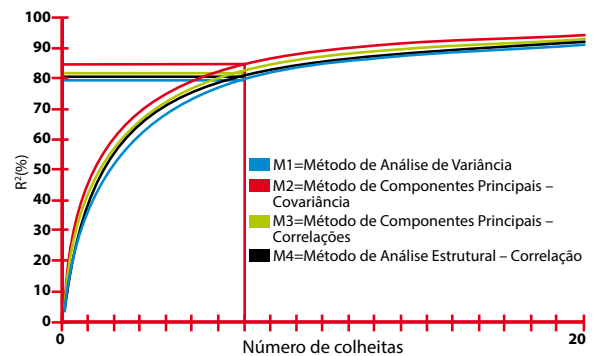
\*Número aproximado.

Fonte: Ferrão (2004).



**Figura 10.** Gráfico ilustrativo da estimativa do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) em porcentagem, em função do número de colheitas, por quatro métodos de estimação do coeficiente de repetibilidade da característica produtividade de café conilon, em Sooretama/ES.

**Fonte:** Ferrão (2004).



**Figura 11.** Gráfico ilustrativo da estimativa do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) em porcentagem, conforme o número de colheitas, por quatro métodos de estimação do coeficiente de repetibilidade da característica produtividade de café conilon, em Marilândia/ES.

**Fonte:** Ferrão (2004).

A divergência genética tem sido avaliada por meio de técnicas biométricas baseadas na quantificação da heterose ou por processos preditivos. Entre os métodos fundamentados em modelos biométricos que se destinam à avaliação da divergência dos genitores, citam-se as análises dialélicas, que informam tanto a capacidade específica de combinação quanto a heterose manifestada nos híbridos. Os métodos preditivos da divergência entre genitores, por dispensarem a obtenção prévia das combinações híbridas, têm merecido considerável ênfase. Os preditivos têm por base as diferenças agrônomicas morfológicas, fisiológicas e moleculares para determinar a divergência entre os genitores, que geralmente é quantificada por uma medida de similaridade ou dissimilaridade. A inferência com base na diversidade ecogeográfica também é exemplo de método preditivo da heterose (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

A análise estatística multivariada tem sido amplamente utilizada para quantificar a divergência genética. Tendo-se em mãos um banco de dados envolvendo diferentes variáveis de interesse para a espécie em estudo, provenientes de experimentos, é possível integrar as múltiplas informações e escolher os genitores mais divergentes e que terão maior probabilidade de promover resultados superiores em um programa de melhoramento.

No estudo de divergência genética, vários métodos multivariados podem ser aplicados. Entre eles, citam-se a análise por componentes principais, variáveis canônicas e métodos aglomerativos. Os métodos

aglomerativos diferem dos demais por dependerem fundamentalmente de medidas de dissimilaridade estimadas previamente pela distância Euclidiana ou por distância de Mahalanobis, entre outras. Já no método dos componentes principais pela análise de variáveis canônicas, o objetivo é avaliar a dissimilaridade entre os indivíduos por intermédio de uma dispersão gráfica, em que se consideram, em geral, dois eixos cartesianos. A escolha do método mais adequado tem sido determinada pela precisão desejada pelo pesquisador, pela facilidade da análise e pela forma como os dados foram obtidos (CRUZ; VENCOVSKY; CARVALHO, 1994; CRUZ; CARNEIRO, 2003; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Para Cruz, Vencovsky e Carvalho (1994), das diferentes medidas de similaridade ou dissimilaridade que quantificam as distâncias entre duas populações, a distância Euclidiana e a distância generalizada de Mahalanobis são as mais usadas. A primeira técnica é mais utilizada para caracterização de materiais genéticos mantidos em coleções de germoplasmas, sendo o banco de dados sem repetições. A utilização da distância generalizada de Mahalanobis é recomendada para dados provenientes de ensaios com delineamento experimental com repetição.

A estimativa da divergência genética na cultura de *C. canephora* apresenta importâncias na identificação de genitores com máxima divergência genética que poderão ser destinados a cruzamentos e na identificação de genitores produtivos com máxima similaridade que, ao serem propagados vegetativamente, poderão ser agrupados,

resultando, assim, em populações ou cultivares sintéticas, uniformes e de alta produtividade.

Os marcadores moleculares têm sido amplamente utilizados nos estudos de divergência genética de materiais existentes em bancos ativos de germoplasma, e também em acessos que se encontram na forma silvestre, em ambientes naturais (FERRÃO et al., 2007; FERRÃO, M., 2009a; SOUZA, 2011). Com esses estudos, é possível caracterizar os materiais genéticos quanto à sua dissimilaridade ou similaridade genética, identificar acessos repetidos e também atender às solicitações de fitomelhoristas para envios de germoplasma de acordo com as suas necessidades (LASHERMES et al., 1993).

Como exemplos de pesquisas sobre identificação da diversidade genética no gênero *Coffea* em *C. canephora* com a utilização de marcadores moleculares, pode-se citar as dos seguintes autores: 1) Lashermes et al. (1999), que estudaram a diversidade genética de germoplasmas africanos agrupando as espécies em diferentes regiões da África; 2) Ruas et al. (1999) analisaram a diversidade genética da coleção de germoplasma do Instituto Agrônomo do Paraná - Iapar envolvendo as variedades de *C. arabica* e *C. canephora*, e verificaram similaridade entre espécies variando de 0,58 a 0,84 e mostrando que *C. arabica* tem uma associação de 0,76 com a variedade Robusta e 0,68 com a Kouillou, ambas de *C. canephora*, observando-se, assim, a possibilidade de se ter sucesso em programas de hibridações interespecíficas envolvendo as referidas espécies; 3) Teixeira et al. (1999), estudando os acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Café da UFV, verificaram variações em similaridade de 0% a 67% entre os materiais genéticos analisados, sendo que as espécies *C. arabica* e *C. canephora* mostraram considerável divergência genética; 4) Berthaud (1986) realizou a estimativa da diversidade genética de uma coleção de mais de 1.000 acessos de *C. canephora* na Costa do Marfim envolvendo materiais genéticos de diferentes países e identificou dois grupos divergentes, o Guineano, da África Ocidental e o Congolense, da África Central. Observou que, quando efetuavam-se os cruzamentos envolvendo clones descendentes desses grupos, ocorria uma significativa heterose, o que levou Leroy, Charmetant e Yapo (1991) a iniciarem um programa

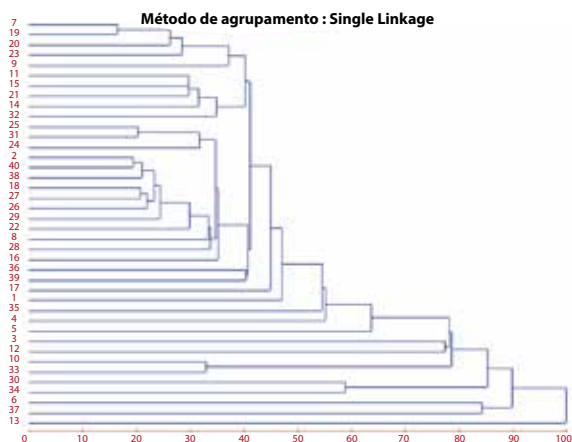
de melhoramento via seleção recorrente recíproca envolvendo os citados grupos.

Fonseca et al. (2003a) efetuaram análise de divergência genética de clones do programa de melhoramento genético de *C. canephora*, variedade Conilon, do Incaper, utilizando análises multivariadas. Na análise de agrupamento, foi usado o método de Tocher. Para dissimilaridade, utilizou-se a distância generalizada de Mahalanobis e a distância Euclidiana. Para dispersão gráfica, foi usada a análise das variáveis canônicas. Dessas análises, foram obtidos prioritariamente os seguintes resultados: pelo método de Tocher, houve a formação de três grupos de genótipos, sendo o primeiro deles subdividido em dez subgrupos; definição de dez clones divergentes e com características de interesses, os quais foram selecionados para cruzamentos dialélicos; eleição dos clones ES 25 e ES 92 como os mais indicados para se obter híbridos heteróticos, considerando suas produtividades, divergências genéticas e características agrônômicas de interesses.

Em estudo de divergência genética, usando 40 genótipos de café conilon em dois ambientes do Estado do Espírito Santo, Ferrão (2004) verificou, pela distância generalizada de Mahalanobis, dissimilaridades entre os genótipos de 1,28 a 211,70. O agrupamento de genótipos pela técnica de Tocher indicou que, em Sooretama, os genótipos foram distribuídos em dez grupos, e, em Marilândia, em cinco. Na análise de dispersão gráfica pela técnica de variáveis canônicas, foram identificados quatro genótipos mais divergentes no primeiro ambiente e sete no segundo. Na Figura 12 encontra-se o agrupamento de genótipos de café conilon pelo método do vizinho mais próximo, obtido a partir da distância generalizada de Mahalanobis, estimada com base em 14 características.

Ivoglo et al. (2008), visando identificação de genótipos para cruzamentos e para obtenção de populações segregantes ou híbridos heteróticos, avaliaram a divergência genética entre 21 progênies de meio-irmãos do germoplasma de *C. canephora* do IAC utilizando análises multivariadas com base em 14 características morfoagronômicas. As progênies IAC 2262, IAC 2290, IAC 2286, IAC 2292 e IAC 2291 foram indicadas para utilização no programas de intercruzamentos.





**Figura 12.** Dendrograma de agrupamento de genótipos de café conilon pelo método do vizinho mais próximo, obtido a partir da distância generalizada de Mahalanobis, estimada com base em 14 características, em Sooretama/ES.

**Fonte:** Ferrão (2004).

Ferrão, M. et al. (2009b) estudaram a diversidade genética entre 49 clones de conilon do Incaper por meio de marcadores moleculares do tipo RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*). A maior distância genética encontrada foi entre os genótipos 7 e 38 (0.398), par mais dissimilar. A diversidade genética relativamente ampla observada demonstra a importância da realização de hibridações entre os germoplasmas estudados.

Souza (2011) usou 20 *primers* microssatélites para genotipar 127 acessos de *C. canephora* das coleções de germoplasma de São Paulo, Minas Gerais e materiais genéticos cultivados no Espírito Santo e Rondônia. Verificou-se alto polimorfismo entre os genótipos. Foram formados o grupo Conilon do Espírito Santo e Rondônia e o grupo Robusta de São Paulo e Minas Gerais. Ambos mostraram variabilidade expressiva, porém limitada. Os resultados sugerem esforços adicionais no programa de melhoramento visando a aumentar a diversidade genética das coleções brasileiras de *C. canephora*.

Dalcomi (2013) avaliou a divergência genética de 22 clones de café conilon do Incaper, selecionados no sul do Espírito Santo, para 17 características morfoagronômicas associadas ao crescimento da planta após a poda programada de ciclo. Utilizou-se o método dos componentes principais para avaliar as contribuições relativas das características. A matriz de dissimilaridade genética foi obtida por

meio da distância generalizada de Mahalanobis e o agrupamento dos genótipos pelo método baseado na média das distâncias (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean - UPGMA*). Verificou-se ampla variabilidade genética separando, por similaridade, cinco grupos de genótipos. Identificaram-se genótipos superiores com potenciais para serem utilizados futuramente no programa de melhoramento visando tanto a sua inclusão em variedade clonal quanto em hibridações.

### 5.6 SELEÇÃO SIMULTÂNEA DE CARACTERES

Para se obter materiais genéticos superiores que realmente se distingam dos demais, é necessário que o genótipo selecionado reúna, simultaneamente, uma série de atributos favoráveis que lhes confira produtividade mais elevada e que apresentem outras características superiores, em comparação com os materiais genéticos até então cultivados.

Cruz e Carneiro (2003) expõem que a seleção com base em uma ou em poucas características tem se mostrado inadequada por conduzir a um produto final superior apenas para essa característica e ao mesmo tempo inferior genotipicamente a outras também importantes, mas que não foram consideradas durante a prática seletiva daquela característica isolada.

Assim, uma maneira de aumentar a chance de êxito em um programa de melhoramento é por meio da seleção simultânea de um conjunto de características de importância, principalmente econômica.

Para tal objetivo, a utilização de índice de seleção pode ser uma alternativa eficiente, pois permite combinar as múltiplas informações contidas na unidade experimental de modo que seja possível a seleção com base em um complexo de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico. Assim, o índice de seleção simultânea constitui-se num procedimento adicional, estabelecido pela combinação linear ótima de várias características (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

A predição de ganhos genéticos oferece grande contribuição à genética quantitativa. Por meio das informações utilizando-se esse procedimento, é possível prever o sucesso do esquema seletivo adotado e, com base científica, decidir quais as

técnicas alternativas que possam ser mais eficazes.

Ganhos genéticos podem ocorrer de forma direta e indireta. Paula (1997) descreveu que a seleção direta é uma estratégia utilizada pelo melhorista que está interessado em obter ganhos em um único caráter sobre o qual praticará a seleção. Essa é a forma mais fácil e prática de obter ganhos para uma única característica, sendo a resposta à seleção direta.

A seleção indireta é uma estratégia utilizada pelo melhorista que está, a princípio, interessado em obter ganhos em uma característica Y, quando a seleção é aplicada sobre uma outra característica X. Cruz e Carneiro (2003) relataram que a avaliação da magnitude da resposta correlacionada tem sido de grande interesse quando se deseja obter ganhos em características de grande importância, mas, por questões de complexidade, dificuldade de identificação e/ou mensuração, a seleção é praticada em caracteres auxiliares. Entretanto, ressaltaram que a seleção em certas características pode provocar alterações indesejáveis em outras, quando há correlações desfavoráveis entre as características-alvo da seleção.

Ferreira et al. (2004) realizaram a predição de ganho genético utilizando 14 características fenotípicas avaliadas em 40 clones de café conilon nos locais de Sooretama e Marilândia. Verificaram ganho em diferentes características, com destaque para predição de progresso genético na produtividade de grãos, que foi em Marilândia de 22,69%, e em Sooretama de 25,41%.

### 5.7 ÍNDICE DE SELEÇÃO

O índice de seleção constitui-se numa técnica valiosa, na qual há uma combinação ótima de várias características, o que permite realizar com eficiência a seleção simultânea de características múltiplas.

Cruz, Regazzi e Carneiro (2004) argumentaram que a utilização de índices como critérios de seleção proporciona resultados superiores quando comparados com a seleção direta. Por intermédio da utilização dessa técnica, é possível obter ganhos genéticos favoráveis e mais bem distribuídos em diferentes características, em estudo.

Cruz e Carneiro (2003) destacaram diferentes índices de seleção que são utilizados no melhoramento. Esses índices representam diferentes alternativas

de seleção e, mesmo considerando um único tipo de índice, existem metodologias distintas com as quais se podem trabalhar os dados utilizando-se de pesos econômicos, ganhos desejados ou grau de restrição imposta ao cálculo dos coeficientes dos índices. Assim, por meio desses processos de trabalhar com os dados, o melhorista pode identificar, de maneira rápida e eficiente, materiais genéticos mais adequados aos propósitos do melhoramento. Com os recursos computacionais existentes, a estimação de índices tornou-se operação simples podendo-se, assim, recomendar a sua utilização como importante procedimento na busca de eficiência na seleção (CRUZ, 2001).

Os índices clássicos de seleção de Smith (1936) e de Hazel (1943) e o Índice de Pesek e Baker (1969) são muito utilizados em programas de melhoramento de várias culturas.

Ferreira (2003) e Ferreira et al. (2005) usaram o peso econômico do desvio-padrão genético ( $CV_g$ ) e efetuaram a predição de ganhos pelos índices de Smith (1936), Hazel e Lush (1943) e Pesek e Baker (1969) em 14 características de 40 clones de café conilon, avaliados em dois locais, Sooretama e Marilândia. Foram obtidos ganhos preditos equilibrados para as características estudadas e 60% de coincidência dos clones selecionados nos dois locais.

### 5.8 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO

A performance de cultivares em diferentes ambientes é diferenciada, ou seja, uma cultivar com valor superior para uma característica em determinado ambiente nem sempre se mantém com essa mesma superioridade quando cultivada em outro ambiente. As respostas diferenciadas das cultivares com a variação do ambiente denominam-se interação genótipo x ambiente. Se essa interação for significativa isso indica que os efeitos genéticos e ambientais não são independentes, uma vez que as respostas fenotípicas dos genótipos estariam diferindo com as variações ambientais.

A existência de respostas diferenciadas de genótipos às variações ambientais tem sido frequentemente constatada nas várias espécies de plantas cultivadas. Essa interação é um complicador na execução dos

programas de melhoramento, pois influencia a obtenção de ganhos genéticos, onera e prolonga o tempo da pesquisa e dificulta a recomendação de cultivares para ambientes dissimilares.

Robertson (1959) classificou a interação genótipo x ambiente em interação simples e complexa. A primeira é ocasionada pela diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes, de maneira que não há mudança na classificação dos materiais genéticos, na recomendação de cultivares. A segunda ocorre pela falta de correlação entre o desempenho dos genótipos, de modo que eles apresentam diferentes respostas às variações ambientais, causando alteração na sua classificação, considerando-se os diversos ambientes. A interação simples não traz complicações na recomendação de cultivares ou eleição de genótipos. Já a complexa ocasiona problemas ao melhorista, pois conforme mencionado anteriormente, os melhores genótipos em um ambiente não são, em geral, em outros.

No planejamento do melhoramento genético, no que tange à escolha do(s) ambiente(s) do(s) experimento(s) ou campo(s) de seleção(es), o melhorista está sujeito a variações previsíveis e imprevisíveis, sendo as últimas as que têm causado dificuldades na seleção. As variações previsíveis são devidas aos fatores permanentes do ambiente, como tipo de solo, comprimento dos dias, nível tecnológico utilizado, altitude, topografia, latitude e longitude, espaçamento, profundidade de plantio e presença ou ausência de irrigação. As variações imprevisíveis são aquelas de difícil controle pelo pesquisador, como os fatores climáticos envolvendo temperatura e encharcamento pelo excesso de chuvas (CHAVES, 2001). Os fatores imprevisíveis, também denominados temporais, são os que mais afetam os produtores e, em geral, são menos priorizados no planejamento e execução do melhoramento.

Esforços de pesquisadores para estudarem as diferentes espécies têm sido concentrados na formulação de estratégias para contornar os problemas proporcionados pela interação genótipo x ambiente. Nos casos de ocorrência de interação significativa, recomenda-se, de maneira geral, efetuar estudos detalhados de estratificação ambiental (MORAIS, 1980) e de comportamento das cultivares por meio de análise de adaptabilidade e estabilidade e/ou desenvolvimento de cultivares de

ampla adaptabilidade e estabilidade (EBERHART; RUSSELL, 1966). No caso de estratificação ambiental, procura-se identificar, entre os ambientes escolhidos, padrões de similaridade de resposta das cultivares, de tal maneira que seja possível avaliar o grau de representatividade dos ensaios na faixa de adaptação da cultura e tomar decisões quanto à inclusão de ambientes quando existirem problemas técnicos ou escassez de recursos.

Para os estudos de adaptabilidade e estabilidade utilizando as diferentes metodologias, é possível avaliar o genótipo em relação à melhoria de ambiente e a sua previsibilidade de comportamento, proporcionando, assim, informações sobre a sua adaptabilidade e estabilidade, respectivamente (CRUZ, 2001; CRUZ; CARNEIRO, 2003; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

As análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica têm a finalidade de apoiar programas de melhoramento de plantas e se referem à avaliação da resposta diferencial dos genótipos à variação das condições de ambiente. Atualmente, há em torno de uma dezena de métodos para se avaliar a performance genotípica de cultivares. A diferenciação entre os métodos e a escolha de sua utilização está em função do banco de dados disponível, do número de ambientes avaliados, do tipo de informação necessária e do detalhamento desejado da informação (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

O conhecimento das interações genótipos x locais, genótipos x anos e genótipos x locais x anos orienta o pesquisador no planejamento das pesquisas, no estabelecimento de estratégias para o melhoramento, na definição de local(is) para o melhoramento, além de ser determinante na avaliação da estabilidade fenotípica das cultivares, visando à sua recomendação para uma dada região.

Existem poucos estudos específicos da interação genótipo x ambiente para *C. canephora* (MONTAGNON et al., 2000). Alguns trabalhos preliminares têm mostrado ocorrer a interação entre variedades x local, na Costa do Marfim (CHARRIER; BERTHAUD, 1988; SNOECK, 1983). Holguin et al. (1993) e Montagnon et al. (1994) estudaram a interação entre genótipo x ambiente para ferrugem-do-cafeeiro, e Charmetant e Leroy (1986) para tamanho do grão. Segundo Charrier e Berthaud (1988), a interação genótipo x ambiente

para produtividade tem sido sempre significativa, o que mostra aos pesquisadores a necessidade de mistura de clones com fim de recomendação para determinadas regiões de Camarões e Costa do Marfim. Estudos realizados neste último país africano confirmaram a existência de interação genótipo x ambiente e, portanto, revelam a necessidade de avaliar materiais genéticos em diferentes condições agroclimáticas.

Moschetto et al. (1996) avaliaram diferentes materiais genéticos de *C. canephora* e híbridos interespecíficos em diferentes ambientes, épocas de colheitas e tipos de processamento de grãos visando a identificar a interferência dessas variáveis na qualidade da bebida. Verificou-se melhor qualidade da bebida do café no tratamento lavado em relação ao processado por via seca, mas identificou-se variação desse comportamento entre genótipos. Os clones tiveram comportamentos mais uniformes quando processados por via úmida. Não houve diferença significativa de comportamento dos genótipos para ambientes e épocas de colheitas.

Montagnon et al. (2000) estudaram a interação genótipo x ambiente e adaptabilidade e estabilidade pelos métodos paramétricos de Wricke (1965), Eberhart e Russel (1966) e não paramétrico (NASSAR; HÜHN, 1987) para produção de grãos de *C. canephora*. O trabalho foi conduzido na Costa do Marfim, onde foram avaliados 16 clones em nove locais. Houve diferenças significativas de produção entre clones e locais e interação clones x locais. Os métodos usados mostraram complementaridade.

Ferrão et al. (2003a) e Ferrão (2004) estudaram a interação genótipos x ambientes, para produtividade utilizando oito variedades experimentais de café conilon, avaliadas por duas safras em quatro locais do Estado do Espírito Santo. Verificaram diferenças significativas entre variedades ( $P < 0,05$ ) nos diferentes ambientes. Na análise conjunta envolvendo os oito ambientes, houve interações significativas ( $P < 0,01$ ) para as fontes de variação variedades (T), anos (A), locais (L), T x A, e A x L.

Posteriormente, Ferrão et al. (2003a), estudando o comportamento das mesmas variedades experimentais de café conilon para produtividade, avaliadas por quatro safras e em quatro locais, no Estado do Espírito Santo pela análise de variância

conjunta, verificaram diferenças significativas pelo teste F ( $P < 0,01$ ) para locais (L), ano (A) e interações T x A, T x L, A x L e T x A x L. Na análise de adaptabilidade e estabilidade utilizando as metodologias de Eberhart e Russel (1966) e Cruz, Torres e Vencovsky (1989), os genótipos mostraram-se com adaptabilidade geral ( $\beta_1 = 1$ ). Para a maioria dos genótipos, houve boa previsibilidade, indicada pelos elevados coeficientes de determinação ( $R^2 > 80\%$ ) e desvio da regressão estaticamente igual a zero ( $\sigma^2_d = 0$ ). Não foi identificado o genótipo ideal que apresentasse todos os atributos, como média alta, resposta positiva à melhoria de ambiente ( $\beta_{1i} < 1$ ,  $\beta_{1i} + \beta_{2i} > 1$ ) e alta previsibilidade ( $\sigma^2_d = 0$ ). Houve uma boa concordância dos resultados com o uso das duas metodologias.

Ferrão (2004) e Ferrão et al. (2007) estudaram a interação genótipo x ambiente e a adaptabilidade e estabilidade de produção em 40 genótipos de café conilon, avaliados por sete safras, em dois locais do Espírito Santo, isto é, Marilândia e Sooretama. Foram observadas, pela análise de variância conjunta, diferenças significativas para genótipos (G), anos (A), G x L, A x L e G x A x L, o que indicou a existência de diferenças entre os materiais genéticos e o comportamento diferenciado deles em relação aos anos (safras) levando-se, assim, à necessidade, para efeito de recomendação, de avaliação dos materiais genéticos em mais de um local e em mais de uma safra e também à necessidade de trabalhos de adaptabilidade e estabilidade de produção. Nas quatro metodologias estudadas, Eberhart e Russel (1966), Cruz, Torres e Vencovsky (1989), Lin e Binns (1988) e Carneiro (1998), não foi identificado o genótipo ideal. Foram identificados seis genótipos com adaptação geral, dez com adaptabilidade para ambientes favoráveis e três com adaptabilidade para ambientes desfavoráveis. A maioria dos materiais genéticos apresentou baixa previsibilidade pelas duas primeiras metodologias, embora os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) estivessem pouco superiores a 80%.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Maior ênfase deve ser dada ao melhoramento genético de *C. canephora*, uma vez que é uma espécie de grande importância econômica e



social no cenário brasileiro e mundial e apresenta importante patrimônio genético para ser explorado no melhoramento inter e intrapopulacional.

Resultados importantes têm sido obtidos no desenvolvimento de cultivares oriundas da espécie *C. canephora* para a melhoria das características relevantes, principalmente da produtividade. Porém, pela presença da reserva gênica, novos progressos podem ser continuamente alcançados para produtividade e outras características demandadas, como qualidade de grãos e da bebida, época de maturação e tamanho de grãos, tolerância à seca, doenças e pragas. Portanto, novas estratégias de melhoramento serão necessárias envolvendo especialmente os métodos clássicos de melhoramento genético associados às técnicas e aos procedimentos de biotecnologia, com apoio das análises biométricas, para dar maior impulso e chance de sucesso em prazos mais curtos no alcance dessas metas.

O melhoramento via reprodução sexuada, conduzido em associação com as técnicas de reprodução assexuada, tem proporcionado bons ganhos genéticos e ajudado a proteger a espécie da vulnerabilidade genética.

A utilização das cultivares melhoradas junto com outras práticas culturais e fitossanitárias tem ocasionado aumento significativo na produtividade dos plantios. Como registro, citam-se os trabalhos realizados pelo Incaper, no Estado do Espírito Santo, com a participação também de outros agentes de desenvolvimento regional ligados à cafeicultura que, nos últimos 22 anos, têm elevado o potencial produtivo das cultivares plantadas por cafeicultores de 60 para 120 sc. benef./ha, quando usadas adequadamente as tecnologias recomendadas.

Há ainda a necessidade de se intensificar estudos básicos relacionados à biometria e biotecnologia, como os de estimativas de parâmetros genéticos, divergência genética, repetibilidade, herdabilidade, e número de genes na expressão das características, correlações entre características, interação genótipo x ambiente e seleção assistida por marcadores moleculares, entre outros, objetivando-se capitalizar informações para um apropriado planejamento de programas de pesquisa, a fim de justificar e continuar garantindo a alocação de recursos para o melhoramento de *C. canephora* e,

consequentemente, permitir sustentabilidade na atividade.

Pelas especificidades dos experimentos e das estratégias de melhoramento usadas em *C. canephora*, sugere-se priorizar os estudos e análises estatísticas e biométricas, além da utilização do método de modelos mistos, oferecendo assim, maior acurácia nos resultados e no desenvolvimento de programas de melhoramento da espécie.

## 7 REFERÊNCIAS

- ABEYWARDENA, V. An application of principal component analysis in genetics. *Journal Genetics*, v. 61, n. 1, p. 27-51, 1972.
- BARADAT, P.; LABBÉ, T.; BOUVERT, J. M. Conception d'index pour la selection réciproque récurrent: aspects génétiques, statistiques et informatiques. In: CIRAD (Ed.). *Traitements statistiques des essais de sélection: stratégies d'amélioration des plantes pérennes. Actes du séminaire de biométrie et génétique quantitative*. CIRAD, Montpellier, p. 101-150, 1994.
- BERTHAUD, J. L'incompatibilité chez *Coffea canephora*: méthode de test et déterminisme génétique, *Café Cacao Thé*, Nogest-sur-Marne, v. 24, p. 167-174, 1980.
- BERTHAUD, J. Propositions pour une nouvelle stratégie d'amélioration des caféiers de l'espèce *C. canephora*, basée sur les résultats de l'analyse des populations silvestres. In: 11th INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE, 1986, LOMÉ (Togo). Processing... Paris, France: ASIC, p. 445-452, 1986.
- BETTENCOURT, A. J. *Melhoramento genético do cafeeiro*: transferência de fatores de resistência a *H. Vastatrix* para os principais cultivares de *Coffea arabica*. 1981. 93f. Tese (Doutorado) – Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 1981.
- BETTENCOURT, A. J.; RODRIGUES JUNIOR C. J. Principles and practice of coffee breeding for resistance to rust and other diseases. In: CLARKE, J. S.; MACRAE, R. (Eds.). *Coffee: Agronomy*. London: Elsevier Applied Science, p. 199-234. 1988.
- BORÉM, A. *Melhoramento de plantas*. In: BORÉM, A. (Ed.). Viçosa, MG: UFV, 1997, 547 p.
- BOUHARMONT, P.; AWEMO, J. Création des centers de multiplication. La selection vegetative du caféier robust au Cameroun. Deuxieme partie: diffusion du matériel vegetal. *Café Cacao Thé*, v. 24, n. 1, p. 3-18, 1980.
- BOUHARMONT, P.; LOTODÉ, A.; AWEMO, J.; CATAING, X. La selection générative du caféier robusta ou Cameroun Analyse des resultants d'un essai d'hybrides

- diallèle partiel implanté en 1973. *Café Cacao Thé*, v. 30, n. 2, p. 93-112, 1986.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; SILVEIRA, J. S. M. 'EMCAPA 8111', 'EMCAPA 8121', 'EMCAPA 8131': Primeiras variedades clonais de café conilon lançadas para o Estado do Espírito Santo. Vitória, ES: Emcapa, 1993. 2 p. (Emcapa. Comunicado Técnico, 68).
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G. 'EMCAPA 8111', 'EMCAPA 8121', 'EMCAPA 8131': Variedades clonais de café conilon para o Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF: v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001.
- CAPOT, J. La production de boutures de clones sélectionnés de cafeiers *Canephora*. *Café Cacao Thé*, v. 10, n. 3, p. 219-227, 1966.
- CAPOT, J. L'amélioration du caféier robusta em Côte d'Ivoire. *Café Cacao Thé*, v. 21, n. 4, p. 233-242, 1977.
- CARIAS, C. M. de O. M.; TOMAZ, M. A.; FERERAO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, R. G.; GONÇALVES, L. S. A. Produtividade de grãos de cafeeiro conilon de diferentes grupos de maturação pelo procedimento REML/BLUP. *Semina: Ciência Agrária*. Londrina, PR: v. 35, n. 2, p. 707-718, 2014.
- CARNEIRO, P. C. S. *Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento*. 1998, 168 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- CARVALHO, A. Principles and practice of coffee plant breeding for productivity and quality factors *Coffea arabica*. In: CLARKE, R. J.; MACRAE R. (Eds.). *Coffee: Agronomy*. London: Elsevier Applied Science, p. 129-165. 1988a.
- CARVALHO, A. Principles na methods and methods coffee plant breeding. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Eds.). *Coffee: Agronomy*. Essex, England: Elsevier Applied Sc. p. 167-197. 1988b.
- CARVALHO, A.; MEDINA FILHO, H. P.; FAZUOLI, L. C. Evolução e melhoramento do cafeeiro. In: COLÓQUIO SOBRE CITOGENÉTICA E EVOLUÇÃO DE PLANTAS, 1984, Piracicaba. *Anais...*, Piracicaba, SP: Sociedade Brasileira de Genética, p. 215-234, 1984.
- CARVALHO, A.; MEDINA FILHO, H. P.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA, M. M. A. Aspectos genéticos do cafeeiro. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto. v. 14, n. 1, p. 135-183, 1991.
- CARVALHO, L. G.; SEDIYAMA, G. C.; CECON, P. R.; ALVES, H. M. R. A regressão model para predict coffee productivity in Southern Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 8, p. 204-211, 2004.
- CHARMETANT, P.; LEROY, T. Etude de l'influence de différents facteurs agonomiques et génétiques sur la granulométrie du caféier Robusta. In: XIE COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, Lomé, Togo, 1985, Paris, France, ASIC, p. 489-494. 1986.
- CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of coffee. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds.). *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm: Westport, Conn. p.13-47. 1985.
- CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and methods in coffee plant breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). *Coffee: Agronomy*, London: Elsevier Applied Science, p. 167-197. 1988.
- CHAVES, L. J. Interação de genótipo com ambiente. In: NASS, L. L.; VELOIS, A. C. A. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M.C. (Eds.). *Recursos genéticos e melhoramento de plantas*. Rondonópolis, MT: Fundação MT, 2001. 1.183 p.
- CILAS, C.; BAR-HEN, A.; MONTAGNON, C.; GODIN, C. Definition of architectural ideotypes for good yield capacity in *Coffea canephora*. *Annals of Botany*, v. 97, p. 405-411, 2006.
- CILAS, C.; MONGAGNON, C.; BAR-HEN, A. Yield stability in clones of *Coffea canephora* in the short and medium term: longitudinal data analyses and measures of stability over time. *Tree Genetics & Genomes*, v.7, p. 421-429. 2011.
- CLARKE, R. J. Green coffee processing. In: CLIFFORD, M. N.; Willson, K. C. (Eds.). *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm, Westport, Conn, p. 230-250. 1985.
- CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds.). *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm, Westport, Conn, p. 305-374. 1985.
- COMSTOCK, R. E.; ROBINSON, H. F.; HARVEY, P. H. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agronomy Journal*, 41: 360-367, 1949.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Cafés do Brasil*. Safra 2014/2015. Brasília, DF: MAPA – SPC/ CONAB, 2014.
- CONAGIN, C. H. T.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*: auto-incompatibilidade em *Coffea canephora*. *Bragântia*, Campinas, SP: v. 20, n. 34, p. 787-804. 1961.
- COSTE, R. *Le caféier*. Moissonneuve e Larose, Paris,

France, 1968.

CRAMER, P. J. S. *Review of literature on coffee research in Indonesia*, SIC Editorial, International American Institute of Agricultural Science, Turrialba, Costa, Rica, 1957.

CRUZ, C. D. *Programa Genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas*. Viçosa, MG: UFV, v. 2. 2003. 585 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. D.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. v. 1, 480 p.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de.; VENCOVSKY, R. An alternative approach the stability analysis proposed by Silva and Barreto. *Revista Brasileira de Genética*, v. 12, p. 567-580, 1989.

CRUZ, C. D.; VENCOVSKY, R.; CARVALHO, S. P. de. Estudos sobre divergência genética. III. Comparação de técnicas multivariadas. *Revista Ceres*, v. 41, n. 234, p. 191-201. 1994.

DALCOMO, J. M. *Biometria do crescimento de café conilon após poda programada de ciclo*. 117 f. 2013. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ: 2013.

DAVIS, A. P.; TOSH, J. RUCH, N.; FAY, M, F. Growing coffee: Psilantus (Rubiaceae) subfamilies on the basis of procedural and morphological data, size, morphology, distribution and evolutionary history of coffea. *Botanical Journal of the Lennan Society*. p.1-21, 2011.

DEVREUX, M.; VALLAYES, G.; POCHER, P.; EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 6: 36-40, 1959.

DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. Repeatability and minimum harvest period of cacao (*Theobroma cacao* L.) in southern Bahia. *Euphytica*, v. 102, p. 29-35, 1998.

DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. de. Estratégias e métodos de seleção. In: DIAS, L. A. J. (Ed.). *Melhoramento genético do cacauero*. Viçosa, MG: FUNAPE, UFG, p. 218-287, 2001.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. Estimación e predição por modelo linear misto com ênfase na ordenação de médias de tratamentos genéticos. *Scientia Agricola*, v. 58, p. 109-117. 2001.

DUBLIN, P. L'amélioration du caféier Robusa en République Centrafricaine: des années de selection clonale. *Café Cacao Thé*, v. 11, n. 2, p. 101-138, 1967.

EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for

comparing varieties. *Crop Sci*. 6: 36-40, 1966.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Conilon BRS Ouro Preto: aposta da Embrapa no future de Rondônia*. Brasília, DF: 2012, Folder.

ESTHER, A. K.; ADOMAKO, B. Genetic and environmental correlations between bean yield and agronomic traits in *Coffea canephora*. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, v. 2, n. 4, p. 64-72, 2010.

FALCONER, D. S. *Introdução à genética quantitativa*. Tradução José Carlos Silva e Martinho de Almeida e Silva. Viçosa, MG: UFV, 1981. 279 p.

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, J. (Eds.). *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, p. 88-113. 1986.

FAZUOLI, L. C.; MEDINA, FILHO, H. P.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA, M. M. A.; SILVAROLLA, M. B.; GALO, P. B.; COSTA, W. M. Obatã (IAC 1669-20) e Tupi (IAC 1669-330) cultivares de café de porte baixo e resistentes a ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 22., 1996, Águas de Lindóia, SP, *Anais... Rio de Janeiro: MAA/Decafé*, 1996, p. 149.

FAZUOLI, L. C.; MEDINA FILHO, H. P.; GONÇALVES, W.; GUEREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M. B. Melhoramento do cafeeiro: variedades tipo arábica obtidas no Instituto Agrônômico de Campinas. In: ZAMBOLIN, L. (Org.). *O estado da arte de tecnologias na produção de café*. Viçosa, MG: UFV, Departamento de fitopatologia, p. 163-215. 2002.

FAZUOLI, L. C.; MISTRO, J. C.; BRAGHINI, M.T. Melhoramento de café robusta no Instituto Agrônômico de Campinas. In: ZAMBOLIM, L (Ed.). *Tecnologias para produção de café conilon*. Viçosa, MG: UFV, p. 201-247. 2009. Cap. 8.

FEITOSA, L. T. *Carta agroclimática do Espírito Santo*. Vitória: Emcapa, 1986. 1 mapa color. Escala. 1:400.000.

FERRÃO, M. A. G.; RIVAS, E. M. S; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; ATAYDE, L. S. Divergência genética entre clones de *Coffea canephora* utilizando marcadores moleculares. In: 5º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2009, Guarapari, ES. *Anais... 5º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas*. Vitória, ES : Incaper, 2009a.

FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; MAROTA, W. B.; RIVA-SOUZA, E. M. Genetic divergence in Conilon coffee revealed by RAPD markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 9, p. 67-74, 2009b.

FERRÃO, R. G. *Biometria aplicada ao melhoramento*

- genético. 2004b. 256 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da. Comportamento e estimativas de parâmetros genéticos em clones de café conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL 3., 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, 2003, p. 230.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da. *Variedades clonais de café conilon: 10 passos em 12 anos de pesquisa*. Vitória, ES: Incaper, 2013. (Documento n. 218).
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G. Programa de melhoramento genético de café robusta no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 1999b, Lavras, MG. *Anais...* Lavras: UFLA, p. 50-65. 1999.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G. Banco Ativo de Germoplasma de *Coffea canephora*, variedade conilon do Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000. Poços de Caldas, MG. *Resumos expandidos...* Brasília: Embrapa Café e MINASPLAN. v. 1, p. 405-407. 2000.
- FERRÃO, R. G.; SILVEIRA, J. S. M.; FONSECA, A. F. A. da.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G. 'Emcapa 8141' - Robustão capixaba: variedade clonal de café conilon tolerante à seca. Vitória, ES: Emcaper, 1999. 10 p. (Emcaper. Comunicado Técnico, 98).
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; SILVEIRA, J. S. M.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. 'Emcapa 8141' - Robustão Capixaba, variedade clonal de café conilon tolerante à seca, desenvolvida para o estado do Espírito Santo. *Revista Ceres*, Viçosa, MG: 47(273), p. 555-559, 2000.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; CECON, P. R.; CRUZ, C. D. Adaptabilidade e estabilidade de produção em variedades de café Conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 3., 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, 2003a, p. 213.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; CARNEIRO, P. C. S.; CRUZ, C. D. Estimativa do coeficiente de repetibilidade por diferentes métodos em *Coffea canephora*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 3., 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, p. 236, 2003b.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. de (Eds.). *Café Conilon*. Vitória, ES: Incaper, 2007. 702 p.
- FERRÃO, R. G.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, A.; CECON, P. R.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da. CARNEIRO, P. C. de.; SILVA, M. F. da. Parâmetros genéticos de café conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF: v. 43. n. 1, p. 61-69. 2008.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; DEMUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. dos SANTOS.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELLI, F. *Café conilon: técnicas para produção com variedades melhoradas*. 4. ed. Revisada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 2012. 74 p. (Incaper: Circular Técnica, 03-I).
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; LANI, J. A.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A. FERRÃO, L. M. V. Café Conilon: cultivares melhoradas sustentáveis. *Incaper em Revista*. Pesquisa agropecuária. Vitória, ES: Incaper. v. 4 e 5. 2014.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; FERRÃO, L. M. V. Melhoramento genético sustentável de café conilon. In: PARTELL, F. L.; GILES, J. A. D.; SILVA, M. B. da (Eds.). *Café conilon: manejo de pragas e sustentabilidade*. Alegre, ES: CAUFES, Cap. 10. 2015a.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. 'Diamante ES8112': nova variedade clonal de café conilon de maturação precoce para o Espírito Santo. 2. ed. revisada. Vitória: Incaper, 2015b. (Incaper. Documentos, 221).
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. 'ES8122' - Jequitibá: nova variedade clonal de café conilon de maturação intermediária para o Espírito Santo. 2. ed. revisada. Vitória, ES: Incaper, 2015c. (Incaper. Documentos, 220).
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. 'Centenária ES8132': nova variedade clonal de café conilon de maturação tardia para o Espírito Santo. 2. ed. revisada. Vitória: Incaper, 2015d. (Incaper. Documentos, 219).
- FERREIRA, A. *Predição de ganhos por índices de seleção para o melhoramento genético de Coffea canephora var Conilon*. 2003. 137 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- FERREIRA, A.; CECON, P. R.; CRUZ, C. D.; FERRÃO, R. G.; SILVA, M. F. da.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G. Prediction of selection gains in *Coffea canephora*



- base don factorial scores. *Crop breeding and applied biotechnology*. Londrina, PR: v. 4, n. 3, p. 298-304. 2004.
- FERREIRA, A.; CECON, P. R.; CRUZ, C. D.; FERRÃO, R. G.; SILVA, M. F. da; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análises de fatores e índices de seleção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília: v. 40, n. 12, p. 1189-1195, 2005.
- FERWERDA, F. P. Breeding of *Coffea canephora*. In: FERWERDA, F. P.; WIT, F. (Eds.). *Coffee: Coffea arabica L. and Coffea canephora Pierre ex Froehner*. Wageningen, The Netherlands: Agricultural University, p. 216-241. 1969 (Miscellaneous Papers, 4).
- FISHER, R. *The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance*. Transactions of Royal Society of Edinburgh, v. 52, p. 399-433. 1918.
- FONSECA, A. F. A. da. Propagação assexuada de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo. In: PAIVA, L. C. (Ed.). WORKSHOP SOBRE AVANÇOS NA PROPAGAÇÃO DE PLANTAS LENHOSAS. 1996, Lavras, MG. *Proceedings...* Lavras: UFLA, p. 31-34, 1996.
- FONSECA, A. F. A. da. *Análises biométricas em café conilon (Coffea canephora Pierre)*. 1999. 121 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 1999.
- FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; SANTOS, L. P.; BRAGANÇA, S. M.; MARQUES, E. M. G. Melhoramento genético de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, p. 1379-1384. 2002.
- FONSECA, A. F. A. da.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKIYAMA, N. S.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. Divergência genética em café conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café, p. 235, 2003a.
- FONSECA, A. F. A. da.; SEDIYAMA, T.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; CRUZ, C. D.; SAKIYAMA, N. S. Correlações entre caracteres em café conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café, p. 232, 2003b.
- FONSECA, A. F. A. da.; SEDIYAMA, T.; SAKIYAMA, N. S.; CRUZ, C. D.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G. Estimativa do coeficiente de repetibilidade em café Conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café, p. 214. 2003c.
- FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. ZUCATELI, F. *Conilon Vitória – Incaper 8142: variedade clonal de café Conilon*. Vitória, ES: Incaper, 2004a. 24 p. (Incaper. Documento, 127).
- FONSECA, A. F. A. da.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKIYAMA, N. S.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. Repeatability and number of harveste required for selection in robusta coffee. *Crop breeding and applied biotechnology*. Londrina, PR: v. 4, n. 3, p. 325-329. 2004b.
- FONSECA, A. F. A. da.; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A (Eds). *Café conilon do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV. 2015. 257p.
- GERALDI, I. O. Selección recurrente en el mejoramiento de plantas. In: GUIMARÃES, E. P. *Selección recurrente em arroz*. Cali: CIAT. p. 3-11. 1997. Cap. 1.
- HALLAUER, A. R. Recurrent selection in maize. *Advance in Agronomy*: p. 115-179. 1992.
- HARTLEY, H. O.; RAO, C. R. Maximum-likelihood estimation for the mixed analysis of variance model. *Biometrika*, v.54, p.93-108, 1967.
- HAZEL, L. N.; LUSH, J. L. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, v. 39, p. 476-490, 1943.
- HENDERSON, C.R. Estimation of variance and covariance components. *Biometrics*, v.9, p.226-252, 1953.
- HENDERSON C.R. *Applications of linear models in animal breeding*. Guelph: University of Guelph – Canada: 1984. 462p.
- HOLGUIN, F.; BIEYSSE, D.; ESKES, A. B.; MULLER, R. A. Étude de la virulence et de l'agressivité d'isolats d'*Hemileia vastatrix* Berk. & Br. Collectés sur *Coffea canephora* et Catimor. In: XV<sup>e</sup> COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, Montpellier, France, 1993, Paris, France, ASIC, 1, p. 281-292, 1993.
- HULL, F. H. Recurrent selection and specific combining ability in corn. *Journal Americam Soc. Agron*, v. 37, p. 134-145. 1945.
- IVOGLO, M. G.; FAZUOLI, L. C.; OLIVEIRA, A. C. B.; GALLO, P. B.; MISTRO, J. C.; SILVAROLLA, M. B.; TOMA-BRAGHINI, M. Divergência genética entre progênies de café robusta. *Bragantia*, Campinas, SP: v.67, n.4, p.823-831, 2008.
- KRUG, C. A.; MENDES, J. E. T.; CARVALHO, A. Taxonomia de *Coffea arabica* L. *Boletim Técnico*. Campinas, SP: n. 62. 1939.
- LAMBOT, C.; CROUZILLAT, D.; FONSECA, A. F. A. da; LELOUP, V.; BROUN, P.; PETIARD, V.; FERRÃO, M.A.G.;

- FERRÃO, R. G. Evaluation of conilons for genetic diversity, cup quality and biochemical composition. In: 22 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, ASIC, 2008. *Proceeding...* Campinas, 2008.
- LASHERMES, P.; COMBES, M. C.; TOPART, P.; ANTHONY, F. Genetic diversity and molecular mapping of coffee, In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA. 2., 1999, Londrina, PR. *Anais...* Londrina, PR: p. 121-123. 1999.
- LASHERMES, P.; COUTURON, E.; CHARRIER, A. Doubled haploids of *Coffea canephora*: desenvolvimento, fertilidade e características agrônomicas. *Euphytica*, 74: 149-157, 1994.
- LASHERMES, P.; SAWABE, E.; AZUMA, T.; UCHIDA, N.; YASUDA, T. Use of romdam amplified DNA markers to analyse variability and relationships of *Coffea* species. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 40:91-99, 1993.
- LE PIERRÈS, D. Influence des facteurs génétiques sur le contrôle de la teneur en caféine du café. In: XII<sup>e</sup> COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, Montreux, Suisse, 1987, Paris, France, ASIC, p. 468-475, 1988.
- LEROY, T.; CHARMETANT, P.; YAPO, A. Application de la sélection récurrente réciproque au caféier *Coffea canephora* Pierre: premiers résultats du programme réalisé en Côte d'Ivoire. *Café Cacao Thé*, v. 35, n. 2, p. 95-103. 1991.
- LEROY, T.; PERRIOT, J. J.; ESKES, A. B.; GUYOT, B.; MONTAGNON, C. Qualités technologiques et organoleptiques de quelques clones de *Coffea canephora* en Côte d'Ivoire. In: 14<sup>th</sup> INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE, ASIC, San Francisco: p. 483-443, 1992.
- LEROY, T.; MONTAGNON, C.; CHARRIER, A.; ESKES, A. B. Reciprocal recurrent selection applied to *Coffea canephora* Pierre. I. Characterization and evaluation of breeding populations and value of intergroup hybrids. *Euphytica*, 67: 113-125, 1993.
- LEROY, T.; MONTAGNON, C.; CILAS, C.; CHARRIER, A.; ESKES, A. B. Reciprocal recurrent selection applied to *Coffea canephora* Pierre. II. Estimation of genetic parameters. *Euphytica*, 71: 121-128, 1994.
- LEROY, T.; MONTAGNON, C.; CILAS, C.; YAPO, A.; CHARMETANT, P.; ESKES, A. B. Reciprocal recurrent selection applied to *Coffea canephora* Pierre. III. Genetic gains and results of first cycle intergroup crosses. *Euphytica*, 95:347-354, 1997.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*. Ottawa, v. 68, n. 3. p. 193-198, 1988.
- LOCKWOOD, G.; PANG, J. T. Y. Utilization of cocoa germplasm in breeding for yield. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION, CHARACTERIZATION AND UTILIZATION OF CACAO GENETIC RESOURCES IN THE 21<sup>ST</sup> CENTURY, *Proceedings...* CRU/The University of the West Indies, St Augustine, p. 198-214, 1993.
- LYNCHE, M.; WALSH, B. *Genetics and analysis of quantitative traits*. Massachusetts, USA. 1998.
- MALOSETTI, M.; RIBAUT, J.; VAN, E. F. The statistical analysis of multi-environment data: modeling genotype-by-environment interaction and its genetic basis. *Frontiers in Physiology*. 2013.
- McCULLOCH, C.; SEARLE, S. S. *Generalized, linear and mixed models*. Cornell University, USA. 2001.
- MENDES, A. J. T. *Duplicação do número de cromossomos em café, algodão e fumo, pela ação da colchicina*. Campinas, SP: IAC, 1939 (IAC, Boletim Técnico, 57).
- MISTRO, J. C. *Estimativa de parâmetros genéticos visando o melhoramento de café robusta (Coffea canephora Pierre ex A. Froehner)*. 2013. 152f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP: 2013.
- MONACO, L. C.; CARVALHO, A. Incompatibilidade em *Coffea recemosa*. *Ciência Cultural*, 24: 150-151, 1972.
- MONACO, L. C.; CARVALHO, A. Coffee breeding for leaf rust resistance. *Colloque international sur la Chimie des cafés*. Assis Hamburg, p. 437-445, 1975.
- MONTAGNON, C. T.; LEROY, L.; KÉBÉ, I.; ESKES, A. B. Importance de la rouille orangée et facteurs impliqués dans l'évaluation de la résistance au champ de *Coffea canephora* en Côte d'Ivoire. *Café Cacao Thé*, v. 38, n. 2, p. 103-112, 1994.
- MONTAGNON, C. T.; GUYOT, B.; CILAS, C.; LEROY, T. Genetic parameters of several biochemical compounds from green coffee, *Coffea canephora*. *Plant Breeding*, v. 117, p. 576-578, 1998.
- MONTAGNON, C. T.; CILAS, C.; LEROY, T.; YAPO, A.; CHARMETANT, P. Genotype – location interactions for *Coffea canephora* yield in the Ivory Coast. *Agronomie*, v. 20, p. 101-109, 2000.
- MORAIS, O. P. *Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (Oryza sativa, L.)*. 1980, 64 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1980.
- MOSCHETTO, D.; MONTAGNON, C.; GUYOT, B.; PERRIOT, J. J.; LEROY, T.; ESKES, A. B. Studies on the effect of genotype on cut quality of *Coffea canephora*. *Trop. Sci.*, 36, p. 18-31, 1996.

- NAMKOONG, G.; KANG, H. C.; BROUARD, J. S. *Tree breeding: principles and strategies*. Springer-Verlag, New York, 1998.
- NASSAR, R.; HÜHN, M. Studies on estimations of phenotypic stability of significance for non parametric measures of phenotypic stability. *Biometrics*, v. 43, p. 45-53, 1987.
- OLIVEIRA, C. M. *Estimativa de parâmetros genéticos em três grupos de genótipos de café conilon selecionados no sul do estado do Espírito Santo*. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2010.
- PAILLARD, M.; LASHERMES, P.; PÉTIARD, V. Construction of a molecular linkage map in coffee. *Theor Appl. Genet.*, v. 93, p. 41-47. 1996.
- PALLET, R. N.; SALE, G. The relative contributions of tree improvement and cultural practice toward productivity gains in Eucalyptus pulpwood stands. *Forest Ecology and Management*, v. 193, p. 33-43, 2006.
- PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J. B. Melhoria de populações. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Eds.). *Melhoramento e produção de milho*. Campinas: Fundação Cargill, v. 2, p. 216-274, 1987.
- PATTERSON, H.D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika*, v.58, p. 545-554, 1971.
- PAULA, R. C. *Avaliação de diferentes critérios de seleção aplicados em melhoramento florestal*. 1997. 74 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.
- PAULIN, D. Les méthodes de sélection du cacaoyer. In: CIRAD (Ed.). *Traitements statistiques des essais de sélection: stratégies d'amélioration des plantes pérennes*. Actes du séminaire de biométrie et génétique quantitative. CIRAD, Montpellier, p. 243-257, 1994.
- PEREIRA, A. P.; MOURA, W. de M.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S.; CHAVES, G. M. Melhoramento genético do cafeeiro no Estado de Minas Gerais: cultivares lançados e em fase de obtenção. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *O estado da arte de tecnologias na produção de café*. Viçosa, MG: UFV, Departamento de fitopatologia, p. 253-295. 2002. cap. 7,
- PEREIRA, M. B.; VENCOVSKY, R. Limites da seleção recorrente: I. Fatores que afetam as frequências alélicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, DF: v. 23, n. 7, p. 769-780, jul. 1988.
- PHIEPHO, H. P.; MOHRING, J.; MELCHINGER, A. E.; BUCHSE, A. BLUP for phenotypic selection in plant breeding and variety testing. *Euphytica*, v. 161, p. 209-228. 2008.
- PESEK, J.; BAKER, R. J. Desired improvement in relation to selected indices. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 49, p. 803-804, 1969.
- PIRES, J. L.; MONTEIRO, W. R.; PINTO, L. R. M.; FIGUEIRA, A.; YAMADA, M. N.; AHNERT, D. A proposal for caçoa breeding. In: INTERNATIONAL CACOA RESEARCH CONFERENCE, 12, 1999. *Proceedings...* Cocoa producer's Alliance, Lagos, p. 287-292. 1999.
- RAMALHO, M. A. P. Emprego de seleção recorrente no melhoramento de essências florestais. In: WORKSHOP MÉTODOS DE SELEÇÃO. CTGMF-SIF, Belo Horizonte: p. 1-18, 1994.
- RAMALHO, M. A. P.; GONÇALVES, F. M. A.; SOUZA SOBRINHO, F. Seleção recorrente no melhoramento do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 1999, Lavras, MG. *Anais...* Lavras: UFLA, p. 66-81, 1999.
- RAMALHO, A. R.; ROCHA, R. B.; SOUZA, F. de F.; TEIXEIRA, A. L.; VENEZIANO, W. Progresso genético com seleção de clones de café conilon no Estado de Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 7., Araxá, *Anais...* Araxá, MG: 2011.
- RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. *Simpósio sobre fatores que afetam a produtividade do cafeeiro*. Poços de Caldas, MG, 1984.
- RESENDE, D. M. L. C.; FERREIRA, D. F.; MUNIZ, J. A. Comparações de técnicas de análises de experimentos utilizando medidas repetidas no tempo. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras: v. 23, n. 4, p. 928-938, ago. 1999.
- RESENDE, M. D. V. Melhoramento de essenciais florestais. In: BORÉM, A. (Ed). *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa, MG: UFV, p. 589-647, 1999.
- RESENDE, M. D. V. Melhoramento de espécies perenes. In: NASS, L. L.; VELOIS, A. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Eds.). *Recursos genéticos e melhoramento de plantas*. Rondonópolis, MT: Fundação MT, 2001. 1183p.
- RESENDE, M. D. V. *Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.
- RESENDE, M. D. V. *Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético*. Colombo: EMBRAPA Florestal, 2007. 561 p.
- RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R. Estratégias de melhoramento para eucaliptos visando a seleção de híbridos. *Boletim de Pesquisa Florestal*. 21:49-60, 1990. ROBERTSON, A. *Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations – biometrical genetics*. New York: Pergamon Press, 1959. 186 p.

- RODRIGUES, W. N. *Comportamento de grupos de clones de café conilon, selecionados no Norte, na região Sul do estado do Espírito Santo*. 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES: 2010.
- RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, A. T.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; MIRANDA, F. D. de. Estimativa de parâmetros genéticos de grupos de clones de café conilon. *Coffee Science*. Lavras, MG: v. 7, n. 2. p. 177-186. 2012.
- RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, A. T.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; MARTINS, L. D. Crop yield bienniality in groups of genotypes of conilon coffee. *African Journal of Agricultural Research*. V. 8, n. 34, p. 4422-4426, 2013.
- RUAS, P. M.; DINIS, L. E. C.; RUAS, C. F.; SERA, T. Variabilidade genética obtida por RAPD em espécies e híbridos de *Coffea*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA. 2., 1999, Londrina, PR. *Anais...* Londrina: p. 165-170, 1999.
- SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. *Annals of engenies*, v. 7. p. 240-250, 1936.
- SMITH, A. B.; CULLIS, B. R.; THOMPSON, R. The analysis of crop cultivar breeding and evaluations trials: An overview of current mixed model approaches. *Journal of Agricultural Science*, v. 143, p. 449-462. 2005.
- SMITH, A.B.; STRINGER, J. K.; WEI, X.; CULLIS, B. R. Varietal selection for perennial crops where data relate to multiple harvests from a series of field trials. *Euphytica*, v. 157, p. 253- 266. 2007.
- SNOECK, J. Méthodologie des recherches sur la fertilization minérale du caféir Robusta en Côte d'Ivoire. I. Influence du matériel végétal. In: X COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL DU CAFÉ, Bahia, Brasil: ASIC Paris, p. 467-476, 1983.
- SOUZA, F. F. *Estudos sobre a diversidade, estrutura populacional, desequilíbrio de ligação e mapeamento associativo em Coffea canephora Pierre ex Froehner*. 2011. 145f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG: 2011.
- SOUZA JÚNIOR, C. L.; ZINSLY, J. R. Relative genetic potential of brachytic maize varieties as breeding populations. *Brazilian Journal of genetics*, Ribeirão Preto, v. 8, n. 3, p. 523-533. Set. 1985.
- SYBENGA, J. Genetics and cytology of coffee: a literature review. *Bibliographia genetica*, 19:217-316, 1960.
- TEIXEIRA, T. A.; ZAMBOLIN, L.; SAKIYANA, M. S.; PEREIRA, A. A.; SILVA, D. G. da. Padrão molecular de clones de cafeeiro diferenciadores de *Hemileia vastatrix* Berk. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA CAFEEIRA, 3., 1999. Londrina, PR. *Anais...* Londrina, PR: p. 141-143. 1999.
- TURNER, H. N.; YOUNG, S. Y. *Quantitative genetics in sheep breeding*. Ithaca: Cornell University, 1969. 332 p.
- VAN DER VOSSEN, H. A. M. Coffee selection and breedeng. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. (Eds.). *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm; Westport Conn. p. 48-96, 1985.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P (Eds.). *Melhoramento de milho*. Campinas, SP: Fundação Cargill, p. 137-214. 1987.
- VINCENT, J. C.; GUENOT, M. C.; PERRIOT, J. J.; GUELE, D.; HAHN, J. Influence de différents traitements technologiques sur les caractérisques chimiques et organoleptiques des cafés Robusta et Arabusta. *8 th International Scientific Colloquium on Coffee*, ASIC, Abidjan, p. 271-283, 1977.
- VICENTINI, V. B. *Análises biométricas em famílias de meios-irmãos de café conilon oriunda de seleção recorrente*. 2013, Tese (Doutorado Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG: 2013.
- VICENTINI, V. B.; FERRÃO, M. A. G.; BOREM, A.; FONSECA, A. F. A. da; FERRAO, R. G.; VERDIM FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Estimativas de ganhos e seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos de *Coffea canephora*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba, PR. *Anais, Resumo Expandido*. Brasília, DF: Embrapa Café, v. 1. p. 200. 2015.
- WRICKE, O. Uber eine method zur erfassung der ökologischen streubreit in feldversuchen. *Z. Pflanzenzucht*, v. 47, n. 1, p. 92-96, 1965.







# Autoincompatibilidade e Produção Sustentável do Café Conilon

Maria Amélia Gava Ferrão, Elaine Manelli Riva Souza,  
Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca e Romário Gava Ferrão

## 1 INTRODUÇÃO

*Coffea canephora* e as demais espécies diploides conhecidas do gênero *Coffea* apresentam autoincompatibilidade do tipo gametofítica (CONAGIN; MENDES, 1961), ao contrário de *Coffea arabica*, *C. anthonyi* e *C. heterocalyx* que possuem habilidade para autopolinização, isto é, são autocompatíveis (STOFFELEN et al., 2009; NOWAK et al., 2011).

Dá-se o nome de incompatibilidade ao insucesso de certos cruzamentos em produzir descendentes ou à incapacidade de ocorrer autofecundação (ALLARD, 1971). Esse mecanismo fisiológico, de base genética, apresenta interações célula a célula, entre pólen e pistilo, que impedem que o grão de pólen germine no estigma da mesma planta ou de outra com constituição genotípica semelhante (LEWIS, 1954; GIRANTON et al., 1999; BRUCKNER et al., 2005).

Lundqvist (1964) e De Nettancourt (1977, 2000) definem a autoincompatibilidade como a incapacidade de uma planta fértil hermafrodita produzir zigotos após a autopolinização, em consequência da inibição da germinação do grão de pólen ou do crescimento do tubo polínico.

Estima-se que mais da metade das espécies de angiospermas apresentem algum tipo de autoincompatibilidade, incluindo várias de interesse econômico, como ameixeira, cacaueteiro, cafeeiro, girassol, macieira, maracujazeiro, brássicas, crotalária, algumas santaláceas, entre outras (RICHARDS, 1986). Cerca de 60% das angiospermas são autoincompatíveis (DE NETTANCOURT, 2000; IGIC; LANDE; KOHN, 2008).

Segundo Conagin e Mendes (1961), a primeira referência a esse fenômeno em plantas do gênero *Coffea* foi creditada a Von Faber, em 1910, que despertou para a realização de diferentes observações e estudos subsequentes. Em *C. canephora*, a autoincompatibilidade é do tipo gametofítica, com herança monogênica, de expressão controlada por alelos múltiplos do gene S. As principais consequências dessa característica do sistema reprodutivo são: formação de populações altamente heterozigotas com alta variabilidade genética; ausência de autofecundação e de efeitos depressivos da endogamia; não fecundação entre flores da mesma planta; e não desenvolvimento de frutos de cruzamentos de genitores aparentados (CONAGIN; MENDES, 1961). Esse sistema apresenta três tipos principais de polinização: i) totalmente incompatível, quando ambos os alelos são comuns; ii) parcialmente compatível, em que apenas um alelo é comum, então metade dos grãos de pólen penetra no estigma e estilete, realizando a fertilização, enquanto o restante é inibido, geralmente no estilete; e iii) plenamente compatível, sendo todos os quatro alelos diferentes (LEWIS, 1954).

No que diz respeito à produção comercial, a capacidade produtiva do café conilon depende da compatibilidade dos genótipos utilizados no plantio. Assim, para garantir maior eficiência da polinização é de fundamental importância utilizar nos plantios uma combinação de genótipos diferentes com grande diversidade de alelos compatíveis (FERRÃO et al., 2012).

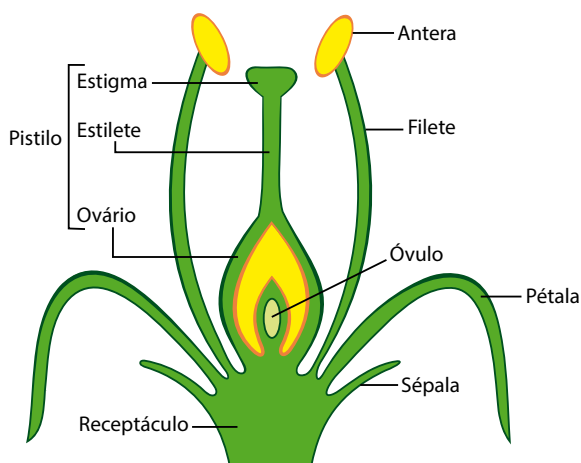
Este capítulo aborda conhecimentos teóricos da autoincompatibilidade em seus diferentes aspectos,

com objetivo de elucidar questões relacionadas a esse sistema no melhoramento da cultura e na utilização das cultivares recomendadas.

## 2 AUTOINCOMPATIBILIDADE

As plantas se reproduzem por via sexuada e assexuada. Entende-se por reprodução sexuada aquela em que ocorre a união do gameta masculino com o feminino a fim de originar o zigoto e produzir descendentes viáveis (KARASAWA et al., 2009).

A flor contém as estruturas de reprodução. De suas partes componentes, sépalas, pétalas, estames e pistilo, apenas as duas últimas funcionam produzindo gametas. Geralmente, o estame consta de um filamento, o filete, que suporta a antera e contém os grãos de pólen (Figura 1). O pistilo consiste de uma estrutura aumentada na base, chamada ovário, que contém os óvulos, um prolongamento em forma de tubo fino, denominado estilo ou estilete e o estigma, sobre o qual se depositam os grãos de pólen. No ovário, encontram-se os óvulos, os quais dão origem às sementes após o processo de fecundação (ALLARD, 1971).



**Figura 1.** Estrutura básica de uma flor verdadeira de angiospermas, com antera, filete, estigma, estilete, ovário, pistilo, pétala, sépala e receptáculo.

**Fonte:** Allard (1971).

A formação dos gametas masculinos dá-se por microsporogênese, e dos gametas femininos por macrosporogênese, (ALLARD, 1971). A formação de um zigoto viável em angiospermas é dependente da polinização e da fertilização (FU; YANG, 2014)

e é fator primordial para que sementes sejam produzidas. A polinização consiste na transferência de grãos de pólen da antera para o estigma e a fertilização ou fecundação compreende a fusão dos gametas masculino e feminino no ovário. O primeiro ponto-chave desse complexo processo de fertilização é a interação pólen-pistilo referindo-se a uma interação celular e molecular entre o pólen haploide e o estigma diploide. Os passos específicos dessa interação são os seguintes: antes do contato efetivo, o pólen imóvel é transferido por forças naturais, como vento ou insetos. Após a deposição dos grãos de pólen na superfície do estigma, o reconhecimento começa em níveis moleculares e celulares. Encontrando condições ambientais favoráveis, o pólen 'compatível' germina e, em seguida, o seu tubo polínico cresce e se estende pelo estilete até o óvulo, e os gametas masculinos são liberados para a fusão com os femininos (FU; YANG, 2014).

Contudo, em muitas plantas, nem sempre a polinização é seguida de fertilização, seja pelo fato de os grãos de pólen não atingirem o estigma da própria flor ou de outras flores ou devido a fatores naturais, como a autoincompatibilidade, que é um mecanismo que previne a autofecundação, favorecendo a fecundação cruzada (SILVA; GORING, 2001), provavelmente como uma forma de evitar os efeitos deletérios da endogamia (CASTRIC; VEKEMANS, 2004).

O sistema de autoincompatibilidade fornece os mecanismos bioquímicos necessários para que as plantas reconheçam e rejeitem seu próprio pólen, bem como aquele com genótipo suficientemente similar para iniciar a reação de autoincompatibilidade. As plantas necessitam de um doador de pólen com genótipo divergente para o sucesso da fertilização (STEBBINS, 1970). Isso não é tão incomum, pois cerca de 60% das angiospermas são autoincompatíveis (DE NETTANCOURT, 2000; IGIC; LANDE; KOHN, 2008).

Estudos genéticos clássicos estabeleceram que o reconhecimento de grãos de pólen compatível e incompatível pelo estigma é controlado, na maioria das espécies, por um gene S com número variável de alelos múltiplos denominados de S1, S2, S3, ..., Sn (TAKAYAMA; ISOGAI, 2005), responsáveis pela codificação de, pelo menos, dois componentes diferentes no pólen e no



pistilo (ALLARD, 1971; WU et al., 2013). Considera-se cruzamento compatível aquele em que o alelo S do pólen é diferente de qualquer alelo presente no pistilo (NEWBIGIN; ANDERSON; CLARKE, 1993; BRUCKNER et al., 2005).

O locus *S* (*sterility locus*) é um complexo multialélico, que segrega como uma unidade, e seus variantes são chamados haplótipos S. O reconhecimento da autopolinização ocorre em nível de interação proteína-proteína dos determinantes feminino e masculino, e a resposta incompatível acontece se os dois determinantes têm origem no mesmo haplótipo S (TAKAYAMA; ISOGAI, 2005; NOWAK et al., 2011). A caracterização do locus S e dos mecanismos subjacentes à aceitação ou rejeição de pólen são temas de grande interesse (FRANCESCHI; DONDINI; SANZOL, 2012).

Com base na constituição das estruturas florais das plantas, dois sistemas autoincompatíveis são conhecidos: homomórficos e heteromórficos, quando não existem modificações florais que acompanham o processo, e quando existem respectivamente (ALLARD, 1971; REA; NASRALLAH, 2008; BRITO, 2010). Os sistemas heteromórficos são caracterizados pelas diferenças morfológicas entre dois ou três genótipos, associadas com polimorfismo floral, ou seja, diferem basicamente no comprimento relativo do estilete e da antera (heterostilia). Essa diferença implica barreira física para a autopolinização, embora a polinização cruzada possa ocorrer. Tal incompatibilidade está presente em 24 famílias e 164 gêneros (GANDERS, 1979), e as únicas polinizações compatíveis nessas espécies são aquelas que ocorrem entre anteras e estigmas de mesma altura.

Diferenças na morfologia floral agem para reforçar a habilidade do pistilo para discriminar entre o próprio pólen ou outro similar. Entretanto, na maioria das plantas, a autoincompatibilidade não está acompanhada por diferenças na morfologia floral, e o resultado da polinização pode ser previsto por meio de testes de polinização recíproca entre plantas individuais (REA; NASRALLAH, 2008). É o que ocorre nos sistemas homomórficos, quando os genótipos incompatíveis não podem ser distinguidos morfológicamente, e a resposta incompatível depende inteiramente de mecanismos fisiológicos (CASTRIC; VEKEMANS, 2004). No caso, não existe a barreira física, porém o tubo polínico incompatível cessa seu crescimento antes da fertilização do óvu-

lo, devido à presença do mesmo alelo S.

Entre as plantas que apresentam autoincompatibilidade homomórfica, estudos realizados na década de 1950 identificaram duas formas de sistemas de autoincompatibilidade distintos, o gametofítico e o esporofítico (HISCOCK, 2002). Acredita-se que o sistema de autoincompatibilidade gametofítico seja o mais comum e, possivelmente, o mais primitivo (MOTA et al., 2010). O sistema esporofítico é similar ao gametofítico por apresentar controle monogênico (gene-S) com alelos múltiplos, mas difere no controle do fenótipo da reação de incompatibilidade que é esporofítico. Os alelos podem apresentar dominância, ação individual ou competitividade no pólen e estigma de acordo com a combinação presente.

Os sistemas gametofítico e esporofítico podem ser distinguidos pelo fenótipo S do grão de pólen. O fenótipo do grão de pólen, no sistema gametofítico, é determinado pelo seu próprio genoma haploide, enquanto no sistema esporofítico, é determinado pelo genoma diploide paterno. No sistema gametofítico, os alelos S podem ser expressos codominantemente no pistilo, mas no esporofítico podem existir relações de dominância complexas entre os alelos S expressos no pistilo e também no grão de pólen, uma vez que o fenótipo do pólen é diploide. Nesse sistema, todos os indivíduos dentro da população serão heterozigotos no locus S, e um grão de pólen nunca fertilizará uma planta com mesmo genótipo S. Entretanto, em uma população com sistema esporofítico, com interações alélicas de dominância no locus S contendo uma mistura de heterozigotos e homozigotos para o locus S, é teoricamente possível que ocorram fertilizações com mesmo genótipo S, pois alelos S recessivos podem estar “escondidos” no pólen e/ou no estigma por um alelo S dominante (DE NETTANCOURT, 1977; GIBBS, 1990).

No sistema gametofítico, o pólen é binucleado e a superfície estigmática é úmida. Essa umidade facilita a hidratação do pólen. Além disso, a superfície estigmática se rompe na maturação. Esses fatos favorecem a germinação rápida, de modo que a reação de autoincompatibilidade ocorre com inibição do crescimento do tubo polínico no estigma ou no estilete (NEWBIGIN; ANDERSON; CLARKE, 1993; BRUCKNER et al., 2005). A autoincompatibilidade acontece entre o tecido haploide do grão de pólen



e o tecido esporofítico materno (GIBBS, 1990). Tratando-se da autoincompatibilidade esporofítica, a rejeição ocorre entre o tecido esporofítico masculino transportado pelo grão de pólen e o tecido esporofítico materno, geralmente na superfície do estigma. O grão de pólen não tem capacidade para germinar ou penetrar no estigma (GIBBS, 1990). Em ambos os casos, o tubo polínico não chega a atingir o óvulo (DE NETTANCOURT, 1977).

Como os grãos de pólen apresentam expressão independente e segregam 1:1 (RICHARDS, 1986), no sistema autoincompatível gametofítico, podem-se verificar três situações possíveis na polinização (Tabela 1): i) totalmente incompatível, quando ambos os alelos são comuns; ii) parcialmente compatível, quando apenas um alelo é diferente; e iii) plenamente compatível, quando os quatro alelos são diferentes (KAUFMANN et al., 1992; SCHIFINO-WITTMANN; DALL'AGNOL, 2002; FERRÃO et al., 2012).

**Tabela 1.** Principais diferenças entre os cruzamentos no sistema de autoincompatibilidade gametofítica

Genitores		Autoincompatibilidade Gametofítica
Fêmea	Macho	Descendência
S1S2	X S1S2	Grãos de pólen serão S1 e S2. Tubos polínicos não irão crescer – não haverá progênies. <i>Totalmente incompatível</i> – 0% de descendência
S1S2	X S2S3	Grãos de pólen serão S2 e S3. Apenas tubos polínicos S3 irão crescer – progênies serão S1S3 e S2S3. <i>Parcialmente compatível</i> – 50% de descendência
S2S3	X S1S2	Grãos de pólen serão S1 e S2. Apenas tubos polínicos S1 irão crescer – progênies serão S2S1 e S3S1. <i>Parcialmente compatível</i> – 50% de descendência
S1S2	X S3S4	Grãos de pólen serão S3 e S4. Todos os tubos polínicos irão crescer – progênies serão S1S3, S1S4, S2S3 e S2S4 – <i>Totalmente compatível</i> – 100% de descendência
Síntese		Somente ocorre crescimento do tubo polínico e fecundação, quando o alelo presente no grão de pólen não estiver presente no tecido diploide do estilete.

**Fonte:** Adaptado de Lewis (1954).

Verifica-se que no cruzamento *totalmente incompatível* não há formação de progênie, pois ambos os alelos são comuns (Tabela 1). A progênie oriunda do cruzamento *parcialmente compatível* apresenta dois

genótipos compatíveis entre si, ambos compatíveis reciprocamente com o genitor feminino, e somente um deles exibe compatibilidade com o genitor masculino. A progênie originada do cruzamento *plenamente compatível* apresenta quatro genótipos compatíveis entre si, além de serem todos compatíveis com os genitores feminino e masculino (LEWIS, 1954).

A ocorrência de elevada fertilidade em espécies com esses mecanismos deve-se ao fato de que o número de alelos S em diferentes populações é muito variável, podendo ser muito alto nas espécies que apresentam alta taxa de fertilidade (SCHIFINO-WITTMANN; DALL'AGNOL, 2002). Como exemplo, pode-se citar o trevo (*Trifolium pratense*) vermelho e branco, com aproximadamente 200 e 100 alelos diferentes no loco S, respectivamente (LAWRENCE, 1996). Dessa maneira, não se compromete a fertilidade, pois o grande número de alelos diferentes presentes na população assegura um número suficiente de polinizações compatíveis (HESLOP-HARRISON, 1983).

Em diferentes famílias, moléculas distintas são utilizadas para o reconhecimento do próprio pólen (REA; NASRALLAH, 2008). Tratando-se de autoincompatibilidade gametofítica, acredita-se que esteja envolvido um determinante feminino, que é uma glicoproteína denominada S-RNase (S de S-lócus e RNase de ribonuclease). As S-RNases se expressam exclusivamente no pistilo, localizando-se principalmente na parte superior do estilete. Essas proteínas exercem um papel citotóxico que, em cruzamentos incompatíveis, é responsável pela interrupção do crescimento do tubo polínico no estilete. As RNases atuam ao inibir ou degradar o RNA do tubo polínico que compartilha o mesmo alelo S do pistilo (SCHIFINO-WITTMANN; DALL'AGNOL, 2002; TAKAYAMA; ISOGAI, 2005; ZHANG; ZHAO; XUE, 2009; NOWAK et al., 2011; McCLURE; CRUZ-GARCÍA; ROMERO, 2011; WU et al., 2013). Pesquisas indicam que glicoproteínas S-RNases estão envolvidas no controle do sistema de autoincompatibilidade de algumas espécies da família Rubiaceae, que compreende *C. canephora* (ASQUINI et al., 2011; NOWAK et al., 2011), e das famílias Solanaceae, Rosaceae e Scrophulariaceae (SCHIFINO-WITTMANN; DALL'AGNOL, 2002).

Já o determinante do alelo S do grão de pólen é o gene SFB (de S-lócus e F-Box), que codifica

uma proteína F-box que geralmente atua como componente ligante da ubiquitina, envolvida em uma via de degradação proteica (SASSA et al., 2007; ZHANG; ZHAO; XUE, 2009).

Em contrapartida, há diversos estudos relatando que algumas espécies possuidoras de autoincompatibilidade gametofítica apresentam genes restauradores da autofertilidade (IGIC; LANDE; KOHN, 2008; LI; CHETELAT, 2014). Os processos de poliploidização também são apontados como possíveis causadores da quebra do sistema de autoincompatibilidade gametofítico. O pistilo apresenta capacidade de reconhecer e inibir o crescimento de tubos polínicos incompatíveis, contudo, no caso de poliploides, acredita-se que os grãos de pólen diploides sejam incapazes de expressar o fenótipo que provoca sua rejeição no pistilo (DE NETTANCOURT, 1977). Mutações também atuam como causa da recuperação da fertilidade, presumivelmente impulsionadas pela garantia reprodutiva, em condições em que pólen de parceiros compatíveis é limitante (IGIC; LANDE; KOHN, 2008; LI; CHETELAT, 2014). Em espécies diploides, deleções e inserções podem estar associadas à redução da atividade de proteínas S-RNases (STONE, 2002).

Gibbs (1990) aponta a existência de um outro sistema de autoincompatibilidade, denominado de autoincompatibilidade de ação tardia, que se manifesta após a fecundação. O mecanismo de autoincompatibilidade ocorre no ovário, anteriormente à fertilização ou como resultado de aborto ou inibição de óvulos.

O desenvolvimento do tubo polínico e a presença deles no ovário indica que não existe um sistema clássico de autoincompatibilidade que impeça a germinação dos grãos de pólen ou o crescimento do tubo polínico, sugerindo-se a autoincompatibilidade de ação tardia, que pode ser devida à depressão endogâmica ou estar relacionada a respostas pós-zigóticas de natureza genética indefinida (LIPOW; WYATT, 1999; POUND et al., 2003; SANTOS et al., 2007). Observou-se autoincompatibilidade de ação tardia entre espécies perenes, como *Eucalyptus* (POUND et al., 2003), Myrtaceae (SANTOS et al., 2007) e plantas da família Caesalpinoideae (GIBBS, 1990), entre outras.

Tem-se também a situação em que o pólen de espécies ou populações autocompatíveis normalmente

é rejeitado em pistilos de espécies ou populações relacionadas, autoincompatíveis, ao passo que, nos cruzamentos recíprocos (plantas autocompatíveis polinizadas por plantas autoincompatíveis), não ocorre a rejeição do pólen. Esse padrão é reconhecido como incompatibilidade unilateral (LEWIS; CROWE, 1958; LI; CHETELAT, 2014).

Dentro dessa abordagem, a partir da análise molecular e fisiológica do sistema reprodutivo de várias espécies, constatou-se que o sistema de autoincompatibilidade transformou-se muitas vezes durante a evolução das angiospermas (REA; NASRALLAH, 2008). Segundo os autores, existe diferentes rotas bioquímicas atuando para interromper o desenvolvimento do tubo polínico, que é complexo, variável e dependente das condições ambientais e da constituição do tecido materno do estigma (LOSADA; HERRERO, 2014). Em *Oenothera* sp., a reação de incompatibilidade é acelerada pelo aumento da temperatura, enquanto em *Petunia* sp., tal fato não ocorre (LEWIS; CROWE, 1958).

Estudos sobre o desenvolvimento do tubo polínico são importantes não apenas para determinar a presença de autoincompatibilidade, mas também para identificar os diferentes tipos e o controle da reação de autoincompatibilidade. Por meio de análises citológicas, pode-se observar a localização do tubo polínico. O sistema esporofítico pode ser diferenciado do gametofítico e da autoincompatibilidade de ação tardia pelo fato de o desenvolvimento do tubo polínico ser paralisado na superfície do estigma, o que não acontece nos dois últimos casos. Quando a interrupção do crescimento se dá no interior do estilete, antes da entrada no ovário, tem-se a autoincompatibilidade gametofítica, e, ao contrário, quando o tubo polínico atinge o ovário, verifica-se a autoincompatibilidade de ação tardia (SCALONE; ALBACH, 2014).

Características associadas à germinação dos tubos polínicos e suas taxas de crescimento também podem ser estudadas por meio de técnicas de microscopia, possibilitando, assim, analisar hibridações em programas de melhoramento genético, sem sofrer influência de fatores ambientais que possam atuar sobre a polinização realizada em condições de campo (COMPANY et al., 2013).

Com as novas técnicas proteômicas, a interação entre o pólen e o pistilo pode ser estudada de forma mais eficaz e sob novos aspectos. Abordagens proteômicas podem auxiliar no conhecimento aprofundado de uma série de mecanismos anteriormente não identificados necessários para resposta de autoincompatibilidade. Um mapa completo das proteínas pode ser construído para se descobrir a sua função biológica na polinização. Embora não tenha havido um entendimento completo sobre o que ocorre durante a interação entre o tubo polínico e o pistilo, alguns reguladores-chave e receptores já foram identificados por abordagens multidisciplinares incluindo bioquímica, genética molecular e genômica funcional (FU; YANG, 2014).

Dentro dessa abordagem teórica, têm sido publicados importantes trabalhos de pesquisa abrangendo aspectos morfológicos, fisiológicos, moleculares e genéticos relacionados aos fatores e mecanismos determinantes da reação de autoincompatibilidade nas diferentes espécies de plantas (BREWBAKER, 1957; DENETTANCOURT, 1997; CASTRIC; VEKEMANS, 2004; SANTOS et al., 2007; REA; NASRALLAH, 2008; MOTA et al., 2010; ASQUINI et al., 2011; FRANCESCHI; DONDINI; SANZOL, 2012; SANKARANARAYANAN; JAMSHED; SAMUEL, 2013; FU; YANG, 2014; SCALONE; ALBACH, 2014; LOSADA; HERRERO, 2014). Contudo, as respostas às diferentes interações e dúvidas existentes não estão ainda completamente elucidadas, necessitando de contínuos estudos.

### 3 AUTOINCOMPATIBILIDADE NO MELHORAMENTO DE PLANTAS

Para o melhoramento genético de plantas, é muito importante o conhecimento do sistema reprodutivo da espécie, uma vez que o modo de reprodução é responsável, em grande parte, pela estrutura genética da população (STEBBINS, 1957). Além disso, os métodos de melhoramento são determinados e variam conforme o sistema reprodutivo. Ao lado do conhecimento do sistema reprodutivo, o entendimento das particularidades da polinização da espécie também contribui para a definição do tipo de cultivar a ser comercializada ou disponibilizada aos agricultores.

As populações e espécies alógamas reproduzem-

se por fecundação cruzada e são caracterizadas por grande heterogeneidade, sendo cada indivíduo na população altamente heterozigótico e distinto dos demais. Diversos mecanismos podem favorecer a alogamia, contribuindo para criação de diversidade genética entre as populações, que aumentará a probabilidade de ao menos um indivíduo na população sobreviver às mudanças nas condições ambientais (REA; NASRALLAH, 2008), envolvendo fatores bióticos e abióticos. Entre esses mecanismos, cita-se a autoincompatibilidade genética, a qual é uma importante característica reprodutiva presente na maioria das angiospermas por favorecer a manutenção da diversidade dentro das espécies (ZHANG; ZHAO; XUE, 2009).

Nos programas de melhoramento genético, para se alcançar sucesso com a seleção de plantas, é condição básica a existência de diversidade genética na população a ser melhorada para selecionar indivíduos ou famílias portadores de maior frequência de alelos favoráveis (RAMALHO; ABREU; SANTOS, 2001). No entanto, a autoincompatibilidade também pode ser uma limitação nos programas de melhoramento (BANDEIRA et al., 2011), uma vez que não permite a autofecundação das plantas. Do ponto de vista agrônomo, o mecanismo da autoincompatibilidade também pode ser indesejável para aquelas espécies que são altamente dependentes de um processo de fertilização bem-sucedido e da formação de sementes para sua produção (FRANCESCHI; DONDINI; SANZOL, 2012).

Bruckner et al. (2005) ressaltaram que a diversidade genética entre plantas deve ser suficiente em relação à autoincompatibilidade para que a polinização seja eficiente, favorecendo a produção. Diante da existência de mecanismos de autoincompatibilidade na cultura, torna-se necessário a adoção de genótipos com diversidade genética, com o objetivo de aumentar a eficiência na polinização e garantir a produção (BRITO, 2010).

Por favorecer a fecundação cruzada, o sistema de autoincompatibilidade aumenta a variabilidade genética dentro e entre populações, evitando, assim, a depressão endogâmica e a consequente expressão de genes recessivos deletérios.

Na maioria dos casos, a incompatibilidade é pré-zigótica, manifestando-se como falha do próprio

grão de pólen em germinar no estigma (controle genético esporofítico) ou como a interrupção do crescimento do tubo polínico no estigma ou estilete após a germinação do próprio pólen (controle genético gametofítico). Em alguns casos, no entanto, a reação de incompatibilidade é pós-zigótica (ação tardia ou ovariana), na qual o tubo polínico se desenvolve até o ovário e ocorre a fusão gamética conduzindo à iniciação do desenvolvimento do fruto. A formação incompleta de frutos seguintes à reação de incompatibilidade pós-zigótica pode ser confundida com depressão por endogamia. Entretanto, a abscisão de frutos imaturos resultantes de endogamia não está restrita a uma única fase, como observado na autoincompatibilidade de ação tardia. O fracasso da formação do fruto devido à depressão endogâmica pode ocorrer em qualquer fase da frutificação (PANG; SAUNDERS, 2014).

A identificação e a caracterização dos alelos S, bem como o entendimento a respeito da autoincompatibilidade reprodutiva de cada cultivar, por meio de ensaios de polinização controlada, podem gerar informações úteis no planejamento de estratégias de melhoramento, hibridações controladas e composição de lavouras, garantindo adequada polinização com o uso de genótipos compatíveis (SANTOS et al., 2007; BRITO, 2010; MOTA et al., 2010; CONTI et al., 2013) e divergentes geneticamente, aumentando a eficiência produtiva (BRITO, 2010). A exemplo, marcadores moleculares podem ser utilizados para identificar e avaliar a diversidade de alelos S (KHADIVI-KHUB, 2014).

Métodos que permitam prever a compatibilidade genética de alelos S entre cultivares são de grande interesse. Eles possibilitam selecionar precocemente cultivares totalmente compatíveis do ponto de vista genético-reprodutivo (MOTA; OLIVEIRA, 2005). No caso de cultivares de ameixeira-japonesa, a compatibilidade entre plantas vem sendo avaliada por métodos convencionais de polinização e testes de crescimento do tubo polínico. A partir da identificação molecular dos alelos S, foi possível propor adequação na indicação de polinizadores para as cultivares estudadas, principalmente para uso em hibridações controladas no processo de melhoramento, associado com a validação em condições de campo.

A análise de alelos S baseada na Reação da

Polimerase em Cadeia (PCR) é um método com grande potencial de aplicação para identificar grupos de cultivares autoincompatíveis. Tanto o conhecimento dos alelos S, responsáveis pela incompatibilidade gametofítica, quanto a identificação de um deles que possa extinguir essa incompatibilidade, possibilitará a transferência controlada desses alelos entre cultivares que apresentem sincronia de floração, o que permitirá aumentar a eficiência da fecundação, frutificação e manejo dentro do programa de melhoramento (MOTA et al., 2010).

Estudos básicos e aplicados acerca dos sistemas de autoincompatibilidade são fundamentais nos programas de pesquisa. As tecnologias relacionadas à genômica têm possibilitado aos pesquisadores identificar e caracterizar genes de forma mais eficiente (FERNANDEZ-POZO et al., 2015) e poderão também contribuir para o entendimento dos mecanismos de interação envolvidos nos sistemas autoincompatíveis, auxiliando o planejamento e o sucesso dos programas de melhoramento genético de plantas (DEREEPER et al., 2015).

No melhoramento de plantas, é importante diferenciar o sistema de autoincompatibilidade de outras formas de esterilidade também existentes, onde não há formação de sementes viáveis em virtude de anomalias cromossômicas ou por alguma forma de grande alteração funcional que afeta a formação dos gametas ou o desenvolvimento do embrião, por exemplo, macho esterilidade, na qual os gametas geralmente são inviáveis, ao passo que na autoincompatibilidade, são férteis.

#### 4 AUTOINCOMPATIBILIDADE EM *Coffea canephora*

O gênero *Coffea* pertence à família Rubiaceae e compreende 124 espécies (DAVIS et al., 2011). Todavia, apenas duas, *C. arabica* L. e *C. canephora*, Pierre ex A. Froehner, são cultivadas comercialmente.

*C. canephora* e as demais espécies estudadas do gênero são diploides (22 cromossomos). Já *C. arabica* é poliploide, com 44 cromossomos (KRUG; CARVALHO, 1951; BERTHAUD, 1980; CHARRIER; BERTHAUD, 1985; N'DIAYE et al., 2005). Segundo Lashermes et al. (1999), *C. arabica* é um anfidiplóide



segmental formado pelo cruzamento natural entre *C. eugenoides* e *C. canephora*.

Na maioria das espécies de *Coffea*, a resposta de autoincompatibilidade é do tipo gametofítica. Não obstante, três espécies são autocompatíveis (*C. arabica*, *C. anthonyi* Stoff. & F. Anthony e *C. heterocalyx* Stoff.), isto é, apresentam habilidade para autopolinização (STOFFELEN et al., 2009; NOWAK et al., 2011). A autocompatibilidade em *C. arabica* não é surpresa devido à forte associação entre poliploidia e quebra da autoincompatibilidade.

O cafeeiro exibe floração gregária, ou seja, todas as plantas de uma região florescem simultaneamente, com número de floradas variável, desde umas poucas até várias ao longo do ano, nas regiões equatoriais (ALVIM, 1973). As suas flores são hermafroditas com estames aderentes ao tubo da corola. Em *C. canephora*, a abertura das flores concentra-se em poucos dias, e comumente as flores abrem-se pela manhã, nas primeiras horas, e sua corola começa a murchar no segundo dia. A florada, em condições naturais, é provocada pelas primeiras chuvas da estação, após um período de seca. Nessa espécie alógama, na qual ocorre a autoincompatibilidade, a fecundação cruzada acontece após a abertura das flores, e a polinização é realizada com auxílio de vento e de insetos.

Segundo Conagin e Mendes (1961) a autoincompatibilidade é uma característica comum nas espécies de *Coffea* e citam que a primeira referência a esse fenômeno em plantas do gênero foi creditada a Von Faber em 1910, que, estudando a biologia floral do cafeeiro, observou que a penetração do tubo polínico em estilos da própria flor era muito mais lenta que em flores de outras plantas. O referido autor supôs que semelhanças ou diferenças químicas seriam responsáveis pelo crescimento lento ou rápido dos tubos polínicos, respectivamente, nos casos de autopolinização ou de cruzamento.

Para Mendes (1942, 1949), as observações sobre a autoincompatibilidade nas espécies diploides de café tiveram início em Java, quando foi verificado que alguns ‘lotes’ contendo grande número de plantas de um mesmo clone de *C. canephora* constituíram verdadeiro fracasso quanto à produção. Baseado nesse fato, estudos subsequentes foram realizados referentes ao insucesso de autopolinizações artificiais em

café robusta. Em 1943, na seção de Citologia do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), iniciaram-se estudos citológicos e genéticos com a finalidade de se conhecer e detalhar a forma da autoincompatibilidade presente nas espécies de café. Os cafeeiros autopolinizados se apresentaram autoestéreis e não formaram sementes. Dos cruzamentos feitos, cerca de 50% mostraram-se compatíveis. Os estudos citológicos evidenciaram que nos cruzamentos compatíveis, o crescimento do tubo polínico era normal, enquanto nas autopolinizações, após a germinação, o tubo polínico tinha o crescimento paralisado (CONAGIN; MENDES, 1961).

Devreux et al. (1959), Conagin e Mendes (1961), Berthaud (1980) e Lashermes et al. (1996), utilizando marcadores genéticos e moleculares, demonstraram que a autoincompatibilidade em *C. canephora* é do tipo gametofítica, com herança monogênica, controlada pelo gene S constituído por cerca de três alelos (S1, S2 e S3). O locus S foi localizado no grupo de ligação 9 (LASHERMES et al., 1996). Asquini et al. (2011) e Nowak et al. (2011) acreditam que o mecanismo de autoincompatibilidade em Rubiaceae, especialmente em *C. canephora*, está relacionado com proteínas S-RNases.

Devreux et al. (1959) descreveram que, após a autopolinização, o crescimento do tubo polínico no estigma de *C. canephora* tornou-se corrompido e sua penetração foi bloqueada. Assim, a autoincompatibilidade do tipo gametofítica ocorre quando um dado alelo S, de uma série de alelos múltiplos, é comum para o grão de pólen e para o estigma, determinando, geralmente, a inibição do desenvolvimento do tubo polínico. Quando o fator S do pólen é diferente dos dois fatores S do estilete, o tubo polínico cresce normalmente, chegando até o ovário, onde ocorre a fertilização (compatibilidade). A Figura 2 ilustra o exemplo de três cruzamentos de plantas com combinações de quatro alelos diferentes e a descendência.

Evidências demonstraram que o mecanismo de autoincompatibilidade gametofítica em *Coffea* é homólogo ao de autoincompatibilidade mediado por S-RNases (ASQUINI et al., 2011; NOWAK et al., 2011). De acordo com Charlesworth et al. (2005), as plantas autocompatíveis em espécies com sistemas S-RNases surgem por tetraploidia ou

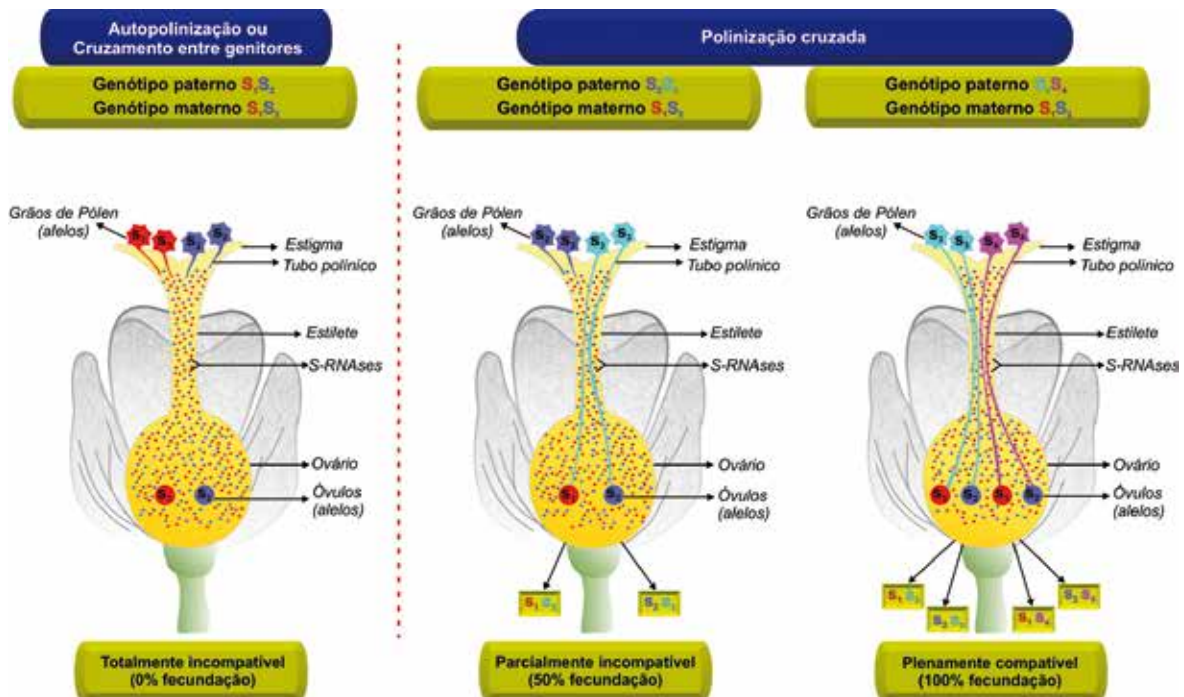
duplicação do locus *S*. Já para *C. heterocalyx* e *C. anthonyi*, espécies diploides, o mecanismo de autocompatibilidade não está bem esclarecido (STOFFELEN et al., 2009; NOWAK et al., 2011). Coulibaly et al. (2002) argumentaram que seria razoável associar autocompatibilidade em *C. heterocalyx* com redução ou paralisação da atividade das proteínas S-RNases, não havendo ou sendo reduzida a interferência no desenvolvimento do tubo polínico.

Em *C. canephora*, os testes para identificação de variedades compatíveis são realizados em condições de campo, por meio da polinização artificial e observação da produção (ALEKCEVETCH, 2013). Esse mesmo autor afirma que, por meio de estudos baseados em DNA, seria possível a identificação dos indivíduos mais recorrentes na descendência, independente do motivo para tal (maior produção de pólen, taxa de fecundação mais elevada, maior compatibilidade genética, entre outros fatores). Assim, poderiam estimar qual ou quais plantas ou clones são mais indicados para serem utilizados no cultivo clonal em decorrência da frequência observada dos genótipos paternos e maternos, sugerindo para isso o uso de marcadores moleculares do tipo microssatélites, a partir do

cruzamento de dados obtidos em um trabalho de genotipagem dos descendentes e ascendentes.

A possibilidade de introgressão de autocompatibilidade da espécie *C. heterocalyx* em *C. canephora* foi avaliada juntamente com estudos de herança, localização do locus *S*, impacto da autoincompatibilidade na frutificação e potencial do uso de seleção assistida por marcadores moleculares (COULIBALY et al., 2002). Asquini et al. (2011) argumentaram que o melhoramento assistido por marcadores genéticos poderia buscar a quebra do sistema de autoincompatibilidade em variedades comerciais de *C. canephora*.

Estudos sobre divergência genética evidenciaram que *C. canephora* possui grande variabilidade natural, promovida pela ocorrência de intercruzamentos naturais entre e dentro de populações (IVOGLIO et al., 2008; SOUZA, 2005), incluindo indivíduos altamente heterozigotos (CONAGIN; MENDES, 1961; BERTHAUD, 1980). A diversidade genética da espécie apresenta valor inestimável para os programas de melhoramento, pois compreende uma importante fonte de genes que podem ser utilizados para a criação de novos genótipos (IVOGLIO et al., 2008). A transferência de características desejáveis de



**Figura 2.** Ilustração do sistema de autoincompatibilidade do tipo gametofítica.

**Fonte:** Adaptado de Devreux et al. (1959).

*C. canephora* para *C. arabica* também deve ser considerada nesses programas (HERRERA et al., 2002), reforçando a importância de se estudar o sistema reprodutivo, envolvendo o mecanismo de autoincompatibilidade presente em *C. canephora* para auxiliar nos cruzamentos entre plantas dessas espécies, entre outros fatores.

Apesar de muito já ter sido realizado, ainda há necessidade de se obter informações para mais amplo entendimento sobre a ação dos mecanismos de autoincompatibilidade existentes em *C. canephora*, e como se poderá utilizar esse conhecimento para contribuir para o melhoramento da qualidade e do rendimento das lavouras cafeeiras.

## 5 AUTOINCOMPATIBILIDADE E SUSTENTABILIDADE DO CAFÉ CONILON

*C. canephora* é a segunda espécie do gênero mais cultivada no mundo, representando cerca de 40% da produção total de café. O Espírito Santo se destaca como o maior produtor brasileiro dessa cultura, conhecida no Estado como café conilon.

A propagação do café conilon pode ser feita via sexuada, por meio de sementes, e de forma assexuada, notadamente por meio da estaquia (FONSECA, 1996; FERRÃO et al., 2007) devendo sempre se atentar para os problemas de incompatibilidade dentro das progênes e suas conseqüências na produtividade e na variabilidade genética da descendência. Para os autores, a autoincompatibilidade genética em *C. canephora* promove formação de populações altamente heterozigotas com alta variabilidade genética, ausência de autofecundação, não fecundação entre flores da mesma planta e deficiência nos cruzamentos, quando se cultivam genótipos aparentados.

O sistema de propagação por sementes, sem dúvida é o mais simples e o que garante a variabilidade natural da espécie. Constitui na principal estratégia para gerar híbridos, populações recombinantes e descendência altamente heterozigota. Contudo, para os cafeicultores, a heterogeneidade da lavoura, é indesejada, pois dificulta os tratamentos culturais (FONSECA, 1996; FERRÃO et al., 2007; IVOGLO et al., 2008). Com o objetivo de reduzir essa desuniformidade, é indicado o plantio de cultivares clonais, pois, sob esse aspecto, a reprodução assexuada é um sistema importante de propagação,

principalmente quando se encontram indivíduos superiores para as características-alvo. A clonagem mantém as características ao longo das gerações com multiplicação dos genótipos selecionados, o que é importante na constituição de variedades clonais para formação de lavouras comerciais.

No melhoramento do café conilon, os sistemas de propagação seminal e por clonagem são utilizados concomitantemente considerando-se a particularidade genética da autoincompatibilidade, quando se cultivam genótipos aparentados (FERRÃO et al., 2012).

Vale destacar que, para que ocorra a produção de frutos em uma lavoura, há necessidade de que ela seja formada por clones geneticamente compatíveis, ou seja, com plantas diferentes. Por conseguinte, lavouras formadas por apenas um clone não produzirão frutos. Se a lavoura for formada por dois ou mesmo poucos clones geneticamente semelhantes, também ocorrerão falhas de fecundação e, conseqüentemente, pequena produção de frutos (Figura 3).

Assim, estudos de compatibilidade genética são de fundamental importância na definição dos clones que deverão ser agrupados para formação de variedades clonais. O número de clones deve estar associado à segurança, sustentabilidade e longevidade das lavouras.

Para a obtenção de cultivares superiores, é preciso que os clones selecionados reúnam características favoráveis e compatibilidade genética. Para tanto, eles devem ser previamente testados e avaliados (FERRÃO et al., 2012).

O programa de melhoramento genético de café conilon do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) disponibilizou, até o momento, oito cultivares clonais e uma de multiplicação por sementes, contribuindo, assim, para o desenvolvimento sustentável da sua cadeia produtiva. Deve-se ressaltar que o agrupamento dos clones que fazem parte de cada cultivar clonal desenvolvida e recomendada pelo Incaper foi realizado baseando-se na compatibilidade genética entre eles e no conjunto de características agrônomicas relevantes, como elevada produtividade e estabilidade, tolerância a doenças e seca, uniformidade de maturação de frutos, época de maturação distinta, arquitetura e vigor das plantas, rendimento no beneficiamento, entre outras.





**Figura 3.** Ilustração de problema decorrente da autoincompatibilidade em lavoura clonal de café conilon: (A) Produção de lavoura clonal implantada com todos os 13 clones componentes da cultivar Vitória Incaper 8142 (implantação correta<sup>1</sup>); (B) Produção de lavoura implantada com poucos clones com falha na polinização/fertilização e, conseqüentemente, na produção de frutos (implantação incorreta).

<sup>1</sup> **Fonte:** Fonseca et al. (2004).

As cultivares desenvolvidas pelo Incaper foram Emcapa 8111, Emcapa 8121 e Emcapa 8131, compostas por 9, 14 e 9 clones, respectivamente (BRAGANÇA et al., 2001); Emcapa 8141 Robustão Capixaba, formada por 10 clones (FERRÃO et al., 2000); Emcaper 8151 Robusta Tropical, propagada via sementes (FERRÃO et al., 2000); Vitória Incaper 8142, com 13 clones (FONSECA et al., 2004); Diamante ES8112, ES8122 - Jequitibá e Centenária ES8132, cada uma delas composta por nove clones (FERRÃO et al., 2015a; 2015b; 2015c).

Essas cultivares clonais juntas apresentam grande variabilidade genética com cerca de 75 genótipos distintos, que garantem a expressão do potencial produtivo da espécie, estabilidade, longevidade e maior base genética.

É fundamental que os produtores não excluam de uma cultivar melhorada clones que julguem inferior-

res descaracterizando-a. Tal atitude compromete a estabilidade das lavouras de *C. canephora* no Espírito Santo e no Brasil (FONSECA et al., 2004; FERRÃO et al., 2007; FERRÃO et al., 2012). Deve-se manter a constituição genética de cada cultivar clonal, pois cada clone tem uma razão e um papel definido dentro dela. É importante para a perpetuação da atividade que haja variabilidade genética, uma vez que é ela que permite encontrar indivíduos com as características desejadas e os genes de interesse para serem incorporados ao melhoramento.

O cultivo de lavouras com número restrito de clones, principalmente quando se trata de genótipos próximos em relação às suas constituições genéticas, gera, com o passar do tempo, erosão ou vulnerabilidade genética assunto com o qual a maioria dos geneticistas e melhoristas de plantas das diferentes espécies cultivadas em todo o mundo estão altamente preocupados (FONSECA, 1996; FONSECA



et al., 2004; FERRÃO et al., 2007; FERRÃO et al., 2010; FERRÃO et al., 2012; PINTO, 2012; SOUZA; SILVA-MANN; MELO, 2014; SILVA et al., 2015).

Na formação das cultivares clonais do Incaper, disponibilizadas até o momento, são utilizados de 9 a 14 clones com objetivo de garantir a polinização, fecundação, produção de frutos e a sustentabilidade da atividade. Todos os clones são geneticamente distintos, o que é importante para estabilidade da produção no caso do aparecimento de uma nova praga ou doença ou então na eventualidade de uma condição climática adversa, como, por exemplo, aumento do estresse hídrico e temperatura ambiente.

O café conilon, de polinização cruzada e com autoincompatibilidade gametofítica, requer, para produção comercial, plantio de cultivares seminais ou clonais compatíveis, geneticamente divergentes e com sincronismo de floração. Problemas relacionados à polinização e fecundação podem reduzir tanto a produção quanto a qualidade de frutos pela diminuição da frutificação efetiva e do número de frutos por roseta e por ramo. Altos rendimentos com a cultura só podem ser obtidos se as condições para a polinização e fecundação forem favoráveis.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mecanismos de autoincompatibilidade se mostram diversos e complexos em seus aspectos fisiológicos, morfológicos, bioquímicos e genéticos. Portanto, há necessidade de ampliação dos estudos sobre esses sistemas com a finalidade de aproximar o conhecimento teórico da aplicação prática no melhoramento de plantas. O entendimento do sistema de autoincompatibilidade pode gerar informações úteis no planejamento de estratégias de melhoramento, hibridações controladas, composição de cultivares e formação de lavouras, os quais venham a garantir uma adequada polinização com o uso de genótipos compatíveis.

Como o café conilon é de fecundação cruzada e apresenta particularidades genéticas no seu modo de reprodução, como a autoincompatibilidade genética, pode-se afirmar que, para que ocorra a produção de frutos em uma lavoura, há necessidade de que ela seja formada com plantas geneticamente

diferentes. Lavouras constituídas por apenas um clone incompatível não produzirão frutos e aquelas formadas por dois ou mais clones muito semelhantes também poderão apresentar falhas na fecundação e pequena produção de frutos.

A condução de lavouras clonais com número reduzido de clones poderá ocasionar resultados desastrosos para o produtor e, no futuro, para a cafeicultura de conilon, pela redução da base genética, que é a matéria-prima para avanço no melhoramento e no desenvolvimento de cultivares com características de interesse para a sociedade. Lavouras de conilon devem ser implantadas com cultivares com elevada diversidade genética em relação à autoincompatibilidade para que haja eficiência na polinização, com alta frutificação.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALEKCEVETCH, J. C. *Estudo da diversidade genética, por meio de marcadores moleculares de uma população de Coffea canephora var. Conilon*. 2013. 92f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Vegetal), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.
- ALLARD, R. W. *Princípios do melhoramento genético das plantas*. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 381 p.
- ALVIM, P. T. Factors affecting flowering of coffee. In: *Genes Enzymes and Population*. New York: Plenum, SBR, A M. p.193-202. 1973.
- ASQUINI, E.; GERDOL, M.; GASPERINI, D.; IGIC, B.; GRAZIOSI, G.; PALLAVICINI, A. S-RNase-like sequences in styles of *Coffea* (Rubiaceae). Evidence for S-RNase based gametophytic self-incompatibility? *Tropical Plant Biol.*, v.4, p. 237–249, 2011.
- BANDEIRA, J. M.; THUROW, L. B.; PETERS, J. A.; RASEIRA, M. C. B.; BIANCHI, V. J. Caracterização fisiológica da compatibilidade reprodutiva de ameixeira japonesa. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, n.8, p. 860-867, 2011.
- BERTHAUD, J. L' incompatibilité chez *Coffea canephora*: méthode de test et détermination génétique, *Café Cacao Thé, Nogest-sur-Marne*, v. 24, p.167-174, 1980.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G. 'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131': variedades clonais de café conilon lançadas para o Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, n.5, p.765-770, 2001.
- BREWBAKER, J. L. Pollen cytology and self-incompatibility systems in plants. *The Journal of Heredity*, v. 48, p. 271-277, 1957.

- BRITO, S. G. *Auto-incompatibilidade no maracujazeiro amarelo*. 2010. 21f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2010.
- BRUCKNER, C. H.; SUASSUNA, T. M. F.; RÊGO, M.; NUNES, E. S. Autoincompatibilidade do maracujá – implicações no melhoramento genético. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. *Maracujá: germoplasma e melhoramento genético*. (Eds.). Embrapa Cerrados: Planaltina, p. 137-338. 2005.
- CASTRIC, V.; VEKEMANS, X. Plant self-incompatibility in natural populations: a critical assessment of recent theoretical and empirical advances. *Molecular Ecology*, v. 13, p.2873-2889, 2004.
- CHARLESWORTH, D.; VEKEMANS, X.; CASTRIC, V.; GLÉMIN, S. Plant self-incompatibility systems: a molecular evolutionary perspective. *New Phytologist*, v.168, p.61-69, 2005.
- CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of coffee. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. (Eds) *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. Croom Helm: London, p.13-47. 1985.
- COMPANY, R. S.; KODAD, O.; FERNÁNDEZ, À.; ALONSO, J. M. Pollen tube growth and self-compatibility in almond. *Plants*, v.2, p.50-56, 2013.
- CONAGIN, C. H. T.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de Coffea: auto-incompatibilidade em *Coffea canephora*. *Bragantia*, v. 20, n.34, p.787-804, 1961.
- CONTI, D.; RIBEIRO, M. F.; RASEIRA, M. C. B.; PETERS, J. A.; BIANCHI, V. J. Identificação por PCR dos alelos-S associados à compatibilidade gametofítica em ameixeira japonesa. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.48, n.10, p.1360-1367, 2013.
- COULIBALY, I.; NOIROT, M.; LORIEUX, M.; CHARRIER, A.; HAMON, S.; LOUARN, J. Introgression of self-compatibility from *Coffea heterocalyx* to the cultivated species *Coffea canephora*. *Theor. Appl. Genet.*, v.105, p.994-999, 2002.
- DAVIS, A. P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data; implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v.167, p.357-377, 2011.
- DE NETTANCOURT, D. *Incompatibility in angiosperms*. Berlin : Springer, 1977. 230p.
- DE NETTANCOURT, D. *Incompatibility in angiosperms. Sexual Plant Reproduction*, v.10, p.185-199, 1997.
- DE NETTANCOURT, D. *Incompatibility and incongruity in wild and cultivated plants*. Berlin : Springer, 320p. 2000.
- DEREEPER, A.; BOCS, S.; ROUARD, M.; GUIGNON, V.; RAVEL, S.; TRANCHANT-DUBREUIL, C.; PONCET, V.; GARSMEUR, O.; LASHERMES, P.; DROC, G. The coffee genome hub: a resource for coffee genomes. *Nucleic Acids Research*, v.43, p.1028-1035, 2015.
- DEVREUX, M.; VALLAYES, G.; POCHER, P.; EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v. 6, p. 36-40, 1959.
- FERNANDEZ-POZO, N.; MENDA, N.; EDWARDS, J. D.; SAHA, S.; TECLE, I. Y.; STRICKLER, S. R.; BOMBARELY, A.; FISCHER-YORK, T.; PUJAR, A.; FOERSTER, H.; YAN, A.; MUELLER, L. A. The Sol Genomics Network (SGN) – from genotype to phenotype to breeding. *Nucleic Acids Research*, v.43, p.1036-1041, 2015.
- FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; RIVA SOUZA, E. M. Melhoramento do café conilon no Espírito Santo. In: ZAMBOLIM, L.; CAIXETA, E. T.; ZAMBOLIM, E. M. (Eds.). *Estratégias para produção de café com qualidade e estabilidade*. Viçosa, MG: UFV, DFP, p.311-331, 2010.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; SILVEIRA, J. S. M.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. Emcapa 8141 – Robustão Capixaba, variedade clonal de café conilon tolerante à seca, desenvolvida para o Estado do Espírito Santo. *Revista Ceres*, v.47, n.273, p.555-560, 2000.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café Conilon*. Vitória, ES: Incaper. 2007. 702 p.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; De MUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. M. dos; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. *Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. 4. ed. Vitória, ES: Incaper, 2012. 74 p.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. 'Diamante ES8112': nova variedade clonal de café conilon de maturação precoce para o Espírito Santo. Vitória, ES: Incaper, 2. ed. revisada, 2015a. 6p. (Incaper, Documento 219).
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. 'ES8122 Jequitibá': nova variedade clonal de café conilon de maturação intermediária para o Espírito Santo. Vitória, ES: Incaper, 2. ed. revisada, 2015b. 6p. (Incaper, Documento 220).
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. 'Centenária ES8132': nova variedade clonal de café conilon de maturação tardia para o

- Espírito Santo. Vitória, ES: Incaper, 2. ed. revisada, 2015c. 6p. (Incaper, Documento 221).
- FONSECA, A. F. A. da. Propagação assexuada de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo. In: PAIVA, R. (Ed.). WORKSHOP SOBRE AVANÇOS NA PROPAGAÇÃO DE PLANTAS LENHOSAS. 1996, Lavras. *Proceedings*, Lavras: UFLA, p.31-34. 1996.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. ZUCATELI, F. *Conilon Vitória – Incaper 8142: Variedade clonal de café Conilon*. Vitória, ES: Incaper, 2004. 24 p. (Incaper, Documento, 127).
- FRANCESCHI, P.; DONDINI, L.; SANZOL, J. Molecular bases and evolutionary dynamics of self-incompatibility in the Pyrinae (Rosaceae). *Journal of Experimental Botany*, v.63, n.11, p.4015-4032, 2012.
- FU, Z.; YANG, P. Proteomics advances in the understanding of pollen-pistil interactions. *Proteomes*, v.2, p.468-484, 2014.
- GANDERS, F. R. The biology of heterostyly. *New Zealand Journal of Botany*, v. 17, p. 607-635, 1979.
- GIBBS, P. E. Self-incompatibility in flowering plants: a neotropical perspective. *Revista Brasileira de Botânica*, v.13, p.125-136, 1990.
- GIRANTON, J. L.; PASSELÈGUE, E.; DUMAS, C.; COCK, J. M.; GAUDE, T. Membrane proteins involved in pollen-pistil interactions. *Biochimie*, v.81, p.675-680, 1999.
- HERRERA, J. C.; COMBES, M. C.; ANTHONY, A.; CHARRIER, A.; LASHERMES, P. Introgression into the allotetraploid coffee (*Coffea arabica* L.): segregation and recombination of the *C. canephora* genome in the tetraploid interspecific hybrid (*C. arabica* x *C. canephora*). *Theor. Appl. Genet.*, v.104, p.661-668, 2002.
- HESLOP-HARRISON, J. Self-incompatibility: phenomenology and physiology. *Proceedings of the Royal Society of London B*, v.218, p.371-395, 1983.
- HISCOCK, S. J. Pollen recognition during the self-incompatibility response in plants. *Genome Biology*, v.3, n.2, p.1-6, 2002.
- IGIC, B., LANDE, R., KOHN, J. R. Loss of self-incompatibility and its evolutionary consequences. *Int. J. Plant Sci.*, v.169, p.93-104, 2008.
- IVOGLO, M. G.; FAZUOLI, L. C.; OLIVEIRA, A. C. B.; GALLO, P. B.; MISTRO, J. C.; SILVAROLLA, M. B.; TOMA-BRAGHINI, M. Divergência genética entre progênies de café robusta. *Bragantia*, v.67, n.4, p.823-831, 2008.
- KARASAWA, M. M. G.; DORNELAS, M. C.; ARAÚJO, A. C. G.; OLIVEIRA, G. C. Biologia e genética dos sistemas reprodutivos. In: KARASAWA, M. M. G. (Org.). *Diversidade reprodutiva de plantas: uma perspectiva evolutiva e bases genéticas*. Ribeirão Preto, SP: SBG, p.26-52. 2009.
- KAUFMANN, H.; KIRCH, H.; WEMMER, T. Sporophytic and gametophytic self-incompatibility. In: CRESTI, M.; TIEZZI, A. (Eds.). *Sexual plant reproduction*. Berlin: Springer, p.115-125, 1992.
- KHADIVI-KHUB, A. Regression association analysis of fruit traits with molecular marker in cherries. *Plant Syst. Evol.*, v.300, p.1163-1173, 2014.
- KRUG, C. A.; CARVALHO, A. The genetics of Coffea. *Adv. Genet.* v.4, p.127-158, 1951.
- LASHERMES, P.; COUTURON, E.; MOREAU, N.; PAILARD, M.; LOAURN, J. Inheritance and genetic mapping of self incompatibility in *Coffea canephora* Pierre. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 93, n. 3, p. 458-462, 1996.
- LASHERMES, P.; COMBES, M. C.; ROBERT, J.; TROUSLOT, P.; D'HONT, A.; ANTHONY, F.; CHARRIER, A. Molecular characterisation and origin of the *Coffea arabica* L. genome. *Mol. Gen. Genet.*, v. 261, p.259-266, 1999.
- LAWRENCE, M. J. Number of incompatibility alleles in clover and other species. *Heredity*, v.76, p.610-615, 1996.
- LEWIS, D. Comparative incompatibility in angiosperms and fungi. *Advances in Genetics*, v. 6, p. 235-285, 1954.
- LEWIS, D.; CROWE, L. K. Unilateral interspecific incompatibility in flowering plants. *Heredity*, v. 12, p.233-256, 1958.
- LI, W.; CHETELAT, R. T. The role of a pollen-expressed Cullin1 protein in gametophytic self-incompatibility in *Solanum*. *Genetics*, v.196, n.2, p.439-442, 2014.
- LIPOW, S. R.; WYATT, R. Floral morphology and late-acting self-incompatibility in *Apocynum cannabinum* (Apocynaceae). *Plant Systematics Evolution*, v.219, p.99-109, 1999.
- LOSADA, J. M.; HERRERO, M. Glycoprotein composition along the pistil of *Malus x domestica* and the modulation of pollen tube growth. *BMC Plant Biology*, v.14, n.1, p.1471-2229, 2014.
- LUNDQVIST, A. The nature of the two-loci incompatibility system in grasses. IV. Interaction between the loci in relation to pseudo-compatibility in *Festuca pratensis* Huds. *Hereditas*, v.52, p.221-234, 1964.
- McCLURE, B.; CRUZ-GARCÍA, F.; ROMERO, C. Compatibility and incompatibility in S-RNase-based systems. *Annals of Botany*, p.1-12, 2011.
- MENDES, A. J. T. Observações citológicas em *Coffea*. VI. Desenvolvimento do endosperma e do embrião em *Coffea arabica* L. *Bragantia*, v.2, p.115-128, 1942.
- MENDES, C. H. T. Introdução ao estudo da auto-esterilidade no gênero *Coffea*. *Bragantia*, v.9, p.35-41, 1949.
- MOTA, M. S.; BIANCHI, V. J.; CARVALHO, A. Z.; BRAGA,

- E. J. B.; PETERS, J. A. Caracterização molecular dos alelos-S de incompatibilidade gametofítica em *Prunus salicina* Lindl. *Rev. Bras. Frutic.*, v.32, n.3, p.798-807, 2010.
- MOTA, M.; OLIVEIRA, C. M. *Identificação de alelos S na pereira 'Rocha' e determinação da compatibilidade entre cultivares*, 2005. Disponível em: <[http://www.isa.utl.pt/files/pub/id/Mota\\_Oli-veira\\_2005\\_ActaPortHort1.pdf](http://www.isa.utl.pt/files/pub/id/Mota_Oli-veira_2005_ActaPortHort1.pdf)> Acesso em: 10 mar. 2014.
- N'DIAYE, A.; PONCET, V.; LOUARN, J.; HAMON, S.; NOIROT, M. Genetic differentiation between *Coffea liberica* var. *liberica* and *C. liberica* var. *dewevrei* and comparison with *C. canephora*. *Plant Systematics and Evolution*, v.253, p.95-104, 2005.
- NEWBIGIN, E.; ANDERSON, M. A.; CLARKE, A. E. Gametophytic selfincompatibility systems. *The Plant Cell*, v. 5, p.1315-1324, 1993.
- NOWAK, M. D.; DAVIS, A. P.; ANTHONY, F.; YODER, A. D. Expression and trans-specific polymorphism of self-incompatibility RNases in *Coffea* (Rubiaceae). *PLoS ONE*, v.6, n.6, p.1-11, 2011.
- PANG, C. C.; SAUNDERS, R. M. K. The evolution of alternative mechanisms that promote outcrossing in Annonaceae, a self-compatible family of early-divergent angiosperms. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 174, p.93-109, 2014.
- PINTO, M. S. *Embriogênese somática direta e criopreservação de embriões de Coffea arabica L. cv. Catuí Vermelho*. 2012. 112f. Dissertação (Mestrado Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2012.
- POUND, L. M.; WALLWORK, M. A. B.; POTTS, B. M.; SEDGLEY, M. Pollen tube growth and early ovule development following self and cross-pollination in *Eucalyptus nitens*. *Sex Plant Reproduction*, v. 16, n.2, p.59-69, 2003.
- REA, A. C.; NASRALLAH, J. B. Self-incompatibility systems: barriers to self-fertilization in flowering plants. *Int. J. Dev. Biol.*, v.52, p.627-636, 2008.
- RICHARDS, A. J. *Plant breeding systems*. George Allen & Unwin (Publishers) Ltd, London, UK. 1986, 528p.
- SANKARANARAYANAN, S.; JAMSHED, M.; SAMUEL, M. A. Proteomics approaches advance our understanding of plant self-incompatibility response. *J. Proteome Res.*, v.12, n.11, p.4717-4726, 2013.
- SANTOS, K. L.; LENZI, M.; CAPRESTANO, C. A.; DANTAS, A. C. M.; DUCROQUET, J. P. H. J.; NODARI, R. O.; ORTH, A. I.; GUERRA, M. P. Evidência da autação do sistema de autoincompatibilidade tardia em *Acca sellowiana* (Berg) Burret., *Rev. Bras. Frutic.*, v. 29, n.1, p. 120-123, 2007.
- SASSA, H.; KAKUI, H.; MIYAMOTO, M.; SUZUKI, Y.; HANADA, T.; USHIJIMA, K.; KUSABA, M.; HIRANO, H.; Koba, T. S. locus F-box brothers: multiple and pollen-specific F-box genes with S haplotype-specific polymorphisms in apple and Japanese pear. *Genetics*, v. 175, p.1869-1881, 2007.
- SCALONE, R.; ALBACH, D. Cytological evidence for gametophytic self-incompatibility in the genus *Veronica*. *Turkish Journal of Botany*, v.38, p. 197-201, 2014.
- SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; DALL'AGNOL, M. Auto-Incompatibilidade em plantas. *Ciência Rural*, v. 32, n. 6, p.1083-1090, 2002.
- SILVA, N. F.; GORING, D. R. Mechanisms of self-incompatibility in flowering plants. *Cell Mol. Life Sci.*, v.58, n.14, p.1988-2007, 2001.
- SILVA, F. L.; BAFFA, D. C. F.; REZENDE, J. C.; OLIVEIRA, A. C. B.; PEREIRA, A. A.; CRUZ, C. D. Variabilidade genética entre genótipos de café robusta no estado de Minas Gerais. *Coffee Science*, v. 10, n.1, 2015.
- SOUZA, D. C. L.; SILVA-MANN, R.; MELO, M. F. V. Indicadores de sustentabilidade para conservação genética de *Erythrina velutina* Willd. em área de mata ciliar. *Revista Árvore*, v.38, n. 6, p.1103-1113, 2014.
- SOUZA, F. D. F. *Divergência genética em clones de café conilon (Coffea canephora Pierre.) coletados em Rondônia*. Porto Velho-RO: Embrapa Rondônia. 3p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, 289). 2005.
- STEBBINS, G. L. Self fertilization and population variability in the higher plantas. *The American Naturalist*, v. 91, n. 861, p. 337-354, 1957.
- STEBBINS, G. L. Adaptive radiation of reproductive characteristics in angiosperms, In: *Pollination Mechanisms. Annual Review of Ecology and Systematics*, v.1, p. 307-326, 1970.
- STOFFELEN, P.; NOIROT, M.; COUTURON, E.; BONTEMS, S.; DE BLOCK, P.; ANTHONY, F. *Coffea anthonyi*, a new self-compatible Central African coffee species, closely related to an ancestor of *Coffea arabica*. *Taxon*, v. 58, n.1, p.133-140, 2009.
- STONE, J. L. Molecular mechanisms underlying the breakdown of gametophytic self-incompatibility. *The Quarterly Review of Biology*, v.77, n.1, p.17-32, 2002.
- TAKAYAMA, S.; ISOGAI, A. Self-incompatibility in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.*, v. 56, p. 467-489, 2005.
- WU, J.; GU, C.; KHAN, M. A.; WU, J.; GAO, Y.; WANG, C.; KORBAN, S. S.; ZHANG, S. Molecular determinants and mechanisms of gametophytic self-incompatibility in fruit trees of Rosaceae. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v. 32, n. 1, p. 53-68, 2013.
- ZHANG, Y.; ZHAO, Z.; XUE, Y. Roles of proteolysis in plant self-incompatibility. *Annual Review of Plant Biology*, v. 60, p. 21-42, 2009.







# Biotecnologia Aplicada a *Coffea canephora*

Maria Amélia Gava Ferrão, Luís Felipe Ventorim Ferrão, Ludymila Brandão Motta,  
Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, Romário Gava Ferrão e  
Elaine Manelli Riva Souza

## 1 INTRODUÇÃO

No melhoramento genético do cafeeiro, é de fundamental importância o uso de técnicas que acelerem a avaliação e a seleção de genótipos superiores, visto a sua importância social e econômica e o tempo demandado de pesquisa por se tratar de uma cultura perene que requer, muitas vezes, anos para que a característica de interesse possa ser expressa. Muitas características desejáveis no cafeeiro conilon, como em outras espécies, resultam da ação conjunta de mais de um gene e das interações deles com o ambiente, sendo, às vezes, de difícil compreensão, avaliação e seleção. O sequenciamento de genomas e o advento dos marcadores moleculares trazem abordagens complementares à da genética clássica para o entendimento dessa complexa relação.

Os conhecimentos gerados a partir dos marcadores moleculares, combinados com informações das características fenotípicas, fornecem dados básicos para a avaliação da variabilidade genética, agrupamento de genótipos, seleção e planejamento de cruzamentos.

Com os avanços recentes relacionados às tecnologias de sequenciamento de DNA em larga escala integrados às ferramentas de genética quantitativa, espera-se contribuir com um novo impulso nas pesquisas de café, aumentando a eficiência da capacidade preditiva e, concomitantemente, da seleção de forma a maximizar o ganho genético por unidade de tempo.

Neste capítulo, será realizada uma abordagem

no tema biologia molecular focando a discussão nos seguintes aspectos: marcadores genéticos e moleculares, recursos genômicos, seleção genômica e suas aplicações no cultivo do cafeeiro.

## 2 MARCADORES GENÉTICOS

Qualquer forma alélica originária de um genoma pode ser empregada como marcador genético, ou seja, um dado fenotípico, uma proteína ou um fragmento de DNA que codifique ou não um gene e que possua uma sequência repetida ou única no genoma. Muitos genes e sequências de DNA não codificadoras estão representados em uma espécie por duas ou mais formas alélicas diferentes, correspondentes ao mesmo loco cromossômico, o que caracteriza o fenômeno denominado polimorfismo genético. Por conveniência, um loco é considerado polimórfico quando a frequência de seu alelo mais comum é igual ou inferior a 99% na população. Logo, qualquer fragmento de DNA pode ser, teoricamente, empregado como marcador molecular, desde que revele polimorfismo entre indivíduos. Em geral, o número desses fragmentos é limitado e eles devem ser desprovidos de efeito epistático ou pleiotrópico (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998; BORÉM; CAIXETA, 2009).

Marcadores podem ser definidos como instrumentos capazes de mapear e caracterizar um fenótipo. Denominam-se os marcadores de genéticos, os quais podem ser divididos em dois tipos básicos: morfológicos e moleculares. Marcadores genéticos são quaisquer

características, processos bioquímicos ou fragmentos de DNA que permitem a distinção de indivíduos geneticamente diferentes (BORÉM, 1997).

Quando um marcador apresenta comportamento de acordo com as leis básicas de herança enunciadas por Mendel, ele é considerado um marcador genético e pode ser monitorado ao longo das gerações (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998). Os marcadores genéticos identificam regiões dos cromossomos que diferenciam um ou mais indivíduos e são transferidos aos descendentes de acordo com as Leis de Mendel.

No início, conhecia-se apenas os marcadores morfológicos, que contribuíram de forma efetiva para o estabelecimento dos princípios teóricos do mapeamento genético e das análises de ligações gênicas. As análises genéticas eram realizadas com a utilização de marcadores de fácil identificação e geralmente controladas por um único gene, frequentemente dominantes, como cor da flor e resistência a algumas doenças (CAVALLI, 2003). A cor das flores e a forma da semente, por exemplo, são marcadores morfológicos expressos somente na planta adulta, sendo necessária a avaliação por um tempo relativamente grande.

A partir da descoberta das técnicas de biologia molecular, surgiram novos métodos para detecção de polimorfismo<sup>1</sup> genético ou variações genéticas dentro de uma mesma população (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998), denominados de marcadores moleculares (marcadores de DNA). Os marcadores moleculares podem ser divididos naqueles baseados nos produtos da expressão dos genes, como proteínas e enzimas, e naqueles baseados em fragmentos específicos das moléculas de DNA e RNA.

Marcadores bioquímicos ou de proteínas são aqueles que analisam o produto da expressão gênica. Os mais utilizados são as isoenzimas, que, segundo Ferreira e Grattapaglia (1998), são eficazes para identificar a variabilidade genética das populações, o fluxo gênico e os processos de hibridização natural. As isoenzimas continuam sendo uma importante ferramenta para identificação das variedades, avaliação de germoplasma e para a detecção de ligação gê-

nica, entre outros. Apesar do seu alto custo, os marcadores bioquímicos, assim como acontece com os marcadores morfológicos, possuem a desvantagem de apresentarem pouca variabilidade. Isso porque não apresentam marcadores suficientes para identificar um grande número de alelos de vários genes de interesse. Outra limitação dessa técnica é a baixa estabilidade das enzimas, grande influência ambiental na atividade enzimática e expressão diferenciada associada aos diferentes estágios de desenvolvimento vegetal.

Os marcadores moleculares estão ligados a características do DNA, que servem para diferenciar os indivíduos e são geneticamente herdáveis (MILACH, 1998a). Isso porque marcam regiões do genoma associadas a uma característica específica de interesse, representando estritamente a variação genética, não sofrendo influência ambiental. O polimorfismo observado com o uso de marcadores é oriundo da sequência de DNA. Dessa forma, esses marcadores independem do estágio de desenvolvimento da planta, do seu tipo de tecido e das variações ambientais. Outra vantagem desses marcadores é a alta estabilidade do DNA, o qual, depois de extraído, pode ser estocado para reutilização.

Os marcadores morfológicos foram grandemente utilizados até os anos 60 e eram as principais fontes de seleção utilizadas pelos melhoristas de plantas, além de terem contribuído para o conhecimento inicial de ligação gênica e para construção dos primeiros mapas genéticos. Com o desenvolvimento de marcadores mais modernos, os marcadores morfológicos ficaram em desvantagem por se apresentarem em número limitado nas espécies, o que reduz a possibilidade de associações entre esses marcadores e características de importância econômica (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998). Contudo, apesar dessas limitações, continuam sendo utilizados em combinações com outros mais precisos, como os moleculares, conciliando os resultados obtidos em laboratório e/ou estatísticos com os observáveis em campo, a partir dos marcadores morfológicos.

Existem, atualmente, diversos marcadores moleculares que podem ser utilizados na seleção de características genéticas de interesses agrônômicos, com diferentes finalidades no melhoramento genético do cafeeiro destacando as fontes de resistência a pragas e doenças, tolerância

<sup>1</sup>O termo polimorfismo refere-se à presença de mais de uma forma alélica, seja ela detectada fenotipicamente, por meio de um marcador morfológico, seja genotipicamente, por meio de marcadores moleculares.

à seca, uniformidade e época de maturação, teor de cafeína nos grãos, qualidade, entre outros.

### 3 PRINCIPAIS MARCADORES MOLECULARES

Os marcadores moleculares são amplamente utilizados na pesquisa agropecuária desde a década de 80. Paralelamente diversas técnicas úteis tem sido desenvolvidas para detectar ambiguidades em coleções vegetais, relacionar parentesco entre genótipos, determinar a identidade de um cultivar e construir mapas genéticos. Há várias técnicas disponíveis, cada uma utilizando uma estratégia particular para detectar polimorfismos de DNA. Os principais tipos de marcadores moleculares podem ser classificados, de maneira geral, em três grupos: (a) aqueles baseados em técnicas de hibridização; (b) baseados na amplificação de DNA por *Polymerase Chain Reaction* (PCR) ou Reação de Polimerização em Cadeia; e (c) baseados em sequenciamento. Um ponto importante a ser considerado na escolha de uma técnica em detrimento de outra é a adequação do tipo de marcador molecular ao objetivo da pesquisa. Ficará claro na descrição dos marcadores moleculares que cada metodologia se baseia em princípios diferentes, o que torna flexível a consistência e tempo para obtenção de resultados; nível de polimorfismos; custo e facilidade de implementação; e a reprodutibilidade dos dados obtidos para cada classe de marcador.

A primeira classe de marcadores utilizada em estudos de melhoramento vegetal foi baseada em hibridização. A técnica denominada de *Restriction Fragment Length Polymorphism* (RFLP) ou Polimorfismo no Comprimento de Fragmentos de Restrição é considerada uma das mais antigas e baseia-se na combinação do uso de enzimas de restrições e hibridização com sondas específicas. Para isso, o material genético é extraído, digerido e os fragmentos são selecionados via gel de agarose. Posteriormente, esses fragmentos são transferidos para membranas de celulose, onde serão hibridizadas com sondas de DNA. As sondas são fragmentos de DNA cópia única que, antes de serem usadas na hibridização, são marcadas com nucleotídeos radioativos ou luminescentes para detectarem sequências genômicas homólogas a elas. Nesse processo de hibridização, ocorre

o pareamento das sequências homólogas de DNA, presentes na membrana, e o do DNA-alvo, previamente digerido por enzimas de restrição. O polimorfismo é detectado a partir da presença ou ausência de DNA, marcado com radioatividade ou por luminescência emitida devido ao pareamento dessas sequências, o que gera bandas em diferentes regiões da membrana. A partir da construção de diferentes bibliotecas de sondas, é possível cobrir, potencialmente, todo o genoma da espécie a ser estudada. A grande vantagem da técnica RFLP é a sua codominância, que favorece a distinção entre um genótipo heterozigoto e um homozigoto. Por outro lado, a grande quantidade de DNA requerido e a necessidade de passos laboratoriais intensivos tornaram a técnica pouco atrativa (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998; CAIXETA et al., 2009).

Uma segunda classe de marcadores surgiu a partir do advento da técnica de PCR e das facilidades que essa metodologia agregou. A reação de PCR tem como finalidade sintetizar bilhões de cópias de um fragmento de DNA por meio de reações de amplificação na presença da enzima DNA polimerase. Desenvolvida na década de 80, por Kary Mullis, o método, em linhas gerais, reproduz *in vitro* o processo de replicação do DNA que ocorre *in vivo*. Para que essa amplificação *in vitro* ocorra, são necessários os mesmos componentes envolvidos na replicação genética do DNA, ou seja, o DNA-alvo da espécie estudada, um par de *primers* (que irão delimitar a região a ser amplificada), a enzima DNA polimerase e seus cofatores e os nucleotídeos que irão constituir a nova fita de DNA. A partir de diferentes ciclos de temperatura, o DNA será desnaturado, os *primers* reconhecerão sua sequência complementar na fita simples e se anelarão a ela e, ao final, uma nova fita de DNA será sintetizada. Cada ciclo envolve três fases: desnaturação da fita dupla, pareamento dos *primers* com as sequências complementares e síntese de nova fita de DNA. Esses ciclos serão repetidos por muitas vezes, e a amplificação do DNA ocorrerá por progressão geométrica e resultará em bilhões de cópias. As técnicas baseadas em PCR requerem pequena quantidade de DNA inicial, o que favorece os casos em que se tem pouco material genético disponível. Essa técnica constitui-se em uma ferramenta indispensável no programa de melhoramento por ser de alta velocidade, facilidade e confiabilidade, com inúmeras aplicações que



vão desde a identificação de espécies até o seu uso combinado com diversos marcadores moleculares, possuindo, hoje, vários marcadores de DNA derivados (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998; CAIXETA et al., 2009).

Um dos primeiros marcadores a se beneficiar do advento da PCR foi o *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD) ou DNA Polimórfico Amplificado ao Acaso, cujo a metodologia é derivada do protocolo de PCR, porém com duas características distintas: i) utiliza um *primer* único em vez de um par de *primers* flanqueando uma sequência específica; e ii) o *primer* único tem sequência curta (~10pb) e arbitrária, o que elimina a necessidade de conhecimento prévio do genoma da espécie em estudo (WILLIAMS et al., 1990; WELSH; MCCLELLAND, 1990). O RAPD teve aplicações desde a obtenção e análise de bancos de germoplasma até a construção de mapas genéticos e localização de genes de interesse. Listam-se como vantagens da técnica a simplicidade, devido à facilidade de execução; a rapidez na obtenção de dados; o custo moderado; grande número de marcadores distribuídos aleatoriamente pelo genoma; e a aplicabilidade imediata para qualquer tipo de organismo, visto que os *primers* são sequências arbitrárias. No entanto, o baixo conteúdo informacional por loco, causado pela natureza dominante, e a baixa reprodutibilidade foram dois fatores que tornaram a técnica limitada e contribuíram para o seu desuso (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998; CAIXETA et al., 2009).

Uma derivação do RAPD foi proposta com a denominação de *Sequence Characterized Amplified Regions* (SCAR), ou seja, Regiões Amplificadas Caracterizadas por Sequências. SCAR são fragmentos de DNA genômico localizados em loco geneticamente definido, que são identificados por amplificação via RAPD utilizando um par de oligonucleotídeos específicos como *primers*. Assim, marcadores SCAR são oriundos do sequenciamento de marcadores RAPD objetivando a síntese de *primers* específicos para amplificação por PCR. Ao contrário do RAPD, marcadores SCAR apresentam maior reprodutibilidade e, por isso, são mais promissores (CAIXETA et al., 2012).

Uma outra classe de marcadores baseada em amplificação via PCR foi denominada de *Amplified Fragment Length Polymorphism* (AFLP) ou Polimorfismo de Comprimento de Fragmentos

Amplificados. Descrito por Vos et al. (1995), o AFLP destaca-se pelo grande número de polimorfismos obtidos por ensaio. Para tanto, a técnica consiste essencialmente de quatro etapas (digestão, ligação de adaptadores, amplificação e eletroforese) e baseia-se na amplificação seletiva de um subconjunto de fragmentos genômicos gerados após digestão com enzimas de restrições. O grande número de bandas ou picos observados nas avaliações dos AFLPs faz com que o “índice multiplex” desses marcadores, ou seja, o número de marcadores analisados simultaneamente em uma única corrida eletroforética, seja um dos mais elevados entre as tecnologias de marcadores moleculares. A desvantagem desse método é a sua dominância, como ocorre no RAPD, reduzindo o nível de informação genética detectada por loco. Além disso, é considerada uma técnica de custo elevado necessitando de etapas adicionais de digestão do DNA e amplificações seletivas. Soma-se a isso o número frequente de artefatos presentes na interpretação dos resultados, o que gera dificuldades e subjetividade na identificação de polimorfismos (CAIXETA et al., 2012).

O último marcador baseado em PCR a ser citado é a técnica de Microsatélites também chamada *Simple Sequence Repeats* ou *Sequências Simples Repetidas* (SSR), em que os microsatélites são sequências repetidas em tandem que variam de um a seis pares. Abundantes e bem distribuídos no genoma, os SSRs destacam-se por serem regiões altamente polimórficas e, por isso, de grande aplicabilidade em estudos de mapeamento genético e na discriminação de genótipos. Nessa técnica, um par de *primers* específicos (de 20 a 30 bases) amplifica regiões complementares repetitivas do genoma através da reação de PCR. Os produtos de amplificação apresentam polimorfismos no tamanho do fragmento, possibilitando, assim, a diferenciação de genótipos. Com isso, cada marcador microsatélite constituirá na amplificação de um loco multialélico e de grande conteúdo informacional, dada a sua expressão codominante (permite diferenciar homozigotos e heterozigotos) (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998; CAIXETA et al., 2012). O que limita, em parte, a sua utilização em maior escala é a obtenção dos *primers*, pois trata-se de um processo laboratorial oneroso e demorado considerando-se desde a construção de biblioteca genômica até o seu desenho e testes.

Contudo, o sequenciamento massivo de genomas e o depósito das sequências em bancos públicos de dados permitiram o desenho de *primers in silico* sem que haja a necessidade da construção de bibliotecas genômicas. O uso dessa abordagem no desenvolvimento de marcadores microsatélites em café é relatado por Ferrão et al. (2015). Nesse trabalho, sequências provenientes do Projeto Brasileiro Genoma Café foram utilizadas para o desenvolvimento de 101 marcadores SSR em *Coffea arabica*. A taxa de transferibilidade desses marcadores em café conilon foi de 89%.

Além de aplicabilidade direta no desenvolvimento de marcadores SSR, o advento de métodos modernos de sequenciamento influenciou diretamente no surgimento da terceira e mais promissora classe de marcadores moleculares, ou seja, aqueles baseados em sequenciamento de DNA. Denominados de *Single Nucleotide Polymorphism* (SNP) ou Polimorfismo de Nucleotídeo Único, esses marcadores têm como base genética as alterações mais elementares da molécula de DNA, isto é, variação na sequência de DNA que afeta somente uma base nitrogenada (Adenina, Citosina, Timina ou Guanina).

A descoberta dos SNPs como marcadores moleculares não é algo recente e foi motivada, principalmente, pelo desenvolvimento das técnicas de sequenciamento. A forma abundante e bem distribuída com que foram encontrados em diferentes espécies confirmaram a importância dessa classe de marcadores e reforçaram o caráter promissor dessa metodologia. De expressão codominante e, comumente, bialélicos (dois alelos por loco), atualmente sabe-se que, para a maioria dos organismos, os SNPs representam a forma mais frequente de variação genética. Embora sejam bialélicos e, conseqüentemente, menos informativos que os SSRs (multialélicos), o sucesso iminente dessa classe de marcadores moleculares se deu, sobretudo, na possibilidade de automatização e de uso em larga escala. Ao contrário dos métodos tradicionais, que eram ineficientes e caros para genotipagem em larga escala, os métodos de identificação de SNPs (comumente referenciados como *High Throughput Genotyping*) ganharam apelo científico pela flexibilidade para estudos com grandes conjuntos de indivíduos (centenas ou milhares) utilizando

alta densidade de marcadores (centenas de milhares).

Devido à importância e a popularidade crescente, um número elevado de métodos de genotipagem de SNPs são descritos atualmente na literatura. Ao contrário dos marcadores citados anteriormente, em que há um protocolo padrão com pequenas modificações de um laboratório para o outro, no caso da genotipagem de SNPs, um número relativamente elevado de técnicas são descritas na literatura. Não faz parte do escopo deste capítulo entrar nos pormenores de métodos bioquímicos e moleculares envolvidos nesse processo. No entanto, em linhas gerais, a grande maioria das técnicas combinam duas etapas: i) reação molecular para discriminação do alelo; e ii) métodos de identificação desses alelos. Atualmente, dezenas de métodos de genotipagem que combinam metodologias para discriminação e identificação de SNPs são listados na literatura. Maiores detalhes sobre a natureza bioquímica desses processos são descritos em Tsuchihashi e Dracopoli (2001), Vignal et al. (2002) e Caixeta et al. (2012).

O número de plataformas comerciais desenvolvidas para fins de genotipagem também é elevado e abre boas perspectivas para obtenção de milhares de SNPs a custos e tempo moderados. No melhoramento de plantas, o uso de matrizes comerciais sólidas (*arrays*) são especialmente populares e flexíveis a ponto de permitir que o pesquisador pondere a quantidade requerida de SNPs pelo número de indivíduos e custo. Entre os sistemas comerciais mais utilizados estão as plataformas *Golden Gate* e *Infinitum*, ambas baseadas na tecnologia de *beads* da Illumina. Apesar das vantagens e do grande apelo por parte dos grupos de pesquisas, o desenvolvimento dessas plataformas ainda é restrito a algumas espécies. No caso específico do café conilon, serviços comerciais desse tipo ainda não estão disponíveis, o que impossibilita a sua aplicação direta em estudos genéticos. Além da indisponibilidade para algumas espécies, outra desvantagem é o fato de que os marcadores fixados nesses *arrays* são específicos de uma população base. Assim, caso o *background* genético do material sob investigação seja muito diferente daquele utilizado para o desenvolvimento dos *arrays*, poderá ser observado 'viés' e baixo rendimento na identificação de SNPs (DESCHAMPS et al., 2012).

Um método de genotipagem de SNPs promissor, com grande apelo científico nos últimos anos foi denominado de genotipagem por sequenciamento. Originado a partir do advento das tecnologias modernas de sequenciamento, a identificação de SNPs foi beneficiada pela redução dos custos por *data point* e pelo desenvolvimento da tecnologia *Next Generation Sequencing* (NGS) ou Sequenciamento de Nova Geração.

De modo geral, os métodos de genotipagem por sequenciamento podem ser divididos em quatro etapas: i) redução da complexidade genômica; ii) PCR; iii) sequenciamento via NGS; e iv) bioinformática. Atualmente, algumas empresas comerciais, tais quais, GBS (*Cornell University, Institute of Biotechnology, USA*), RAD-seq (*Florigenex, USA*); *Rapid Genomic* (*Florida University, USA*) e *DarT-seq* (*Diversity Arrays Technology, University of Canberra, Australia*) realizam esse tipo de serviço. Visando a detalhar o funcionamento da tecnologia e sua aplicabilidade na cafeicultura, o método empregado pelo GBS será descrito a seguir. O GBS é uma metodologia de identificação de SNPs que combina o uso de enzimas de restrições para a construção de bibliotecas genômicas reduzidas e a utilização de plataformas NGS na identificação de regiões polimórficas (ELSHIRE et al., 2011). A técnica tem se mostrado robusta entre as diferentes espécies e capaz de gerar centenas de milhares de marcadores moleculares de modo simples, rápido e reprodutível. Um ponto importante dessa abordagem é que, ao contrário dos métodos tradicionais, a descoberta de marcadores e a genotipagem são realizadas em uma única etapa. Assim, o objetivo fundamental dessa metodologia não se resume a identificar novos marcadores e depois transferi-los para plataformas fixas de genotipagem (*arrays*), mas, sim, realizar de maneira simultânea a descoberta de polimorfismos e a obtenção de informações genotípicas. Essa abordagem de uma única etapa faz com que o GBS seja verdadeiramente rápido e flexível para estudos genéticos em diferentes espécies. Além disso, a possibilidade de descobertas de marcadores dentro do próprio material de estudo reduz certo ‘viés’ de genotipagem quando comparado às metodologias baseadas em *arrays* (POLAND; RIFE, 2012).

Para tanto, a técnica é realizada em uma série de etapas que serão descritas resumidamente.

A primeira e mais importante é a obtenção de DNA genômico de alta qualidade. O uso de kits comerciais que garantam qualidade e quantidade é recomendado. Após a extração, o DNA diluído é fixado em placas de PCR padrão (96 poços), onde cada um dos 95 poços corresponderá à amostra de DNA de um indivíduo e um poço da placa será usado como controle (branco). Após rigoroso controle de qualidade, no qual a qualidade e a concentração das amostras são mensuradas, cada amostra é digerida utilizando enzimas de restrições do tipo II que, entre as características, geram extremidades coesivas e são sensíveis a regiões metiladas. A escolha de qual enzima utilizar é um ponto crítico do processo e será determinante na cobertura e quantidade de SNPs obtidos no final do processo. Normalmente, as endonucleases mais utilizadas são a *ApeK1* e *MspI* (de corte frequente) bem como *PstI* e *EcoT221* (de corte raro). Após processo de digestão, o DNA já fragmentado é ligado a adaptadores específicos denominados de *barcodes* (códigos de barra). Cada *barcode* será uma pequena sequência de DNA, não redundante, que irá identificar as amostras de forma única. O uso dessas pequenas sequências identificadoras permite que múltiplas amostras sejam processadas em uma única plataforma de sequenciamento. Após a etapa de ligação de adaptadores, todas as amostras são então misturadas e uma reação de PCR é realizada, permitindo, assim, aumentar o número dos fragmentos desejados, frente aos fragmentos restantes. Os *primers* empregados nessa etapa apresentam complementaridade com a sequência dos adaptadores e também com as sequências de oligonucleotídeos presentes na plataforma de sequenciamento. Posteriormente, os produtos da PCR são purificados, e o tamanho dos fragmentos gerados são verificados. O sequenciamento de DNA é a última etapa laboratorial do GBS. Após a obtenção das sequências, iniciam-se as etapas de bioinformática.

A prospecção de marcadores moleculares a partir de sequências brutas envolve várias etapas de processamento e a utilização de diversas ferramentas computacionais. O termo *pipeline* é comumente utilizado para se referir a uma série de passos para manipulação desses dados biológicos em um ambiente de programação específico. De modo geral, esses *pipelines* incluem: controle de qualidade das sequências brutas; agrupamento

de sequências por *barcodes*; alinhamento entre sequências e/ou contra um genoma de referência; filtragem dos SNPs considerando os parâmetros de frequência alélica mínima (MAF), número de dados perdidos e a cobertura do sequenciamento; e, finalmente, a chamada dos SNPs (*SNP calling*) nos formatos *hapmap* e/ou VCF. No caso específico do GBS, esses *pipelines* encontram-se disponíveis, e o software TASSEL pode ser utilizado para essa finalidade (GLAUBITZ et al., 2013).

Um ponto a ser considerado nas análises dos dados e que constitui o principal problema do GBS é a quantidade de dados perdidos. Esse tipo de problema é decorrente da baixa cobertura do sequenciamento, causado por dois fatores distintos: de amostragem e biológico. Aqueles referentes à amostragem são ocasionados, frequentemente, na análise de genomas grandes ou então por 'viés' no tamanho dos fragmentos. Já os dados perdidos por causa biológica são gerados, sobretudo, pela existência de regiões genômicas não compartilhadas entre os genótipos analisados ou mesmo pela existência de sítios diferenciais de clivagem de polimorfismos. Uma alternativa comumente utilizada é o uso da imputação de dados, que pode ser definida como a substituição dos dados faltantes por estimativas de valores plausíveis a serem incluídos (imputados) aos dados faltantes. Em outras palavras, essa técnica tem por objetivo "completar" os bancos de dados e possibilitar a análise dos dados completos. Um número elevado de métodos de imputação são descritos na literatura. Outra abordagem seria a modificação no protocolo padrão visando a reduzir a complexidade das bibliotecas de GBS. Para tanto, uma alternativa viável seria evitar o uso de níveis elevados de *multiplexing* e/ou sequenciar a biblioteca por diversas vezes. Ambas as propostas resultariam em uma maior quantidade de dados por amostra (maior profundidade) e, conseqüentemente, menor porcentagem de dados perdidos. No entanto, apesar da eficiência, ressalta-se que essas alterações aumentam o custo da genotipagem.

Em café, a grande maioria dos estudos genéticos ainda se baseia em marcadores tradicionais. Entre eles, os SSRs destacam-se como os mais populares, seguidos do AFLP, RAPD e SCAR. Estudos comparativos da eficácia dessas

metodologias, demonstram que, para estudos de diversidade genética em *Coffea canephora*, os marcadores RAPD, AFLP e SSR são eficientes na discriminação dos materiais genéticos dos grupos Robusta e Conilon. Entretanto, apesar da eficiência, o número diferencial de polimorfismos e o conteúdo informacional devem ser considerados no momento da escolha de uma das tecnologias (FERRÃO et al., 2013). No caso do uso de SNPs, o número de trabalhos com café é considerado irrelevante quando comparado com o de outras culturas, tais como milho, soja, arroz e trigo. Os primeiros estudos com GBS em *C. canephora* foram iniciados pelo Incaper e parceiros no ano de 2014, com resultados preliminares importantes, sobretudo, pela cobertura e número de SNPs obtidos.

Ressalta-se que os conceitos discutidos sobre genotipagem por sequenciamento, no geral, aplicam-se a qualquer um dos serviços comerciais. A escolha do GBS (IGD, Cornél), em detrimento das outras metodologias, deu-se pela disponibilidade de documentação específica sobre o tema, além de softwares/*pipelines* abertos de bioinformática e número elevado de trabalhos científicos envolvendo diferentes espécies.

Um ponto relevante nesse cenário refere-se ao sequenciamento completo do genoma da espécie (DENOEUDE et al., 2014), o que abre novas perspectivas para o desenvolvimento e aplicação dos marcadores SNPs.

Nos próximos tópicos, a importância dos marcadores moleculares em estudos de diversidade genética, mapeamento e detecção de *Quantitative Trait Loci* (QTLs) ou Características Quantitativas Loci serão mais bem detalhados. O potencial dessa abordagem na Seleção Assistida por Marcadores (SAM) em programas de melhoramento será contextualizado no tópico sobre seleção genômica.

#### 4 APLICAÇÕES DOS MARCADORES MOLECULARES EM *Coffea canephora*

As instituições de pesquisas estão atentas ao desenvolvimento de novas tecnologias que beneficiem, além dos cafeicultores e consumidores, a área de melhoramento genético. Assim, técnicas biotecnológicas como a dos marcadores



moleculares oferecem aos pesquisadores possibilidades de melhor compreensão e de manutenção da variabilidade genética a ser explorada em um programa de melhoramento a partir de genes que apresentem características de importância agrônômica para serem utilizados como ferramentas de seleção antecipada (RUAS et al., 2000). Os melhoristas têm interesse na transferência de determinada característica para materiais elites, podendo-se utilizar os marcadores moleculares em programas de hibridação para seleção das progênies com o(s) gene(s) do genitor de interesse. Outro papel dos marcadores moleculares na pesquisa do café é a organização de um banco de germoplasma que ofereça as diferenças genéticas entre cada variedade da espécie para futuros programas de seleção (MILACH, 1998).

Nos estudos com café, já foram desenvolvidos e utilizados diversos tipos de marcadores moleculares, como RFLP, RAPD e os mais empregados nos estudos mais recentes têm sido os SCAR, AFLP, ISSR, SSR e SNPs (LASHERMES et al., 2000b; MONCADA; MCCOUCH, 2004; MALUF et al., 2005; AGGARWAL et al., 2007; VIDAL et al., 2007; MUSOLI et al., 2009; TORNINCASA et al., 2010; FERRÃO et al., 2013, 2014; IVAMOTO et al., 2013; MOTTA et al., 2014; TESFAYE et al., 2014). Marcadores moleculares têm sido usados com diferentes finalidades e espécies, sendo crescente nos últimos anos os estudos com a espécie *C. canephora* e com materiais genéticos oriundos do programa de melhoramento do Incaper.

#### 4.1 DIVERSIDADE GENÉTICA

Para as análises moleculares, podem ser utilizadas populações segregantes, cruzamentos, materiais clonais, entre outros. Orozco-Castillo, Chalmers e Powell (1994), trabalhando com diferentes materiais genéticos, verificaram produtos de amplificação específicos para *C. canephora* em *C. arabica* indicando fluxo gênico interespecífico e introgressão no café. Observou-se que a técnica RAPD foi eficiente para diferenciar subgrupos de *C. arabica*, útil inclusive para detectar introgressão e caracterizar a origem geográfica do café. Os marcadores RAPD foram, inicialmente, amplamente utilizados na pesquisa com café arábica, e são inúmeros os trabalhos de caracterização de

germoplasmas e identificação de genes de interesse, entre outros (OROZCO-CASTILLO; CHALMERS; POWELL, 1994; AGWANDA et al., 1997; DINIZ et al., 2000; SILVESTRINI et al., 2000; SERA et al., 2003). Em *C. canephora*, a técnica de RAPD tem sido utilizada na análise da diversidade genética e caracterização de germoplasma (SILVA et al., 2000; FERRÃO et al., 2005; FERRAO et al., 2009).

O modo de herança em café arábica e dos chamados arabustas (*C. canephora* x *C. arabica*) também foi investigado utilizando-se marcadores moleculares (RFLP) (LASHERMES et al., 2000a). Os resultados indicaram que os cromossomos homólogos de *C. arabica* se pareiam devido a reguladores de pareamento e que devem ser controlados por um ou mais genes.

O 'Híbrido de Timor', resultante do cruzamento interespecífico espontâneo entre *C. arabica* e *C. canephora* e os seus progenitores foram avaliados por Lashermes et al. (2000b) quanto à similaridade genética utilizando a técnica de AFLP. A partir de marcadores introgressivos, verificou-se de 9% a 29% do genoma de *C. canephora* em genótipos introgressivos de *C. arabica*. Esse estudo foi importante para a área de melhoramento do café arábica, já que o AFLP forneceu a análise do nível de introgressão gênica do híbrido a partir da obtenção de marcadores para o café, também sendo uma técnica apropriada para a caracterização do seu germoplasma.

Marcadores RAPD, AFLP e Microsatélites foram utilizados para caracterizar a divergência genética de diferentes acessos do Banco Ativo de Germoplasma do Incaper (COMBES et al., 2000; FERRÃO et al., 2005; FERRÃO et al., 2009; FERRÃO et al., 2013; SOUZA et al., 2013; MOTTA et al., 2014). Os resultados demonstraram que os genótipos analisados encontram-se distribuídos em vários grupos geneticamente dissimilares e são fontes de variabilidade valiosas para programas de melhoramento. Ressalta-se que no programa de melhoramento da cultura do Instituto, a divergência genética tem sido estudada através de procedimentos bioestatísticos utilizando dados moleculares associados a características morfoagronômicas e procedimentos multivariados.

Ferrão et al. (2013) avaliaram a eficiência dos marcadores RAPD, AFLP e SSR em estudos

genéticos com *C. canephora*. O SSR, por se tratar de um marcador codominante e multialélico, foi considerado o mais informativo dos três e apresentou os melhores resultados nos estudos de diversidade genética. Frequentes e distribuídos ao acaso pelo genoma, os SSRs combinaram informatividade, ampla cobertura do genoma, robustez e reprodutibilidade, o que torna o marcador adequado para estudos com a espécie.

Marcadores ligados a genes associados a características qualitativas de importância agrônoma para o cafeeiro foram identificados, como a autoincompatibilidade em café robusta (LASHERMES; COUTURON; MOREAU, 1996a), porte da planta (RUAS et al., 2000), resistência a nematoides (LASHERMES, 2002, 2003; DINIZ, 2004; LIMA et al., 2015) e resistência a *Hemileia vastatrix* (TEDESCO et al., 1999; MORENO et al., 2000; FERRÃO et al., 2013). O primeiro relato de identificação de QTLs associados à resistência à *H. vastatrix* em *C. canephora* resultou na seleção de genótipos resistentes, que apresenta perspectivas para os programas de SAM e, futuramente, na clonagem posicional (FERRÃO et al., 2013).

Na América Latina, o nematoide das galhas, *Meloidogyne exigua*, causa grande prejuízo agrônomo na maioria das lavouras de café arábica. Curi et al. (1970) verificaram que cultivares de *C. canephora* são resistentes a esse nematoide, ao contrário das cultivares de *C. arabica*, que são suscetíveis. O 'Híbrido de Timor', variedade reconhecidamente resistente a pragas e doenças, demonstrou resistência à *M. exigua*, como a observada em *C. canephora*. Noir et al. (2003) e Diniz et al., (2005) desenvolveram um trabalho em que, com a aplicação dos marcadores AFLP ligados ao loco de resistência à *M. exigua* (Mex-1), avaliaram a origem de introgressão dessa resistência entre o 'Híbrido de Timor' e seus progenitores (*C. arabica* e *C. canephora*). A confirmação da maior resistência dos acessos de *C. canephora* foi a partir da detecção dos marcadores AFLP de resistência nessa espécie, enquanto nenhum marcador foi detectado em *C. arabica*. A resistência à *M. exigua* nas linhagens do 'Híbrido de Timor' foi conferida ao loco Mex-1.

A identificação de marcadores moleculares ligados à resistência ao *Meloidogyne M. exigua* contribui

como uma grande ferramenta em programas de melhoramento do café e na seleção de materiais mais resistentes. Dentro dessa abordagem, marcadores SCAR foram desenvolvidos para as principais espécies de *Meloidogyne* existentes nas Américas: *M. exigua*, *M. incognita*, *M. paranaensis*, *M. enterolobii*, *M. arenaria*, *M. arabicida* e *M. izardoensis*. As informações disponíveis constituem uma metodologia rápida e precisa no diagnóstico de infecções de cafeeiros por esses nematoides (ZIJLSTRA et al., 2000; RANDIG et al., 2002; RANDIG, CARNEIRO e CASTAGNONE-SERENO, 2004; TIGANO et al., 2010; CORREA et al., 2013). Com o café conilon, utilizando materiais genéticos do Incaper, várias pesquisas básicas foram realizadas, destacando-se aqui as de Lima et al. (2015) que, estudando a reação de diferentes clones com tolerância e suscetibilidade à seca, para nematoides, utilizando o fator de reprodução e a histopatologia, verificaram resistência múltipla a vários nematoides nos clones Incaper 14 e ES N201004.

A diversidade genética dentro de *C. canephora* também foi verificada via expressão diferencial de genes. Durante a indução de condição de *deficit* hídrico, a expressão diferencial foi detectada para mais de 40 genótipos, sendo possível observar para alguns deles padrões distintos de expressão entre os clones estudados do programa de melhoramento do Incaper, com variado nível de tolerância à seca (22, 14, 73, 120, entre outros). Verificou-se que na complexa rede de respostas à seca, a melhor eficiência do controle estomático e da transpiração dos clones tolerantes provavelmente estão relacionados às vias de sinalização do ABA e do óxido nítrico (MARRACCINI et al., 2012). Estudo correlacionado, mostrou que o clone 73 possui eficiente controle da transpiração, proteção contra a foto inibição, indução de sistemas antioxidantes e osmoprotetores e importância da rota de sinalização do ABA em resposta à seca (VIEIRA et al., 2013).

A identificação de marcadores genéticos ligados a características de interesse, como a resistência à ferrugem, nematoides e tolerância à seca em *C. canephora*, contribuirá de forma eficaz para a seleção de germoplasma em menor período de tempo e com maior eficácia.

#### 4.2 MAPEAMENTO GENÉTICO E ANÁLISES DE QTLs

Mapas genéticos são constituídos por grupos de ligação, os quais representam a ordem e a distância entre marcadores genéticos e permitem o melhor entendimento da segregação e da relação física dos alelos. Embora não proporcionem informação em nível molecular dos genes, os mapas destacam-se por auxiliar na fundamentação de estudos comparativos e de evolução; no entendimento dos processos biológicos; e de organização dos cromossomos. Se portadores de uma elevada quantidade de informação, os mapas proporcionam simplificação na manipulação genética (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998). Entre as aplicações práticas no melhoramento de plantas, destacam-se as oportunidades para a escolha de genitores, SAM e a clonagem de genes de interesse.

Com o advento das técnicas moleculares a construção de mapas genéticos passou a envolver, basicamente, quatro etapas: i) triagem de marcadores genéticos; ii) desenvolvimento de uma população segregante com locos em desequilíbrio de ligação. Para isso, é fundamental o uso de genitores contrastantes de modo a maximizar os níveis de polimorfismos; iii) análise de herança dos marcadores genéticos, no qual os marcadores são selecionados de acordo com as frequências esperadas para a segregação de um loco único em uma população; iv) cálculo de distância e ordenamento dos marcadores com base na porcentagem de recombinação (LIU, 1998). Para o desenvolvimento de populações segregantes, no melhoramento de plantas, dois tipos básicos de população são utilizados: as oriundas de cruzamentos controlados (endogâmicas) e as chamadas F1 segregantes (exogâmicas). O primeiro tipo engloba as populações F2, retrocruzamentos, duplo-haploides e Linhagens Endogâmicas Recombinantes (Recombinant Inbred Lines - RILs), enquanto que o segundo inclui as famílias de irmãos completos, meios-irmãos e populações oriundas de intercruzamentos.

Grande parte dos mapas genéticos já desenvolvidos foram originados de populações de cruzamentos controlados, em que os genitores são linhas puras. Para esse caso, o desequilíbrio de ligação gerado pode ser estimado nas populações segregantes, permitindo assim, a análise de ligação (LIN et al., 2003). Somado a isso, para o caso de espécies

diploides e com dois alelos segregando, as fases de ligação são conhecidas o que facilita as análises. No entanto, em culturas como maracujá, eucalipto, cana-de-açúcar, citros, café (*C. canephora*) e outras espécies florestais não é possível obter populações derivadas de linhagens endogâmicas devido a diversos fatores biológicos, tais como autoincompatibilidade, depressão por endogamia ou longo período juvenil. Nesses casos as análises genéticas-estatísticas para a construção de mapas baseiam-se em populações desenvolvidas pelo cruzamento biparental entre indivíduos não homozigóticos (*outcrossing*) gerando F1 segregante formada por indivíduos que são irmãos completos (*full sib*) ou meios-irmãos (*half sib*).

Para esse tipo de população, o estabelecimento de mapas genéticos apresenta duas particularidades importantes. A primeira delas é o número de alelos do marcador, que pode variar de um a quatro em espécies diploides, e os diferentes padrões de segregação que esses alelos podem seguir. Revisão detalhada e a classificação desses padrões de segregação é descrita por Wu e Ma (2002). A segunda particularidade está relacionada com o desconhecimento das fases de ligação dos marcadores, visto que estas não são conhecidas *a priori* para os genitores. Uma alternativa importante para a construção de mapas em espécies não endogâmicas foi proposta por Grattapaglia e Sederoff (1994) e foi denominada de duplo pseudo-testcross ou pseudocruzamento teste. Esse método propõe a utilização apenas daqueles marcadores que segregam como populações experimentais (1:1) nas análises de ligação genética. Para isso, são construídos dois mapas de ligação, um para cada genitor, em função de qual deles possui o alelo heterozigoto para o loco marcador. Nesse caso, a configuração dos cruzamentos não precisa ser definida, a princípio, como em cruzamentos testes clássicos, mas, sim, inferida *a posteriori* com a análise de segregação dos marcadores nas progênies.

Essa é uma abordagem muito utilizada na prática, pois permite o pronto uso das metodologias e softwares desenvolvidos para populações experimentais. A facilidade de execução fez com que a metodologia fosse preferida em estudos de mapeamento com *C. canephora*. Assim, o primeiro mapa genético desenvolvido para a espécie foi construído utilizando 85 progênies de duplo-

haploides e um conjunto de 47 marcadores RFLP e 100 RAPD (PAILLARD et al., 1996). Outros mapas genéticos são relatados por Lashermes et al. (2001); Lefebvre-Pautigny et al. (2010); Priyono et al. (2010); Anthoëne et al. (2014). Apesar dos avanços, os mapas genéticos citados são considerados pouco saturados quando comparados com outras espécies vegetais. O desenvolvimento de um mapa genético de referência, com maior número de indivíduos e de marcadores, é relatado por Denout et al. (2014) juntamente com a publicação do sequenciamento do genoma café. O mapa citado é considerado de alta densidade, cobrindo 349 *scaffolds* e compreendendo cerca de 64% (365 Mb) da montagem do genoma. Para tanto, uma população F1 segregante constituída de 93 genótipos foi utilizada. Genótipos do grupo varietal Congolense e Guineano foram utilizados como genitores para o desenvolvimento da população experimental. Diferentes classes de marcadores foram utilizadas no mapeamento genético, incluindo *Restriction Associated DNA sequencing* (RADseq), RFLP, SSR e SNPs. Um total de 3.230 locos, distribuídos em 11 grupos de ligação, foram identificados, resultando em cobertura de 1.471 cM com um intervalo médio entre dois marcadores de 0,46 cM.

Uma das aplicações de maior importância dos mapas genéticos é no entendimento de caracteres quantitativos nos estudos de mapeamento de QTLs. Definem-se como quantitativos (ou complexos) aquelas características determinadas por um número elevado de genes e que sofrem influência de fatores ambientais em diferentes graus. Os fenótipos resultantes da expressão desses genes apresentam uma variação contínua na população em vez de classes discretas, como observado nos caracteres de herança mendeliana simples. A variação contínua inviabiliza o agrupamento dos genótipos em classes, tornando o indivíduo *per se* uma unidade de estudo de pouco valor. Assim, para os estudos de características complexas, faz-se necessário utilizar modelos quantitativos que contemplam um tipo de herança que é determinada pela segregação de vários locos, sendo que cada um deles apresenta um pequeno efeito no genótipo. Para isso, esses modelos se baseiam, na grande maioria das vezes, nos princípios de genética de populações, com ênfase nas estimativas de médias, variâncias e covariâncias.

Entende-se por QTL a região no genoma (loco) responsável pelo controle desse tipo de caráter e como mapeamento de QTL, e os estudos que focam a identificação, o posicionamento e as estimativas dos efeitos e das interações (epistasia) dos caracteres quantitativos. O fundamento teórico desses estudos baseia-se na elucidação de um oligogene ou poligene (gene controlador de um caráter de herança complexa) através de um monogene (gene controlador de um caráter de herança simples) que estiverem fisicamente ligados. Em outras palavras, a detecção e mapeamento de QTLs são feitos com base na análise da segregação conjunta dos locos marcadores moleculares (monogenes) e dos valores fenotípicos (oligogenes ou poligenes) observados. Contudo, a premissa que fundamenta essas análises é a existência de desequilíbrio de ligação entre os marcadores e os QTLs. Sem esse pré-requisito, os alelos do marcador e do QTL ocorrerão em combinações equivalentes à distribuição independente, fazendo, assim, com que não haja nenhuma associação entre os dois locos (MACKAY et al., 2009).

A exemplo dos experimentos com mapas de ligação, o referencial teórico para análises de QTL em plantas envolve, basicamente, o uso de populações experimentais derivadas de linhagem endogâmica. Os motivos são os mesmos daqueles citados anteriormente. Assim sendo, no geral, os estudos de mapeamento de QTL incluem métodos estatísticos desde as técnicas mais simples, como as análises de marcas individuais (ANOVA e regressão linear simples), até os modelos mais complexos, que envolvem a análise de múltiplas regiões do genoma simultaneamente (mapeamento por intervalos).

Para a espécie *C. canephora*, o número de QTLs mapeados ainda é considerado moderado. Entre aqueles que são relatados na literatura, destaque é dado para estudos com o loco S da incompatibilidade (LASHERMES et al., 1996); restauração da viabilidade do pólen (COULIBALY et al., 2003); características morfológicas (AMIDOU et al., 2007; ANTHOËNE et al., 2014); capacidade de embriogênese somática (PRIYONO et al., 2010); e para qualidade de bebida (LEROY et al., 2011; ANTHOËNE et al., 2014). Entre esses, os estudos relacionados à qualidade de bebida merecem destaque pela importância econômica e atenção que vêm ganhando nos programas



de melhoramento genético de café conilon. O primeiro trabalho que se propôs a estudar a arquitetura genética desse caráter em *C. canephora* foi relatado por Leroy et al. (2011). Nesse estudo, QTLs associados a características organolépticas e bioquímicas puderam ser identificados e são candidatos promissores para aplicação em programas de melhoramento genético. Além dos QTLs individuais, o estudo também relata a existência de zonas genômicas, nas quais QTLs relacionados a diferentes características foram colocalizados. Entre elas, um intervalo de 45 a 60 cM no Grupo de Ligação K acumula QTLs importantes associados com características agrônomicas e bioquímicas. Outra região de grande valia foi localizada no Grupo de Ligação I e QTLs relacionados à acidez, amargor, cafeína, e ácidos clorogênicos foram colocalizados. A demonstração de que a variabilidade genética de compostos químicos, tais como a cafeína e os ácidos clorogênicos, está relacionada com a variabilidade genética da qualidade de bebida (acidez e amargor) é considerada o principal resultado do estudo.

Apesar do avanço crescente dos métodos de SAM, os estudos de mapeamento de QTLs ainda merecem destaque pelo caráter investigativo que eles possuem. Mesmo com o avanço rápido e a eficiência comprovada dos métodos de seleção genômica, que será melhor detalhada posteriormente, ressalta-se que os estudos com QTLs são especialmente interessantes no entendimento da arquitetura genética de um caráter. Estimativas de posição, número, efeito e das interações (epistasia) de caracteres quantitativos são informações exclusivas das análises de mapeamento de QTLs e podem direcionar um programa de melhoramento na medida em que auxiliam na prática da seleção e informam o progresso genético obtido no decorrer das gerações. Além disso, podem auxiliar na elucidação de questões complexas, como, por exemplo, a interação genótipo x ambiente, número de genes envolvidos e interações alélicas.

#### 4.3 SELEÇÃO GENÔMICA

Uma das aplicações mais promissoras da biotecnologia no melhoramento de plantas está nos estudos que utilizam dados moleculares no

auxílio da seleção de genótipos superiores. Uma das metodologias que representa essa finalidade é denominada de Seleção Genômica Ampla (*Genomic Wide Selection - GWS*).

Tradicionalmente, a seleção e o monitoramento dos ganhos nos programas de melhoramento são realizados considerando apenas informações fenotípicas. Apesar da importância e da eficácia desses procedimentos, resultados mais acurados podem ser obtidos à medida que informações moleculares forem incorporadas nos modelos de predição genética. A primeira proposta com essa finalidade foi descrita na década de 90 com o advento das técnicas de marcadores moleculares e foi denominada de seleção assistida por marcadores (*MAS - Marker assisted selection*) (LANDE; THOMPSON, 1990). Em linhas gerais, a abordagem baseia-se no desenvolvimento de populações de mapeamento e posterior associação entre fenotípicos e genótipo, buscando, assim, identificar marcadores moleculares que estejam próximos a locos controladores de caracteres quantitativos (QTLs). Apesar da importância no entendimento das bases genéticas que controlam um caráter, a SAM apresenta algumas limitações que impediram a sua aplicação rotineira nos programas de melhoramento, como: i) necessidade do estabelecimento de análise de ligação entre marcador e QTL, o que torna os resultados válidos apenas para a família (população) em estudo; e ii) identificação de QTLs que explicam grande porção da variação genética, o que é raro devido à natureza poligênica e a influência ambiental, os quais caracterizam a maior parte dos caracteres de importância agrônômica (RESENDE et al., 2012).

Em função dos aspectos mencionados e buscando utilizar o atrativo da genética molecular no melhoramento, Meuwissen et al. (2001) propuseram uma nova metodologia para seleção genotípica com base em dados moleculares, o que se popularizou posteriormente como GWS. Se por um lado as análises tradicionais de QTLs baseiam-se na detecção, mapeamento e utilização dos QTLs de grande efeito na seleção, por outro, a GWS pode ser definida como a seleção simultânea de centenas ou milhares de marcadores (SNPs preferencialmente), os quais cobrem o genoma de forma densa, de modo que a maioria dos genes de um loco quantitativo estejam em desequilíbrio de ligação

com uma parte dos marcadores (MEUWISSEN et al., 2001). A ideia, nesse cenário, é que marcadores associados a QTLs, independente da magnitude dos seus efeitos, sejam capazes de explicar quase a totalidade da variação genética de um caráter quantitativo. O resultado prático desse método é a sua aplicação em qualquer família ou população de interesse, alta acurácia seletiva, eficiência para caracteres de baixa herdabilidade e a exclusão das análises prévias de mapeamento genético e detecção de QTLs.

A popularização e importância dessa metodologia em estudos de genética e melhoramento de plantas podem ser enfatizados ao considerar a expressão de progresso genético ou ganho de seleção (GS), dado pelo produto entre o diferencial de seleção (DS) e a herdabilidade ( $h^2$ ). Uma derivação dessa fórmula do progresso genético é dado pela expressão  $GS = kr_{gg}S/L$ , na qual  $k$  é o diferencial de seleção padronizado,  $r$  é a acurácia seletiva,  $S$  é o desvio padrão genético do caráter da população e  $L$  é o tempo necessário para completar um ciclo seletivo (RESENDE et al., 2012). Considerando essa expressão, o uso da GWS pode alterar os quatro componentes da fórmula. Em espécies perenes, por exemplo, o benefício se dá, em especial, pelo aumento da acurácia seletiva ( $r$ ) e pela redução significativa do tempo ( $L$ ). Segundo Resende et al. (2012), o aumento de  $r$  ocorre devido à incorporação da matriz de parentesco genômica nos métodos de predição, enquanto que o componente  $L$  é reduzido pelo fato da seleção ser realizado ainda em estágios precoces (estágio de plântula ou mudas).

No caso do cafeeiro, devido ao longo período juvenil, as primeiras avaliações de campo são realizadas após três anos do plantio, o que torna o lançamento de variedades algo demasiadamente lento (10-15 anos). O uso eficiente dessa ferramenta permitiria a seleção de plantas elites ainda no estágio de mudas, além de atuar sob características de baixa herdabilidade ou de difícil mensuração. Os resultados práticos da GWS no melhoramento poderiam ser resumidos em: alta acurácia seletiva, ou seja, maior do que a acurácia via seleção fenotípica (MEUWISSEN et al., 2001; HABIER et al., 2007; GODDARD; HAYES, 2007); economia de tempo; e redução dos custos.

Tais aspectos, mencionados acima, fazem da GWS um produto do terceiro milênio com perspectivas

reais de sucesso em programas aplicados de melhoramento genético de café conilon. Para tanto, os requerimentos para sua implementação envolvem, basicamente, determinação e análise de três populações:

i) População de estimação: também denominada de população de treinamento, descoberta ou referência, formada por um número moderado de indivíduos que serão genotipados e fenotipados para as características de interesse. As informações geradas constituirão um banco de dados usados na construção de um modelo de predição, no qual cada marcador molecular terá o seu efeito estimado para o caráter de interesse.

ii) População de validação: de tamanho um pouco menor do que a população de estimação, essa amostra contempla indivíduos que também devem ser genotipados e fenotipados para a característica de interesse, gerando um conjunto de dados, cuja finalidade é computar a eficiência da equação de predição desenvolvida na etapa anterior. Para isso, os Valores Genéticos Genômicos (VGGs) dos indivíduos são estimados usando os efeitos preditos da equação da população de estimação. A correlação dos VGGs com os valores fenotípicos verdadeiros fornece a chamada acurácia da seleção genômica. Em outras palavras, ela pode ser considerada uma medida de fidelidade entre o valor fenotípico predito via modelo de predição da primeira etapa e o valor fenotípico real mensurado em campo. A magnitude dessa medida fornece informações importantes sob o poder da GWS em prever os fenótipos de um determinado caráter com base exclusivamente em dados genotípicos.

iii) População de seleção: contempla os indivíduos que serão selecionados no programa de melhoramento, através de marcadores selecionados com base no bom valor de acurácia da fase anterior. Nesse caso, as equações de predição derivadas na população de estimação são então usadas na predição dos VGGs ou fenótipos futuros dos candidatos à seleção. Ressalta-se que, nesse momento, não há necessidade da fenotipagem dos indivíduos, visto que o mérito genético e a seleção de cada genótipo serão mensurados pela predição dos VGGs. O uso apenas de informações moleculares no processo de seleção permite que essa etapa seja realizada ainda na fase de plântula ou de muda.

É importante citar que essas três etapas, apesar de serem conceitualmente distintas, não necessitam de populações fisicamente separadas, ou seja, uma única população pode exercer as três funções ao mesmo tempo. Evidências sugerem que a acurácia da predição genômica aumenta à medida que o número de genótipos da população de estimação se eleva. Adicionalmente, outro fator a ser considerado no cômputo da acurácia é a existência de uma relação direta entre a população de estimação e de seleção.

Em programas de melhoramento genético de cafeeiro, essas populações podem ser derivadas a partir de ciclos de seleção recorrente, testes clonais, análises de dialelos e cruzamentos controlados.

Dadas as etapas de implementação da GWS, nota-se que o fator-chave da abordagem é a construção de modelos de predição fidedignos que contemplem a estimação dos efeitos dos marcadores. Tradicionalmente, essa predição era realizada em duas etapas, que envolviam a identificação de marcadores significantes e depois a sua combinação em um modelo de regressão múltipla, no qual os marcadores são as variáveis preditoras, e os fenótipos a variável resposta (LANDE; THOMPSON, 1990). No entanto, o foco nas últimas décadas tem sido os métodos de seleção genômica, nos quais todos os marcadores são incluídos em um modelo de predição numa única etapa.

No contexto de modelos lineares, uma solução trivial para a estimativa de parâmetros em modelos de regressão linear múltipla seria o uso do método de Mínimos Quadrados Ordinários (em inglês *Ordinary Least Square* - OLS) ou Máxima Verossimilhança (em inglês *Maximum Likelihood Estimation* - ML). Porém, nesse cenário, no qual o número de efeitos a serem estimados (número de marcadores) é muito maior do que o número de observações (medições fenotípicas), o uso da teoria clássica de modelos lineares torna-se inadequado, sobretudo, por problemas de dimensionalidade (observações < parâmetros) e colinearidade das variáveis preditoras. Para contornar essas dificuldades, algumas soluções foram propostas. A mais significativa delas é tratar os efeitos dos marcadores como aleatório nos modelos de regressão penalizada e Bayesiana.

Segundo Resende et al. (2012), um modelo ideal para GWS deve contemplar três atributos: i) acomodar a arquitetura genética do caráter em termos de genes de pequeno e grande efeito e suas distribuições; ii) regularizar o processo de estimação na presença de multicolinearidade e de grande número de marcadores usando, para isso, estimadores do tipo *shrinkage*; e iii) ser capaz de realizar a seleção de covariáveis (marcadores) que afetam a característica de interesse. Nesse contexto, as principais metodologias de GWS podem ser divididas em três classes: regressão explícita (métodos de estimação penalizado e Bayesiana), regressão implícita (regressão de Kernel e redes neurais) e regressão com redução da dimensionalidade (componentes principais e quadrados mínimos parciais).

Estudos comparativos entre modelos de predição já foram realizados em diferentes cenários para espécies e características distintas. No entanto, o que se observa é a ausência de um método ótimo que seja eficiente para todas as situações. Atualmente, o uso dos métodos de regressão explícita tem sido preferido nos estudos envolvendo dados reais. Entre esses, o método G-BLUP é o mais comumente utilizado, sobretudo, pela facilidade de implementação em softwares destinados à análise de modelos mistos. Além desse, os métodos Bayesianos (BayesA, BayesB, BayesC) vêm ganhando destaque, principalmente, pela maior flexibilidade com os quais pressuposições são adicionadas aos modelos preditivos. O resultado prático dessas escolhas permitirá que o modelo acomode pressuposições genéticas distintas, tais como um grande número de marcadores com efeitos nulos ou, então, todos os SNPs com efeitos pequenos, por exemplo. Essas diferenças de pressuposições fazem com que alguns modelos se comportem melhor do que outros dependendo da arquitetura genética do caráter quantitativo considerado (DE LOS CAMPOS et al., 2013).

Estudos aplicados de GWS são relatados com frequência em pesquisas com genética animal e, em menor escala, em espécies vegetais. No melhoramento de plantas, destacam-se os estudos realizados em milho, trigo, soja e eucalipto. Apesar da relevância, o número de estudos teóricos e aplicados em café estão em fase inicial.

## 5 RECURSOS GENÔMICOS

Os métodos para se analisar a estrutura e função de genes em larga escala, denominados coletivamente de tecnologia genômica, têm proporcionado uma enorme produção de informações e a geração de bancos de dados de sequências de DNA, que possibilitam a identificação dos fatores genéticos determinantes e/ou associados com características de interesse agrônomo.

Segundo Meidanis (2005), sequenciar um genoma é obter a sequência literal das bases nitrogenadas que constituem o genoma inteiro ou, pelo menos, de grandes trechos dele. Usam-se as expressões genoma estrutural e genoma funcional para designar, respectivamente, projetos de sequenciamento completo e de sequenciamento amostral de genomas. Ambas as estratégias exigem que sejam coletados grandes volumes de dados em forma de sequências.

### 5.1 SEQUENCIAMENTO FUNCIONAL DO CAFÉ - PROJETO BRASILEIRO GENOMA CAFÉ

Pesquisadores brasileiros de diferentes instituições de pesquisa e ensino sequenciaram o genoma de café em um grande projeto em rede, no período de 2002 a 2004. Como na época o custo era muito elevado para sequenciar o genoma completo, optou-se em sequenciar apenas parte do genoma (sequenciamento funcional), ou seja, realizou-se o sequenciamento amostral do genoma, conhecido como Etiquetas de Sequências Expressas (em inglês *Expressed Sequence Tags* - ESTs), sendo sequenciados apenas genes expressos pelo organismo. Genes expressos são aqueles que se encontram ativos no momento e nas condições da análise. Dessa forma, ESTs são sequências de DNA que representam pedaços de RNA mensageiro (mRNA), que revelam os genes expressos em um tecido ou órgão em determinada situação fisiológica ou patológica (VIEIRA, 2003).

O primeiro passo do Projeto Brasileiro Genoma Café foi a obtenção de bibliotecas de ESTs, as quais foram desenvolvidas de mRNAs extraídos e isolados de células e tecidos de diferentes plantas em diferentes estádios de desenvolvimento e condições ambientais das espécies *C. arabica*, *C. canephora* e *C. racemosa*. Essa estratégia, apesar de não abranger todo o genoma da espécie,

permite a identificação de genes relacionados com processos biológicos de interesse, de maneira mais rápida e eficiente. Em *C. canephora*, por exemplo, trabalhou-se mais especificamente com tecidos de plantas tolerantes e sensíveis à seca. Dessa forma, genes diretamente relacionados com mecanismos de tolerância à seca podem ser isolados a partir das sequências específicas obtidas de plantas resistentes e suscetíveis e poderão ser utilizados tanto como marcadores moleculares durante o processo de seleção quanto como genes candidatos a participar de um programa de pesquisa envolvendo a transformação genética de plantas. A expressão dos genes de interesse é comparada em genótipos que apresentam diferenças fenotípicas para a característica em estudo.

A primeira etapa do Projeto Brasileiro Genoma Café, realizada no período de fevereiro de 2002 a fevereiro de 2004, foi liderada e coordenada pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D-Café<sup>2</sup>) e executado pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do São Paulo (Fapesp). O projeto contou também com intensa participação das Universidades Estaduais Paulistas (Unicamp, USP e Unesp), Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) e Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) nas discussões técnicas e no fornecimento de material genético para a construção das bibliotecas gênicas. Os materiais utilizados para a construção das bibliotecas de cDNA de *C. arabica* e *C. racemosa* foram oriundos da coleção de germoplasma do IAC e de *C. canephora* do Incaper (VIEIRA et al., 2005).

O Projeto Brasileiro Genoma Café gerou 130.792, 12.381 e 10.566 sequências EST de *C. arabica*, *C. canephora* e *C. racemosa*, respectivamente, reunidos em 33 mil unigenes (VIEIRA et al., 2006) e foi o primeiro sequenciamento mundial do genoma funcional do cafeeiro. Isso permitiu a identificação

<sup>2</sup> O consórcio, criado em 1997, envolve 12 Estados da Federação, é composto por 40 instituições de pesquisa e desenvolvimento, entre elas as fundadoras Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Empresa Baiana de Desenvolvimento Agropecuário (EBDA), Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro - RIO), Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo (MA/SARC), Universidade Federal de Lavras (UFLA) e Universidade Federal de Viçosa (UFV).



de mais de 30 mil genes, responsáveis pelos diversos mecanismos fisiológicos de crescimento e desenvolvimento do cafeeiro. O banco de dados obtido originou-se do sequenciamento de várias bibliotecas de cDNA, ou seja, sequências de DNA correspondentes aos genes expressos nos vários tecidos da planta (folhas, raízes, frutos, flores e ramos – sadios e submetidos a estresses bióticos e abióticos – pragas, doenças, frio, calor e seca), em diversos estágios de desenvolvimento.

Após o sequenciamento, iniciou-se o segundo passo do projeto, chamado de “anotação”, que consistiu em delimitar os genes e atribuir funções às sequências. Esse processo visa a agregar valor à base de dados gerada no âmbito do Projeto Brasileiro Genoma Café através da realização do processo de anotações das mais de 30 mil sequências gênicas diferentes identificadas de forma a facilitar o acesso e a utilização dos dados pelos diversos pesquisadores envolvidos nos programas de melhoramento genético do cafeeiro (CAIXETA et al., 2003). O processo de anotação de uma sequência baseia-se em comparação via programa informatizado com volumosos bancos de dados contendo milhões de outras sequências. Se uma similaridade significativa for encontrada, há indícios de que a sequência a ser anotada pode ter a mesma função. Posteriormente, as informações geradas são cuidadosamente examinadas por vários laboratórios que se dedicam à mineração ou prospecção dos dados (nessa fase, são comparadas semelhanças entre genes da espécie de interesse e genes de outras espécies previamente identificadas).

A atividade de um gene é expressa em diferentes níveis, incluindo RNA, proteínas e metabólitos. O papel fundamental do DNA é armazenamento da informação genética. Para tal, regiões específicas do DNA, os genes, são copiados em moléculas de RNA, mais especificamente em mRNA, por um processo conhecido como transcrição. Esses RNAs sofrem modificações, e a informação contida na molécula de RNA é então traduzida para uma sequência de aminoácidos formando as proteínas, que podem também sofrer modificações (LEE, 2001; CAIXETA et al., 2003).

Assim, estudos adicionais vêm sendo realizados para definir com confiabilidade a função do gene, com a utilização de outras ferramentas biotecnológicas de elevado desempenho, denominadas de

transcriptoma, proteoma e metaboloma, em que: i) transcriptoma - realiza estudos sobre a expressão gênica, que mede a concentração de RNA do tecido ou organismo em questão; compreende o conjunto de moléculas de RNA provenientes de um genoma ou tecido; ii) proteoma - realiza estudos sobre o perfil proteico de um organismo; refere-se a proteínas expressas por um genoma ou tecido; e iii) metaboloma - objetiva identificar e quantificar a composição total de metabólitos de um organismo; metabólitos podem ser definidos como produtos finais da expressão de genes.

No Projeto Brasileiro Genoma Café, os principais objetivos definidos no plano de pesquisa inicial foram determinar os genes expressos nos diversos tecidos e órgãos, assim como em situações de estresses bióticos e abióticos, e construir mapas genéticos de café com alta qualidade visando a aumentar a densidade de marcadores moleculares para auxiliar o melhoramento de novas variedades (VIEIRA, 2003; VIEIRA et al., 2006).

## 5.2 SEQUENCIAMENTO FUNCIONAL DO CAFÉ POR DIFERENTES GRUPOS DE PESQUISA

Nos últimos anos, diferentes grupos de pesquisa têm produzido grandes conjuntos de sequências EST em café, além do brasileiro. O grupo de pesquisa CENICAFÉ produziu 32.961 ESTs de *C. arabica* cv. Caturra, originados dos tecidos de folhas, frutos e flores, montados em 10.799 unigenes (MONTROYA et al., 2006). No Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento (IRD) francês, foram produzidos 10.420 ESTs a partir de bibliotecas de cDNA de *C. canephora*, obtidos de frutos e folhas, os quais foram montados em 5.534 unigenes potenciais (PONCET et al., 2006). A Nestlé e a Universidade de Cornell produziram 47 mil ESTs (13.175 unigenes) (LIN et al., 2005). A partir de duas cultivares de *C. arabica* (Catuai vermelho e Bourbon vermelho), 1.587 ESTs foram produzidos para desenvolver um *microarray* de cDNA contendo 1.506 ESTs de folhas e raízes embrionárias (DE NARDI et al., 2006).

Atualmente, alguns bancos de dados encontram-se disponíveis para a comunidade científica. O GenBank, por exemplo, oferece acesso a 187.715 ESTs de *C. arabica*, 70.407 ESTs de *C. canephora*, e *C. racemosa* com 10.838 ESTs (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>). De forma similar, a

Universidade de Cornell, em parceria com a Nestlé, disponibilizou cerca de 47 mil ESTs provenientes de cinco bibliotecas de cDNA de *C. canephora* (<http://www.sgn.cornell.edu/content/coffee.pl>). Do agrupamento e montagem desses 47 mil ESTs, identificaram-se 13.175 unigenes, que foram utilizados na análise comparativa com repertórios de genes de *Arabidopsis* e de tomate (*Solanum lycopersicum*). Na comparação computacional realizada, observou-se maior conservação das sequências entre *C. canephora* e tomate (ambos do clado Euasterid) do que entre *C. canephora* e *Arabidopsis* (clado Eurosíd). Esse número considerável de sequências representa um recurso valioso para estabelecer um catálogo de genes para o gênero *Coffea*. No entanto, na ausência de softwares robustos de previsão de genes específicos de *Coffea*, recomenda-se que sejam realizados com algoritmos de previsão, treinados com os genes de Eurosíds (GUYOT et al., 2009). Na comparação computacional realizada, observou-se maior conservação das sequências entre *C. canephora* e tomate (ambos do clado Euasterid) do que entre *C. canephora* e *Arabidopsis* (clado Eurosíd). Esse número considerável de sequências representa um recurso valioso para estabelecer um catálogo de genes para o gênero *Coffea*. No entanto, na ausência de softwares robustos de previsão de genes específicos para *Coffea*, recomenda-se que sejam realizados com algoritmos de previsão treinados com os genes de Eurosíds (GUYOT et al., 2009).

O desenvolvimento de marcadores moleculares a partir do sequenciamento em larga escala de ESTs (VIEIRA et al., 2006) constituiu o primeiro passo para a genômica do cafeeiro e foi essencial para i) avaliar a diversidade genética dentro das duas principais espécies cultivadas *C. canephora* e *C. arabica*; ii) analisar a diversidade de espécies selvagens e as relações filogenéticas dentro do gênero; iii) detectar introgressões e rearranjos estruturais; iv) identificar QTLs; e vi) caracterizar os principais genes de interesse (ALVARENGA et al., 2010, 2011; VIDAL et al., 2010; VIEIRA et al., 2010; MISHRA et al., 2011; PEREIRA et al., 2011).

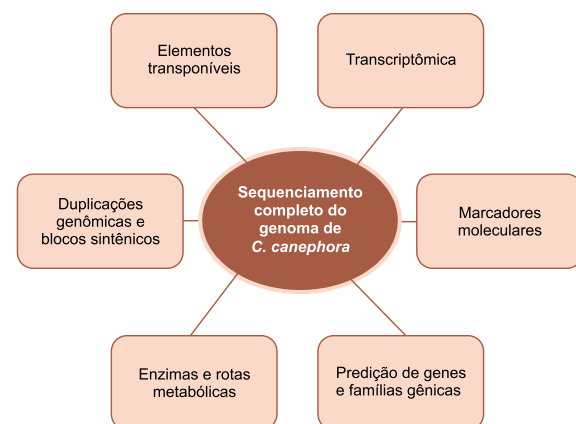
### 5.3 SEQUENCIAMENTO COMPLETO DO GENOMA DE *Coffea canephora*

O avanço técnico, com o sequenciamento de nova geração (NGS), e o esforço internacional

obtido com a criação de um consórcio de pesquisa composto por 11 países (Brasil, França, Itália, Canadá, Alemanha, China, Espanha, Indonésia, Austrália, Índia e Estados Unidos) permitiram o sequenciamento completo inédito para a espécie *C. canephora*. Esses países se uniram à tarefa de sequenciar, um a um, os genes que codificam as proteínas e também daquelas sequências de DNA não expressas, e ordená-las em cada cromossomo.

O projeto iniciou-se em 2010 utilizando-se tecnologias de sequenciamento de nova geração (NGS) associadas a informações já disponíveis para o gênero, como de marcadores moleculares, bancos de sequências parciais e mapas genéticos (BERTRAND, 2010).

A conclusão do sequenciamento completo do genoma de *C. canephora* foi anunciada na revista *Science* no dia 5 de setembro de 2014 (DENOEUDE et al., 2014). Tal sequenciamento foi realizado utilizando sete acessos da espécie *C. canephora*, que representavam grande parte dos grupos genéticos. A análise dos 569.9 Mb de DNA, obtida por sequenciamento Sanger (ABI3730xl) e por sequenciamento de nova geração (Roche/454 GSFLX e Illumina GAllx), gerou grande conteúdo de informação, e possibilitou conhecer a estrutura do material genético (Figura 1). Verificou-se, por exemplo, a presença de 25.574 genes, 448,845 elementos transponíveis classificados em *retrotransposons* e superfamílias de *transposons*, 292.125 polimorfismos de nucleotídeo simples (SNPs), 25.574 polipeptídeos, 7.597 enzimas, 231 transportadores e 330 rotas metabólicas.



**Figura 1.** Informações e áreas de estudo advindas do sequenciamento completo do cafeeiro.

**Fonte:** Deneud et al. (2014).

O sequenciamento também ofereceu informações sobre a ocorrência de um evento de duplicação de todo o genoma da espécie, que foi originada da triplicação do genoma ancestral das eudicotiledôneas, não tendo passado por nenhum evento de duplicação do genoma posteriormente. Além disso, observou-se a existência de 960 segmentos sintênicos com uva, e 1.409 com o tomate.

Genes pertencentes a famílias que sofreram expansão ao longo do tempo evolutivo (*gene ontology* - GO) foram identificados principalmente em duas categorias funcionais. Na categoria de respostas de defesa, isso ficou claro para genes relacionados à resistência a doenças, e na categoria de processos metabólicos, podem-se destacar genes envolvidos na síntese de flavonoides, isoflavonas, alcaloides, monoterpenos e ácido linoleico. Ademais, os resultados obtidos com o sequenciamento do genoma do cafeeiro possibilitaram a descoberta da ocorrência de uma evolução convergente de rotas metabólicas secundárias codificadas por genes duplicados; detectou-se que a biossíntese da cafeína (*N-methyltransferases* - NMTs) é diferente no cafeeiro, comparando-se com os gêneros *Theobroma* (cacau) e *Camellia* (chá). Ao contrário do que se acreditava, o surgimento da biossíntese de cafeína ocorreu como um evento independente, e não oriundo de um ancestral comum.

Os resultados obtidos para *C. canephora*, um dos ancestrais de *C. arabica*, irão facilitar o subsequente sequenciamento dessa espécie tetraploide. As sequências encontradas possibilitarão prever o desenvolvimento de algumas características de interesse agrônomo e acelerar o melhoramento genético do cafeeiro de características relacionadas à produtividade, qualidade, precocidade, tolerância a estresses climáticos e resistência a doenças, por exemplo. Portanto, será possível desenvolver marcadores moleculares para selecionar variedades que apresentem tais características, com acurácia e menor tempo visando à sustentabilidade e viabilidade econômica da cultura.

#### 5.4 BANCOS DE DADOS E FERRAMENTAS DE BIOINFORMÁTICA

O cafeeiro possui bancos de dados com conteúdo

acerca de marcadores moleculares, bibliotecas com Cromossomos Artificiais Bacterianos (em inglês *Bacterial Artificial Chromosomes* - BACs), mapeamento genético, QTLs, ESTs, diversidade genética, entre outras informações genéticas e moleculares. Alguns desses encontram-se relacionados no Quadro 1.

As sequências ESTs identificadas no Projeto Brasileiro Genoma Café, por exemplo, foram submetidas ao banco de dados do GenBank com os seguintes números de acesso: de GT669291 a GT734396 e de GT640310 a GT640366 para *C. arabica*, de GT645618 a GT658452 para *C. canephora* e de HO059040 a HO059057 para *C. eugenioides*, e encontram-se disponíveis para serem utilizadas em novas pesquisas (VIDAL et al., 2010).

O Genoma Café Hub é um projeto que foi criado para atender às demandas que estão surgindo após o término do sequenciamento do genoma do café. O site <http://coffee-genome.org/> possui ferramentas de bioinformática e é um grande banco de dados que integra informações genômicas, genéticas e ferramentas de bioinformática que possibilitam avaliar a sequência do genoma de *C. canephora*, a estrutura dos genes, informações sobre o produto gênico, rotas metabólicas, famílias de genes, transcriptoma, blocos sintênicos, marcadores moleculares e mapas genéticos (DEREEPER et al., 2015). Após o sequenciamento do genoma completo do cafeeiro, as ciências das “ômicas”, como a genômica, proteômica, transcriptômica, metabolômica e interactômica estão cada vez mais em evidência.

A bioinformática tem como finalidade principal desvendar a grande quantidade de dados que vem sendo obtida com as sequências de DNA e proteínas. Para o desenvolvimento de genomas completos, a informática é imprescindível, e a biologia molecular moderna não estaria tão avançada hoje, não fossem os recursos computacionais existentes. As ferramentas de bioinformática permitem trabalhar as informações dos bancos de dados para minerar textos e dados, comparar sequências, prever a localização subcelular de proteínas, analisar a co-ocorrência de sequências para detectar associações entre genes, prever a estrutura das proteínas, estudar os mecanismos envolvidos na expressão e interação dos genes, assim como a compreensão das redes funcionais estabelecidas pelas proteínas (ESPINDOLA et al., 2010).

**Quadro 1.** Relação de bancos de dados com informações genéticas e moleculares de *Coffea canephora*

Nome	Descrição
<i>Ccmb coffee database</i> – Índia	Website em construção, com banco de dados relacionado à caracterização molecular do germoplasma do cafeeiro. ( <a href="http://www.ccmb.res.in/coffeegermplasm/index.htm">http://www.ccmb.res.in/coffeegermplasm/index.htm</a> )
<i>Coffee Genome Hub</i> (CGH)	Sistema integrado de informações do cafeeiro com informações sobre estruturas e famílias gênicas, produtos gênicos, metabolismo, transcriptoma, marcadores moleculares e mapeamento genético. Software com algumas ferramentas de bioinformática. ( <a href="http://coffee-genome.org/">http://coffee-genome.org/</a> )
<i>GenBank</i>	Banco de dados do 'National Center for Biotechnology Information' (NCBI) que, entre tantas espécies, disponibiliza ESTs, sequências de DNA, RNA, proteínas, sondas e literatura sobre <i>C. canephora</i> . ( <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/</a> )
<i>International Coffee Genome Network</i> (ICGN)	Banco de informações genéticas e moleculares desenvolvido por comitê internacional. ( <a href="http://www.coffeegenome.org/">http://www.coffeegenome.org/</a> )
<i>MoccaDB - IRD</i> , França	Banco de dados do 'Institute of Research for Development' (IRD), o qual disponibiliza informações de marcadores RFLP, EST-SSR, SSR, SNPs desenvolvidos a partir de <i>C. canephora</i> e/ou <i>C. arabica</i> com muitos testes de amplificação cruzada para espécies da família Rubiaceae. ( <a href="http://moccadb.mpl.ird.fr/">http://moccadb.mpl.ird.fr/</a> )
<i>The Brazilian Coffee Genome EST Project</i> - Brasil	Projeto do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café em parceria com Embrapa Café, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Fapesp e 'Agronomical & Environmental Genomes' (AEG). Possui bibliotecas de cDNA com sequências de <i>C. arabica</i> , <i>C. canephora</i> e <i>C. racemosa</i> . ( <a href="http://www.lge.ibi.unicamp.br/cafe/">http://www.lge.ibi.unicamp.br/cafe/</a> )
<i>The SOL Genomics Network</i> (SGN) - EUA	Bibliotecas de cDNA e ESTs de <i>C. canephora</i> var. Robusta divulgados pela Universidade de Cornell e Nestlé S.A. ( <a href="http://sgn.cornell.edu/">http://sgn.cornell.edu/</a> )
<i>TropGENE DB CIRAD</i> - França	Informações sobre marcadores moleculares, bibliotecas com BACs, marcadores SSR, QTLs, mapeamento, diversidade genética, estudos de associação, características morfoagronômicas de culturas tropicais, incluindo <i>C. canephora</i> . ( <a href="http://tropgenedb.cirad.fr/tropgene/JSP/interface.jsp?module=COFFEE">http://tropgenedb.cirad.fr/tropgene/JSP/interface.jsp?module=COFFEE</a> )

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reunião de esforços e dos conhecimentos resultantes do melhoramento clássico e das técnicas mais recentes de biologia molecular possibilita o alcance de uma cafeicultura focada em uma eficiente conservação e utilização dos recursos genéticos, com ganhos significativos na produtividade, na qualidade e na sustentabilidade da atividade. A seleção de genótipos assistida

por marcadores moleculares pode acelerar o progresso genético através do aumento da eficiência da seleção, com redução do tempo para o desenvolvimento de novas cultivares.

Os avanços recentes relacionados às tecnologias de sequenciamento de DNA em larga escala associados às ferramentas de genética quantitativa e bioinformática constituem um novo paradigma nas pesquisas de café, com grande potencial para



predizer com acurácia os marcadores relacionados a diferentes características de interesse no melhoramento genético e concomitantemente acelerar o processo de seleção.

Para maximizar os ganhos genéticos, há necessidade de forte integração nas diferentes áreas do conhecimento e da cultura, aliados a programas de melhoramentos bem fundamentados e com variabilidade genética.

A sistematização das informações em bancos de dados públicos é de fundamental importância para compartilhar com a comunidade científica resultados encontrados em pesquisas e permitir que, a partir desse ponto de partida, inúmeros outros estudos se desenvolvam, proporcionando o avanço da ciência.

## 7 REFERÊNCIAS

- AGWANDA, C. O.; LASHERMES, P.; TROUSLOT, P.; COMBES, M. C.; CHARRIER, A. Identification of RAPD markers for resistance to coffee berry disease, *Colletotrichum kahawae*, in arabica coffee. *Euphytica*, v. 97, n. 2, p. 241-248, 1997.
- AGGARWAL, R. K.; HENDRE, P. S.; VARSHNEY, R. K.; BHAT, P. R.; KRISHNAKUMAR, V.; SINGH, L. Identification, characterization and utilization of EST-derived genic microsatellite markers for genome analyses of coffee and related species. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 114, n. 2, p. 359-372, 2007.
- ALVARENGA, S. M.; CAIXETA, E. T.; HUFNAGEL, B.; THIEBAUT, F.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; ZAMBOLIMAND, L.; SAKIYAMA, N. S. In silico identification of coffee genome expressed sequences potentially associated with resistance to diseases. *Genetics and molecular biology*, v. 33, n. 4, p. 795-806, 2010.
- ALVARENGA, S. M.; CAIXETA, E. T.; HUFNAGEL, B.; THIEBAUT, F.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S. Marcadores moleculares derivados de sequências expressas do genoma café potencialmente envolvidas na resistência à ferrugem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília: v. 46, n. 8, p. 890-898, 2011.
- AMIDOU, N.; MICHEL, N.; SERGE, H.; VALERIE, P. Genetic basis of species differentiation between *Coffea liberica* Hern and *C. canephora* Pierre: Analysis of an interspecific cross. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 54, 1011-1021, 2007.
- ANTHÔENE, V. M.; MARGIN, B.; LEFEBVRE-PANTIGNY, F.; JASSON, S.; RIGOREAU, M.; HOSSON, J.; LAMBOT, C.; CROUZILLAT, D. Comparison of three atp detection models on biochemical, sensory, and yield characters in *Coffea canephora*. *Tree Genetics & Genomes*. 10, 1541-1553, 2014.
- BERTRAND, B. *Decryption of the coffee genome has begun*. 2010. Disponível em: <<http://www.coffeegenome.org/communications/publications/CIRAD%20Article.jpg>>. Acesso em: 27 jul. 2014.
- BORÉM, A. *Melhoramento de plantas*. Viçosa, MG: UFV, 1997, 574p.
- BORÉM, A.; CAIXETA, E. T. *Marcadores moleculares*. Viçosa, MG: UFV, vol. 2, 2009.
- CAIXETA, E. T., FERRÃO, L.F.V., MACIEL-ZAMBOLIM, E. Marcadores Moleculares. In: BORÉM, A.; FRITSCHKE-NETO, R. (Eds.). *Biotecnologia aplicada ao melhoramento de plantas*. Viçosa, MG: UFV, 2012.
- CAIXETA, E. T.; BAIÃO de OLIVEIRA, A. C.; ZAMBOLIM, E. M.; DINIZ, L. E. C. Avanços tecnológicos em biologia molecular: projeto genoma no melhoramento de plantas. In: ZAMBOLIM, L. (Org.). *Produção integrada de café*. Viçosa: UFV, v. 1, p. 223-246, 2003.
- CAIXETA, E. T.; OLIVEIRA, A. C. B. D.; BRITO, G. G. D.; SAKIYAMA, N. S. Tipos de marcadores moleculares. In: BORÉM, A.; CAIXETA, E. T. (Eds.). *Marcadores Moleculares*. Viçosa, MG: UFV, 2, p. 9-78, 2009.
- CAVALLI, S. S. Polimorfismos moleculares. In: FREITAS, L. B.; BERED, F. (Eds.). *Genética & evolução vegetal*. Porto Alegre: UFRGS, p.311-332, 2003.
- COMBES, M. C.; ANDRZEJEWSKI, S.; ANTHONY, F.; BERTRAND, B.; ROVELLI, P.; GRAZIOSI, G.; LASHERMES, P. Characterization of microsatellite loci in *Coffea arabica* and related coffee species. *Molecular Ecology*, v. 9, n. 8, p. 1178-1180, 2000.
- CORREA, V. R.; DOS SANTOS, M. F. A.; ALMEIDA, M. R. A.; PEIXOTO, J. R.; CASTAGNONE-SERENO, P.; CARNEIRO, R. M. D. G. Species-specific DNA markers for identification of two root-knot nematodes of coffee: *Meloidogyne arabicida* and *M. izabethensis*. *European journal of plant pathology*, v. 137, n. 2, p. 305-313 2013. .
- COULIBALY, I.; REVOL, B.; NOIROT, M.; PONCET, V.; LORIEUX, M.; CARASCO-LACOMBE, C.; MINIER, J.; DUFOUR, M.; HAMON, P. AFLP and SSR polymorphism in a *Coffea* interspecific backcross progeny [(*C. heterocalyx* x *C. canephora*)]. *Theor Appl*

- Genet*, v. 107, n. 6, p. 1148-1155, 2003.
- CURI, S. M.; CARVALHO, A.; MORAES, F. P.; MONACO, L. C.; ARRUDA, H. D. Novas fontes de resistência genética de *Coffea* no controle do nematóide do cafeeiro, *Meloidogyne exigua*. *O biológico*, v. 36, n. 10, p. 293-295, 1970.
- DE LOS CAMPOS, G.; HICKEY, J. M.; PONG-WONG, R.; DAETWYLER, H. D.; CALUS, M. P. Whole genome regression and prediction methods applied to plant and animal breeding. *Genetics*, v. 193, n. 2, p. 327-345, 2013.
- DE NARDI, B.; DREOS, R.; DEL TERRA, L.; MARTELLOSI, C.; ASQUINI, E.; TORNINCASA, P.; GASPERINI D.; PACCHIONI, B.; RATHINAVELU, R.; PALLAVICINI, A.; GRAZIOSI, G. Differential responses of *Coffea arabica* L. leaves and roots to chemically induced systemic acquired resistance. *Genome*, v. 49, n. 12, p. 1594-1605, 2006.
- DENOEUDE, F. et al. The coffee genome provides insight into the convergent evolution of caffeine biosynthesis. *Science*, v. 345, n. 6201, p.1181-1184, 2014.
- DEREEPER, A.; BOCS, S.; ROUARD, M.; GUIGNON, V.; RAVEL, S.; TRANCHANT-DUBREUIL, C.; PONCET, V.; GARSMEUR, O.; LASHERMES, P.; DROC, G. The coffee genome hub: a resource for coffee genomes. *Nucleic acids research*, v. 43, n. 1, p. 1028-1035, 2015.
- DESCHAMPS, S.; LLACA, V.; MAY, G. D. Genotyping-by-sequencing in plants. *Biology*, v. 1, n. 3, p. 460-483, 2012.
- DINIZ, L. E. C. *Mapeamento físico da região cromossômica próxima ao gene de resistência a Meloidogyne exigua (MEX-1) em Coffea arabica*. 2004, 101 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Viçosa: UFV, 2004.
- DINIZ, L. E. C.; RUAS, P. M.; RUAS, C. D. F.; SERA, T. O uso de RAPD associado a enzimas de restrição para detectar variabilidade genética no Banco de Germoplasma de *Coffea arabica* L. do IAPAR. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000. Poços de Caldas, MG. *Resumos expandidos...* Brasília: Embrapa Café e MINASPLAN. v. 1. p. 550-556, 2000.
- DINIZ, L. E.; SAKIYAMA, N. S.; LASHERMES, P.; CAIXETA, E. T.; OLIVEIRA, A. C. B.; ZAMBOLIM, E. M.; LOUREIRO, M. E.; PEREIRA, A. A.; ZAMBOLIM, L. Analysis of AFLP markers associated to the Mex-1 resistance locus in Icatu progenies. *Crop breeding and applied technology*, v. 5(4), p. 387-393, 2005.
- ELSHIRE, R. J.; GLAUBITZ, J. C.; SUN, Q.; POLAND, J. A.; KAWAMOTO, K.; BUCKLER, E. S.; MITCHELL, S. E. A robust, simple genotyping-by-sequencing (GBS) approach for high diversity species. *PLoS one*, v. 6, n. 5, p. e19379, 2011.
- ESPINDOLA, F. S. et al. Recursos de bioinformática aplicados às ciências ômicas como genômica, transcriptômica, proteômica, interatômica e metabolômica = Bioinformatic resources applied on the omic sciences as genomic, transcriptomic, proteomic, interatomic and metabolomic. *Bioscience Journal*, v. 26, n. 3, 2010.
- FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; BARBOSA, W. M.; FERRÃO, R. G. Variabilidade genética em *Coffea canephora* com base em marcadores RAPD. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina, PR. *Anais...* Embrapa Café: Núcleo Biotecnologia Aplicada à Cadeia Agroindustrial do Café, p.3, 1 CD ROOM, 2005.
- FERRÃO, M. A. G.; DA FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; BARBOSA, W. M.; SOUZA, E. M. R. Genetic divergence in conilon coffee revealed by RAPD markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 9, n. 1, p. 67-74, 2009.
- FERRÃO, L. F. V.; CAIXETA, E. T.; SOUZA, F. D. F.; ZAMBOLIM, E. M.; CRUZ, C. D.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S. Comparative study of different molecular markers for classifying and establishing genetic relationships in *Coffea canephora*. *Plant systematics and evolution*, v. 299, n. 1, p. 225-238, 2013.
- FERRÃO, L. F. V.; CAIXETA, E. T.; CRUZ, C. D.; DE SOUZA, F. F.; FERRÃO, M. A. G.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S. The effects of encoding data in diversity studies and the applicability of the weighting index approach for data analysis from different molecular markers. *Plant Systematics and Evolution*, v. 300, n. 7, p. 1649-1661, 2014.
- FERRÃO, L. F. V.; CAIXETA, E. T.; PENA, G.; ZAMBOLIM, E. M.; CRUZ, C. D.; ZAMBOLIM, L.; FERRÃO, M. A. G.; SAKIYAMA, N.S. New EST-SSR markers of *Coffea arabica*: transferability and application to studies of molecular characterization and genetic mapping. *Molecular Breeding*. v.35, p.31 - 35, 2015
- FERRER, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. *Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética*. 3. ed. Brasília: Embrapa/Cenargen, 1998. 220p. (Embrapa/Cenargen DOC 20)
- GLAUBITZ J.; CASSTEVENST.; ELSHIRE R.; HARRIMAN J.; CASSTEVENST. TASSEL 3.0. Genotyping by

- Sequencing (GBS) pipeline documentation. 2013.
- GODDARD M. E.; HAYES, B. J. Genomic selection, *J. Anim. Breed. Genet.*, v. 124, p. 323–330, 2007.
- GRATTAPAGLIA, D.; SEDEROFF, R. Genetic linkage maps of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus urophylla* using a pseudo-testcross: mapping strategy and RAPD markers. *Genetics*, v. 137, n. 4, p. 1121-1137, 1994.
- GUYOT, R.; DE LA MARE, M.; VIADER, V.; HAMON, P.; CORITON, O.; BUSTAMANTE-PORRAS, J.; PONCET V.; CAMPA C.; HAMON S.; DE KOCHKO, A. Microcollinearity in an ethylene receptor coding gene region of the *Coffea canephora* genome is extensively conserved with *Vitis vinifera* and other distant dicotyledonous sequenced genomes. *BMC plant biology*, v. 9, n. 1, p. 22, 2009.
- HABIER, D.; FERNANDO, R. L.; DEKKERS, J. C. M. The impact of genetic relationship information on genome-assisted breeding values. *Genetics*, v. 177, n. 4, p. 2389-2397, 2007.
- IVAMOTO, S. T.; POT, D.; LANNES, S. D.; DOMINGUES, D. S.; VIEIRA, L. G. E.; PEREIRA, L. F. P. Diversidade nucleotídica de genes envolvidos na biossíntese de ácidos clorogênicos de cafeeiros. *Coffee Science*, v. 8, n. 2, p. 148-156, 2013.
- LANDE, R.; THOMPSON, R. Efficiency of marker-assisted selection in the improvement of quantitative traits. *Genetics*, v. 124, n. 3, p. 743-756, 1990.
- LASHERMES, P. Breeding tools for durable resistance to nematodes (*Meloidogyne* spp). IN: PROC. EEPF 2002 (6<sup>th</sup> Conference of European Foundation for Plant Pathology): *Disease Resistance in Plant Pathology* (September 8-14, 2002, Prague, République Tchèque), Résume W-4, page 120, 2002.
- LASHERMES, P. Breeding tools for durable resistance to nematodes (*Meloidogyne* spp) of coffee varieties. *Plant Protection Science*, sous presses, 2003.
- LASHERMES, P.; COUTURON, E.; MOREAU, N.; PAILLARD, M.; LOUARN, J. Inheritance and genetic mapping of self-incompatibility in *Coffea canephora* Pierre. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 93, n. 3, p. 458-462, 1996a.
- LASHERMES, P.; TROUSLOT, P.; ANTHONY, F.; COMBES, M. C.; CHARRIER, A. Genetic diversity for RAPD markers between cultivated and wild accessions of *Coffea arabica*. *Euphytica*, v. 87, n. 1, p. 59-64, 1996b.
- LASHERMES, P.; PACZEK, V.; TROUSLOT, P.; COMBES, M. C.; COUTURON, E.; CHARRIER, A. Brief communication. single-locus inheritance in the allotetraploid *Coffea arabica* L. and interspecific Hybrid *C. arabica* X *C. canephora*. *Journal of Heredity*, v. 91, n. 1, p. 81-85, 2000a.
- LASHERMES, P.; ANDRZEJEWSKI, S.; BERTRAND, B.; COMBES, M. C.; DUSSERT, S.; GRAZIOSI, G.; TROUSLOT P.; ANTHONY, F. Molecular analysis of introgressive breeding in coffee (*Coffea arabica* L.). *Theoretical and applied genetics*, v. 100, n. 1, p. 139-146, 2000b.
- LASHERMES, P.; COMBES, M. C.; PRAKASH, N. S.; TROUSLOT, P.; LORIEUX, M.; CHARRIER, A. Genetic linkage map of *Coffea canephora*: effect of segregation distortion and analysis of recombination rate in male and female meioses. *Genome*, v. 44, n. 4, p. 589-595, 2001.
- LEFEBVRE-PAUTIGNY, F.; WU, F.; PHILIPPOT, M.; RIGOREAU, M.; ZOUINE, M.; FRASSE, P.; BOUZAYEN M.; BROUN P.; PÉTIARD, V.; TANKSLEY, S. D.; CROUZILLAT, D. High resolution synteny maps allowing direct comparisons between the coffee and tomato genomes. *Tree Genetics & Genomes*, v. 6, n. 4, p. 565-577, 2010.
- LEROY, T.; DE BELLIS, F.; LEGNATE, H.; KANANURA, E.; GONZALES, G.; PEREIRA, L. F.; ANDRADE, A. C.; CHARMETANT, P.; MONTAGNON, C.; CUBRY P.; MARRACCINI, P.; POT, D.; DE KOCHKO, A. Improving the quality of African robustas: QTLs for yield-and quality- related traits in *Coffea canephora*. *Tree Genetics & Genomes*. v. 7, n. 4, p. 781-798, 2011.
- LIMA, E. A. de; FURLANETTO, C.; NICOLE, M.; GOMES, A. C.; ALMEIDA, M. R. A.; JUNIOR, A. J.; CORREA, V. R.; SALGADO, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; CARNEIRO, R. M. D. G. The multi-resistant reaction of drought-tolerant Coffee -conilon clone 14' to *Meloidogyne* spp. and late hypersensitive-like response in *Coffea canephora*. *Phytopathology*, v.01, 2015.
- LIN, M., LOU, X. Y.; CHANG, M.; WU, R. A general statistical framework for mapping quantitative trait loci in nonmodel systems: issue for characterizing linkage phases. *Genetics*, Bethesda, v. 165. p. 901-913, 2003.
- LIN, C.; MUELLER, L. A.; MC CARTHY, J.; CROUZILLAT, D.; PETIARD, V.; TANKSLEY, S. D. Coffee and tomato share common gene repertoires as revealed by deep sequencing of seed and cherry transcripts. *Theoretical and applied genetics*, v. 112, n. 1, p. 114-130, 2005.

- LIU, B. H. *Statistical genomics: linkage, mapping, and QTL analysis*. CRC Press, 1998.
- MACKAY, T. F. C.; STONE, E. A.; AYROLES, J. F. The genetics of quantitative traits: challenges and prospects. *Nature Reviews Genetics*, v. 10, n. 8, p. 565-577, 2009.
- MALUF, M. P.; SILVESTRINI, M.; RUGGIERO, L. M. D. C.; GUERREIRO FILHO, O.; COLOMBO, C. A. Genetic diversity of cultivated *Coffea arabica* inbred lines assessed by RAPD, AFLP and SSR marker systems. *Scientia Agricola*, v. 62, n. 4, p. 366-373, 2005.
- MARRACCINI, P.; VINECKY, F.; ALVES, G. S.; RAMOS, H. J.; ELBELT, S.; VIEIRA, N. G.; CARNEIRO, F. A.; SUJII, P. S.; ALEKCEVETCH, J. C.; SILVA, V. A.; DAMATTA, F. M.; FERRÃO, M. A. G.; LEROY, T.; POT, D.; VIEIRA L. G. E.; DA SILVA, F. R.; ANDRADE, A. C. Differentially expressed genes and proteins upon drought acclimation in tolerant and sensitive genotypes of *Coffea canephora*. *Journal of experimental botany*, v. 63, p. 103, 2012.
- MEIDANIS, J. Análise genômica, mapeamento e análise de QTLs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 2003, Gramado, RS. *Curso*. Gramado: Embrapa, 1 CD ROM, 2005.
- MEUWISSEN, T. H.; HAYES, B. J.; GODDARD, M. E.; Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps., *Genetics*, v. 157, n. 4, p. 1819-29. 2001.
- MILACH, S. C. K. *Marcadores moleculares em plantas*. In: MILACH, S. C. K. (Ed.). Porto Alegre: 141p., 1998a.
- MILACH, S. C. K. Marcadores de DNA. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, n. 5, p. 14-17, 1998b.
- MISHRA, M. K.; TORNINCASA, P.; DE NARDI, B.; ASQUINI, E.; DREOS, R.; DEL TERRA, L.; RATHINAVELU, R.; ROVELLI, P.; PALLAVICINI, A.; GRAZIOSI, G. Genome organization in coffee as revealed by EST PCR-RFLP, SNPs and SSR analysis. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, London, v. 14, n. 1, p. 25-37, 2011.
- MONCADA, P.; MCCOUCH, S. Simple sequence repeat diversity in diploid and tetraploid *Coffea* species. *Genome*, v. 47, n. 3, p. 501-509, 2004.
- MONTOYA, G.; VUONG, H.; BUELL, C. R.; CRISTANCHO, M.; MONCADA, P.; YEPES, M. Sequence analysis from leaves, flowers and fruits of *Coffea arabica* var. Caturra. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE 21<sup>ST</sup>, Montpellier, France, 11-15 September, 2006. (ASIC), p. 717-721, 2007.
- MORENO, G.; CORTINA, H.; ALVARADO, G.; GAITAN, A. Utilización de los recursos genéticos de café en el programa de mejoramiento genético de *C. arabica*, en Colombia. In: *Atelier sur l'amélioration durable du caféier Coffea arabica*, CATIE, Turrialba, Costa Rica, p. 33-38, 2000.
- MOTTA, L. B.; SOARES, T. C. B.; FERRÃO, M. A. G.; CAIXETA, E. T.; LORENZONI, R. M.; SOUZA NETO, J. D. D. Molecular characterization of arabica and Conilon coffee plants genotypes by SSR and ISSR markers. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 57, n. 5, p. 728-735, 2014.
- MUSOLI, P.; CUBRY, P.; ALUKA, P.; BILLOT, C.; DUFOUR, M.; DE BELLIS, F.; POT, D.; BIEYSSE, D.; CHARRIER, A.; LEROY, T. Genetic differentiation of wild and cultivated populations: diversity of *Coffea canephora* Pierre in Uganda. *Genome*, v. 52, n. 7, p. 634-646, 2009.
- NOIR, S.; ANTHONY, F.; BERTRAND, B.; COMBES, M. C.; LASHERMES, P. Identification of a major gene (Mex-1) from *Coffea canephora* conferring resistance to *Meloidogyne exigua* in *Coffea arabica*. *Plant Pathology*, v. 52, n. 1, p. 97-103, 2003.
- OROZCO-CASTILLO, C.; CHALMERS, K. J.; WAUGH, R.; POWELL, W. Detection of genetic diversity and selective gene introgression in coffee using RAPD markers. *Theoretical Applied Genetics*, v. 87, n. 8, p. 934-940, 1994.
- PAILLARD, M.; LASHERMES, P.; PÉTIARD, V. Construction of a molecular linkage map in coffee. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 93, n. 1-2, p. 41-47, 1996.
- PEREIRA, G. S.; PADILHA, L.; PINHO, E. V. R. V.; TEIXEIRA, R. D. K. S.; CARVALHO, C. H. S. D.; MALUF, M. P.; CARVALHO, B. L. D. Microsatellite markers analysis of resistance to coffee leaf miner in Arabica Coffee. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 46, n. 12, p. 1650-1656, 2011.
- POLAND, J.A.; RIFE, T.W. Genotyping-by-sequencing for plant breeding and genetics. *The Plant Genome*. v. 5, n. 3, p. 92-102, 2012.
- PONCET, V.; RONDEAU, M.; TRANCHANT, C.; CAYREL, A.; HAMON, S.; DE KOCHKO, A.; HAMON, P. SSR mining in coffee tree EST databases: potential use of EST-SSRs as markers for the *Coffea* genus. *Molecular Genetics and Genomics*, v. 276, n. 5, p. 436-449, 2006.
- PRIYONO, F.B.; LORIN, B.; RIGOREAU, M.; SUMIRAT, J. P. D. U.; MAWARDI, S.; LAMBOT, C.; BROUN, P.; PETIARD, V.; WAHYUDI, T.; DOMINIQUE CROUZILLAT.



- Somatic embryogenesis and vegetative cutting capacity are under distinct genetic control in *Coffea canephora* Pierre. *Plant Cell Reports*. v. 29, n. 4, p. 343-357, 2010.
- RANDIG, O.; BONGIOVANNI, M.; CARNEIRO, R. M.; CASTAGNONE-SERENO, P. Genetic diversity of root-knot nematodes from Brazil and development of SCAR markers specific for the coffee-damaging species. *Genome*, v. 45, n. 5, p. 862-870, 2002.
- RANDIG, O.; GOMES, R. C.; CASTAGNONE-SERENO, P. Identificação das principais espécies de Meloidogyne parasitas do cafeeiro no Brasil com marcadores SCAR-café em Multiplex-PCR. *Nematologia brasileira*, v. 28, n. 1, p. 1-10, 2004.
- RESENDE, M. D. V. de; SILVA, F. F. e; LOPES, P. S.; AZEVEDO, C. F. *Seleção genômica ampla (GWS) via modelos mistos (REML/BLUP), inferência Bayesiana (MCMC), regressão aleatória multivariada e estatística espacial*. Viçosa, MG: UFV, 2012. p. 291.
- RUAS, P. M.; RUAS, C. de F.; AZEVEDO, L. B. de; CARVALHO, V. de P.; RUAS, E. A.; SERA, T. Identificação de marcador molecular ligado ao porte de planta em *C. arabica*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 1., 2000, Poços de Caldas, MG. *Anais...* Brasília: Embrapa Café e MINASPLAN. v. 1, p. 142-144, 2000.
- SERA, T.; RUAS, P. M.; RUAS, C. D. F.; DINIZ, L. E. C.; CARVALHO, V. D. P.; RAMPIM, L.; RUAS, E. A.; SILVEIRA, S. R. da. Genetic polymorphism among 14 elite *Coffea arabica* L. cultivars using RAPD markers associated with restriction digestion. *Genetics and Molecular Biology*, v. 26, n. 1, p. 59-64, 2003.
- SILVESTRINI, M.; MALUF, M. P.; RUGGIERO, L. M. de C. de; GUERREIRO FILHO, O.; COLOMBO, C. A. Caracterização de linhagens comerciais de café através de marcadores moleculares. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 1., 2000. Poços de Caldas, MG. *Anais...* Brasília: Embrapa café: MINASPLAN, v. 1., p. 142-144. 2000.
- SILVA, D. G.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S.; SAKIYAMA C. C. H.; FONSECA, A. F. A. da; PEREIRA, A. A.; TEIXEIRA, T. A. Uso de marcadores RAPD no estudo de variabilidade em clones de *Coffea canephora* var. Conillon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1. 2000, Poços de Caldas, MG. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café e MINASPLAN, v. 1, p.134-137, 2000.
- SOUZA, F. de F.; CAIXETA, E. T.; FERRÃO, L. F. V.; PENA, G. F.; SAKIYAMA, N. S.; ZAMBOLIM E. M.; ZAMBOLIM L.; CRUZ, C. D. Molecular diversity in *Coffea canephora* germplasm conserved and cultivated in Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 13, n. 4, p. 221-227, 2013.
- TEDESCO, N. S.; SAKIYAMA, N. S.; ZAMBOLIM, L.; TEIXEIRA, T. A.; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, C. C. H. Mapeamento de gene de resistencia a ferrugem-do-cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk, et Br.) com marcador RAPD. *SEMINARIO Internacional sobre Biotecnologia na Agroindústria Cafeeira*, 3. Londrina: (Brasil), Maio 24-28, Anais, 1999.
- TIGANO, M.; de SIQUEIRA, K.; CASTAGNONE-SERENO, P.; MULET, K.; QUEIROZ, P.; DOS SANTOS, M.; TEIXEIRA, C.; ALMEIDA, M.; SILVA, J.; CARNEIRO, R. Genetic diversity of the root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* and development of a SCAR marker for this guava-damaging species. *Plant Pathology*, v. 59, n. 6, p. 1054-1061, 2010.
- TESFAYE, K.; GOVERS, K.; BEKELE, E.; BORSCH, T. ISSR fingerprinting of *Coffea arabica* throughout Ethiopia reveals high variability in wild populations and distinguishes them from landraces. *Plant Systematics and Evolution*, v. 300, n. 5, p. 881-897, 2014.
- TORNINCASA P.; FURLAN, M.; PALLAVICINI, A.; GRAZIOSI, G. Coffee species and varietal identification. In: NIMIS, P. L.; VIGNES WEBBE, R. (Eds.). *Tools for identifying biodiversity: Progress and Problems*. Trieste: Edizioni Universit' a di Trieste, p. 307-313, 2010.
- TSUCHIHASHI, Z.; DRACOPOLI, N. C. Progress in high throughput SNP genotyping methods. *Pharmacogenomics journal*, v. 2, n. 2, p. 103-110, 2002.
- VIDAL, R. O.; CARAZZOLLE, M. F.; SAMPAIO, C. L. M.; COSTA, G. G. L.; FORMIGHIERI, E. F.; POT, D.; MONDEGO, J. M. C.; PEREIRA, G. A. G. Identificação de polimorfismos de nucleotídeos únicos em montagem de ESTs de três espécies de café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL 5, 2007, Águas de Lindóia, SP. *Anais...* Brasília, D.F., Embrapa Café, 2007.
- VIDAL, R. O.; MONDEGO, J. M. C.; POT, D.; AMBRÓSIO, A. B.; ANDRADE, A. C.; PEREIRA, L. F. P.; COLOMBO, C. A.; VIEIRA, L. G. E.; CARAZZOLLE, M. F.; PEREIRA, G. A. G. A high-throughput data mining of single nucleotide polymorphisms in *Coffea* species expressed sequence tags suggests differential homeologous gene expression in the allotetraploid *Coffea arabica*. *Plant physiology*, v. 154, n. 3, p. 1053-1066, 2010.
- VIEIRA, L. G. E. Genoma funcional em plantas. In:

- CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro, BA: *Palestra...* CD-ROM, 2003.
- VIEIRA, L. G.; ANDRADE, A. C.; COLOMBO, C. A.; PEREIRA, G. A. Coffee genome project: a resource for functional genomics. In: ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; VÁRZES, V. M. P. (Eds.). *Durable resistance to coffee leaf rust*. Viçosa, MG: UFV, p. 363-396, 2005.
- VIEIRA, L. G. E. et al. Brazilian coffee genome project: an EST-based genomic resource. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 18, n. 1, p. 95-108, 2006.
- VIEIRA E. S. N.; PINHO, E. V. de R. V.; CARVALHO, M. G. G.; ESSELINK, D. G.; VOSMAN, B. Development of microsatellite markers for identifying Brazilian *Coffea arabica* varieties. *Genetics and molecular biology*, v. 33, n. 3, p. 507-514, 2010.
- VIEIRA, N. G.; CARNEIRO, F. A.; SUJII, P. S.; ALEKCEVETCH, J. C.; FREIRE, L. P.; VINECKY, F.; ELBELT, S.; SILVA, V. A.; DaMATTa, F. M.; FERRÃO, M. A. G.; MARRACCINI, P.; ANDRADE, A. C. Different molecular mechanisms account for drought tolerance in *Coffea canephora* var. conilon. *Tropical plant biology*, v. 6, n. 4, p. 181-190, 2013.
- VIGNAL, A.; MILAN, D.; SANCRISTOBAL, M.; EGGEN, A. A review on SNP and other types of molecular markers and their use in animal genetics. *Genetics Selection Evolution*, v. 34, n. 3, p. 275-306, 2002.
- VOS, P.; HOGERS, R.; BLEEKER, M.; REIJANS, M.; VAN DE LEE, T.; HORNES, M.; FRIJTERS, A.; POT, J.; PELEMAN, J.; KUIPER, M.; ZABEAU, M. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research*, v.23, p. 4407-4414, 1995.
- WELSH, J.; MCCLELLAND, M. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acids Research*, v. 18, n. 24, p. 7213-7218, 1990.
- WILLIAMS, J. G.; KUBELINK, A. R.; LIVAK, K. J.; RAFALSKI, L. A.; TINGEY, S. V. DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*, n. 18, p. 65531-6535, 1990.
- WU, R.; MA, C.-X.; PAINTER, I.; ZENG, Z.-B. Simultaneous maximum likelihood estimation of linkage and linkage phases in outcrossing species. *Theoretical Population Biology*, New York, v. 61, p. 349-363, 2002.
- ZIJLSTRA, C.; DONKERS-VENNE, D. T. H. M.; FARGETTE, M. Identification of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* using sequence characterised amplified region (SCAR) based PCR assays. *Nematology*, v. 2, n. 8, p. 847-853. 2000.









# Cultivares de Café Conilon

Romário Gava Ferrão, Maria Amélia Gava Ferrão,  
Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, Paulo Sérgio Volpi,  
Abraão Carlos Verdin Filho, José Luiz Tóffano, Paulo Henrique Tragino e  
Scheilla Marina Bragança

## 1 INTRODUÇÃO

O melhoramento genético do cafeeiro é uma das áreas de pesquisa que vêm proporcionando grandes contribuições para o aumento da produtividade e da qualidade e redução de custo de produção da cultura. Isso ocorre porque o principal objetivo da maioria dos programas de melhoramento é o desenvolvimento de cultivares superiores, que são tecnologias de custos relativamente baixos e de fácil adoção pelos produtores.

Como o cafeeiro é uma planta perene, o seu melhoramento genético para produtividade e outras características agrônomicas de interesse demanda período experimental longo, constituindo-se numa série de dificuldades para os melhoristas devido aos problemas bióticos, abióticos, de recursos, entre outros, que ocorrem durante as avaliações dos cafeeiros por vários anos consecutivos.

No desenvolvimento de cultivares de café, o conhecimento profundo da espécie, do ambiente e das tecnologias de cultivo, do processamento, da comercialização e das exigências dos consumidores é de fundamental importância.

Os programas de melhoramento genético do cafeeiro visam, sobretudo, ao aumento da produtividade, da rentabilidade e à estabilidade econômica do cafeeiro por meio da eficiência produtiva na propriedade. Esta última pode ser alcançada por meio da melhoria dos componentes do rendimento ou da produção da planta, redução do custo de produção, melhoria da qualidade do produto e estabilidade de produção (SERA; ALTEIA; PETEK, 2002).

No melhoramento genético das características quantitativas, como a produção de grãos, é mais moroso trabalhar com cafeeiro, comparativamente, do que com plantas anuais. Isso se deve à existência de um período juvenil longo, à necessidade de se avaliar, no mínimo, por quatro safras consecutivas para se conhecer a capacidade produtiva a longo prazo e a existência de acentuada oscilação anual de produção. Apesar disso, os programas de melhoramento executados em vários centros de pesquisa têm proporcionado grandes progressos genéticos.

No Espírito Santo, a espécie *Coffea canephora* foi introduzida por volta de 1912, com as primeiras sementes plantadas no Município de Cachoeiro de Itapemirim, sendo posteriormente levada para a região norte do Estado (FERRÃO, M., 2007; MERLO, 2012). Sua exploração comercial, contudo, passou a ter mais expressão a partir dos anos 60, com objetivo inicial de utilização em áreas consideradas marginais para café arábica. Salvo algumas lavouras existentes no Estado de Rondônia, nas demais regiões cafeeiras do Brasil, cultiva-se a variedade Conilon (FONSECA, 1996) introduzida a partir de seleções do grupo Kouillou (CHARRIER; BERTHAUD, 1988).

A partir de 1985, em virtude de sua importância social e econômica e dos principais problemas encontrados na produção do conilon, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), então Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (Emcapa), iniciou um programa de melhoramento genético da espécie visando, sobretudo a disponibilizar aos



cafeicultores capixabas genótipos mais adequados às suas necessidades, uma vez que, até aquela época, as cultivares usadas pelos produtores eram propagadas por sementes, com grande heterogeneidade de plantas, produção e em outras características, com dificuldade de manejo, baixo potencial geral de produção e qualidade inferior de bebida.

As estratégias de melhoramento vêm sendo formuladas, inicialmente, priorizando, a curto e médio prazos, o desenvolvimento de cultivares com características superiores às existentes, além de manutenção, conservação e caracterização taxonômica da espécie. Dentro desse conceito, foram estabelecidas as metodologias para o desenvolvimento de cultivares clonais e de cultivares e híbridos sintéticos propagados por semente e para a avaliação da variabilidade genética. As principais características avaliadas nessas investigações são a produtividade, adaptabilidade aos diferentes ambientes, estabilidade de produção, tolerância a estresses bióticos e abióticos, uniformidade de maturação, tamanho dos grãos, percentagem de grãos moca e de chochos, rendimento no beneficiamento, vigor e arquitetura da planta e aquelas associadas à qualidade final do produto.

Como resultados dos primeiros 30 anos de trabalho, foram desenvolvidos vários estudos básicos, que têm contribuído efetivamente no incremento de conhecimentos genéticos da espécie (FONSECA, 1999; FERRÃO, R.; FONSECA; FERRÃO, M., 2000; FERRÃO, R. et al., 2000a, 2003a, 2003b; FERREIRA, 2003; FONSECA et al., 2003a, 2003b; FERRÃO, 2004; FONSECA et al., 2004a, 2004b; FERREIRA et al., 2004, 2005; FERRÃO et al., 2007a, 2007b; FERRÃO, et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2010; RODRIGUES et al., 2012, 2013; CARIAS et al., 2014), e pesquisas que levaram ao desenvolvimento e ao lançamento de nove cultivares, que são de uso direto pelos produtores (BRAGANÇA et al., 1993, 2001; FERRÃO et al., 1999, 2000a, 2000b; FONSECA et al., 2001a, 2001b; FONSECA et al., 2004c, 2005; FERRÃO et al., 2007a, 2007b, 2012, 2014, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d, 2015e) e que têm auxiliado na melhoria, principalmente da produtividade da cultura. Como registro, na década de 80, pode-se destacar que as cultivares utilizadas pelos produtores, quando plantadas e manejadas utilizando-se a melhor tecnologia da época, não ultrapassavam 60 sacas

beneficiadas por hectare (sc. benef./ha). Atualmente, muitos produtores, ao usarem as cultivares clonais melhoradas e seguirem as recomendações técnicas de plantios, condução e colheita, têm alcançado produtividades superiores a 120 sc./ha e obtido produto de boa qualidade (FONSECA et al., 2005; FERRÃO et al., 2007a, 2014).

Dentro desse contexto, será apresentada, neste capítulo, uma abordagem quanto às informações fundamentais para o desenvolvimento das cultivares, bem como sobre a descrição das principais características agromorfológicas de cada uma delas.

## **2 INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE CAFÉ CONILON**

O café conilon é originado de plantas que se reproduzem por efeito da alogomia, com 100% de fecundação cruzada, ocasionada pela auto-incompatibilidade gametofítica, que inviabiliza a autofecundação ou o cruzamento entre plantas que apresentam a mesma constituição genética nos gametas reprodutivos.

Em razão dessa forma natural de fecundação, as populações genotípicas naturais existentes dessa espécie, bem como aquelas formadas a partir de sementes, mesmo que coletadas em uma única planta matriz, caracterizam-se pela elevada frequência de heterozigose, fato que impõe grande variabilidade entre as plantas constituintes dessas populações. Assim, a forma natural de reprodução da espécie via propagação sexuada leva à formação de lavouras muito heterogêneas, com plantas expressando muita desuniformidade nas características: arquitetura, vigor, época e uniformidade de maturação dos frutos, formato, tamanho e peso dos grãos, suscetibilidade a pragas e doenças, tolerância à seca e, especialmente, potencial produtivo (VAN DER VOSSSEN, 1985; CARVALHO et al., 1991). Esses fatores têm-se constituído em importantes obstáculos na melhoria da qualidade final do produto obtido (FONSECA, 1995). Já as lavouras formadas de cultivares clonais são mais uniformes, com maior potencial de produção e com possibilidade de obtenção de produção final de melhor qualidade (FONSECA, 1996, 1999; FERRÃO, 2004; FERRÃO et al., 1999, 2007a, 2007b, 2008, 2012, 2014, 2015a, 2015b).

Portanto, em razão da alogamia da espécie e de os materiais botânicos a serem melhorados apresentarem alta heterozigiosidade no total de *loci* de genes nos cromossomos, causando grande variabilidade genética na maioria das características das plantas, e se propagarem facilmente de forma sexuada (sementes) e assexuada (vegetativa), as estratégias metodológicas tradicionalmente utilizadas nos programas de melhoramento do cafeeiro para a variedade Conilon são para a obtenção de cultivares clonais, híbridos e variedades propagadas por sementes.

Os principais métodos de melhoramento utilizados visam explorar a variabilidade genética natural da espécie por intermédio da seleção de plantas matrizes, melhoramento populacional, seleção recorrente, hibridações inter e intraespecíficas.

## 2.1 REPRODUÇÃO E PROPAGAÇÃO

O café conilon, genericamente conhecido no mundo como café robusta, é uma espécie de fecundação cruzada obrigatória (CONAGIN; MENDES, 1961; CARVALHO et al., 1991). Assim, os frutos colhidos em uma planta são necessariamente oriundos de cruzamentos dessa matriz com outras plantas próximas a ela, que, nesse caso, atuam como genitores<sup>1</sup> masculinos. O mecanismo que impede a autofecundação<sup>2</sup>, ou seja, a fecundação dos óvulos por pólen da mesma flor ou de flores diferentes da mesma planta ou, ainda, originado de flores de plantas diferentes com os mesmos alelos<sup>3</sup>, é um mecanismo governado pela constituição genética da planta denominado autoincompatibilidade genética (CARVALHO, 1988). Nesse processo, conhecido como sistema de autoincompatibilidade<sup>4</sup> do tipo gametofítico, encontra-se envolvido um único gene, denominado "S", possuidor de uma série de diferentes alelos (CARVALHO et al., 1969; BERTHAUD, 1980; LASHERMES et al., 1996), que se encontram sempre aos pares e em heterozigose<sup>5</sup> em cada indivíduo. Assim, uma planta apresentará sempre formas alélicas diferentes desse gene. Dessa forma, para ocorrer cruzamento entre duas delas,

é necessário que em suas constituições genéticas exista pelo menos um dos dois alelos diferentes.

Como a reprodução por clonagem assegura que os filhos apresentem a mesma constituição genética das mães, todas as mudas originárias de uma mesma planta matriz, bem como todas aquelas originadas de diferentes matrizes de um mesmo clone, apresentarão as mesmas composições alélicas do referido gene e, por consequência disso, serão autoincompatíveis. Para que haja fertilização das flores e consequente formação de frutos em plantas de um determinado clone, há necessidade da presença de outras oriundas de matrizes possuidoras de alelos diferentes do gene em questão, que serão as fornecedoras de pólen (FERWERDA, 1969; BERTHAUD, 1980).

Para certificar-se de que haja a apropriada compatibilidade genética entre dois ou mais clones, é necessário que sejam realizados cruzamentos controlados entre eles. Com essa finalidade, o programa de melhoramento genético do Incaper utiliza metodologias apropriadas visando a agrupar clones compatíveis para a formação de novas cultivares clonais.

Em melhoramento genético de espécies alógamas<sup>6</sup> via propagação sexuada, há dificuldades de fixação de características de interesse na descendência originada de cruzamento entre plantas consideradas superiores. A facilidade de propagação via assexuada (vegetativa) no café conilon possibilita a manutenção de características presentes nas plantas-mãe, constituindo-se, assim, em importante ferramenta para obtenção de ganhos genéticos mais rápidos e com menores custos.

Existem diferentes métodos de propagação vegetativa do café conilon, e para multiplicação em escala comercial, prevalece, até o momento, no Brasil, a estaquia, principalmente por se tratar de uma técnica de grande facilidade operacional.

## 2.2 CULTIVARES CLONAIIS

Cultivares clonais melhoradas são constituídas pelo agrupamento de clones que se destacaram

<sup>1</sup>Genitor: aquele que gera, procriador, pai, ascendente.

<sup>2</sup>Autofecundação: modo de reprodução sexuada em que os gametas masculinos e femininos são oriundos de flores do mesmo indivíduo, ou de flores de plantas diferentes com os mesmos alelos.

<sup>3</sup>Alelos: forma alternativa do gene.

<sup>4</sup>Autoincompatibilidade: mecanismo genético que impede a ocorrência de autofecundação e de cruzamentos entre indivíduos possuidores dos mesmos alelos de incompatibilidade.

<sup>5</sup>Heterozigoto: indivíduo que apresenta alelos diferentes de um mesmo gene.

<sup>6</sup>Espécies alógamas: espécies que originam os descendentes por intermédio de fecundação cruzada.

para as características desejadas e foram definidos após uma série de procedimentos experimentais e análises biométricas utilizadas na pesquisa científica. Essas cultivares devem ser, portanto, plantadas e manejadas sob determinadas técnicas e condições de cultivo para que expressem seu potencial (FONSECA, 1995, 1999; FERRÃO et al., 2007a; 2007b; 2012; 2014; 2015a; 2015b).

A utilização de cultivares clonais para o plantio da espécie *C. canephora* não foi iniciada no Brasil. São muitos os trabalhos citados na literatura especializada a respeito do assunto, que são conduzidos há décadas em vários outros países. Em muitos deles, as cultivares clonais têm-se constituído na base de toda a exploração econômica da espécie (DUBLIN, 1967; FERWERDA, 1969; CAPOT, 1977; VAN DER VOSSSEN, 1985; BERTHAUD, 1986; BOUHARMONT et al., 1986; CHARMENTANT et al., 1990).

A obtenção de cultivares clonais consiste na eleição por intermédio de avaliação fenotípica de indivíduos considerados superiores em campos de polinização aberta. Muitos desses campos são áreas dentro de lavouras de café bem conduzidas, em localidades representativas do café conilon, sendo sua multiplicação por via assexuada, por meio da estaquia (clonagem). Em seguida, esses indivíduos selecionados fenotipicamente são avaliados em ensaios de competição por, no mínimo, quatro colheitas, e os dados sobre as diferentes características de interesse do programa de melhoramento são coletados e analisados. Após as avaliações e o teste de compatibilidade genética, os clones eleitos são agrupados de acordo com os objetivos da pesquisa para a formação de uma nova cultivar clonal ou para serem mantidos no Banco Ativo de Germoplasma e/ou para serem utilizados no melhoramento intra e/ou interpopulacional.

Para seleção de plantas matrizes de café conilon em condições de propriedades agrícolas, têm-se utilizado os seguintes critérios: seleção com base no potencial e estabilidade de produção, carga pendente, tolerância ao estresse hídrico, resistência a pragas e doenças, ciclo, porte, arquitetura de planta, uniformidade de maturação dos frutos e tamanho e tipo de grãos.

A despeito de uma série de vantagens, a utilização de cultivares clonais para formação das lavouras

exige, contudo, que sejam observados cuidados especiais a fim de não as tornarem mais vulneráveis às condições adversas do ambiente, ou seja, deve-se evitar que haja redução da rusticidade, que é uma das características marcantes e mais importantes da espécie. Essa rusticidade, em grande parte, ocorre pela grande variabilidade genética da espécie, decorrente de sua forma natural de fecundação cruzada (VAN DER VOSSSEN, 1985; CARVALHO et al., 1991; MONTAGNON; LEROY; YAPO, 1992).

Objetivando oferecer maior segurança ao produtor quanto à polinização e também à não diminuição drástica da base genética da população de plantas, que ocasionaria a vulnerabilidade da cultivar às doenças e a outros fatores, recomenda-se constituir a variedade clonal com, no mínimo, oito clones. Eles devem ser agrupados após o teste de compatibilidade genética e de acordo com as metas estabelecidas. As oito cultivares clonais já desenvolvidas, lançadas e liberadas para plantio pelo Incaper, foram constituídas pelo agrupamento de, no mínimo, 9 e, no máximo, 14 clones.

A substituição de lavouras de material genético propagado por meio de sementes, por cultivares clonais, quando realizada de forma indiscriminada, isto é, inadequada, e às vezes descaracterizada pela exclusão de clones, pode provocar o estreitamento da base genética da espécie e redundar no insucesso das lavouras e, ainda, ocorrer o fator denominado “erosão genética”. Este problema em café conilon consiste na redução da variabilidade genética nas populações naturais como consequência da recombinação aleatória de número restrito de clones (CHARRIER; BERTHAUD, 1988).

### 2.3 CULTIVARES PROPAGADAS POR SEMENTES

A seleção fenotípica de indivíduos tem sido amplamente utilizada com sucesso em campos de polinização aberta para caracteres de alta herdabilidade. Por intermédio das estimativas da Capacidade Geral de Combinação (CGC) e Capacidade Específica de Combinação (CEC), obtidas pelos cruzamentos controlados, *top crosses* ou dialelos, é possível efetuar com eficiência a seleção de genótipos com base no desempenho fenotípico. Pela recombinação dos pais com melhores valores da CGC, formam-se as cultivares propagadas por sementes, as quais poderão ser

multiplicadas em campos isolados de polinização livre. Pelos cruzamentos parentais dos clones com maiores valores da CEC, formam-se as cultivares híbridas.

Com as recombinações dos grupos de interesse, são formadas as populações básicas que poderão ser utilizadas no melhoramento inter e intrapopulacional por meio de método da seleção recorrente.

As cultivares propagadas por sementes, em geral, são mais rústicas, apresentam maior estabilidade de produção e são recomendadas para cultivos em regiões mais sujeitas aos estresses. Entretanto, apresentam grande heterogeneidade, com plantas muito distintas quanto aos aspectos de arquitetura da parte aérea, formato e tamanho dos grãos, época e uniformidade de maturação dos frutos, suscetibilidade a pragas e doenças, tolerância à seca, vigor vegetativo, capacidade produtiva, entre outros.

Apesar da superioridade das cultivares clonais em produtividade e qualidade final da produção em relação às cultivares propagadas por sementes (DUBLIN, 1967; CHARRIER; BERTHAUD, 1988; BRAGANÇA et al., 1993, 2001; FERRÃO, 2004; FONSECA, 1999; FONSECA et al., 2004c). Charmetant et al. (1990) e Ferrão et al. (2000d) afirmaram ser possível obter variedades e híbridos propagados de forma sexuada, com produtividade compatível à das cultivares clonais.

#### 2.4 MELHORAMENTO GENÉTICO E DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE CAFÉ CONILON PELO INCAPER

O objetivo principal do programa de genética e melhoramento do café conilon do Incaper é o desenvolvimento de cultivares superiores, clonais e as propagadas por sementes que reúnam uma série de características de interesse, que propiciem, concomitantemente, a obtenção de elevados valores em produtividade com menor custo de produção unitário, adaptabilidade a diferentes ambientes, estabilidade de produção e qualidade do produto compatível com as exigências do mercado consumidor. Tais condições são imprescindíveis para que o café, no caso, torne-se cada vez mais competitivo conferindo maior estabilidade econômica e melhoria de vida aos cafeicultores, que, em sua quase totalidade no Estado, conduzem essa atividade em sistema de

base familiar.

Para alcançar os objetivos do melhoramento do cafeeiro conilon, têm-se utilizado várias estratégias, a seguir relacionadas: 1) identificação e seleção fenotípica de indivíduos possuidores de características de interesse em populações naturais segregantes; 2) multiplicação assexuada dos indivíduos selecionados na etapa anterior e sua avaliação em ensaios de competição, com seleção dos superiores por meio de características de interesse para a composição e formação das cultivares clonais; 3) hibridações intraespecíficas para o desenvolvimento de cultivares híbridas, além da obtenção de importantes informações básicas sobre a estrutura genética da espécie; 4) seleção recorrente intrapopulacional visando ao aumento da frequência de alelos favoráveis nas gerações futuras; 5) manutenção e caracterização da variabilidade genética em Banco Ativo de Germoplasma; e 6) caracterização da variabilidade genética por marcadores moleculares. O fluxograma do programa de melhoramento de *C. canephora*, variedade Conilon, do Incaper encontra-se na Figura 1.

Com base nesse fluxograma do processo de desenvolvimento das cultivares clonais, as plantas superiores selecionadas em lavouras de produtores ou nos campos isolados de recombinação são clonadas, multiplicadas pelo processo de estaquia em viveiro e avaliadas em experimentos de campos por, no mínimo, quatro colheitas em locais representativos da cultura, no Estado. Paralelamente a essa avaliação, são identificados os materiais genéticos superiores, os quais são testados quanto à compatibilidade genética e avaliados quanto à qualidade de bebida. Em seguida, os clones de destaques são agrupados por época de maturação, tolerância à seca, resistência a pragas e doenças, são multiplicados em áreas de produção de plantas matrizes, programando-se ao seu uso futuro, caso eleito como clone importante na constituição da cultivar clonal. Finalmente são protegidos e ou registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) visando o lançamento. Outras informações importantes sobre essas estratégias estão mais detalhadas e comentadas no capítulo 6 deste livro, com a denominação de “Melhoramento Genético de *Coffea canephora*”.

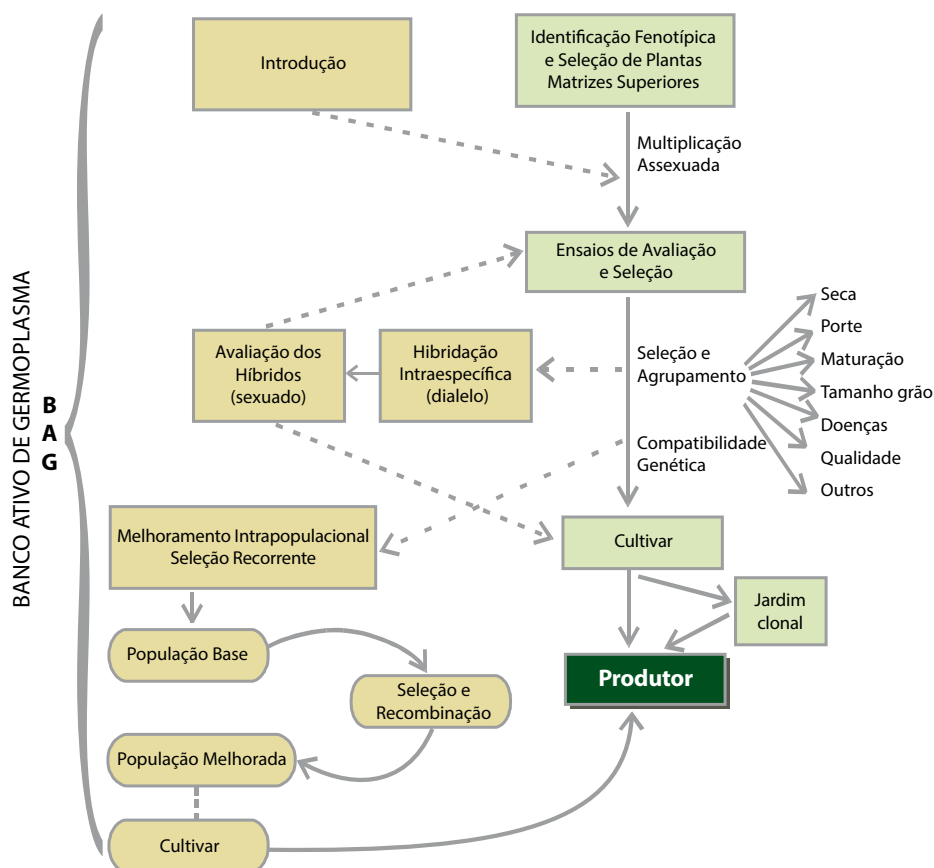


Atualmente, os experimentos têm sido conduzidos em pelo menos três condições edafoclimáticas: Fazenda Experimental de Marilândia (FEM), Fazenda Experimental de Sooretama (FES) e Fazenda Experimental de Bananal do Norte (FEBN), que são unidades de pesquisas do Incaper, localizadas nos Municípios de Marilândia, Sooretama e Cachoeiro de Itapemirim, respectivamente. Segundo a carta agroclimática do Espírito Santo (FEITOSA, 1986), esses locais apresentam as seguintes características: 1) Sooretama – situada na latitude de 19° 24' sul, longitude de 40° 31' oeste, a uma altitude de 40 m; solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico arenoso (80% de areia), de baixa fertilidade; precipitação pluviométrica média anual de 1.200 mm e mal distribuída; temperatura média anual de 24 °C; umidade relativa média do ar de 80%; e topografia plana com ventos sul predominantes. 2) Marilândia – situa-se a uma latitude de 15° 47' sul, longitude de 43° 18' oeste e altitude de 70 m; solo classificado como cristalino, com baixa fertilidade; precipitação pluviométrica média anual de 1.100 mm, temperatura média anual de 24 °C; umidade relativa do ar de 74%;

e topografia ondulada acidentada característica da região. 3) Cachoeiro de Itapemirim – situa-se a uma latitude 20° 45' sul, longitude de 41° 16' oeste, altitude de 140 m, temperatura média anual de 23 °C, topografia ondulada, precipitação pluviométrica em torno de 1.200 mm e melhor distribuída, e solos de melhor fertilidade, em comparação com os da região norte do Estado.

Nesses locais, os meses de janeiro, novembro e dezembro são úmidos, enquanto fevereiro, março, abril e outubro são parcialmente úmidos, e maio, junho, julho, agosto e setembro secos.

As principais características determinadas experimentalmente para avaliar os genótipos são as que seguem: altura média da planta (cm), diâmetro médio da copa (cm), época de maturação dos frutos (dias - da floração à colheita), uniformidade de maturação dos frutos, grãos chochos (%), grãos “moca” (%), grãos chatos (%), peso médio de 1.000 grãos (kg), grãos retidos na peneira 11, 13, 15 e maior que 15 (%), peneira média (%), relação café cereja



**Figura 1.** Fluxograma do programa de melhoramento genético do café conilon do Incaper.

**Fonte:** Ferrão et al. (2007).

e café coco, relação café cereja e café beneficiado, relação café coco e café beneficiado, incidência e severidade das principais pragas (bicho-mineiro, cochonilha-da-roseta, broca-da-haste) e doenças, especialmente ferrugem e mancha-manteigosa, precocidade da primeira colheita, variação de produção pelo efeito da bienalidade do cafeeiro e, por último, características bioquímicas e sensoriais associadas à qualidade final do produto.

### 3 CULTIVARES DE CAFÉ CONILON DESENVOLVIDAS E LANÇADAS PELO INCAPER PARA O ESPÍRITO SANTO

O Incaper desenvolveu, disponibilizou e recomendou para plantio nove cultivares de café conilon para os cafeicultores capixabas, denominadas 'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131', 'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba', 'Emcaper 8151 - Robusta Tropical', 'Vitória Incaper 8142', 'Diamante ES8112', 'ES8122' - Jequitibá e 'Centenária ES8132'. Essas cultivares são recomendadas para o plantio na região de zoneamento considerada como apta para o cultivo de café conilon no Estado do Espírito Santo (DADALTO; BARBOSA, 1997).

Na Tabela 1, encontram-se informações referentes ao ano de lançamento, número de clones e forma de propagação dessas variedades.

**Tabela 1.** Constituição, forma de propagação e ano de lançamento das nove cultivares de café conilon desenvolvidas e recomendadas pelo Incaper para o Estado do Espírito Santo

Cultivar	Nº Clones	Forma de Propagação	Ano de Lançamento
'Emcapa 8111'	9	Clonal	1993
'Emcapa 8121'	14	Clonal	1993
'Emcapa 8131'	9	Clonal	1993
'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba'	10	Clonal	1999
'Emcaper 8151 - Robusta Tropical'	-	Semente	2000
'Vitória - Incaper 8142'	13	Clonal	2004
'Diamante ES8112'	9	Clonal	2013
'ES 8122' - Jequitibá	9	Clonal	2013
'Centenária ES8132'	9	Clonal	2013

**Fonte:** Ferrão et al. (2007), Ferrão et al. (2015b, 2015c, 2015d).

#### 3.1 'EMCAPA 8111', 'EMCAPA 8121' E 'EMCAPA 8131'

As primeiras três cultivares – 'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121' e 'Emcapa 8131' – foram lançadas em 1993 (BRAGANÇA et al., 1993, 2001). Elas são variedades clonais formadas pelo agrupamento de clones geneticamente compatíveis entre si, possuidores de uma série de características agronômicas comuns, distinguindo-se uma das outras principalmente pelas distintas épocas de maturação dos frutos (Figura 2), ou seja, precoce, intermediária e tardia.

Os clones que formam essas três cultivares foram eleitos em ensaios conduzidos na fazenda experimental do Incaper, em Marilândia/ES, no período de 1986 a 1992. Nesses ensaios, foram estudados clones originados de plantas matrizes selecionadas em populações existentes na região norte do Estado do Espírito Santo, por meio de seleção fenotípica, para a qual foram consideradas importantes características de interesse relacionadas, principalmente, à capacidade produtiva e à qualidade dos grãos.

##### 3.1.1 'Emcapa 8111'

Cultivar clonal constituída pelo agrupamento de nove clones, todos compatíveis entre si, de maturação dos frutos precoce e uniforme, com colheita normalmente nos meses de abril e maio.

Apresentou, nas primeiras quatro colheitas sem irrigação, produtividade média da ordem de 58 sc. benef./ha (29% maior que a testemunha), com uma amplitude de variação dos clones entre 49 e 64 sc. benef./ha, com rendimento médio no beneficiamento de 4,03 (kg de café cereja/kg de café beneficiado) e peneira média igual a 14.

##### 3.1.2 'Emcapa 8121'

Variedade clonal formada pelo agrupamento de 14 clones distinguindo-se por apresentar maturação dos frutos intermediária, com a colheita ocorrendo normalmente no mês de junho.

Apresentou produtividade média das primeiras quatro colheitas sem irrigação da ordem de 60 sc. benef./ha (33% maior que a testemunha), com uma amplitude de variação dos clones entre 52 e 72 sc. benef./ha, com rendimento médio no beneficiamento de 3,96 (kg de cerejas/kg de café beneficiado) e peneira média igual a 15.

### 3.1.3 'Emcapa 8131'

Cultivar clonal composta pelo agrupamento de nove clones. Apresenta maturação dos frutos tardia, com colheita ocorrendo normalmente nos meses de julho e agosto.

Apresentou, nas quatro primeiras colheitas sem irrigação, produtividade média de 60 sc. benef./ha (33% maior que a testemunha), com uma amplitude de variação entre os clones de 51 a 72 sc. benef./ha, sendo o rendimento médio no beneficiamento de 3,76 (kg de cerejas/kg de café beneficiado) e peneira média igual a 14.

Na Tabela 2, observam-se os dados experimentais de 1989 a 1992 das principais características dessas três cultivares clonais. As vantagens comparativas delas sobre a cultivar propagada por semente (testemunha) são as seguintes: alta produtividade, maior produtividade na primeira colheita, uma vez que apresenta desenvolvimento mais rápido da planta, melhor uniformidade de maturação, maiores tamanhos dos grãos, maior homogeneidade da lavoura, melhoria da qualidade da produção e possibilidade de escalonamento da colheita.

A utilização dessas três cultivares (Figura 2) em diferentes talhões de plantios possibilita

o escalonamento da colheita, a ampliação do seu período e a otimização da mão de obra, principalmente para o produtor de base familiar, bem como das estruturas físicas para a secagem dos frutos e beneficiamento dos grãos.

### 3.2 'EMCAPA 8141 - ROBUSTÃO CAPIXABA'

Considerando o déficit hídrico de 50 a 550 mm existente na maior parte da principal região produtora de café conilon do Espírito Santo, procedeu-se à seleção entre os clones mais promissores do programa de melhoramento genético do Incaper com características de tolerância à seca. Assim, no período de 1994 a 1998, tais clones foram avaliados em dois ambientes, FEM (Marilândia) e FES (Sooretama), nas condições irrigadas e de sequeiro, e comparados com as testemunhas  $T_1$  (clones das cultivares Emcapa 8111, Emcapa 8121 e Emcapa 8131) e  $T_2$  (cultivar experimental propagada sexuadamente).

Foram avaliadas as seguintes variáveis: IAV (Índice de Avaliação Visual – nota de 1 a 5, levando em consideração a planta como um todo), número de folhas, desfolhamento, produtividade e parâmetros fisiológicos, como potencial hídrico,



**Figura 2.** Primeiras cultivares clonais melhoradas do Incaper: 'Emcapa 8111' (A), 'Emcapa 8121' (B) e 'Emcapa 8131' (C), respectivamente com maturação precoce, intermediária e tardia.

**Tabela 2.** Produtividades médias e outras características agrônômicas das três cultivares clonais de café conilon testadas entre 1989 e 1992 em relação à testemunha e à média estadual

Materiais Genéticos	Maturação dos frutos	Época Colheita	Produtividade <sup>2</sup>					Índice Relativo (%)	Peneira Média	Moca (%)
			1989	1990	1991	1992	Média			
'Emcapa 8111'	Precoce	até maio	22	45	81	82	58	129	14	32
'Emcapa 8121'	Intermediária	junho	20	50	89	79	60	133	15	34
'Emcapa 8131'	Tardia	jul/ago	21	48	90	82	60	133	14	33
Var. de sementes <sup>1</sup>	Desuniforme	mai/ago	10	38	77	57	45	100	Desuniforme<14	-
Média conilon no Estado	Desuniforme	abr/jul	-	-	-	-	7	16	Desuniforme<14	-

**Fonte:** Bragança et al. (1993, 2001).

<sup>1</sup>Proveniente de sementes de plantas selecionadas: testemunha no experimento.

<sup>2</sup>Produtividade média em sc. benef./ha, aos 24, 36, 48 e 60 meses, após o plantio.

condutância estomática, taxa de transpiração e assimilação líquida de carbono. Dessa forma, após quatro colheitas, foram identificados dez clones de interesse. O agrupamento desses originou a 'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba': cultivar clonal de café conilon tolerante à seca, cujas principais características se encontram nas Tabelas 3, 4 e no Quadro 1.

**Tabela 3.** Produtividade média da variedade clonal Emcapa 8141 - Robustão Capixaba comparada com a média das variedades testemunhas

Variedades	Produtividade			
	Média <sup>1/</sup>	Índice (%)	Máximo	Índice (%)
'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba'	54,0	144,7	112,5	125,0
Testemunha 1 (T <sub>1</sub> )	44,7	100,00	90,0	100,0
Testemunha 2 (T <sub>2</sub> )	30,7	68,7	77,0	85,6

**Fonte:** Ferrão et al. (1999, 2000c).

<sup>1/</sup> Produtividade média em sc. benef./ha obtida aos 24, 36, 48 e 60 meses em experimentos sem irrigação.

T<sub>1</sub> - Testemunha 1: Média das cultivares clonais Emcapa 8111, 8121 e 8131.

T<sub>2</sub> - Testemunha 2: Cultivar experimental de propagação sexuada.

**Tabela 4.** Médias de Índice de Avaliação Visual (IAV), número médio de folhas por ramos plagiotrópicos (NF/RP) e desfolha (%) da cultivar Emcapa 8141 - Robustão Capixaba comparadas com a média das variedades testemunhas (T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>)

Variedades	IAV <sup>1/</sup>	NF/RP		Desfolhamento (%)
		Sem irrigação	Com irrigação	
'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba'	4,3	9,8	13,2	25,7
Testemunha (T <sub>1</sub> )	2,9	7,1	11,4	37,7
Testemunha (T <sub>2</sub> )	2,6	6,6	12,2	45,9

**Fonte:** Ferrão et al. (1999, 2000c).

<sup>1/</sup>IAV: Média das notas de 1 a 5 quanto aos aspectos de enfolhamento, vigor, doenças, coloração de folha, espessura de folha, uniformidade de maturação e arquitetura, após quatro meses de estresse hídrico, em que: 1 = pior índice; 5 = melhor índice.

T<sub>1</sub> - Testemunha 1: Média das cultivares clonais Emcapa 8111, 8121 e 8131.

T<sub>2</sub> - Testemunha 2: Cultivar experimental propagada sexualmente.

Lançada em 1999, a 'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba' é uma cultivar clonal formada pelo agrupamento de dez clones tolerantes à seca, compatíveis entre si (FERRÃO et al., 2000a). Os clones componentes dessa cultivar se destacaram em condições de estresse hídrico, avaliados em dois ambientes, no período de 1994 a 1998, sobressaindo-se tanto em produtividade quanto nos demais parâmetros fisiológicos considerados. Quando comparada com as testemunhas, a produtividade média das quatro primeiras colheitas foi de 54,0 sc. benef./ha, enquanto a média da testemunha 1 (média das cultivares clonais Emcapa 8111, Emcapa 8121 e Emcapa 8131) foi de 44,7 sc.

benef./ha, e da testemunha 2 (propagação sexuada) 30,7 sc. benef./ha.

**Quadro 1.** Resumo das principais características da cultivar clonal Emcapa 8141 - Robustão Capixaba

Características da Cultivar	Especificações
Tipo de cultivar	Clonal
Número de clones envolvidos	10
Maturação dos frutos	Maio/junho, com uniformidade
Arquitetura da planta	Adequada à poda e ao adensamento
Tamanho dos frutos	Peneira média superior a 15
Doenças foliares	Tolerante
Déficit hídrico	Tolerância à seca
Vigor vegetativo	Alto
Desfolhamento	Baixo
Produtividade máxima alcançada	112,5 sc. benef./ha
Produtividade média em estresse hídrico	54,0 sc. benef./ha (média das quatro colheitas: 24, 36, 48 e 60 meses)

**Fonte:** Ferrão et al. (1999, 2000c).

Muito embora se caracterize como tolerante à seca, a cultivar Emcapa 8141 - Robustão Capixaba mostrou-se altamente responsiva à suplementação de água, alcançando, em tais condições, produtividade média de até 112,5 sc. benef./ha nas quatro primeiras colheitas (Figura 3).



**Figura 3.** Cultivar Emcapa 8141 - Robustão Capixaba.

As principais características agrônômicas dessa cultivar são as seguintes: tolerância à seca e às principais doenças, alto vigor vegetativo, arquitetura e porte de plantas favoráveis ao adensamento, maturação dos frutos entre maio



e junho, baixo índice de desfolhamento em condições de estresse hídrico e peneira média dos frutos superior a 15.

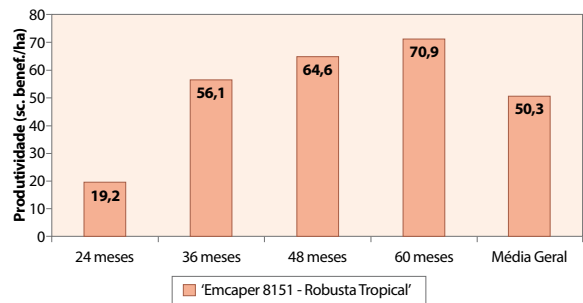
### 3.3 'EMCAPER 8151 - ROBUSTA TROPICAL'

A cultivar Emcaper 8151 - Robusta Tropical foi recomendada para o plantio em 2000 e é a primeira cultivar melhorada de café conilon de propagação por semente para o Estado do Espírito Santo (FERRÃO et al., 2000d). É oriunda da recombinação de 53 clones elites do programa de melhoramento de café conilon do Incaper. Tais clones são provenientes de plantas matrizes superiores selecionadas do programa de melhoramento do Incaper (Figura 4).



**Figura 4.** Cultivar Emcaper 8151 - Robusta Tropical.

Essa cultivar, formada por sementes provenientes de polinização aberta em campo isolado de recombinação, foi avaliada nos Municípios de Linhares, Marilândia, São Gabriel da Palha e Cachoeiro de Itapemirim. A produtividade média geral nessas localidades foi de 79,4 e 39,5 sc. benef./ha com e sem irrigação, respectivamente, com potencial de produção de 113,2 sc. benef./ha. Destacou-se com produtividade média de 19,2; 56,1; 64,8 e 70,9 sc. benef./ha aos 24, 36, 48 e 60 meses, respectivamente. A produtividade média obtida nos ambientes, oriunda da soma de 23 colheitas, foi de 50,3 sc. benef./ha (Figura 5).



**Figura 5.** Média de produtividade da cultivar Emcaper 8151 - Robusta Tropical aos 24, 36, 48, 60 meses e média geral.

**Fonte:** Ferrão et al. (2000d).

Aliada à alta produtividade e a ampla base genética, apresentou ainda algumas características desejáveis de grande importância, como rusticidade, elevado vigor vegetativo, arquitetura adequada para o adensamento, peneira média de 15 e adaptação a diferentes regiões do Estado. A maturação dos frutos ocorre, normalmente, entre maio e junho (Quadro 2).

**Quadro 2.** Principais características da cultivar Emcaper 8151 - Robusta Tropical

Características da Cultivar	Especificações
Tipo de cultivar	Varietade propagada por semente
Número de clones envolvidos	53
Arquitetura da planta	Média, adequada para a densidade de 2,3 a 3,3 mil plantas/ha
Tamanho do fruto	Peneira média de 15
Base genética	Ampla
Rusticidade	Alta
Adaptação	Todas as regiões aptas ao cultivo do café conilon no Espírito Santo
Produtividade máxima alcançada	113,2 sc./ha
Produtividade média com irrigação	79,4 sc./ha
Produtividade média sem irrigação	39,5 sc./ha
Produtividade média - 23 colheitas	50,3 sc./ha (média das quatro primeiras colheitas)
Preço das mudas (milheiro)	25% do valor da muda clonal

**Fonte:** Ferrão et al. (2000d).

Essa cultivar visa a atender produtores das regiões com deficiências de ofertas de mudas das cultivares clonais recomendadas e aos pequenos produtores que utilizam seus próprios materiais genéticos como matrizes.

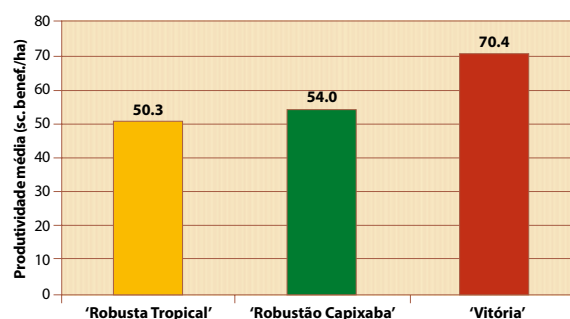
O cultivo da 'Emcaper 8151 - Robusta Tropical' proporciona ao cafeicultor garantia de maior estabilidade na produção pela sua ampla base genética e menor custo na implantação da lavoura, em virtude do menor preço das mudas e menor taxa de mortalidade pós-plantio.

### 3.4 'VITÓRIA INCAPER 8142'

A cultivar Vitória Incaper 8142 é uma cultivar clonal lançada em 2004, formada pelo agrupamento de 13 clones superiores, selecionados entre os materiais genéticos considerados "elites" do programa de melhoramento do Incaper (FONSECA et al., 2004c). Foram eleitos aqueles que reuniam, simultaneamente, características de interesse que, consideradas no conjunto, os distinguíssem entre os mais adequados, considerando tanto o potencial produtivo quanto outros aspectos não menos importantes para a sustentabilidade da atividade. Esses clones foram selecionados em propriedades privadas e, posteriormente, avaliados em condições experimentais controladas e em diferentes ambientes, os mais representativos do cultivo da espécie no Estado.

Essa cultivar sobressaiu-se em relação a uma série de critérios quando comparada aos demais materiais genéticos utilizados como testemunhas nos trabalhos experimentais, destacando-se, de forma especial, por seu desempenho em relação ao alto nível de produtividade média obtida ao longo de um período mínimo de oito safras. Nesse aspecto, o resultado da cultivar Vitória Incaper 8142, de 70,4 sc. benef./ha, superou em 21,05% a média das demais cultivares já recomendadas pelo Incaper (Figuras 6). Os clones mais produtivos alcançaram produtividades médias superiores a 83 sc. benef./ha, não tendo sido eleito qualquer clone com menos de 62 sc. benef./ha. Na Figura 6, há comparação de produtividade média da cultivar Vitória com a Robusta Tropical e a Robustão Capixaba.

A cultivar Vitória destaca-se, sobretudo, por apresentar alta produtividade, estabilidade de produção, tolerância à seca e à ferrugem, uniformidade de maturação e grãos grandes (Figura 7 e Quadro 3).



**Figura 6.** Produtividade média, em oito safras, das cultivares de café conilon 'Robusta Tropical', 'Robustão Capixaba' e 'Vitória' em cultivos não irrigados, em diferentes ambientes do Espírito Santo.

**Fonte:** Fonseca et al. (2004c).



**Figura 7.** Cultivar clonal Vitória Incaper 8142.

### Quadro 3. Características agrônômicas da cultivar clonal Vitória Incaper 8142

Forma de propagação	Assexuada (Clonal)
Número de clones	13
Forma de plantio	Cada clone numa linha
Índice Avaliação Visual (IAV)	7,45 (Escala de 0 a 10)
Vigor vegetativo	Alto
Produtividade média (não irrigado)	70,40 sc. benef./ha
Altura planta	2,32 m
Diâmetro copa	2,79 m
Arquitetura de planta	Cultivo semiadensamento
Maturação dos frutos	Uniforme
Época de maturação	Maior a julho (dependendo do clone)
Relação cereja/benef. (massa)	3,92
Relação coco/benef.(massa)	1,80
Tamanho dos grãos	90,59% peneiras 13 e maiores
Grão moca	21,40%
Reação à ferrugem	Tolerante
Déficit hídrico	Tolerante
Adaptação	Áreas zoneadas para o café conilon no ES

**Fonte:** Fonseca et al. (2004c).

### 3.5 'DIAMANTE ES8112', 'ES8122' - JEQUITIBÁ E 'CENTENÁRIA ES8132'

As cultivares Diamante ES8112, ES8122 - Jequitibá e Centenária ES8132 foram obtidas por diferentes estratégias de melhoramento e um conjunto de dados de experimentos conduzidos nas Fazendas Experimentais do Incaper de Marilândia, Sooretama e Bananal do Norte, que representam macroambientes representativos de cultivo do café conilon das regiões noroeste, nordeste e sul do Espírito Santo, respectivamente.

Aproveitando a variabilidade genética do café conilon em lavouras comerciais propagadas por sementes do Espírito Santo, populações de campos de recombinações e de cruzamentos controlados do Incaper, foram selecionados mais de 2.000 materiais genéticos, que foram avaliados em experimentos por, no mínimo, quatro colheitas para diferentes características associadas à produção e qualidade final do produto, sem controle fitossanitário, seguindo Ferrão et al. (2013). Do universo pesquisado, foram selecionados 27 clones e agrupados por época de maturação dos frutos e formadas as novas cultivares (Figura 8).

#### 3.5.1 'Diamante ES8112'

Cultivar clonal, lançada em 2013, constituída pelo agrupamento de nove clones compatíveis entre si, de maturação precoce e uniforme concentrada no mês de maio. Apresenta produtividade média de 80,73 sc. benef./ha, o que supera em 39,19% a média da 'Emcapa 8111', e em 14,73% a média da 'Vitória Incaper 8142', lançadas em 1993 e 2004, respectivamente (FERRÃO et al., 2014, 2015a, 2015b, 2015c).

#### 3.5.2 'ES8122' - Jequitibá

Cultivar clonal, lançada em 2013, constituída pelo agrupamento de nove clones compatíveis entre si, de maturação intermediária e com colheita concentrada no mês de junho. A produtividade média de 88,75 sc. benef./ha supera em 47,92% e 26,07% a média da 'Emcapa 8121' (intermediária) e 'Vitória Incaper 8142', lançadas em 1993 e 2004, respectivamente (FERRÃO et al., 2014, 2015a, 2015b, 2015d).

#### 3.5.3 'Centenária ES8132'

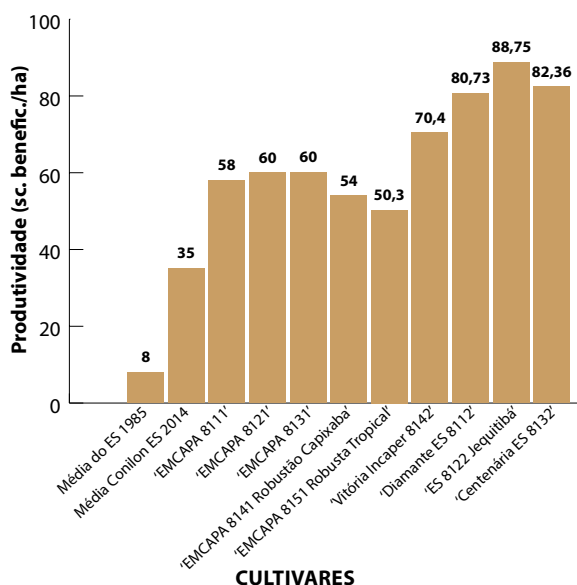
Cultivar clonal, lançada em 2013, constituída pelo agrupamento de nove clones compatíveis entre si, de maturação tardia e com colheita concentrada em julho. A produtividade média de 82,36 sc. benef./ha, supera em 37,27% e 16,99% a média da 'Emcapa 8131' (tardia) e 'Vitória Incaper 8142', lançadas em 1993 e 2004, respectivamente (FERRÃO et al., 2014, 2015a, 2015b, 2015e).



**Figura 8.** Ilustração das épocas diferenciadas de maturações das cultivares clonais Diamante ES8112 (maturação maio) (A); ES8122 - Jequitibá (maturação junho) (B); e Centenária ES8132 (maturação julho) (C).



As cultivares Diamante ES8112, ES8122 - Jequitibá e Centenária ES8132 se diferenciam, sobretudo, pela época de maturação dos frutos: precoce (maio), intermediária (junho) e tardia (julho), respectivamente. A produtividade média de 83,95 sc. benef./ha, em condições não irrigadas das três cultivares supera em 41,15% o rendimento médio das primeiras lançadas em 1993 ('Emcapa 8111', 'Emcapa 8121' e 'Emcapa 8131'), em 19,25% da 'Vitória Incaper 8142', lançada em 2004 (FERRÃO et al., 2013, 2014, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d) e em 140% a média do Estado referente a 2014, que foi de 35 sc. benef./ha (CONAB, 2014) (Figuras 8 e 9).



**Figura 9.** Produtividade média, sem irrigação, das cultivares Diamante ES8112, ES8122 - Jequitibá, Centenária ES8132 em relação às demais cultivares desenvolvidas pelo Incaper e as médias do Espírito Santo em 1985 (início do programa de melhoramento do Incaper) e 2014.

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

Essas três últimas cultivares apresentam potencial genético de rendimento superior a 120 sc. benef./ha em plantios irrigados e com o uso de alta tecnologia. Reúne ainda, além da alta produtividade em condições não irrigadas, estabilidade de produção, porte médio, alto vigor vegetativo, baixas percentagens de grãos chochos e moca, épocas diferenciadas e uniformidade de maturação dos frutos, grãos grandes, tolerância à seca e moderada resistência à ferrugem e superior qualidade de bebida (Tabela 5, Figura 10).

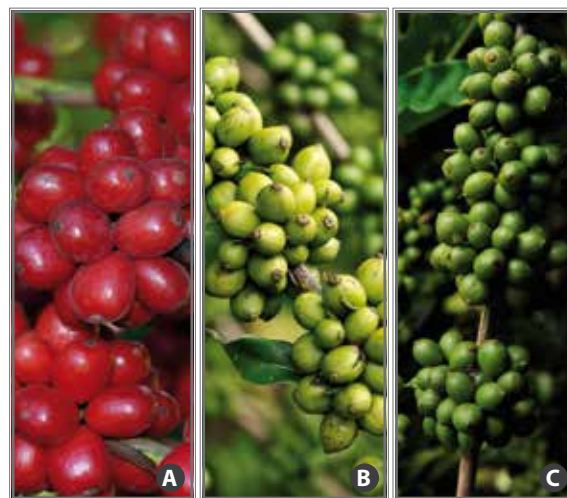
**Tabela 5.** Características das cultivares Diamante ES8112, ES8122 - Jequitibá e Centenária ES8132, Incaper, 2013

Características	'Diamante ES 8112'	'ES 8122 Jequitibá'	'Centenária ES 8132'
Número de clones	9	9	9
Época de maturação	Maio	Junho	Junho
Produtividade (Sc./ha)*	80,7	88,7	82,4
Vigor vegetativo	7,9	7,9	8,2
Índice Avaliação Visual	8,0	8,0	8,1
CHO dos grãos (%)	8,1	12,7	10,9
Grãos moca (%)	18,7	24,8	26,4
Relação café CE/BE	4,3	4,2	4,2
Tamanho grãos (% >13)	81,3	75,2	73,6
Peso de 100 grãos (g)	14,9	17,2	16,9
Nota qualidade bebida	77,4	79,0	77,9
Maturação dos frutos	Uniforme	Uniforme	Uniforme
Reação Ferrugem	MR	MR	MR

**Fonte:** Incaper (2013b, 2013c, 2013d).

\* = produtividade média sem irrigação; CHO = Choçamento; CE/BE = Relação café cereja e café beneficiado. Moderada = resistência à ferrugem.

Outro grande destaque das cultivares Diamante ES8112, ES8122 - Jequitibá e Centenária ES8132 é a qualidade superior da bebida. Em análises sensoriais de amostras de grãos dos três locais experimentais, preparadas pelo processo natural utilizando a escala de qualidade do protocolo de degustação de cafés finos da CQI (*Coffee Quality Institute*), as cultivares obtiveram, em média, 77,20, 79,01 e 77,97 pontos, respectivamente, e foram classificadas como cultivares com cafés de qualidade superior. Apresentaram as características de aromas e sabores que as remetem ao chocolate, caramelo, adocicado, toque de frutas vermelhas e cacau.



**Figura 10.** Ilustração da época de maturação das cultivares Diamante ES8112 (A); ES8122 - Jequitibá (B); e Centenária ES8132 (C), precoce, intermediária e tardia, respectivamente.



Além das nove cultivares desenvolvidas e lançadas pelo Incaper, são registradas também no Mapa, para o Estado do Espírito Santo, as 'G30/G35 Verdebras' (MUDAS VERDEBRAS, [198?]; VERDEBRAS, 1995), 'Ipiranga 501', 'SV 2010' e 'Colatina PR 6'.

Esse conjunto de materiais genéticos têm sido multiplicados em cerca de 200 jardins clonais implantados em instituições de ensino e pesquisa, cooperativas, prefeituras municipais, associações de produtores e viveiristas. Essa rede de jardins clonais tem sido a base de produção de cerca de 60 milhões de mudas/ano para a renovação de 8% da cafeicultura do conilon capixaba no mesmo espaço de tempo.

#### 4 CULTIVARES DESENVOLVIDAS PELO IAC

O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), localizado no Estado de São Paulo, vem trabalhando no seu programa de melhoramento genético de *C. canephora* com seleção clonal de progênies e seleção recorrente. Como resultados mais aplicados, foram desenvolvidas e recomendadas diferentes cultivares e progênies que têm sido plantadas em algumas regiões do Brasil. Via estratégia de melhoramento assexuado, selecionou-se e vem sendo avaliado, em experimentos, um conjunto de clones visando ao desenvolvimento e recomendação de cultivares clonais como opção de cultivo para as regiões de baixa altitude e quentes do Estado de São Paulo (MISTRO, 2013).

##### 4.1 'APOATÃ IAC 2258'

A cultivar Apoatã IAC 2258 desenvolvida pelo IAC é oriunda de material genético introduzido do Centro Agrônomo Tropical de Investigação e Educação Superior (CATIE), Costa Rica, em 1974. Desde 1987, foi disponibilizada pelo IAC como porta-enxerto para resistência a nematoides. A cultivar caracteriza-se por ser multicaule, muito vigorosa e possuir exuberante sistema radicular. Apresenta elevada resistência ao agente causal da ferrugem e resistência aos nematoides *Meloidogyne exigua* (SALGADO; RESENDE; CAMPOS, 2005), *M. incognita* e *M. paranaensis* (SARA et al., 2006; FONSECA et al., 2008; FERRÃO et al., 2015a). É recomendada em plantios nas regiões da Alta Paulista, centro-oeste

e noroeste do Estado de São Paulo, também, como porta-enxerto para qualquer uma das cultivares de café arábica recomendadas (CARVALHO; FAZUOLI, 1993; IVOGLO, 2007).

Em experimentos realizados pela Embrapa Rondônia, em municípios do Estado de Rondônia, a 'Apoatã', além da adaptação e alta produtividade para aquele Estado, mostrou-se com maturação tardia (julho, agosto); relação café maduro (cereja) e o beneficiado igual a 5,0; peso de 1.000 sementes do tipo chato de 141 gramas; peneira média de 16,7; 89,5% de sementes do tipo chato; teor de sólidos solúveis de 31,2% e o de cafeína nas sementes de 1,7% (FONSECA et al., 2008; FERRÃO et al., 2015a).

##### 4.2 'GUARINI IAC 1598'

A cultivar Guarini IAC 1598 é oriunda de um conjunto de plantas superiores selecionadas de um germoplasma de matrizes no Horto Florestal da Companhia Paulista da Estrada de Ferro de Rio Claro/SP, em 1945. Uma das introduções de *C. canephora* em Campinas destacou-se por apresentar produção elevada e, como característica principal, frutos e sementes bem maiores do que os da cultivar Conilon, além de um nível de resistência à *H. vastatrix* superior em relação a essa cultivar. A esse conjunto de cafeeiros, que se tem mostrado bem produtivo, deu-se a denominação de Guarini (CARVALHO; FAZUOLI, 1993; FERRÃO et al., 2015a).

Em experimentos realizados em Rondônia, a 'Guarini', além da adaptação e alta produtividade para aquele Estado, mostrou-se com maturação tardia (julho, agosto); relação café maduro (cereja) e o beneficiado igual a 5,0; peso de 1.000 sementes do tipo chato de 131 gramas; peneira média de 16,6; 78,0% sementes do tipo chato; teor de sólidos solúveis de 28,3%; produtividade na quarta colheita de 67,0 sc. benef./ha; resistência às principais raças de ferrugem; exuberante sistema radicular; elevada resistência ao nematoide *Meloidogyne exigua* e certo grau de resistência ao *M. incognita* (FONSECA et al., 2008; FERRÃO et al., 2015a).

##### 4.3 'BUKOBENSIS IAC 826' E 'BUKOBENSIS IAC 827'

A origem do material genético Bukobensis parece ser de Uganda, na África (CHARRIER; ESKEES, 2004). A sua introdução no IAC foi por sementes

provenientes de plantas matrizes do Horto Florestal da Companhia Paulista de Estradas de Ferro de Rio Claro, São Paulo em 1945, com posterior seleção de plantas produtivas e com maturação precoce ou semiprecoce e mais uniforme. As melhores seleções do IAC receberam as siglas Bukobensis IAC 826 e Bukobensis IAC 827 (CARVALHO; FAZUOLI, 1993).

Essas cultivares são de porte médio, semelhantes ao café conilon, com sementes maiores; maturações precoce ou semiprecoce; boa produtividade; resistência à ferrugem e ao nematoide *Meloidogyne exigua*; com altos teores de sólidos solúveis nas semente (FONSECA et al., 2008; FERRÃO et al., 2015a).

## 5 CULTIVAR DESENVOLVIDA PELA EMBRAPA RONDÔNIA

A Embrapa Rondônia, em parceria com outras instituições de pesquisa brasileira, vem trabalhando com melhoramento genético de *C. canephora* desde 1978, na Estação Experimental da Embrapa Rondônia, no Município de Ouro Preto do Oeste. O objetivo geral desse trabalho é o desenvolvimento de cultivares com adaptação e estabilidade de produção para as condições edafoclimáticas da Amazônia Legal (VENEZIANO; SOUZA; SANTOS, 2003; SOUZA; SANTO; CARNEIRO, 2007).

Aproveitando a variabilidade da espécie nas três principais regiões produtoras de Rondônia (Cacoal, Rolim de Moura e Ji-Paraná), foram identificadas, clonadas e testadas em experimentos plantas matrizes de *C. canephora*. Após as avaliações dos materiais genéticos, por quatro colheitas para diferentes características, seguindo as recomendações técnicas (VENEZIANO; PEQUENO, 2002), foram selecionados e agrupados os clones superiores, obtendo-se, assim, a cultivar BRS Ouro Preto.

### 5.1 'BRS OURO PRETO'

A 'BRS Ouro Preto' é uma cultivar clonal lançada em 2012, formada pelo agrupamento de 15 clones superiores, compatíveis, de maturação intermediária e tolerantes aos principais estresses climáticos (alta temperatura, elevada umidade do ar e déficit hídrico moderado) observados nos polos de cafeicultura de Rondônia (EMBRAPA, 2012).

A cultivar apresenta potencial de produtividade de 70 sc. benef./ha, ciclo de maturação de 270 dias após a florada principal, alta estabilidade de produção, alto vigor vegetativo, boa uniformidade de maturação, grãos grandes com peneira média de 15,36, média de 36% de grãos mocas, moderada resistência à ferrugem e cercosporiose, qualidade de bebida neutra com maiores teores de sólidos solúveis e cafeína que as cultivares comerciais de café arábica (EMBRAPA, 2012).

### 5.2 OUTRAS CULTIVARES RECOMENDADAS PARA RONDÔNIA

Veneziano (1996) indicou para cultivo no Estado de Rondônia as seguintes progênies provenientes do IAC: IAC 1647, IAC 2258, IAC 2259, IAC 2293, Kuoillou 66-3, Kuoillou 68, Kuoillou 69-5, 'Guarani IAC 1675', 'Apoatã IAC 2258'. Ainda indicou os seguintes materiais promissores Kouillou 70-1, Guarani IAC 1598, IAC 10, IAC 37, IAC 640, IAC 1645, IAC 1650, IAC 1655, IAC 1657, IAC 2259, IAC 2286, IAC 2290, IAC 2291 e IAC 2292.

## 6 PROTEÇÃO E REGISTRO DE CULTIVARES

O direito de propriedade intelectual é a expressão legal de privilégio concedido pelo Estado para apropriação dos benefícios econômicos de uma invenção ou criação em troca da sua disponibilidade em benefício da sociedade. Abrange diversas leis, das quais se destaca a Lei de Proteção de Cultivares, que assegura ao obtentor de uma cultivar os direitos sobre ela desde que devidamente protegida no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC)/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). A concessão da proteção se dá por meio do Certificado de Proteção de Cultivares. No entanto, para que a cultivar protegida possa ser comercializada no país, é necessária a inscrição no Registro Nacional de Cultivares (RNC) (MOURA, 2008).

### 6.1 PROTEÇÃO DE CULTIVARES DE CAFÉ

A partir da Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997, regulamentada pelo Decreto nº 2366, de 5 de novembro de 1997, o café é incluído na lista oficial

do Mapa, como passível de proteção no Brasil (BRASIL, 1998).

A Lei de proteção de cultivares tem como objetivo fortalecer e padronizar os direitos de propriedade intelectual.

De acordo com a legislação, cultivar é um genótipo, obtido de qualquer gênero ou espécie vegetal superior, resultante de trabalho empregando estratégias de melhoramento genético, que seja claramente distinguível de outras cultivares conhecidas por margem mínima de descritores, designada por uma denominação genérica própria, descrita em publicação especializada disponível e acessível ao público em condições de ser cultivada.

O processo de desenvolvimento de uma nova cultivar é longo e envolve a utilização de diferentes métodos de melhoramento, ensaios de campo, testes de laboratório, emprego de métodos estatísticos, conhecimento da biologia reprodutiva e da genética da espécie. Na fase final do processo de proteção, utiliza-se os resultados de experimentos específicos conduzidos por melhorista de planta, denominados de Testes de DHE (Distinguilidade, Homogeneidade e Estabilidade).

Assim, além do caráter inovador - não ter sido oferecida à venda, no país, há menos de 12 meses em relação ao pedido de proteção ou não ter sido comercializada no exterior há mais de quatro anos - a nova cultivar deve apresentar:

- Distinguilidade: deve ser claramente distinta de qualquer outra cultivar por uma característica importante ou por várias características, cuja combinação lhe dê a qualidade de “nova cultivar”.
- Homogeneidade: deve apresentar baixa variabilidade quando plantada, ou seja, os indivíduos de uma mesma cultivar devem apresentar características idênticas ou muito próximas.
- Estabilidade: as características da cultivar devem se manter nas sucessivas gerações de reprodução.

O direito sobre a proteção das cultivares de café tem validade de 18 anos e garante à instituição detentora da tecnologia vantagem competitiva através do direito exclusivo de produção, reprodução, comercialização, importação/exportação e posse das cultivares protegidas. Decorrido o prazo de vigência do direito, a proteção não poderá ser

renovada e, assim, a cultivar cai em domínio público, e nenhum outro direito poderá obstar sua livre utilização.

Seguindo as normas vigentes, uma cultivar pode ser protegida com direito à cobrança ou não de *royalties*, que são taxas cobradas pelos titulares das cultivares protegidas sobre o valor da comercialização do material genético de reprodução. Esses valores são negociáveis e têm variado entre 3% e 5% sobre o valor de venda das sementes e mudas. Somente os pequenos produtores (definido em lei) e aqueles que utilizam sementes para uso próprio podem multiplicar, trocar, doar sementes e mudas de cultivares protegidas entre si, sem a autorização do titular. Entretanto, jamais poderão vendê-las (MOURA, 2008; TEIXEIRA; ROCHA; RAMALHO, 2011).

As cultivares de café conilon até então protegidas no Incaper foram desenvolvidas por intermédio de programas de melhoramento genético utilizando recursos públicos. Assim, não são cobrados os *royalties* dos produtores para utilizá-las em plantios no País.

A proteção de uma cultivar é realizada mediante a apresentação, pelos melhoristas responsáveis, de uma série de documentos ao SNPC como pagamento de taxa, relatório técnico e formulário de descritores contendo os dados da avaliação de 42 características morfoagronômicas incluindo desde formato, largura e comprimento da folha até espessura das sementes, passando por aspectos relacionados à floração, compatibilidade genética, uniformidade de maturação, reação a doenças, produção e qualidade. Os descritores para a proteção de cultivares de café conilon encontram-se no capítulo 4 desta publicação.

O titular de uma cultivar protegida perde o direito sobre ela nas seguintes situações: expiração do prazo de vigência da proteção, renúncia ou cancelamento do certificado de proteção se a cultivar perder a homogeneidade ou a estabilidade de suas características, não pagamento da taxa de anuidade, ausência de amostra viva, geração por parte da cultivar, de impactos desfavoráveis ao ambiente e para a saúde humana (MOURA, 2008).

## 6.2 REGISTRO DE CULTIVARES DE CAFÉ

Com o objetivo de estabelecer mecanismos para a organização, sistematização e controle da produção e comercialização de sementes e mudas, o Mapa, instituiu, por meio da Portaria nº 527, de 30 de dezembro de 1997, o Registro Nacional de Cultivares (RNC).

De acordo com a Legislação Brasileira de Sementes e Mudanças, Lei nº 10,711, de 5 de agosto de 2003 e Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004 (BRASIL, 2004), é apenas permitida a produção, beneficiamento e comercialização, no País, das sementes e mudas de cultivares inscritas no RNC. No entanto, essa habilitação não garante o direito sobre a cultivar registrada (MOURA, 2008).

Para o uso adequado de uma cultivar, há necessidade de sua inscrição no RNC, que é feito usando um formulário próprio disponível no Mapa, acompanhado de comprovante de pagamento de taxa, de relatório técnico com os resultados dos ensaios para determinação do Valor de Cultivo e Uso (VCU) e uma declaração da existência de estoque mínimo de material básico (CAMPOS et al., 2006).

Entende-se por VCU o valor intrínseco da combinação das características agrônômicas da cultivar com as suas propriedades de uso em atividades agrícolas, industriais, comerciais e/ou de consumo *in natura*. Para a instalação dos ensaios VCU, há necessidade de comunicação ao Mapa definindo a época e o local visando à fiscalização e supervisão. Os ensaios devem ser instalados seguindo os critérios do Mapa, obedecendo o planejamento e o desenho estatístico, que permitem a coleta e análise de dados das diferentes características associadas à produção e qualidade das cultivares avaliadas. Assim, tem-se as informações básicas das principais características morfológicas, biológicas e/ou fisiológicas, que tornem possível a identificação da cultivar, referentes à produtividade, reação às pragas e doenças, região de adaptação e outros dados de importância para o mercado nacional e internacional. Os resultados dos ensaios de VCU são de exclusiva responsabilidade do requerente da inscrição, podendo ser obtidos diretamente por qualquer pessoa física ou jurídica de direito público ou privado, de comprovada capacidade e qualificação (BRASIL, 2011).

Para a produção de sementes e mudas, o viveirista deverá inscrever-se no Registro Nacional de Sementes e Mudanças (RenaseM); escolher cultivares que sejam recomendadas e registradas no Mapa; e definir o responsável técnico que acompanhe todas as etapas de produção, qualidade e de identidade da semente e mudas (certificado de origem).

Os campos destinados à produção de sementes e os viveiros de mudas deverão ser inscritos no órgão de fiscalização (Mapa), na unidade da federação em que o produtor estiver inscrito no RenaseM. A solicitação da inscrição deverá ser feita por intermédio de formulários próprios e comprovantes de pagamento de taxa. O prazo de inscrição, para o café, deve ser feito todos os anos, até 31 de dezembro do ano anterior ao da colheita.

No Brasil, a base das plantações e renovações de lavouras de café conilon e robusta são feitas por 15 cultivares. Esses materiais genéticos são protegidos e ou registradas no Mapa conforme apresentado no Quadro 4.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O programa de melhoramento genético de café conilon vem proporcionando aumento da produtividade e melhoria da qualidade final do produto. Registro especial vem ocorrendo no Espírito Santo: até o lançamento das primeiras variedades (1993), a produtividade média no Estado era de 9,2 sc. benef./ha, e as lavouras bem conduzidas não ultrapassavam a 60 sc./ha. A produtividade média estadual de 2014 de 35,14 sc. benef./ha mostra que, em pouco mais de 20 anos, o uso de cultivares melhoradas associadas a outras tecnologias proporcionaram incremento de mais de 280% na produtividade média, com muitos produtores obtendo mais de 120 sc. benef./ha. Da mesma forma, houve incremento de 312% na produção, com melhoria significativa na qualidade final do produto.

As cultivares obtidas pelos diferentes programas de melhoramento desenvolvidos no Brasil vêm promovendo mudanças na cafeicultura do conilon dos estados brasileiros, com destaque para o Espírito Santo, Rondônia e Bahia. Além de sua superioridade em relação aos materiais genéticos plantados na década passada, elas são precursoras



**Quadro 4.** Cultivares de *Coffea canephora* registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Mapa, 2014

Denominação	Tipo de Registro	Mantenedor	Nº Registro* Proteção**
‘Conilon’	Cultivar	Incaper	05381*
‘EMCAPA 8111’	Cultivar	Incaper	05384 *
‘EMCAPA 8121’	Cultivar	Incaper	05383 *
‘EMCAPA 8131’	Cultivar	Incaper	05382 *
‘EMCAPA 8141- Robustão Capixaba’	Cultivar	Incaper	05385 *
‘EMCAPER 8151- Robusta Tropical’	Cultivar	Incaper	05386 *
‘Vitória Incaper 8142’	Cultivar	Incaper	20471*
‘Diamante ES8112’	Cultivar	Incaper	31002*, 21806.000118/2013**
‘ES8122’ - Jequitibá	Cultivar	Incaper	31003*, 21806.000119/2013**
‘Centenária ES8132’	Cultivar	Incaper	31001*, 21806.000117/2013**
‘Apoatã IAC 2258’	Cultivar	IAC	02958
‘BRS Ouro Preto’*	Cultivar	Embrapa	29486*, 21806.000058/2012**
‘Ipiranga 501’	Cultivar	Francisco Luís Silva Felner	26043*
‘SV 2010’	Cultivar	José Jânio Bizi	27053*
‘Verdebras G30/G35’	Cultivar	Wanderlino M. Basto	06380*
‘Colatina PR6’	Cultivar	Fundação Procafé	34015*

**Fonte:** Mapa (2015).

Cultivares clonais registradas\* e protegidas\*\* no Brasil, no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), Mapa.

de outras tecnologias, como o uso de mudas superiores, plantio em linha, correção do solo e o maior uso de adubação, plantios mais adensados, uso e manejo da irrigação, poda, entre outras não menos importantes que visam à melhoria da cafeicultura capixaba.

Registro especial é dado à estratégia de implantação e condução de uma rede de mais de 200 jardins clonais no Estado, para disponibilização de mudas das cultivares recomendadas aos produtores na renovação de lavouras. Esses jardins clonais têm potencial para a produção de aproximadamente 60 milhões de mudas por ano, que são suficientes para a renovação de 8% do parque cafeeiro de conilon por ano, com materiais genéticos superiores.

Para a obtenção de cultivares superiores, é necessário que os materiais selecionados reúnam, simultaneamente, uma série de características favoráveis e apresenta compatibilidade genética. Logo, as cultivares clonais melhoradas possuem um número definido de clones que, somente juntos, garantem a expressão do potencial produtivo, a estabilidade, a longevidade e contribuem para manutenção da base genética. A condução de lavouras clonais com número reduzido de clones poderá ocasionar resultados desastrosos para o produtor e para o futuro da cafeicultura de conilon pela redução da base genética disponível, que é a matéria-prima na evolução do melhoramento

genético e no desenvolvimento de cultivares com características de interesse para a sociedade. Face ao exposto, é fundamental que os produtores sigam as recomendações técnicas e não excluam de uma cultivar melhorada clones que julguem inferiores, pois tal atitude descaracteriza o material genético e compromete a estabilidade das lavouras da espécie no Brasil.

Estima-se que as cultivares melhoradas estejam presentes em cerca de 60% das propriedades produtoras de café conilon, em torno de 25 mil propriedades rurais do Espírito Santo. Elas ocupam cerca de 60% das áreas cultivadas com o café dessa espécie no Estado e têm provocado mudanças na cafeicultura, no meio rural e urbano. Calcula-se, também, que mais de 160 mil hectares têm sido renovados com esses materiais genéticos, os quais são responsáveis pela produção de cerca de 7,5 milhões de sc. benef./ano, o que representa em torno de 75% da produção do Estado.

Além do incremento da produtividade, da melhoria da qualidade final da produção, do aumento da arrecadação e da qualidade de vida dos envolvidos na atividade, as cultivares superiores vêm provocando maior movimentação no mercado, sobretudo de insumos e equipamentos, e também têm auxiliado na estabilização do mercado. Além disso, tem gerado a abertura de novos postos de trabalho e maior movimentação e integração

efetiva dos diferentes elos da cadeia do café.

Em face do problema de falta, custo elevado da mão de obra para colheita e o aquecimento global, têm-se trabalhado estratégias de melhoramento visando ao desenvolvimento de cultivares para colheita mecânica, para associação de café com árvores (sombreamento) e para altitudes mais elevadas.

## 8 REFERÊNCIAS

- BERTHAUD, J. L'Incompatibilité chez *Coffea canephora*: méthode de test et déterminisme génétique. *Café Cacao Thé*, Nogent-sur-Marne, v. 24, n.4, p. 167-174. 1980.
- BERTHAUD, J. *Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféiers africains diploïdes. Evaluation de la richesse génétique des populations sylvestres et de ses mécanismes organisateurs. Conséquences pour l'application*. Paris, FRA: ORSTOM, 1986. 379 p. (Collection Travaux at. Document ORSTOM n. 188).
- BOUHARMONT, P.; LOTODÉ, R.; AWEMO, J.; CASTAING, X. La sélection générative du caféier Robusta au Cameroun: analyse des résultats d'un essai d'hybrides diallele partiel implanté en 1973. *Café Cacao Thé*, v. 30, n. 2, p. 93-112, 1986.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; SILVEIRA, J. S. M.; 'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131': primeiras variedades clonais de café conilon lançadas para o Espírito Santo. Vitória, ES: Emcapa, 2 p. (Emcapa. Comunicado Técnico, 68). 1993.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G. 'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131': variedades clonais de café conilon lançadas para o Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF: v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Lei n. 9.456*. 25 abr. 1997. Decreto n. 2366, 5 nov. 1997. Dispõe sobre a legislação brasileira sobre proteção de cultivares, Brasília: 1998. 115 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Lei n. 10.711*. 5 ago. 2003. Decreto n. 5.153, 23 jul. 2004. Legislação brasileira sobre sementes e mudas. Brasília, 2004. 121 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Informações ao usuário*. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registro-nacional-cultivares/informacoesusuarios>>. Acesso em: 14 jul. 2011.
- CAMPOS, F. R. S.; MOURA, W. M.; PERTEL, J.; LIMA, P. C. Aspectos legais da produção e comercialização de sementes e mudas. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte: v. 27, n. 232, p. 15-21, 2006.
- CAPOT, J. L'amélioration du caféier robusta em Cote d'Ivoire. *Café Cacao Thé*, v. 21, n. 4, p. 233-242, 1977.
- CARIAS, C. M. de O. M.; TOMAZ, M. A.; FERRAO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; GONÇALVES, L. S. A. Produtividade de grãos de cafeeiro conilon de diferentes grupos de maturação pelo procedimento REML/BLUP. *Semina: Ciência Agrária*. Londrina: v. 35, n. 2, p. 707-718, 2014.
- CARVALHO, A.; FERWERDA, F. P.; FRAHM-LELIVELD, J. A.; MEDINA, D. M.; MENDES, A. J. J.; MONACO, L. C. *Coffee: Coffea arabica L. and Coffea canephora Pierre ex Froehner*. In: FERWERDA, F. P.; WIT, F. (Eds.). Wageningen: The Netherlands: Agricultural University. p. 189-192. (Miscellaneous Papers, 4). 1969.
- CARVALHO, A. Principles and practice of coffee plant breeding for productivity and quality factors: *Coffea arabica*. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Eds.) *Coffee: Agronomy*. London: Elsevier Applied Science. p.129-165. 1988.
- CARVALHO, A.; MEDINA FILHO, H. P.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA, M. N. A. Aspectos genéticos do cafeeiro. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto: v. 14, n. 1, p. 135-183. 1991.
- CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. *Café*. Vol 1. FURLANI, A. M. C. e VIEGAS G. P. (Eds.). *O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo* Instituto Agrônomo, Campinas, SP: p. 29-76. 1993.
- CHARMETANT, P.; LEROY, T.; BONTEMS, S.; DELSOL, E. Évaluation d'hybrides de *Coffea canephora* produits em champs semenciers em Côte D'Ivoire. *Café Cacao Thé*, v. 34, n. 4, p. 257- 264, 1990.
- CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and methods in Coffee plant breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Eds.). *Coffee agronomy*. London: Elsevier Applied Science, v. 8, p. 167-197. 1988. Cap. 5.
- CHARRIER, A.; ESKEs, A. B. Botany and Genetics of Coffee. In: WINTGENS, J. N. (Ed.). *Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production*. Darmstadt:

WILEY-VCH, p. 25-56. 2004.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira de Cafés do Brasil*. Safra de 2014. Brasília, DF: MAPA - SPC-CONAB, dez. 2014.

CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*: auto-incompatibilidade em *Coffea canephora*. *Bragantia*. Campinas: v. 20, n. 34, p. 787-804, 1961.

DADALTO, G. G.; BARBOSA, C. A. *Zoneamento agroecológico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: SEAG, 1997. 28 p.

DUBLIN, P. L'amélioration du caféier robusta en République Centrafricaine: dix années de sélection clonale. *Café Cacao Thé*, v. 11, n. 2, p. 101-138, 1967.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Conilon BRS Ouro Preto: aposta da Embrapa no future de Rondônia*. Brasília, DF: 2012, Folder.

FEITOSA, L. R. *Carta agroclimática do Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: Emcapa, 1986 1 mapa color. Escala 1:400.000.

FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. C. Origem, dispersão, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora*. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper. 2007. Cap. 3.

FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, R. G.; BARBOSA, W. M.; SOUZA, E. M. R. Genetic divergence in Conilon coffee revealed by RAPD markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. v. 9: p. 67-74. 2009.

FERRÃO, R. G.; SILVEIRA, J. S. M.; FONSECA, A. F. A. da.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G. Emcapa 8141 – *Robustão Capixaba*: variedade clonal de café conilon tolerante à seca. Vitória, ES: Emcapa, 1999. 10 p. (Emcapa. Comunicado Técnico, 98).

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; Banco ativo de germoplasma de *Coffea canephora* variedade conilon do Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. *Resumos expandidos...* Brasília: Embrapa Café e MINASPLAN, p. 405-407, 2000.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; SILVEIRA, J. S. M.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. Emcapa 8141 – *Robustão Capixaba*, variedade clonal de

café conilon tolerante à seca, desenvolvida para o Estado do Espírito Santo. *Revista Ceres*, Viçosa, MG: 47, n. 273, p. 555-560, 2000a.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. 'Emcaper 8151' – *Robusta Tropical*: primeira variedade melhorada de café conilon de propagação por sementes para o Estado do Espírito Santo. Vitória, ES: Emcaper. 2000b. 2p (Emcaper. Documentos, 103).

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; CECON, P. R.; CRUZ, C. D. Adaptabilidade e estabilidade de produção em variedades de café conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ E SAÚDE, 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, p. 213, 2003a.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; CARNEIRO, P. C. S.; CRUZ, C. D. Estimativa do coeficiente de repetibilidade por diferentes métodos em *Coffea canephora*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ E SAÚDE, 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, p. 236, 2003b.

FERRÃO, R. G. *Biometria aplicada ao melhoramento genético do café Conilon*. 2004. 256 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: 2004.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, 2007a. 702 p.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; C.; De MUNER, L. H.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELLI, F. *Café conilon*: técnicas de produção com variedades melhoradas. 3. ed. Vitória, ES: Incaper, 2007b. 60 p. (Incaper. Circular Técnica, 03-l).

FERRÃO, R. G.; FERREIRA, A.; CRUZ, C. D.; CECON, P. R.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; CARNEIRO, P. D. de S.; SILVA, M. F. da. Inter-trait relations for direct and indirect selection in coffee. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. Viçosa, MG: v. 8, p. 271-278. 2008.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; De MUNER, L. H. de.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, A. J.; MARTINS, D. dos S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. *Café conilon*: técnicas de produção com variedades melhoradas. 4. ed. – revisada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 2012. 74 p. (Incaper:

circular técnica, 03-l).

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da. *Variedades clonais de café conilon: 10 passos em 12 anos de pesquisa*. Vitória, ES: Incaper. 2013. (Incaper. Documentos, 218).

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; LANI, J. A.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A. FERRÃO, L. M. V. Café Conilon: cultivares melhoradas sustentáveis. *Incaper em Revista*. Pesquisa agropecuária. Vitória, ES: Incaper. v. 4 e 5. 2014.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; MISTRO, J. C.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, A. L.; LANI, J. A. Cultivares. IN: FONSECA, A.; SAKIYAMA, N.; BORÉM, A. *Café conilon do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV. 2015a. 257p. Cap. 3.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; FERRÃO, L. M. V. Melhoramento genético sustentável de café conilon. In: PARTELI, F. L.; GIVES, J. A. D.; SILVA, M. B. da (Eds.). *Café conilon: manejo de pragas e sustentabilidade*. Alegre, ES: CAUFES, Cap. 10. p.147-166. 2015b.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. *Diamante ES8112: nova variedade clonal de café conilon de maturação precoce para o Espírito Santo*. Vitória: Incaper, 2015c. (Incaper. Documentos, 219).

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. *ES8122 - Jequitibá: nova variedade clonal de café conilon de maturação intermediária para o Espírito Santo*. Vitória, ES: Incaper, 2015d. (Incaper. Documentos, 220).

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. *Centenária ES8132: nova variedade clonal de café conilon de maturação tardia para o Espírito Santo*. Vitória: Incaper, 2015e. (Incaper, documento. 221).

FERREIRA, A. *Predição de ganhos por índice de seleção para o melhoramento genético de Coffea canephora var Conilon*. 2003. 137f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG: 2003.

FERREIRA, A.; CECON, P. R.; CRUZ, C. D.; FERRÃO, R.

G.; SILVA, M. F. da.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G. Prediction of selection gains in *Coffea canephora* base do factorial scores. *Crop Breeding and applied biotechnology*. Londrina, PR: v. 4, n. 3, p. 298-304. 2004.

FERREIRA, A.; CECON, P. R.; CRUZ, C. D.; FERRÃO, R. G.; SILVA, M. F. da.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análises de fatores e índices de seleção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília: v. 40, n. 12, p. 1189-1195, 2005.

FERWARDA, F. P. Breeding of *Coffea canephora*. In: FERWARDA, F. P.; WIT, F. (Ed.). *Coffee: Coffea arabica L. and Coffea canephora Pierre ex Froehner*. Wageningen, The Netherlands: Agricultural University, p. 216-241, 1969. (Miscellaneous Papers, 4).

FONSECA, A. F. A. da. Variedades clonais de café conilon. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ, 1., 1995, Vitória, ES. *Anais...* Vitória, ES: CETCAF. p. 29-33. 1995.

FONSECA, A. F. A. da. Propagação assexuada de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo. In: PAIVA, R. (Ed.). WORKSHOP SOBRE AVANÇOS NA PROPAGAÇÃO DE PLANTAS LENHOSAS, 1996, Lavras. *Proceedings...* Lavras: UFLA, p. 31-34, 1996.

FONSECA, A. F. A. da. *Análise biométrica em café conilon (Coffea canephora Pierre)*. 1999. 121f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M.; SILVEIRA, J. S. M. Variedades derivadas de café conilon (*Coffea canephora*) desenvolvidas pelo Incaper para o Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001. Vitória. *Resumos Expandidos...* Brasília: Embrapa Café, p. 1.405-1411. 2001a,

FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G., SANTOS, L. P.; BRAGANÇA, S. M.; MARQUES, E. M. G. Melhoramento Genético de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. *Resumos Expandidos...* Brasília: Embrapa Café, p.1379-1384. 2001b.

FONSECA, A. F. A. da.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKIYAMA, N. S.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. Divergência genética em café conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, p. 234-235. 2003a.

FONSECA, A. F. A. da.; SEDIYAMA, T.; FERRÃO, R.



- G.; FERRÃO, M. A. G.; CRUZ, C. D.; SAKIYAMA, N. S. Correlações entre caracteres de café conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, 2003b, p. 232.
- FONSECA, A. F. A. da.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKIYAMA, N. S.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. Discriminant analysis for the classification and clustering of robusta coffee genotypes. *Crop breeding and applied biotechnology*. Londrina, PR: v. 4, n. 3, p. 285-289, 2004a.
- FONSECA, A. F. A. da.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKIYAMA, N. S.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. Repeatability and number of harvests required for selection in robusta coffee. *Crop breeding and applied biotechnology*. Londrina, PR: v. 4, n. 3, p. 325-329, 2004b.
- FONSECA, A. F. A. da. FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. *Conilon Vitória – ‘Incaper 8142’*: variedade clonal de café conilon. Vitória, ES: Incaper, 2004c, 24 p. (Incaper. Documentos, 127).
- FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; SILVA, A. E. S. da. De MUNER, L. H.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. *Jardins clonais de café conilon: técnicas para formação e condução*. 2.ed. Vitória, ES: Incaper. 2005. 56p. (Incaper. Circular Técnica, 04-I).
- FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C. FAZUOLI, L. C. Cultivares de café robusta. In: CARVALHO, C. H. S. *Cultivares de café: origem, características e recomendações*. Brasília, DF: Embrapa café. p. 255-280. 2008. Cap. 11.
- IVOGLO, M. G. *Divergência genética entre progênies de café robusta*. 2007. 75f, Dissertação (Mestrado em agronomia). Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas: 2007.
- LASHERMES, P.; COUTURON, E.; MOREAU, N.; PAILLARD, M.; LOUARN, J. Inheritance and genetic mapping of self-incompatibility in *Coffea canephora* Pierre. *Theoretical and Applied Genetics*, v.93, n.3, p. 458-462, 1996.
- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Registro Nacional de Cultivares - RNC. *Cultivares de café conilon*. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizações/registro/registro-nacional-cultivares>>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- MERLO, P. M. S. *Conilon capixaba: 100 ano de desafios, crescimento e inovação*. Vitória, ES: Bumerangue Produção e Comunicação. 2012. 98p.
- MISTRO, J. C. *Estimativa de parâmetros genéticos visando o melhoramento de café robusta (Coffea canephora Pierre ex A. Froehner)*. 2013. 152f. Tese (Doutorado Genética e Melhoramento). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP: 2013.
- MONTAGNON, C.; LEROY, T.; YAPO, A. Diversité génotypique et phénotypique de quelques groupes de caféiers (*Coffea canephora* Pierre) en collection. *Café Cacao Thé*, v. 36, n. 3, p. 187-197, 1992.
- MOURA, W. de M. Proteção e registro de cultivares de café. In: CARVALHO, C. H. S (Ed.). *Cultivares de café: origem, característica e recomendações*. Brasília: Embrapa Café. p. 299-305, 2008, Cap.13.
- MUDAS Verdebras: a força da produtividade. *Verdebras biotecnologia*. São Gabriel da Palha, ES: s.d. (Folder).
- NASCIMENTO, M.; FERREIRA, A.; FERRÃO, R. G.; CAMAPANNA, A. C. M.; BHERING, L. L.; CRUZ, C. D.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da. Adaptabilidade e estabilidade via regressão não paramétrica em genótipos de café. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília: v. 45, n. 1., p. 41-48, 2010.
- RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, M. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; MIRANDA, F. D. de. Estimativa de parâmetros genéticos de grupos de clones de café conilon. *Coffe Science*. Lavras, MG: Ufla. v. 7, n. 2, p. 177-186, 2012.
- RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, M. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; MARTINS, L. D. Crop yield bienniality in groups of genotypes of conilon coffee. *African Journal of Agricultural Research*. v. 8, p 4422-4426. 2013.
- SALGADO, S. M. L.; RESENDE, M. L. V.; CAMPOS, V. P. Reprodução de *Meloidogyne exegua* em cultivares de cafeeiros resistentes em suscetíveis. *Fitopatologias Brasileira*. Lavras, MG: v. 30, n. 4. p. 413-415. 2005.
- SARA, G. H.; SARA, T.; AZEVEDO, J. A. de; MATA, J. S. da; RIBEIRO FILHO, C.; DOI, D. S.; ITO, D. S.; FONSECA, I. C. de B. Porta-enxertos de café robusta resistentes aos nematoides *Meloidogyne paranaenses* e *M. incógnita* raças 1 e 2. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina: v. 27, n. 2, p. 171-184. Abr/Jun. 2006.
- SERA, T.; ALTEIA, M. Z.; PETEK, M. R. Melhoramento do cafeeiro: variedades melhoradas no Estado do Paraná (IAPAR). In: ZAMBOLIN, L (Ed.). *O estado da*

*arte de tecnologias na produção de café*. Viçosa, MG, UFV – Departamento de fitopatologia, p. 217-251. 2002. Cap. 6.

SOUZA, F de F.; SANTOS, M. M.; CARNEIRO, P. C. S. Diversidade de acessos de *Coffea canephora* Pierre ex. Frohner coletados em áreas tradicionais de cultivo em Rondônia, Brasil. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA A AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, SIRGEALC, 6., 2007, Chapingo, México. Por la valoración de los recursos genéticos para el desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: memoria. Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo, 2007. 35 p.

TEIXEIRA, A. L.; ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R. *Melhoramento genético, registro e proteção de cultivares de Coffea canephora para o Estado de Rondônia*. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia. 2011 (Embrapa Rondônia. Documentos, 143).

VENEZIANO, W. *Cafeicultura em Rondônia: situação atual e perspectivas*. Porto Velho: Embrapa: Rondônia, 1996. 24 p. (Embrapa: Rondônia. Documentos, 30).

VENEZIANO, W.; PEQUENO, P. L. de L. *Sistema de condução de cafeeiros Conilon (Coffea canephora) em Rondônia*. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2002. 19 p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 62).

VENEZIANO, W.; SOUZA, F. DE F. SANTOS, M. M. Avaliação de clones de café Conilon no Estado de Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3, 2003, Porto Seguro. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, p. 219, 2003.

VERDEBRAS Biotecnologia. *Revista Verdebras*, Linhares, ES: Jun. 1995, 24 p.

VAN DER VOSSSEN, H. A. M. Coffee selection and breeding. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K.C. (Eds.) *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm Westport, Conn. p. 48-96. 1985. Cap. 3.





Inca **JARDIM CLONAL**

**'CENTENÁRIA ES8132'**  
VARIEDADE CLONAL DE MATUREAÇÃO TARDEA

Plantio: novembro de 2010  
Fazenda Experimental de Banaçal do Norte/Incapar

PROJETO:







# Jardins Clonais, Produção de Sementes e Mudas de Café Conilon

Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, Abraão Carlos Verdin Filho, Paulo Sérgio Volpi, Aldo Luiz Mauri, Maria Amélia Gava Ferrão, Romário Gava Ferrão, Sara Dousseau Arantes e Sheila Cristina Prucoli Posse

## 1 INTRODUÇÃO

Para a formação de lavouras de café conilon com alta produtividade e com um produto final de qualidade diferenciada, é importante integrar ao processo produtivo um conjunto de novas tecnologias geradas e disponibilizadas pela pesquisa, em um processo dinâmico que evolui permanentemente, na medida em que fatores que dificultam ou até mesmo limitam a eficácia do processo produtivo vão sendo elucidados e contornados com o emprego dos novos conhecimentos incorporadas aos sistemas de produção existentes. Dessa forma, confere-se dinamismo, eficácia, competitividade e longevidade à atividade (FERRÃO, R. et al., 2012). É esse processo permanente de inovação que tem proporcionado notório destaque à cafeicultura no âmbito do Estado do Espírito Santo (FONSECA et al., 2012).

A utilização de material propagativo com boa qualidade é uma etapa fundamental para a implantação de um cultivo bem-sucedido, principalmente no caso de culturas perenes, como o café. Por isso, todo material genético (estacas, sementes ou mudas) que servirão como meios de propagação devem ser adquiridos de instituição idônea, registrada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), que deverá estar em conformidade com a Instrução Normativa nº 35, de 29 de novembro de 2012, que estabelece as normas para a produção e comercialização de material de propagação de cafeeiro e os seus padrões visando à garantia de sua identidade e

qualidade (BRASIL, 2012).

O principal produto de um programa de melhoramento genético é o desenvolvimento de cultivares. Parte expressiva do sucesso na utilização de uma cultivar melhorada está estreitamente relacionada com a produção e disponibilização de sementes e/ou mudas de qualidade. Para isso, é de fundamental importância a implantação de bons campos de produção de sementes, de mudas e também a construção e o manejo de viveiros seguindo as recomendações técnicas pertinentes (FONSECA et al., 2005a, 2005b; FERRÃO, R. et al., 2012; VERDIN et al., 2014a, 2014b).

Entre os principais resultados alcançados pelo programa de melhoramento genético de café conilon do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), que têm utilização direta pelos cafeicultores, destacam-se o desenvolvimento e a recomendação de oito cultivares clonais e de uma propagada por sementes (BRAGANÇA et al., 1993, 2001; FONSECA, 1999; FERRÃO, R.; FONSECA; FERRÃO, M., 1999; FONSECA et al., 2004a, 2004b; FONSECA et al., 2001a, 2001b; FERRÃO, R. et al., 2000a, 2000b, 2015a, 2015b, 2015c; FERRÃO, R.; FERRÃO, M.; FONSECA, 2013; FONSECA, FERRÃO, R.; FERRÃO, M., 2013). De forma semelhante, foi desenvolvida e recentemente lançada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Rondônia (Embrapa Rondônia), a BRS Ouro Preto, primeira cultivar clonal recomendada para o cultivo nas regiões produtoras desse estado da Região Norte do Brasil, composta de 15 clones, cuja propagação é também realizada



utilizando-se de estacas provenientes de jardins clonais (RAMALHO et al., 2015).

No decorrer do processo de pesquisa visando à obtenção de cultivares clonais, em condições experimentais, trabalha-se com pequeno número de plantas de cada um dos clones previamente selecionados objetivando minimizar o volume de recursos necessários à condução dos ensaios de campo. À medida que os materiais genéticos se destacam, envidam-se esforços adicionais para sua multiplicação, de forma que, se confirmada posteriormente sua presença em uma nova cultivar, haja um número mínimo de matrizes de cada um deles com o propósito de dar suporte ao lançamento e à formação dos campos de multiplicação para posterior fornecimento de material propagativo aos viveiristas e demais interessados no seu cultivo (FONSECA, 1996).

As cultivares melhoradas de café conilon obtidas e recomendadas pelo Incaper e seus parceiros para cultivo no Espírito Santo têm-se constituído na principal base da renovação das lavouras de conilon no Estado, maior produtor brasileiro da espécie. Estima-se que mais de 60% do parque cafeeiro capixaba atual, cerca de 160 mil ha, tenham sido renovados as bases tecnológicas, que inclui a utilização de cultivares melhoradas (FERRÃO et al., 2015d). Essas cultivares são consideradas por muitos como as principais responsáveis pelo destacado desempenho das novas lavouras, tanto no que diz respeito à produtividade quanto à qualidade do café conilon capixaba. De acordo com esses autores, a maior parte das renovações de lavouras em curso têm sido realizadas com cultivares clonais melhoradas. Segundo Mauri et al. (2015), no ano de 2013 foram produzidas no Brasil, aproximadamente, 110 milhões de mudas de *Coffea canephora*, das quais apenas cerca de 10% originaram-se de sementes.

Embora existissem no passado dúvidas acerca da qualidade das mudas clonais, bem como da longevidade das lavouras por elas constituídas, essa desconfiança dissipou-se com o tempo decorrido desde sua inclusão no sistema produtivo até o presente. Hoje, está evidenciado que o uso correto de cultivares propagadas assexuadamente apresenta vantagens competitivas sobre a cafeicultura seminal, por proporcionar a constituição mais rápida das copas e, conseqüentemente,

precocidade da produção. As lavouras adquirem uma certa padronização facilitando a realização dos tratos culturais. Com isso, é possível obter maior produtividade, melhor uniformidade de maturação dos frutos, maior tamanho e uniformidades de grãos, escalonamento da colheita e melhor qualidade do produto, entre outros (ESPINDULA; PARTLLI, 2011; FONSECA et al., 2015).

Plantas originadas da propagação vegetativa proporcionam aumento do número de brotações ortotrópicas (PARTELLI, et al., 2006; PARTELLI; AMARAL; VIEIRA, 2011), o que, de acordo com Fonseca et al. (2013), proporciona aumento da capacidade produtiva das lavouras clonais nas primeiras produções. Isso ocorre pelo fato de as plantas serem conduzidas desde a primeira produção com suas copas constituídas de um número definitivo de hastes ortotrópicas.

Após a obtenção, lançamento e recomendação de uma nova cultivar clonal, é necessária a multiplicação ordenada dos clones que as compõem. Para agilização e eficácia do processo de produção de mudas, o Incaper vem utilizando como principal estratégia a formação de jardins clonais em parceria com organizações públicas e privadas, como cooperativas, prefeituras municipais, institutos federais, associações de produtores e viveiristas (FONSECA et al., 2005a, 2005b; FERRÃO et al., 2012, 2015d).

Neste trabalho, são descritos os principais aspectos relacionados à implantação, formação, condução e correta utilização de jardins clonais, campos de produção de sementes, condução e manejo de viveiros objetivando a produção de mudas de café conilon.

## 2 JARDINS CLONAI E PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAI

### 2.1 JARDINS CLONAI

#### 2.1.1 Definições

**Jardins clonais:** são campos de plantas matrizes de café conilon conduzidas com a finalidade de produção de mudas clonais que compõem as cultivares clonais melhoradas da espécie. São,

normalmente, associados a viveiristas ou, de outra forma, conduzidos exclusivamente com a finalidade de produção e repasse de estacas, que se constituem nas estruturas vegetativas usadas para a propagação assexuada da espécie. Os jardins clonais foram concebidos com a finalidade de viabilizar o acesso mais rápido dos cafeicultores às cultivares clonais de café conilon recomendadas pelo Incaper. São geralmente implantados através de parcerias envolvendo o Instituto e os interessados na produção de mudas clonais.

**Clones:** são o conjunto de indivíduos originados de uma mesma planta, através de propagação assexuada (vegetativa). As plantas de um mesmo clone são, portanto, geneticamente idênticas entre si e àquela que lhes deu origem.

**Hastes ortotrópicas:** são aqueles que crescem verticalmente, dando sustentação aos ramos plagiotrópicos ou produtivos. São os ramos utilizados para a produção de mudas clonais.

**Ramos Plagiotrópicas:** são aqueles que crescem perpendicularmente às hastes ortotrópicas, responsáveis pela produção de frutos nas plantas. Esses ramos devem ser eliminados no preparo das estacas (VERDIN FILHO et al., 2015).

**Estacas:** São os segmentos retirados das hastes vegetativas (hastes ortotrópicas), com aproximadamente 5,0 cm de comprimento contendo um nó com duas folhas e dois ramos plagiotrópicos.

### 2.1.2 Histórico

A partir de 1993, vários jardins clonais vêm sendo instalados no Estado do Espírito Santo, na maioria dos municípios que cultivam o café conilon visando dar suporte à demanda de mudas de qualidade das oito cultivares clonais melhoradas e recomendadas pelo Incaper: 'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131', 'Emcapa 8141' - Robustão Capixaba, 'Vitória Incaper 8142', 'Diamante ES8112', 'ES8122' - Jequitibá e 'Centenária ES8132' (BRAGANÇA et al., 1993, 2001; FERRÃO et al., 2000a, 2000b; FONSECA et al., 2004; FONSECA et al., 2005a, 2005b; FERRÃO, R.; FERRÃO, M.; FONSECA, 2013; FERRÃO et al., 2015a, 2015b, 2015c). Nas parcerias estabelecidas para implantação dos jardins clonais, cabe à instituição

detentora dos materiais genéticos a cessão das mudas ou estacas e as orientações técnicas necessárias ao sucesso do empreendimento. As instituições parceiras, sejam públicas ou privadas, por outro lado, responsabilizam-se pela implantação, condução e disponibilização ou comércio das mudas ou das estacas, adotando as políticas de distribuição que melhor lhes convierem, desde que sigam a legislação pertinente.

Os jardins clonais têm sido de grande importância e cumprido plenamente seu papel na dispersão de materiais genéticos superiores em todas as regiões produtoras do Estado. Também podem ser considerados uma das estratégias responsáveis pela expressiva evolução da cafeicultura capixaba, tanto do ponto de vista de produtividade quanto de qualidade do produto final (FONSECA et al., 2005a, 2005b).

Existem atualmente no Estado do Espírito Santo cerca de 190 jardins clonais localizados nas principais regiões produtoras de conilon (Figura 1) possuindo, em conjunto, capacidade de produção de aproximadamente 50 milhões de mudas ao ano, capaz de suprir a demanda média de mudas clonais necessária à renovação anual de cerca de 7 a 8% do parque cafeeiro existente (FERRÃO et al., 2012, 2015d).

No Estado de Rondônia, desde 2014, quatorze viveiristas foram credenciados pela Embrapa Rondônia para a produção de mudas clonais da cultivar Conilon BRS Ouro Preto. Cada viveirista recebeu 1,2 mil matrizes (80 de cada um dos 15 genótipos que compõem a cultivar) e com elas estabeleceram seus respectivos jardins clonais. Atualmente, mudas da cultivar em questão encontram-se já sendo comercializadas nos principais municípios produtores de café de Rondônia.

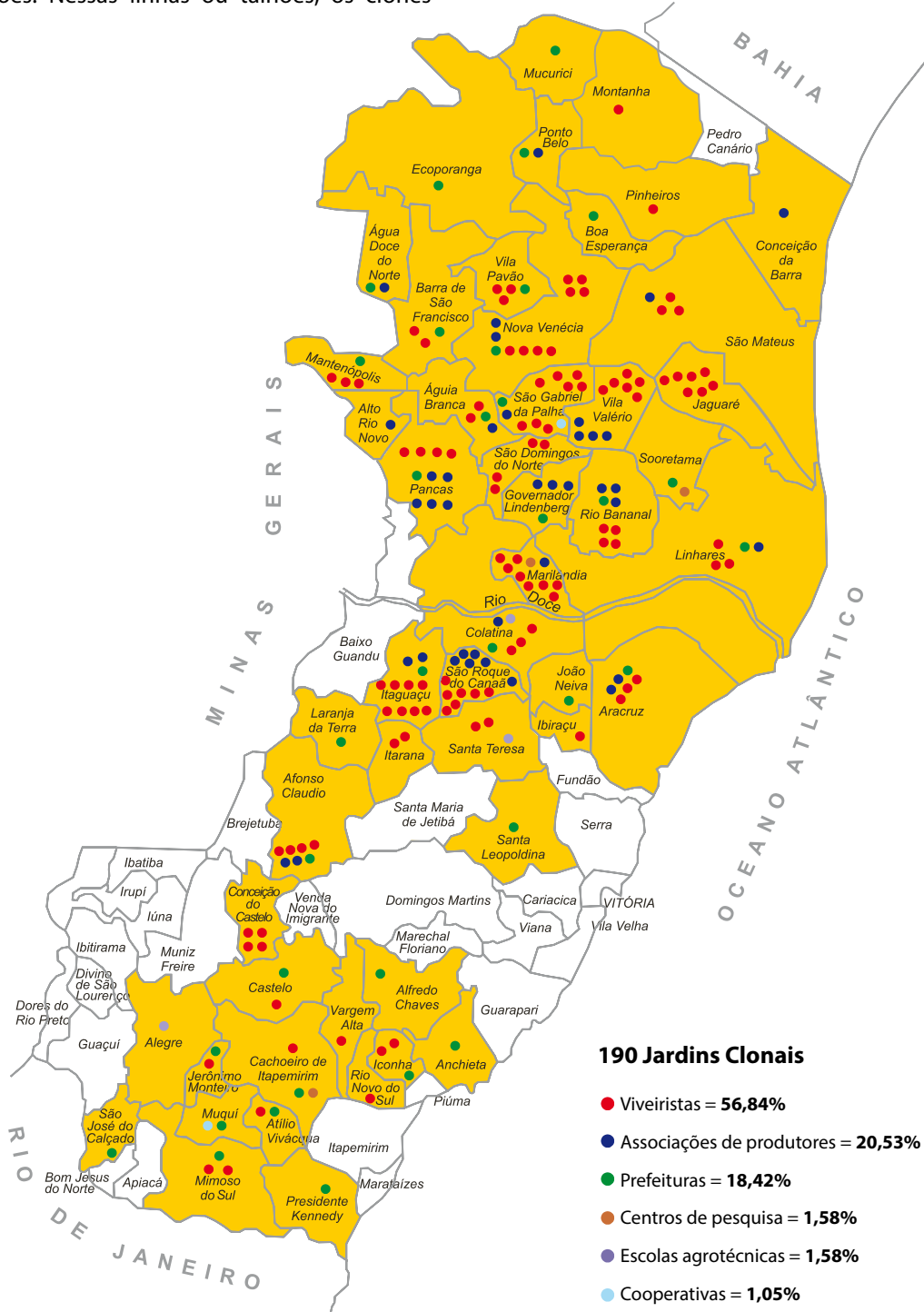
### 2.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO

Há diferentes formas de condução de jardins clonais: a tradicional (FONSECA et al., 2005a, 2005b) e a superdensada, realizadas em canteiros ou em linhas duplas (VOLPI et al., dados não publicados).

### 2.2.1 Plantio das matrizes

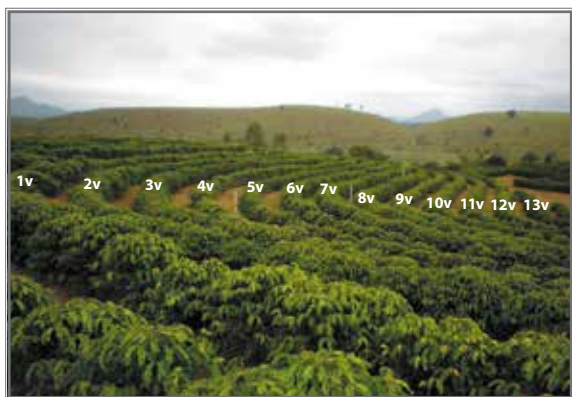
Em qualquer que seja o sistema adotado, tradicional ou superdensado, nos jardins clonais, como o objetivo não é a produção de grãos, a disposição das plantas dos respectivos clones de uma mesma cultivar deve ser feita em linhas ou em talhões. Nessas linhas ou talhões, os clones

precisam estar separados e cuidadosamente identificados (Figura 2), cada linha ou talhão tem que conter um único clone, de forma a assegurar o controle nas operações de produção de estacas, de mudas e da sua posterior distribuição em lotes com os respectivos materiais genéticos (FONSECA et al., 2005a, 2005b; FERRÃO, R. et al., 2012).



**Figura 1.** Mapa do Espírito Santo com a localização dos jardins clonais existentes em parceria com o Incaper.

**Fonte:** Adaptado de Fonseca et al. (2005a).



**Figura 2.** Jardim clonal da cultivar ‘Vitória Incaper 8142’ instalado na Fazenda Experimental Bananal do Norte - Incaper, Cachoeiro de Itapemirim/ES.

Os jardins clonais precisam, necessariamente, possuir matrizes de todos os clones que fazem parte de cada uma das diferentes cultivares clonais recomendadas pela pesquisa. Desse modo, na posterior comercialização das mudas e formação das lavouras, todos eles poderão estar presentes em igual proporção. Isso reduz os riscos do estreitamento da base genética e da consequente erosão gênica na espécie no país, além do comprometimento do desempenho agrônomo das lavouras.

Essa prática contribui para a redução do risco da eliminação de materiais genéticos que, embora não possuam necessariamente todos os atributos valiosos da cultivar, são igualmente fundamentais ao desempenho anunciado das respectivas cultivares como um todo (FONSECA et al., 2013).

A necessidade do cultivo de todos os clones (genótipos) das cultivares clonais recomendadas para o adequado comportamento das mesmas, é devido ao fato de a espécie *C. canephora* bem como todas as demais espécies diplóides conhecidas do gênero *Coffea*, ao contrário de *Coffea arabica*, serem autoincompatíveis.

Fonseca (1999) relatou uma série de trabalhos que demonstram que a autoincompatibilidade em *C. canephora* está associada a um único locus, que possui uma série alélica interagindo em um sistema gametofítico (CONAGIN; MENDES, 1961; BERTHAUD, 1980; LASHERMES et al., 1996; FERRÃO et al., 2015d). Esse fato condiciona à necessidade do cultivo de diferentes genótipos (clones) em uma mesma área. Isso ocorre para que não haja restrição

de polinização e fertilização cruzada entre eles (FONSECA et al., 2005a, 2005b; MAURI et al., 2015). Ademais, por esse motivo, além dos anteriormente citados, não se deve, seja qual for a hipótese, produzir ou adquirir mudas de qualquer cultivar clonal incompleta ou em diferentes proporções (FERRÃO, M. et al., 2012; FONSECA; FERRÃO, M.; FERRÃO, R., 2013).

É fundamental que na aquisição de mudas em viveiros comerciais devidamente registrados no Mapa se exija a comprovação de que a cultivar adquirida seja composta por todos os clones conforme recomendado. Sabe-se que todos eles possuem importante papel a desempenhar na composição de cada cultivar clonal, e que o desempenho anunciado somente pode ser assegurado em condições da integridade das cultivares (FERRÃO, R.; FONSECA; FERRÃO, M., 1999; FERRÃO et al., 1999; FONSECA et al., 2005a, 2005b; FERRÃO, R.; FERRÃO, M.; FONSECA, 2013; FERRÃO et al., 2015d; MAURI et al., 2015).

Os esquemas para plantio de jardins clonais encontram-se ilustrados na Figura 3 (em plantio em linhas únicas de cada clone) e Figura 4 (talhões de um mesmo clone), já que, nesses casos, o objetivo é somente a produção de estacas, e não de grãos, sem a necessidade de proximidade entre os diferentes clones.

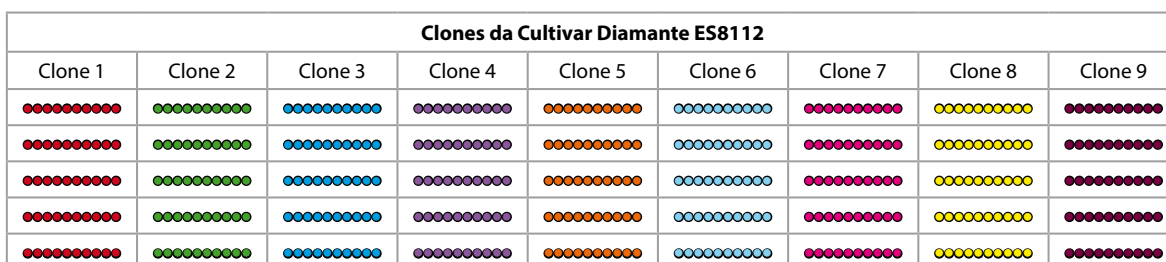
No estabelecimento de jardins clonais no sistema superadensado, as plantas de um mesmo clone devem ser plantadas em linhas duplas com as matrizes dispostas de forma desencontradas para facilitar o manuseio das matrizes, notadamente no momento da extração das hastes reduzindo a possibilidade de misturas das estacas (VOLPI et al., dados não publicados). Na Figura 5 encontra-se um esquema ilustrando alguns detalhes para a implantação de jardins clonais superadensados.

O plantio deve ser feito em sulcos ou em covas com dimensões de, no mínimo, 0,4 x 0,4 x 0,4 m, sendo os procedimentos de correções e adubações do solo bem como os demais cuidados os mesmos necessários à implantação de lavouras destinadas à produção de grãos (FERRÃO et al., 2012). Nesses casos, contudo, é necessária maior atenção à reposição de nutrientes, tendo em vista a grande demanda das plantas pela retirada constante de partes de sua estrutura vegetativa.

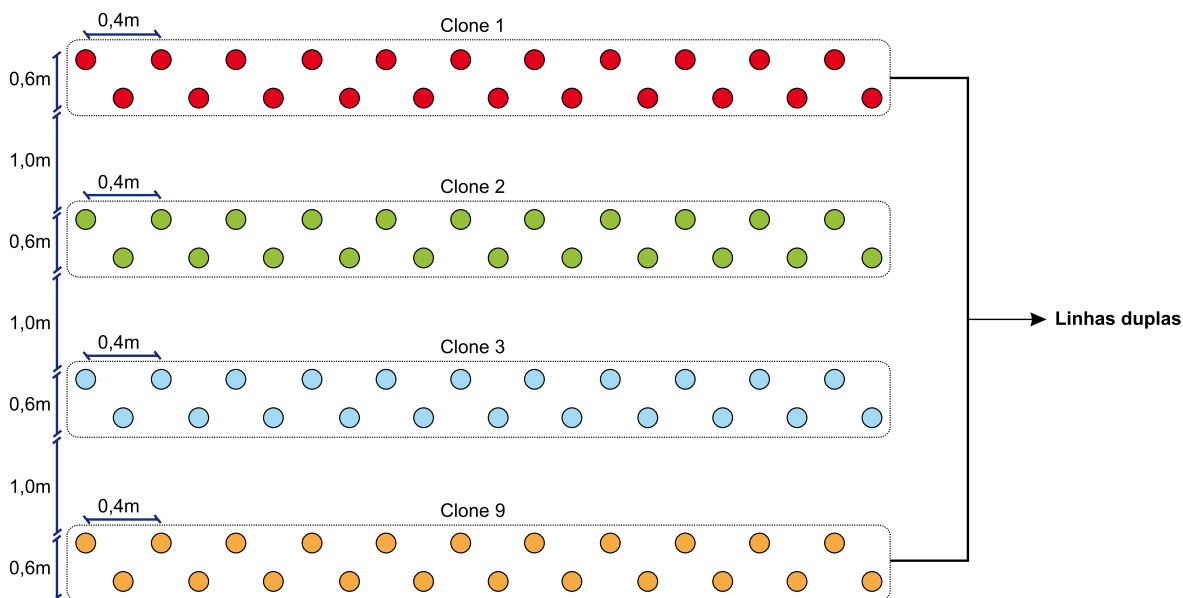




**Figura 3.** Esquema para o estabelecimento de jardim clonal com a cultivar Diamante ES8112, com seus respectivos clones dispostos em linhas individuais, em três talhões sucessivos.



**Figura 4.** Esquema para o estabelecimento de jardim clonal com a cultivar Diamante ES8112, com seus respectivos clones dispostos em talhões.



**Figura 5.** Esquema para implantação de um jardim clonal superadensado com a cultivar Diamante ES8112, composta pelo agrupamento de nove clones.

### 2.2.2 Espaçamento e preparação das matrizes

Conduzidos no sistema tradicional, as plantas devem estar dispostas com espaçamentos menores do que quando o objetivo é a produção de grãos. Espaçamentos da ordem de 2,0 x 1,0 m, totalizando 5 mil plantas/ha, têm sido os mais empregados até então. Nesse sistema, quando as hastas ortotrópicas

encontrarem-se com cerca dois anos ou mais, de 1,5 m de altura, pode-se iniciar os procedimentos de preparação das matrizes para a emissão de brotações abundantes (FONSECA et al., 2005a, 2005b; MAURI et al., 2015).

A produção de estacas a partir de matrizes adultas pode ser iniciada com a preparação das

matrizes realizando-se o arqueamento das hastes ortotrópicas (Figura 6A) ou optar pela recepa alta de várias dessas hastes (Figura 6B). O arqueamento das hastes pode ser realizado por intermédio da fixação de sua extremidade ao solo com auxílio de forquilhas de bambuí ou outro recurso, e, no caso da recepa alta, procede-se ao corte a uma altura de cerca de 1,2 m. Em ambas as situações, o objetivo é conferir à planta um aspecto de “taça”, aumentando a exposição das gemas vegetativas ao sol e concorrendo para a formação mais numerosa de brotos vigorosos, conforme mostra a Figura 7. Quando as brotações apresentam entre quatro e oito pares de folhas, devem ser destacados da planta-mãe para dar origem às estacas (FONSECA et al., 2005a, 2005b; MAURI et al., 2015).

Optando-se pela recepa alta, não é aconselhável que ela seja realizada em todas as hastes ao mesmo tempo, pois isso provocaria a morte de grande

parte do sistema radicular ativo, retardando o desenvolvimento das brotações e a recuperação da parte aérea. Nas plantas matrizes, precisa ser mantida intacta ao menos uma de suas hastes, que agirá como “pulmão” até que as brotações se desenvolvam normalmente, conforme a Figura 8 (MAURI et al., 2015).

Espaçamentos mais adensados (1,0 x 1,0 m), com o arqueamento de plantas mais jovens, podem ser também utilizados para a obtenção de maior precocidade na obtenção de estacas. Essa forma de condução, entretanto, demanda um manejo expressivamente mais intensivo e complexo do jardim clonal (MAURI et al., 2015) e pode comprometer tanto a produção total de estacas quanto a longevidade das matrizes (Figura 9). No entanto, é mais recomendável que se utilize dos jardins clonais superadensados, já que podem recompensar economicamente os custos adicionais



**Figura 6.** Matrizes arqueadas (A), e parcialmente recepadas (B) para a estimulação da emissão de numerosas brotações vegetativas.



**Figura 7.** Matrizes com numerosa brotação pela exposição das gemas vegetativas ao sol.



das operações de manejo requeridas.

Quando se utiliza o sistema de jardins clonais superadensados, com o plantio realizado em linhas duplas, o espaçamento é então ainda mais reduzido para que se obtenha uma maior densidade de hastes e facilidade nas operações dentro da área. Nesses casos, tem sido empregado,

com sucesso, espaçamentos da ordem de 0,4 m entre plantas, 0,6 m entre linhas de plantio e 1,0 m entre as linhas duplas, seja em canteiros ou conduzidas em campo aberto, proporcionando uma população de aproximadamente 31.250 plantas/ha (Figuras 10, 11 e 12).



**Figura 8.** Matriz parcialmente recepada exibindo brotações aptas à produção de estaquinhas.



**Figura 9.** Matrizes com cerca de um ano de idade sendo utilizadas para produção de estacas.



**Figura 10.** Aspectos do jardim clonal superadensado com a cultivar Diamante ES8112, conduzido na Fazenda Experimental do Incaper em Marilândia/ES.

**Fonte:** Volpi et al. (dados não publicados).





**Figura 11.** Jardim clonal superadensado conduzido em uma das Unidades de Demonstração na Fazenda Bela Vista de propriedade do senhor Carlos Roberto Gomes Cândido, no Município de Sooretama, ES.



**Figura 12.** Jardim clonal superadensado conduzido em uma das Unidades de Demonstração na Fazenda Volta Grande de propriedade do Sr. Adelson Rossmann, Laranja da Terra, ES.

O adensamento das matrizes pode favorecer o seu esgotamento mais precoce, porém esse fato pode ser compensado por permitir maior precocidade na obtenção de estacas e o mais rápido retorno econômico proporcionado. Ele é ainda mais notório quando diz respeito a materiais genéticos ainda muito restritos pelo elevado valor das estacas e mudas de novas cultivares melhoradas, sempre muito demandadas pelos cafeicultores.

### 2.2.3 Adubação

As adubações de implantação e formação dos jardins clonais devem ser realizadas segundo

as recomendações de Costa e Bragança (1996), Bragança, Lani e De Muner (2001), De Muner et al. (2000, 2002), Lani, Prezotti e Bragança (2007) e Guarçoni M. (2011). Há necessidade do monitoramento constante dos teores de nutrientes no solo e nas folhas de forma a não ocorrer limitações de ordem nutricional que impeçam a máxima produção de hastes a serem utilizados na produção de mudas. Além de maximizar a produção de estacas, a adequada nutrição das matrizes é importante para a manutenção das reservas necessárias à brotação e ao revigoreamento do sistema radicular, que é muito exigido nessas condições. Segundo Mauri et al. (2015), as adubações nitrogenadas nos jardins clonais têm sido comumente acrescidas de 25% das doses preconizadas para a cultura, e com os demais nutrientes seguindo os mesmos critérios utilizados na condução de lavouras para produção.

### 2.2.4 Irrigação

É uma prática extremamente importante na condução de jardins clonais. Deve ser realizada seguindo os critérios recomendados para a cultura em cada região considerando a demanda da espécie e as diferentes condições climáticas locais. É fundamental que não exista insuficiência do suprimento de água, bem como de sua adequada distribuição ao longo de todo o período de produção de mudas, para que sejam alcançados os resultados esperados tanto no que diz respeito ao número de estacas por matriz quanto à longevidade dos jardins clonais.

O sistema de irrigação a ser utilizado encontra-se na dependência, entre outros fatores, da quantidade e da qualidade da água disponível e, naturalmente, da disponibilidade de recursos para investimento.

Em sistemas superadensados, a irrigação pode ser feita utilizando-se de aspersão fixa de baixa vazão, microaspersão ou ainda irrigação localizada. Deve ser realizada considerando a evapotranspiração em cada época do ano e o coeficiente da cultura, e, a partir daí, calcula-se a quantidade de água a ser fornecida em cada aplicação e o turno de rega correspondente. De forma geral, são efetuadas entre duas a três irrigações semanais, idênticas ao manejo de formação inicial de plantio convencional.



### 2.2.5 Retirada e preparo das hastes originárias das brotações ortotrópicas ou verticais

As hastes utilizadas para a produção de mudas clonais são as ortotrópicas ainda bem jovens, aquelas que crescem verticalmente na planta (Figura 13). Devem ser selecionadas, destacadas e transportadas (Figura 14) o mais rapidamente possível para as proximidades dos viveiros, em

locais frescos e protegidos do sol, onde deverá iniciar-se o processo de preparação das estacas. As hastes coletadas de cada clone devem ser preparadas por equipes bem treinadas, buscando-se eliminar a possibilidade de misturas (Figura 15). Deve-se também, pelo mesmo motivo, trabalhar com um clone de cada vez, até o plantio no viveiro, em canteiros distintos e devidamente identificados (Figura 16).



**Figura 13.** Matriz com brotação vigorosa, pronta para a retirada das novas hastes para a produção de estacas.



**Figura 14.** Brotações destacadas da matriz a serem conduzidas para as proximidades dos viveiros.



**Figura 15.** Brotações sendo preparadas para a individualização das estacas na Fazenda Experimental do Incaper em Marilândia/ES.

**Figura 16.** Canteiros individuais identificados e contendo cada um deles, um único clone.

### 2.2.6 Preparação das estacas para o plantio

Após a retirada das hastes ortotrópicas, são eliminadas suas extremidades, uma vez que as partes basais, normalmente, já se encontram em processo de lignificação, e as partes apicais contêm ainda pouca reserva e são mais sensíveis à perda de água (Figura 17). Da parte útil, são normalmente aproveitados entre três e seis nós. Cada um deve possuir as duas folhas e os dois ramos produtivos ou plagiotrópicos. Procede-se, em seguida, à eliminação dos ramos produtivos pelo seu seccionamento com uma tesoura de poda, a cerca de 1,0 cm da inserção nas hastes verticais (Figura 18). Seguidamente, efetua-se o corte de um terço das folhas com auxílio de uma tesoura comum para que não haja sombreamento mútuo (Figura 19).



**Figura 17.** Retirada das extremidades das hastes eliminando-se as mais basais e os ponteiros.



**Figura 18.** Eliminação dos ramos plagiotrópicos ou produtivos das hastes.

Com as hastes assim preparadas, as estacas são então individualizadas, devendo ser cortadas a cerca de 1,0 cm acima da inserção dos ramos plagiotrópicos e de 3,0 a 4,0 cm abaixo da inserção das folhas (Figura 20).



**Figura 19.** Eliminação de parte das folhas.

Até recentemente, recomendava-se que o corte da parte inferior da estaca fosse realizado em forma de bisel (FONSECA et al., 2005b), por induzir a mais rápida emissão das primeiras raízes (Figura 21). Contudo, em recente trabalho realizado por Verdin Filho et al. (2014a), no qual estudaram mais detalhadamente a influência do tipo de corte na parte inferior das estacas, verificaram que o corte deve ser reto. Segundo os autores, esse tipo de corte promove maior produção de biomassa total, melhor distribuição das raízes em torno do tronco e melhor qualidade final das mudas, quando comparado ao corte em bisel (Figura 22).

De acordo com Verdin Filho et al. (2014b), recomenda-se que as estacas sejam separadas em função das partes do ramo que foram retiradas, que devem ser plantadas em canteiros e lotes distintos. Esse agrupamento é fundamental para obtenção de lotes mais homogêneos e com menor necessidade de encanteirar as mais semelhantes em canteiros diferentes (Figura 23), já que as estacas de cada porção possuem diferentes quantidades de reservas, tendendo a se desenvolver com padrões diferenciados. Segundo os mesmos autores, as estacas da porção mediana das hastes ortotrópicas sobressam-se na produção de mudas com maior crescimento da parte aérea e do sistema radicular.

As estacas devem receber tratamento fitossanitário obedecendo às recomendações do responsável técnico pelo viveiro para evitar a ocorrência e disseminação de doenças. Assim, já preparadas e prontas para o plantio, as estacas devem ser conduzidas ao viveiro e plantadas no menor tempo possível (Figura 24).





**Figura 20.** Aspecto da haste após a retirada dos ramos produtivos e de parte das folhas.



**Figura 21.** Aspectos da individualização das estacas (A), do corte em bisel na sua extremidade inferior (B) e do crescimento desigual das raízes da extremidade da estaca assim preparada (C).

**Foto:** Figura 21C, (VERDIN FILHO et al., 2014a).



**Figura 22.** Detalhes da estaquinha (A) e da distribuição de raízes quando as estacas são submetidas a cortes retos nas duas extremidades (B).

**Foto:** Figura 22B, (VERDIN FILHO et al., 2014a).



**Figura 23.** Mudas necessitando ser reencanteiradas em função da diferença de vigor entre as estacas no plantio.

### 2.2.7 Produção de estacas por matriz

No sistema tradicional de condução de jardins clonais, normalmente, a partir de dois anos de idade, a matriz está adequadamente desenvolvida e esta é a condição ideal para que seja preparada para iniciar o processo de produção de estacas. Cada matriz pode alcançar a produção de até 200 estacas em cada corte totalizando de 300 a 400 estacas ao ano, uma vez que, embora seja possível a realização de dois cortes em um ano, há normalmente no período mais frio, um lento crescimento das brotações (FONSECA et al., 2005a, 2005b).



Para alcançar a produção de estacas mais precoce e de forma mais abundante e econômica, tem sido utilizado o jardim clonal superadensado. Comparando o sistema tradicional de formação de jardins clonais com o superadensado, os autores mostraram expressivas vantagens dessa nova alternativa, verificando que, enquanto o sistema tradicional proporciona a primeira extração de estacas

com cerca de 36 meses (se a preparação da matriz foi iniciada aos 24 meses), o novo sistema, conduzido a pleno sol, permitiu a primeira extração já com sete meses após o plantio (Figura 25).

Segundo Volpi et al. (dados não publicados), o sistema superadensado proporciona a obtenção de mais de 500 mil estacas/ha já na primeira extração, aos sete meses de idade (Figura 26), e que aos 24



**Figura 24.** Aspectos do plantio das estacas em sacolas distribuídas em canteiros devidamente identificados.



**Figura 25.** Implantação de jardim clonal superadensado conduzido com cobertura de sombrite com 50% de sombra, recém-plantadas e já arqueadas (A e B) e sem cobertura (C).



**Figura 26.** Aspecto das matrizes com sete meses após o plantio em jardim clonal superadensado.



meses, quando se inicia a preparação das matrizes para a produção de estacas no sistema tradicional, no novo sistema já teriam sido produzidas mais de 4,3 milhões de estacas. Este fato, portanto, caracteriza expressiva vantagem sobre o primeiro sistema, tanto pela quantidade produzida como pela obtenção precoce das estruturas propagativas. Ainda de acordo com os autores, após 36 meses de plantadas, a produção de estacas no sistema tradicional pode proporcionar a obtenção de 1,5 a 2,0 milhões de estacas por hectare, enquanto no mesmo período pode-se chegar a mais de 7,0 milhões de estacas no sistema superadensado.

### 2.2.8 Aquisição de materiais genéticos nos jardins clonais

O material genético de cultivares propagadas vegetativamente para formação de jardins clonais deve ser adquirido de instituição idônea, registrada pelo Mapa.

No caso das variedades clonais desenvolvidas pelo programa de melhoramento genético do Incaper, os pedidos de materiais para formação de jardins clonais devem ser encaminhados ao Departamento de Operações Técnicas (DOT) do Incaper (pelo e-mail dot@incaper.es.gov.br), pelo telefone: (55) 27 3636-9802 ou diretamente na sede do Instituto: Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, CEP 29.052-010 - Vitória, ES, Brasil.

## 3 PRODUÇÃO DE SEMENTES

Em virtude de muitas lavouras de café serem ainda formadas a partir de mudas oriundas de sementes, há necessidade de que quando produzidas, apresentem boa qualidade fisiológica, física, genética e sanitária. Mudas originadas de sementes de boa qualidade são mais vigorosas, permitem melhor pagamento no campo e produzirão plantas com melhor desenvolvimento e sanidade.

Atualmente, existem três cultivares de *C. canephora* inscritas no Mapa que podem ser propagadas através de sementes, ou seja, por via seminal. São elas: 'Conilon', 'Emcaper 8151 - Robusta Tropical' e 'Apoatã - IAC 2258'.

Cultivares de *C. canephora*, notadamente a 'Apoatã - IAC 2258', têm sido utilizadas como porta-enxerto

na produção de mudas destinadas à implantação de lavouras em áreas com nematoides, por apresentarem elevada resistência ao nematoide *Meloidogyne exigua* e tolerância a *Meloidogyne incognita* (FAZUOLI; LORDELLO, 1977; FAZUOLI; COSTA; FERNANDES, 1983).

As sementes da cultivar Emcaper 8151– Robusta Tropical são obtidas por meio de recombinação de 53 clones elites do programa de melhoramento genético de café conilon do Incaper (FERRÃO et al., 2000a, 2000b). Essa cultivar somente pode ser obtida pelo plantio de todos esses clones em conjunto e em local isolado para polinização controlada entre eles.

Na Tabela 1, pode-se verificar os padrões de produção e comercialização de sementes de *C. canephora*, conforme as especificações da IN 35, do Mapa (BRASIL, 2012).

**Tabela 1.** Padrões de produção e comercialização de sementes de *Coffea canephora*

Parâmetros	Padrões
Semente pura (% mínima)	98
Determinação de outras sementes por número (nº máximo):	
- Semente de outras espécies	2
- Sementes silvestres	2
- Semente nociva tolerada	2
- Semente nociva proibida	Zero
Sementes infestadas (% máxima)	3
Semente com broca viva ( <i>Hypothenemus hampei</i> ) (% máxima)	Zero
Germinação ou viabilidade (% mínima)	60
Validade do teste de germinação ou de viabilidade (máxima em meses)	2
Validade da reanálise do teste de germinação ou de viabilidade (máxima em meses)	1

**Fonte:** Adaptado de Brasil (2012).

As sementes de café conilon apresentam germinação lenta e desuniforme tanto em condições de laboratório quanto de campo, com o agravante de perderem rapidamente o potencial germinativo durante o armazenamento. Assim, pela dificuldade de se armazenar essas sementes, a sementeira visando à obtenção de mudas deve ser realizada o mais breve possível após a sua colheita e preparo (DIAS; BARROS, 1993). Permitir com que sementes de *C. canephora* não percam a

viabilidade durante o armazenamento tem sido um dos principais desafios da pesquisa nessa área.

O café conilon, quando propagado por sementes, apresenta variações quanto à sua arquitetura, produtividade, resistência a doenças e pragas, época de maturação do fruto, tamanho e forma das sementes, frutos e folhas (BRAGANÇA et al., 2001).

### 3.1 OBTENÇÃO DE SEMENTES

As sementes devem ser, preferencialmente, obtidas de instituições de pesquisa ou de lavouras de produtores previamente registradas e credenciadas no Mapa para essa finalidade. Por se tratar de espécie de fecundação cruzada, deve-se cuidar para que a coleta das sementes seja realizada de forma equilibrada nas matrizes, cujas sementes, devidamente misturadas, corresponderão às sementes da cultivar em questão visando a garantir sua variabilidade genética como é o caso do 'Robusta Tropical - Emcapa 8151' (FERRÃO et al., 1999b, 2000b, 2015d).

As sementes devem ser coletadas em plantas vigorosas, sadias e com alta carga, ao se encontrarem em completa maturação fisiológica, quando acumulam o máximo possível de matéria seca e vigor, o que lhes confere maior viabilidade (PADILHA; CARVALHO; EIRA, 2008). Segundo Alves (2008), em geral, o estágio de maturação fisiológica é facilmente identificado pela mudança de coloração dos frutos de "verde-cana" para "cereja madura" (Figura 27).



**Figura 27.** Colheita de frutos maduros para a produção de sementes.

Foto: Daniel Simões.

Após a colheita, que deve ser feita preferencialmente de forma manual, os frutos devem ser imediatamente processados para que a qualidade das sementes não seja afetada (SILVA et al., 2010). As sementes devem ser submetidas ao beneficiamento, que consiste no despulpamento, degomagem e secagem, antes de serem semeadas ou armazenadas (TOMAZ et al., 2012).

### 3.2 DESPOLPAMENTO E DEGOMAGEM

Uma vez colhidos, os frutos maduros são submetidos ao despulpamento mecânico para a eliminação do exocarpo, e, em seguida, as sementes são submetidas à degomagem para a retirada do excesso de mucilagem (mesocarpo) aderida ao pergaminho. A remoção da mucilagem pode ser realizada por fermentação natural, processos mecânicos, químicos ou pela combinação de métodos. A degomagem se faz necessária, pois resíduos de mucilagem são ricos em carboidratos e se constituem em substrato adequado para o desenvolvimento de microorganismos (PEREIRA; VILLELA; ANDRADE, 2002; PADILHA; CARVALHO; EIRA, 2008).

A degomagem pela fermentação natural é a mais indicada. Trata-se de um processo simples e eficiente para a produção de sementes de boa qualidade (PEREIRA; VILLELA; ANDRADE, 2002; PADILHA; CARVALHO; EIRA, 2008). Esse processo pode ser realizado em tanques de alvenaria com água, por um período de 12 a 24 horas (ALVES, 2008), e, segundo esse mesmo autor, o mesocarpo de *C. canephora* é pouco aquoso e menos doce do que na espécie *C. arabica*.

Depois de degomadas, as sementes devem ser lavadas em água corrente para retirada completa da mucilagem (PADILHA; CARVALHO; EIRA, 2008) e, posteriormente, colocadas em bandejas com fundo telado para o escoamento do excesso de água.

Em seguida, faz-se a separação manual das sementes eliminando-se os frutos não despulpados (café em coco), resíduos do epicarpo (casca) e do endocarpo (pergaminho), sementes de menor tamanho e sementes quebradas. Giomo, Razera e Gallo (2002) recomendam o beneficiamento em máquina de ar e peneira e mesa gravitacional, sugerindo que as sementes pequenas e as leves sejam descartadas do lote por apresentarem baixa qualidade fisiológica.

### 3.3 SECAGEM E ARMAZENAMENTO

Após os processos de extração e limpeza, as sementes devem ser secas à sombra ou em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 30 °C. Os critérios mínimos para a produção e comercialização de material de propagação de café conilon, segundo a Portaria nº 338, de 30 de novembro de 2010 (BRASIL, 2010), determinam que o teor de umidade mínimo aceitável é de 15% e que o acondicionamento deve ser feito em embalagens que permitam o seu arejamento, como saco de juta, de polipropileno trançado e papel multifoliado.

A definição das condições ideais de secagem e armazenamento de sementes de café é fundamental para a manutenção da viabilidade das sementes durante esse processo, e para o cafeeiro conilon ainda são necessários mais estudos. Proporcionar condições para que sementes de *C. canephora* não percam a viabilidade durante o armazenamento tem sido um dos principais desafios da pesquisa nessa área. Para tanto, deve-se atentar para o teor de umidade das sementes, embalagem, temperatura e tempo de armazenamento (VIEIRA et al., 2007).

Segundo Dias e Barros (1993), as sementes de café conilon apresentam germinação lenta e desuniforme, além de perderem rapidamente a capacidade germinativa durante o processo de armazenamento. Esse fato obriga a realização de semeadura logo após a colheita, concentrando a obtenção de mudas em épocas que nem sempre são adequadas para o plantio (ARAUJO et al., 2008). Como as sementes de café são muito sensíveis à desidratação, essa tem sido considerada a principal causa da rápida perda do poder germinativo durante o armazenamento (ELLIS; HONG; ROBERT, 1990).

Diversos trabalhos vêm sendo realizados visando a avaliar a longevidade de sementes durante o armazenamento, com resultados variáveis em função da cultivar, da umidade das sementes, da embalagem de acondicionamento e da temperatura do ambiente. No entanto, os resultados ainda não permitem definir um procedimento eficiente de secagem e armazenamento das sementes de café conilon, principalmente devido à grande variação nas condições avaliadas.

Hong e Ellis (1995) verificaram semelhança no

comportamento de sementes de *C. canephora* e *C. arabica* durante o armazenamento, com ambas apresentando comportamento intermediário em relação às sementes ortodoxas e recalcitrantes.

Resultados favoráveis foram encontrados por Andreolli, Groth e Razera (1993), quando obtiveram 83% de germinação após sete meses de armazenamento de sementes de *C. canephora* cv. Guarani, com 35% de umidade, em embalagem de polietileno. De maneira similar, Fazuoli et al. (2002), avaliando as sementes de *C. canephora* cv. Apoatã, verificaram que a germinação foi mantida em 70% após 10 meses de armazenamento, quando acondicionadas com 34% de umidade, em embalagem de polietileno, sob temperaturas de 10 a 16 °C.

Andreolli, Groth e Razera (1993) também obtiveram resultados favoráveis à conservação das sementes de *C. canephora*, quando armazenadas a 20 °C em atmosfera saturada, com alta umidade relativa, alcançando, após nove meses, 80% de germinação. Contudo, Brandão Júnior (2000) verificou perda total na germinação de sementes de *C. canephora* após seis meses de armazenamento em câmara fria, enquanto que, em ambiente com umidade relativa de 80% e temperatura de 20 °C, as sementes com 41% de umidade mantiveram a qualidade fisiológica. Segundo Van Der Vossen (1979), sementes de café conservam-se por até dois anos e meio, quando acondicionadas em sacos de polietileno e percentual de umidade de 41% à temperatura de 15 °C.

Segundo Oliveira et al. (2004), o armazenamento das sementes de *C. canephora* cv. Apoatã IAC-2258 a 10 °C foi prejudicial à qualidade fisiológica, mesmo quando as sementes estavam com alto grau de umidade inicial (41%). No entanto, Rosa et al. (2005) verificaram que as sementes dessa mesma cultivar podem ser armazenadas por até quatro meses em temperatura de 10 °C se o teor de água for de 15%.

Para café arábica, vários trabalhos já indicaram que, de modo geral, suas sementes conservam-se melhor, quando armazenadas com umidade relativamente alta, em torno de 35% (VASCONCELOS; GROTH; RAZERA, 1992) a 40% (BARBOSA; HERRERA, 1990).

Outro fator que tem contribuído para a perda de viabilidade de sementes de café é a contaminação.

De acordo com Squarezi et al. (2002), citado por Ribeiro et al. (2005), a redução de viabilidade se deve ao avanço no processo de deterioração que, por sua vez, ocorre em virtude principalmente da elevada incidência de fungos. Em estudos realizados com sementes de café robusta (*C. canephora* Pierre ex Froehner) no decorrer do armazenamento, Braccini et al. (1998) isolaram e identificaram cinco gêneros diferentes de fungos infestando as sementes de café robusta: *Fusarium semitectum*, *Colletotrichum* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.

Pode-se fazer o expurgo das sementes para o controle da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) e do caruncho-das-tulhas (*Araecerus fasciculatus*). Para a realização do expurgo, tem sido comum a utilização de fosfato de alumínio em pastilhas aplicadas em sementes cobertas sob lona plástica de acordo com a recomendação do fabricante (BRACCINI et al., 1998).

### 3.4 SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA

O mecanismo responsável pela dormência das sementes de café ainda não está completamente elucidado, a qual pode ser causada pelo impedimento mecânico à entrada de água ou restrição ao desenvolvimento do embrião.

De acordo com Guimarães e Mendes (1997), a germinação de sementes de café é, de maneira geral, lenta e desuniforme. Esse fato pode ser atribuído ao pergaminho, um envoltório coriáceo e resistente (endocarpo).

A remoção do pergaminho pode ser útil para acelerar o processo de germinação das sementes de café. Esse processo pode ser realizado de forma manual, mais trabalhosa e demorada ou pela imersão das sementes por três horas, em solução de hipoclorito de sódio com 6% de cloro (RUBIM et al., 2010).

## 4 VIVEIROS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

As mudas de café conilon podem ser formadas via sementes (sexuadamente) ou através de partes vegetativas, como estacas (assexuadamente). Em quaisquer dos casos, o material para propagação deverá ser proveniente de plantas matrizes selecionadas, produtivas, sadias,

com características agrônômicas superiores e, sobretudo, de material genético recomendado e devidamente registrado para as regiões nas quais as mudas serão utilizadas.

Os viveiros para produção de mudas de café têm como objetivo atender à demanda interna da propriedade ou para fins de comercialização, apresentando grande variedade de estrutura física e capacidade de produção de mudas, tanto em quantidade como em qualidade. A escolha do tipo mais adequado, para cada situação, depende da finalidade do viveiro, se comercial ou uso próprio; do material mais facilmente disponível no local; da duração desejada para a produção de mudas; e do conhecimento e nível tecnológico do produtor ou dos viveiristas (MATIELLO, 1998; MATIELLO et al., 2005).

### 4.1 CONSTRUÇÃO DO VIVEIRO

Para a produção de mudas de variedades propagadas por sementes, o viveiro pode ser construído com materiais mais rústicos, disponíveis na propriedade, como ripas de madeira ou bambu; podem ser cobertos com materiais como folhas de palmeiras, capim-elefante ou outro qualquer que proporcione efeito semelhante.

Os viveiros devem ser construídos com cobertura voltada para o sentido norte-sul, seguindo as especificações técnicas. Os canteiros devem possuir de 1,0 a 1,2 m de largura e comprimento variável, separados por corredores de 0,6 m de largura (Figura 28), para facilitar a passagem das pessoas, os tratos culturais e o transporte das mudas. As vias externas devem possuir largura compatível com a movimentação dos veículos utilizados (De MUNER et al., 2000).



**Figura 28.** Dimensões dos canteiros e das áreas de circulação dos viveiros.

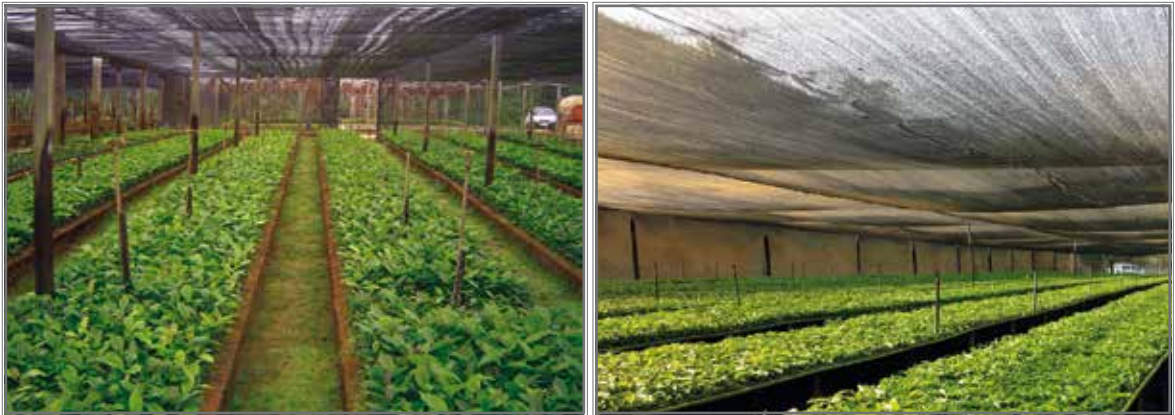


Para produção de mudas clonais, os viveiros podem apresentar diferentes características, dependendo do propósito com que é conduzido (FONSECA et al., 2005b). Em quaisquer dos casos, requer cerca de 50% a 70% de sombreamento no período de enraizamento (BRAUN et al., 2007). Necessita de irrigação automatizada para manutenção da umidade do substrato e do ar, evitando, assim, perda excessiva de água por transpiração. Desse modo, as mudas clonais são produzidas, na quase totalidade dos casos, em viveiros cobertos por sombrite e com sistema de irrigação por microaspersão (ESPINDULA; PARTELLI, 2011).

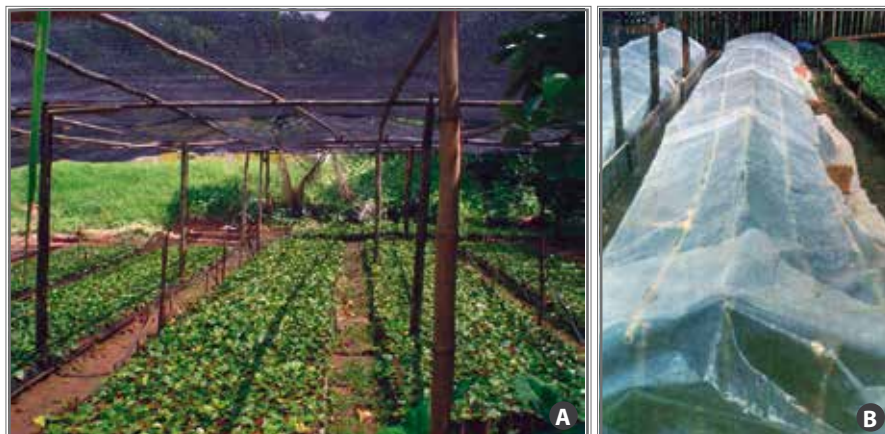
Os comerciais, normalmente com capacidade de produção de grande quantidade de mudas são, em geral, construídos com materiais mais duradouros e, quase sempre, são mais bem equipados, tendo em vista os cuidados exigidos pelo material propagativo. Devem ser cobertos com sombrite para a redução de 50% da radiação incidente. As

laterais devem ser protegidas com lonas plásticas transparentes para a manutenção em seu interior de temperatura e umidade relativa mais elevadas. Esses fatores podem contribuir para o aumento do índice de aproveitamento das estacas e para a redução do tempo necessário à produção das mudas, conforme mostra a (Figura 29).

Apesar dos cuidados requeridos, a produção de mudas clonais também pode ser realizada pelos próprios cafeicultores, mesmo em pequenas propriedades, utilizando-se estruturas mais rústicas e de baixo custo. Nesses casos, conforme descrito por Silveira e Fonseca (1995), podem-se utilizar viveiros convencionais, com as estacas plantadas sob coberturas ou túneis de material plástico transparente, dispostos no interior do viveiro, dentro dos quais são mantidos recipientes com água para favorecer a manutenção de alta umidade relativa do ar (Figura 30).



**Figura 29.** Aspectos da cobertura e proteção lateral de viveiro.



**Figura 30.** Viveiro rústico para produção de mudas, construído com materiais da própria fazenda (A); e túneis para produção de mudas clonais em pequenas quantidades (B).

#### 4.2 LOCALIZAÇÃO DO VIVEIRO

Os viveiros devem ser construídos em locais de fácil acesso, com pequeno desnível para facilitar o escoamento do excesso de água. Também devem ter disponibilidade de água de boa qualidade e facilidade para irrigação, protegidos de correntes de vento e de enxurradas e livres de ervas daninhas, principalmente tiririca e grama-seda (De MUNER et al., 2000).

Quando o viveiro for destinado à produção de mudas para comercialização, deve-se analisar a sua proximidade em relação ao mercado consumidor. Para facilitar a operação de entrega e transporte das mudas, deve-se evitar o tráfego de animais e de pessoas para não disseminar plantas daninhas, pragas e doenças. No caso de produção de mudas clonais, o viveiro deve ser instalado próximo ao jardim clonal.

A área a ser ocupada dependerá do número de mudas a serem produzidas e do tamanho do recipiente utilizado, seja sacolas ou tubetes. De modo geral, em cada metro quadrado de canteiro, são acomodadas entre 180 e 200 mudas de sacolas, dependendo do tamanho das sacolas utilizadas. No caso do uso de tubetes com capacidade de 280 ml de substrato, as bandejas dispostas diretamente no solo suportam 207 tubetes/m<sup>2</sup>; enquanto que para bandejas suspensas planas, 218 tubetes/m<sup>2</sup>.

#### 4.3 CONFECÇÃO DOS CANTEIROS

A produção de mudas de cafeeiro conilon deve ser realizada através da semeadura ou do plantio das estacas diretamente nos recipientes previamente preenchidos com o substrato e dispostos em canteiros. Não se recomenda a utilização de pré-germinadores ou de canteiros com leitos de areia de modo a evitar a bifurcação e má distribuição do sistema radicular das mudas, tanto as propagadas por sementes como por estacas.

Os recipientes nos quais será efetuada a semeadura ou estaqueamento podem ser dispostos em canteiros, diretamente sobre o solo, ou suspensos, suportados por estruturas de madeira, cantoneiras de chapas de metal ou por grade reticulada de arame.

No solo, os canteiros podem ser cobertos com areia e sobre ela dispor mantas apropriadas, com

objetivo de facilitar a drenagem do excesso de água e impedir o crescimento de plantas invasoras.

No caso dos canteiros suspensos, embora exista um custo adicional, há maior facilidade de realização dos tratamentos culturais, além de ser mais eficiente no controle de plantas invasoras, pragas e doenças. Nesses casos, são confeccionados a uma altura média de 0,9 m a partir do solo. Nesse sistema, os recipientes, mais comumente os tubetes, são encaixados em bandejas ou em telas, onde são encaixados. Os tubetes são geralmente suportados por estruturas que os mantêm suspensos para que as raízes não cresçam além dos limites do recipiente, prevenindo que não se enovelem.

Os leitos de enraizamento podem também ser utilizados, contudo não é uma prática comumente recomendada, uma vez que o cafeeiro conilon apresenta excelente capacidade de enraizamento. No entanto, alguns clones podem apresentar baixa capacidade de rizogênese, sendo, nesses casos, o estaqueamento em leitos especiais uma prática necessária.

O sistema de estufim não é indicado para regiões quentes, pois esse tipo de cobertura pode gerar aquecimento excessivo. O sistema é recomendado, principalmente quando o estaqueamento é efetuado em regiões e/ou períodos frios. O tempo de permanência no leito de enraizamento vai variar de acordo com a capacidade de rizogênese dos clones. Deve-se monitorar as estacas e quando ocorrer o "calejamento", efetua-se o transplante para o recipiente definitivo.

#### 4.4 RECIPIENTES

As mudas de cafeeiro podem ser produzidas em sacolas de polietileno opaco, dotado de orifícios de dreno ou recipientes tipo tubetes. As sacolas de polietileno ainda são as mais utilizadas para a produção de mudas de café conilon, seja para produção de mudas de sementes ou clonais. O tamanho dos recipientes pode variar de 9,0 a 11,0 cm de largura e 18,0 a 20,0 cm de comprimento para mudas de sementes e 11,0 a 20,0 cm de largura e 21,0 cm de comprimento para mudas clonais. Devem possuir ao menos 30 perfurações da metade inferior do recipiente até a parte basal visando a facilitar a drenagem do excesso de água.

A produção de mudas de café utilizando-se tubete como recipiente, proporciona redução na necessidade de mão de obra, otimização dos tratamentos culturais e facilita a logística de transporte das mudas.

Para a produção de mudas oriundas de sementes, têm sido obtidos bons resultados (MARANA et al., 2008; BRAUN et al., 2009). No entanto, na produção de mudas clonais, os estudos ainda são poucos. Ronchi e DaMatta (2007) relatam efeito negativo da produção de mudas em tubetes, principalmente se as mudas permanecerem por longo período em recipientes de pequenas dimensões. Contudo, em muitos viveiros são obtidas mudas clonais vigorosas e com sistema radicular bem formado utilizando tubetes com maiores dimensões (aproximadamente 280 cm<sup>3</sup>). Apesar do relativo sucesso obtido nesses viveiros, a utilização de tubetes para produção de mudas clonais de café conilon precisa ainda ser estudada quanto a alguns detalhes importantes, como a capacidade e o formato dos recipientes, a nutrição das plantas, o manejo do viveiro, entre outros.

#### 4.5 SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS

Na produção de mudas de café conilon, é usualmente empregado o binômio sacos plásticos x “terra de barranco”. No entanto, essa prática aumenta os custos com transportes, tratamentos culturais das mudas e aumenta também a possibilidade de disseminação de patógenos de solo, principalmente nematoides. Além disso, acarreta ainda prejuízos ambientais pela grande movimentação de solo. A cada ano, são produzidas no Brasil dezenas de milhões de mudas de café, provocando a movimentação de dezenas de milhares de metros cúbicos de solo.

A “terra de barranco” ou de subsolo corresponde àquela de horizontes subsuperficiais, retirada da camada abaixo dos primeiros 10,0 cm a partir da superfície, o que varia em função do tipo de solo. Para evitar o uso de substrato contaminado com nematoides, não se deve coletar solo em áreas em uso ou já utilizadas com lavouras de café, hortas e/ou viveiros comerciais de mudas de café e outras espécies. O solo deve ser peneirado para eliminar pedras, torrões, raízes, etc.

Deve-se realizar a análise química e física do solo

para determinação da necessidade de sua correção e de fertilização das mudas, bem como da adição de material orgânico ou areia para o ajuste da textura. Os solos argilosos com 60% ou mais de argila necessitam de adição de areia grossa na base de 10 a 20% em volume. Solos arenosos com 15% de argila para menos exigem maior quantidade de matéria orgânica volumosa, 40% em volume (SANTINATO; SILVA, 2001).

O substrato para enchimento das sacolas pode ser preparado seguindo-se a seguinte composição para cada metro cúbico:

- 700 a 800 L de “terra de barranco” ou de subsolo, peneirada;
- 200 a 300 L de esterco bovino ou palha de café, bem curtido;
- 5,0 kg de superfosfato simples.

Para a produção de mudas clonais, os recipientes contendo o substrato anteriormente descrito devem permanecer em repouso por um período não inferior a 30 dias, antes do plantio das estacas, dispostas nos canteiros definitivos dos viveiros, recebendo irrigações constantes (Figura 31). O plantio em substrato recém-preparado causa expressivo decréscimo no índice de pegamento (SILVEIRA; FONSECA, 1995).



**Figura 31.** Recipientes com substrato recebendo irrigações antes do plantio das estacas.

Para a utilização de tubetes, é recomendável o uso de substratos alternativos ao tradicional, que usa “terra de barranco” como base. Geralmente são utilizados substratos comerciais que se mostram bastante eficientes, mas no entanto, aumentam



o custo de produção das mudas. Além disso, as variações entre os diversos produtos disponíveis dificultam a padronização de tratamentos culturais.

Para utilização destes substratos, deve-se priorizar o uso de fertilizantes de liberação controlada, de forma a favorecer a eficiência do processo (SERRANO; CATTANEO; FERREGUETTI, 2010).

Ao se utilizar substratos alternativos para a produção de mudas, especial atenção deverá ser dispensada a nutrição das mesmas, pois há a necessidade de aplicações frequentes de nutrientes, devido principalmente a sua lixiviação. Assim, a utilização de adubos de liberação controlada dos nutrientes torna-se uma das alternativas para aumentar a eficiência das adubações (SERRANO; CATTANEO; FERREGUETTI, 2010).

#### 4.6 PLANTIO DAS SEMENTES E DAS ESTACAS NO VIVEIRO

##### 4.6.1 Semeadura para produção de mudas por semente

Para a produção de mudas de café a partir de sementes de modo a evitar o comprometimento no desenvolvimento do sistema radicular, recomenda-se que a sementeira seja feita diretamente nos recipientes. Efetua-se a sementeira de duas sementes por sacola, próximas uma da outra, diretamente nos recipientes, a uma profundidade de 1,0 cm. Em seguida, as sementes são cobertas com uma camada fina de areia, e os recipientes com sacos de estopa visando a evitar que a água de

irrigação ou mesmo das chuvas as descubra, além de conservar a umidade e diminuir o aparecimento de ervas daninhas (Figura 32).

A germinação geralmente inicia-se cerca de 35 a 45 dias após a sementeira. Nesse momento, a cobertura aplicada diretamente sobre os canteiros deve ser retirada. Após a germinação e o desenvolvimento inicial das novas plantas, efetua-se o desbaste, deixando-se apenas uma delas em cada recipiente, a mais vigorosa e sadia. As mudas desbastadas não devem ser aproveitadas para replantio em outro recipiente.

##### 4.6.2 Plantio das estacas para produção de mudas clonais

As estacas já preparadas e prontas para o plantio são, então, conduzidas ao viveiro, devendo ser plantadas o quanto antes. Devem ser introduzidas no substrato, previamente preparado, até a altura da inserção das folhas (Figura 33). Visando a reduzir as operações necessárias ao replantio de estacas perdidas, pode-se manter, entre as mudas de um mesmo clone, estacas suspensas nos espaços entre os recipientes, de modo a evitar o retorno aos jardins clonais para novas coletas de pequenas quantidades de estacas.

Em condições climáticas favoráveis, os "calos" aparecem entre 30 e 40 dias após o plantio das estacas, e as primeiras raízes a partir de 50 dias. No viveiro, as mudas permanecem por um período de aproximadamente quatro a cinco meses, dependendo da época do ano. Em períodos mais quentes, a formação dos "calos" e a emissão das brotações originadas das gemas vegetativas



Figura 32. Semeadura, cobertura das sementes e dos canteiros com emprego de sacos de estopa.



existentes nas axilas das folhas são normalmente mais rápidas, tornando possível a produção das mudas em um período total de 120 a 130 dias, incluindo o período de pelo menos 20 dias para aclimação (Figura 34).

#### 4.7 CONDUÇÃO DAS MUDAS SEMINAIS NO VIVEIRO

Deve-se fazer o monitoramento das mudas quanto à incidência de plantas daninhas, pragas e doenças. As sacolas com as mudas deverão ser mantidas sempre livres de plantas daninhas. As principais pragas são as lagartas, os grilos e as formigas e as doenças mais comuns são as que provocam o tombamento, a cercosporiose e a ferrugem. O controle dessas pragas e doenças encontra-se descrito nos capítulos 17 “Manejo de Pragas do Café Conilon” e 18 “Manejo das Doenças do Cafeeiro Conilon”.

É comum, em viveiros, a morte de mudas causada por fatores abióticos, ou seja, onde não há o envolvimento de organismos vivos. É importante a realização de um diagnóstico correto para que seja evitado o uso de medidas inadequadas, que muitas vezes não trazem qualquer efeito, como se tem verificado constantemente.

Algumas recomendações gerais podem contribuir para reduzir o aparecimento e a disseminação dessas doenças em viveiros: utilizar material genético resistente; adubar equilibradamente, com especial cuidado para o nitrogênio, principalmente em aplicações foliares; evitar o excesso de sombreamento e aplicação de água em demasia; cuidar para que haja boa drenagem da água de irrigação; realizar, quando necessário, pulverizações com defensivos específicos em conformidade com as pragas e doenças utilizando sempre produtos recomendados e registrados para a cultura.



**Figura 33.** Altura de inserção das estacas nas sacolinhas.



**Figura 34.** Evolução do sistema radicular e das brotações de mudas clonais de café conilon.

#### 4.8 ADUBAÇÕES NOS VIVEIROS

As adubações das mudas devem ser realizadas com base no monitoramento diuturno do viveiro e pelo acompanhamento do seu estado nutricional através de análise foliar. Em média, utiliza-se aproximadamente de 15 a 20 g de uréia ou cerca de 30 g de sulfato de amônio, diluídos em 20 L de água, aplicados a cada 30-40 dias, totalizando, no máximo, quatro aplicações em todo o processo de formação das mudas. Além das adubações nitrogenadas, deve-se aplicar produtos à base de micronutrientes, também a cada 40 dias, na dosagem equivalente a um terço da quantidade recomendada para lavouras adultas (BRAGANÇA; LANI; De MUNER, 2001).

Após as adubações, as mudas devem ser submetidas imediatamente à irrigação com água pura, para que os fertilizantes retidos nas folhas sejam lavados e não promova sua desidratação.

#### 4.9 IRRIGAÇÃO

A irrigação de viveiros de mudas de sementes é relativamente mais simples do que a de viveiros clonais, bastando que se cuide para que não haja falta d'água nem seu fornecimento excessivo. O método usado para o suprimento de água pode ser até mesmo de regas manuais com mangueiras ou regadores, com atenção para a distribuição regular.

Os viveiros de mudas clonais devem ser irrigados preferencialmente pelo método de microaspersão por nebulização (Figura 35). Devem ser munidos com dispositivos de temporização, para tornar o processo automatizado, com irrigações intermitentes. Esses dispositivos ativam o sistema de irrigação a cada período determinado de tempo ou conforme a umidade relativa no ambiente. Os temporizadores podem ser adquiridos no comércio especializado ou construídos na propriedade com materiais variados, dependendo da criatividade do cafeicultor.

Na propagação clonal, até o início da emissão de raízes e brotações, é importante que a umidade relativa do ar no interior dos viveiros seja mantida próxima a 100%, daí a necessidade da manutenção de recipientes com água no interior das câmaras úmidas, conforme recomendação de Silveira e Fonseca (1995).



**Figura 35.** Irrigação de viveiro de mudas clonais com sistema de nebulização.

#### 4.10 ACLIMATAÇÃO

A aclimação das mudas é necessária para que elas suportem melhor as condições de estresse quando forem levadas definitivamente ao campo. Durante o processo de aclimação, as mudas são retiradas do viveiro, onde se encontravam mais protegidas, sendo então expostas gradativamente ao sol pela retirada da cobertura de forma paulatina e irrigadas com menor frequência para que se adaptem melhor às condições de campo. A aclimação das mudas pode ser iniciada a partir do terceiro par de folhas e pelo menos 30 dias antes do plantio no campo.

No processo de aclimação, podem ser usadas coberturas bastante rústicas, como as utilizadas em viveiros tradicionais, tais como folhas de palmáceas. A duração do referido processo leva entre 20 e 30 dias, podendo ser maior no caso de condições ainda inadequadas para o plantio.

Quando se usa a cobertura do viveiro com sombrite, a aclimação pode ser feita pela exposição progressiva das mudas ao sol através da retirada gradual da cobertura do viveiro evitando o deslocamento das mudas (Figura 36).

Durante a aclimação, é recomendável que as adubações sejam suspensas, ou minimizadas, para que haja o estímulo do crescimento do sistema radicular, pois, após o plantio definitivo, haverá maior dificuldade de sobrevivência daquelas mudas mais dependentes da pronta disponibilidade de água e nutrientes. A disposição das mudas nos canteiros de aclimação deve ser feita levando-se também em consideração o seu



tamanho, ou seja, as mais desenvolvidas devem ser reagrupadas separadamente das menos desenvolvidas, de forma a não retardar ainda mais o crescimento dessas últimas (Figura 37).

Antes da retirada das mudas para o plantio definitivo, os diferentes lotes devem passar por um

processo de avaliação visando a disponibilizar aos produtores apenas as mudas de melhor qualidade. As características consideradas nessa etapa são as seguintes: idade, altura, coloração das folhas, sintomas de incidência de pragas e doenças, quantidade e distribuição do sistema radicular, consistência do substrato, entre outras (Figura 38).



**Figura 36.** Processo de aclimação de mudas clonais com exposição gradativa ao sol.



**Figura 37.** Mudas sendo reagrupadas durante o processo de aclimação, de acordo com seu tamanho e vigor.



**Figura 38.** Avaliação da qualidade da muda.

## 5 DISTRIBUIÇÃO DAS MUDAS CLONAIS

Por ocasião da formação dos primeiros jardins clonais, ainda em 1993, as mudas das primeiras cultivares clonais ('Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131') eram fornecidas aos cafeicultores para o plantio definitivo, tanto separadas como misturadas, uma vez que todos os clones de cada cultivar possuíam a mesma época de maturação dos frutos.

A partir do lançamento da variedade Emcapa 8141 - Robustão Capixaba, passou-se a recomendar que cada clone fosse entregue separadamente pela necessidade do plantio em linhas individuais, pois, apesar de tolerantes à seca, esses clones não apresentavam maturação na mesma época. A técnica do plantio em linha possibilita o cultivo de todos os clones, independentemente da época de maturação de cada um, na mesma área, já que a colheita é feita por linha. O plantio, seguindo essa técnica, proporciona vantagens, como aumento da produtividade, melhoria da qualidade do produto e a facilidade no manejo envolvendo podas e desbrotas (FONSECA, et al., 2005; FERRÃO et al., 2012; FONSECA; FERRÃO, M.; FERRÃO, R., 2013).

De forma semelhante, recomenda-se que os clones da variedade Vitória Incaper 8142 sejam plantados em linhas, uma vez que, apesar dessa variedade reunir inúmeras características de grande interesse, como na 'Robustão Capixaba', seus clones apresentam distintas épocas de maturação dos frutos (FONSECA et al., 2005a, 2005b; FERRÃO et

al., 2012). Sendo assim, recomenda-se que cada clone de uma mesma variedade seja identificado e entregue aos viveiristas em lotes separados para viabilizar o plantio em linhas (Figura 39).

Mesmo para as cultivares recém-lançadas e recomendadas pelo Incaper para cultivo no Estado do Espírito Santo, a 'Diamante ES8112', 'ES8122' - Jequitibá e 'Centenária ES8132' (FERRÃO et al., 2015a, 2015b, 2015c), que possuem os respectivos clones com mesma época de maturação dos frutos, recomenda-se também que o plantio deles seja realizado em linhas individuais, com a finalidade de facilitar os tratos culturais e garantir a presença de todos, nas mesmas proporções, nas lavouras a serem formadas.

Todo material genético (estacas ou sementes) de café que servirão como meios de propagação devem ser adquiridos de instituições idôneas, registradas pelo Mapa. Essas instituições deverão estar em conformidade com a IN 35, que estabelece as normas para a produção e comercialização de material de propagação de cafeeiro e os seus padrões, com validade em todo território nacional visando à garantia de sua identidade e qualidade (BRASIL, 2012).

O Incaper, visando a disponibilizar aos interessados plantas matrizes de suas cultivares clonais melhoradas para implantação de novos jardins clonais, mantém um programa de distribuição de estacas a viveiristas registrados, associações de produtores, cooperativas e prefeituras municipais.



**Figura 39.** Mudanças da variedade clonal Vitória Incaper 8142 aclimatadas (A) e sendo preparadas para distribuição (B e C) para a formação de jardins clonais.



## 6 INSCRIÇÕES NO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA COMO VIVEIRISTA

O registro do produtor no Mapa, assim como a inscrição do viveiro, deve ser realizado através das fichas modelos, que se referem respectivamente ao registro do produtor, termo de compromisso do responsável técnico pelo viveiro e solicitação de inscrição do viveiro.

Para a produção de mudas, a espécie e a variedade a ser multiplicada devem estar inscritas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Mapa<sup>1</sup>. As informações dos produtos químicos utilizados no controle de pragas e doenças de jardins clonais e de viveiro devem ser obtidas pelo Sistema Integrado de Agrotóxico (SAI)<sup>2</sup>.

O local de inscrições no Estado do Espírito Santo é a Delegacia Federal de Agricultura no Estado do Espírito Santo (DFA-ES)<sup>3</sup>.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de materiais genéticos melhorados devido às condições ambientais predominantes nas diferentes regiões de cultivo do café conilon e nos vários sistemas de produção empregados tem sido um fator preponderante para os expressivos avanços registrados nas principais regiões brasileiras que cultivam a espécie *Coffea canephora*. Essas áreas destacam-se por seu diferenciado desempenho agrônomico e por serem consideradas como precursoras na utilização de outras tecnologias igualmente importantes, mas que dependem do material genético para que maximizem a expressão de seus efeitos.

Cultivares de café conilon propagadas por sementes têm sua multiplicação realizada de forma semelhante à do café arábica, já muito conhecida dos cafeicultores brasileiros, diferindo somente no que diz respeito à instalação e condução dos campos de produção de sementes, que devem ser em local isolado.

As cultivares clonais, contudo, necessitam ser propagadas de forma ordenada para que os clones que as compõem sejam plantados separadamente

e em igual proporção seguindo uma série de importantes recomendações.

De forma geral, tem sido utilizado no Brasil o sistema de jardins clonais, nos quais as matrizes são cultivadas com o objetivo de fornecimento de estacas para a propagação vegetativa de seus respectivos clones. Esse sistema, iniciado no Estado do Espírito Santo, vem sendo atualmente adotado com êxito nas principais regiões brasileiras que fazem uso de cultivares clonais, notadamente em Rondônia e na Bahia.

Utilizando-se dos jardins clonais já tradicionais, é necessário que, após a obtenção, lançamento e recomendação de uma nova cultivar, os clones de cada uma delas sejam implantados e conduzidos por cerca de dois anos para que possam gerar as primeiras estaquinhas para a produção de mudas. Por esse motivo, espera-se que o desenvolvimento dos chamados jardins clonais superadensados e o seu aperfeiçoamento, de agora em diante, proporcionem concretamente aos cafeicultores a possibilidade de formação de mudas dessas novas cultivares num prazo de tempo bastante reduzido, cerca de sete meses após a sua implantação, reduzindo o tempo para que a tecnologia desenvolvida seja utilizada mais rapidamente.

Adicionalmente, outras tecnologias relacionadas à produção de mudas clonais (comprimento, espessura, posição nos ramos e formas dos cortes das estaquinhas, necessidade do uso de hormônios, proporção das folhas a serem eliminadas, entre outras) se somarão ao conjunto tecnológico disponível proporcionando a possibilidade de maior competitividade e sustentabilidade à atividade.

## 8 REFERÊNCIAS

ALVES J. D. Morfologia do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. de (Ed.). *Cultivares de café: origem, características e recomendações*. Brasília, DF: Embrapa Café, p.35-57, 2008.

ANDREOLLI, D. M. C.; GROTH, D.; RAZERA, L. F. Armazenamento de sementes de café (*Coffea canephora* L. cv. Guarani) acondicionadas em dois tipos de embalagens após secagem natural e artificial. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 15, n. 1, p. 87-95, 1993.

<sup>1</sup>www.agricultura.gov.br

<sup>2</sup>www.anvisa.gov.br

<sup>3</sup>Av. Nossa Senhora dos Navegantes, Enseada do Suá, Vitória, ES  
CEP 29050-420 (27) 3137-2743 sffv-es@agricultura.gov.br

- ARAUJO, R. F.; FONTES, E.; CECON, P. R.; SOFIATTI, V. Conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) despulpado e não despulpado. *Revista Brasileira Sementes*. Londrina, PR: v.30, n.3, 2008.
- BARBOSA, R.; HERRERA, J. El vigor em la semilla de cafe y su relacion com la temperatura de secado, el contenido de humedad y las condiciones de almacenamiento. *Agronomia Costarricense*, San José: v. 14, n.1, p.1-8, 1990.
- BERTHAUD, J. L'Incompatibilité chez *Coffea canephora*: Méthode de test et déterminisme génétique. *Café Cacao Thé*, v.24, n.4, p.267-274, 1980.
- BRACCINI, A. L.; BRACCINI, M. C. L.; SCAPIM, C. A.; OLIVEIRA, V. R.; ANDRADE, C. A. B. Conservação de sementes de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) cultivar Conilon em função do grau de umidade e do tipo de embalagem. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF: v. 20, n. 2, p. 160-169, 1998.
- BRAGANÇA, S. M.; LANI, J. A.; De MUNER, L. H. *Café conilon*: adubação e calagem. Vitória, ES: Incaper, 31p. 2001. (Incaper. Circular Técnica, 1).
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A da; FERRÃO, R. G.; SILVEIRA, J. S. M. da. 'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131': primeiras variedades clonais de café conilon lançadas para o Espírito Santo. Vitória, ES: Emcapa, 2 p. 1993. (Emcapa. Comunicado Técnico, 68).
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A da; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café conilon para o Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília: v. 36, n. 1, p. 765-770, 2001.
- BRANDÃO JÚNIOR, D. S. *Marcaadores de tolerância à dessecação de sementes de cafeeiro*. 2000. 144f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Portaria n. 338, de 30 de novembro de 2010*. Estabelece os critérios mínimos para produção e comercialização de sementes e mudas de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) no Estado do Espírito Santo. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 dez. 2010. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet/INPDFViewer?jornal=1&pagina=24&data=03/12/2010&captchafield=fristAccess>> Acesso em: 05 jan. 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa n.35 de 29 de novembro de 2012*. Estabelece as normas para a produção e comercialização de material de propagação de cafeeiro (*Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) e os seus padrões, com validade em todo o território nacional, visando à garantia de sua identidade e qualidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 dez. 2012. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>> Acesso em: 05 jan. 2015.
- BRAUN, H.; ZONTA, J. H.; LIMA J. S. S.; REIS, E. F. Produção de mudas de café 'conilon' propagadas vegetativamente em diferentes níveis de sombreamento. *Idesia*, Arica, v. 25, n. 3, p. 85-91, 2007.
- BRAUN, H.; ZONTA, J. H.; LIMA J. S. S.; REIS, E. F.; SILVA, D. P. Desenvolvimento inicial do café conilon (*Coffea canephora* Pierre) em solos de diferentes texturas com mudas produzidas em diferentes substratos. *Idesia*, v. 27, n. 3, p. 35-40, 2009.
- CONAGIN, C. H. T. M., MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*. Auto-incompatibilidade em *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. *Bragantia*, v.20, n.34, p.787-804, 1961.
- COSTA, A. N. da; BRAGANÇA, S. M. Normas de referência para o uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 22, 1996. Águas de Lindóia, SP. *Anais...* Rio de Janeiro: IBC/GERCA, p. 103-104, 1996.
- De MUNER, L. H.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; LANI, J. A.; VENTURA, J. A.; VERDIN FILHO, A. C. *Produção de mudas de café conilon por sementes*. Vitória, ES: Emcaper. 2000. (Emcaper. Documento, 105).
- De MUNER, L. H.; LANI, J. A.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S. *Calagem: saiba fazer e colher muitos benefícios*. Vitória, ES: Incaper. 2002. (Incaper. Documentos, 109).
- DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. Conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) em diferentes embalagens. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF: v. 15, n. 2, p. 197-202, 1993.
- ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour? I.

- Coffee. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.41, n.230, p.1167-1174, 1990.
- ESPÍNDULA, M. C.; PARTELLI, F. L. Vantagens do uso de clones no cultivo de cafeeiros canéfora (Conilon e Robusta). Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia. 2011, 16p. (Embrapa Rondônia: Documentos, 144).
- FAZUOLI, L. C.; LORDELLO, R. R. A. Fontes de resistência em espécies de cafeeiros ao nematoide *Meloidogyne exigua*. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v. 2, p. 197-199, 1977.
- FAZUOLI, L. C.; COSTA, W. M.; FERNANDES, J. A. R. Variabilidade na resistência de linhagens de *C. canephora* em relação a uma população do nematoide *Meloidogyne incognita* em condições de viveiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 10., 1983. Poços de Caldas, MG. *Resumos expandidos...* Rio de Janeiro: IBC/GERCA, p. 115-116, 1983.
- FAZUOLI, L. C.; BRAGHINI, M. T.; CONCEIÇÃO, A. S.; SILVAROLLA, M. B. Estudo de conservação de sementes de café arábica e robusta. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001. Vitória, ES. *Resumos expandidos...* Brasília, DF: Embrapa Café, v. 1, p. 1025-1029, 2002.
- FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; SOUZA; E. R. S.; VICENTINI, V. B.; PESTANA, D. F. Autoincompatibilidade e produção sustentável do café conilon. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do; JESUS JÚNIOR, W. C.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N. (Eds.). *Inovação, Difusão e Integração: base para sustentabilidade da cafeicultura*. Alegre, ES: Cafes, Cap. 7, p.107- 121, 2012.
- FERRÃO, R. G., FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G. Programa de melhoramento genético de Café Robusta no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 1999, Lavras, MG. *Anais...* Lavras, MG: UFLA, p. 50-51, 1999.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; SILVEIRA, J. S. M.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, L. M. V. Emcapa 8141 – Robustão Capixaba: variedade clonal de café Conilon para a região da Sudene no Estado do Espírito Santo. *Revista das Faculdades de Linhares*, Linhares, ES: ano 3, n. 6, p. 77-82, 1999.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; SILVEIRA, J. S. M.; BRAGANÇA, S. M. Emcapa 8141 – Rubustão Capixaba: variedade clonal de café conilon tolerante à seca, desenvolvida para o Estado do Espírito Santo. *Revista Ceres*, n. 237, p. 555-560, 2000a.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, L. M. V. Cultivares de café robusta (*Coffea canephora*) variedades conilon de altas produtividades e qualidade, para o Estado do Espírito Santo. *Revista das Faculdades de Linhares*, Linhares, ES, ano 4, n. 7, p. 60-68, 2000b.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; De MUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. dos S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELLI, F. Café Conilon: Técnicas de produção com variedades melhoradas. (4ª Edição – Rev. e Amp.) Vitória, ES: Incaper, 74 p. 2012. (Incaper - Circular Técnica, 03-I).
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da. *Variedades clonais de café conilon: 10 passos em 12 anos de pesquisa*. Vitória, ES: Incaper. (Incaper, documento 218), 2013. 1 Folder.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. *Diamante ES8112: nova variedade clonal de café conilon de maturação precoce para o Espírito Santo*. Vitória, ES: Incaper, 2015a. (Incaper, documento 219b). 1 Folder.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. *ES8122 - Jequitibá: nova variedade clonal de café conilon de maturação intermediária para o Espírito Santo*. Vitória, ES: Incaper, 2015b. (Incaper, documento n. 220c). 1 Folder.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. *Centenária ES8132: nova variedade clonal de café conilon de maturação tardia para o Espírito Santo*. Vitória: Incaper, 2015c. (Incaper, documento. 219d). 1 Folder.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; MISTRO, J. C. VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, A. L.; LANI, J. A. Cultivares. In: FONSECA, A. F. A da; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A. (Eds.) *Café conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV, p: 29 – 49, 2015d.
- FONSECA, A. F. A. da. Propagação assexuada de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo. In: PAIVA, R. (Ed.). WORKSHOP SOBRE AVANÇOS NA PROPAGAÇÃO DE PLANTAS LENHOSAS. 1996, Lavras. *Proceedings...* Lavras: UFLA, p.31-34, 1996.

- FONSECA, A. F. A. da, *Análises biométricas em café conilon (Coffea canephora Pierre)*. 1999. 121p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.
- FONSECA, A. F. A. da, FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. Vantagens e riscos do uso de mudas clonais clonais de *Coffea canephora*. *Visão Agrícola*. v.12. p.17-18, 2013.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G. Diretrizes do melhoramento genético de *Coffea canephora*. *Visão Agrícola*. v.12. p.13-16, 2013.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M., SILVEIRA, J. S. M. Variedades derivadas de café conilon (*Coffea canephora*) desenvolvidas pelo Incaper para o Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. *Resumos expandidos...* Brasília, DF: Embrapa Café, p. 1405-1411, 2001a.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; SANTOS, L. P.; BRAGANÇA, S. M.; MARQUES, E. M. G. Melhoramento genético de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2, 2001, Vitória, ES. *Resumos expandidos...* Brasília, DF: Embrapa Café, v. 1. p. 1379-1384, 2001b.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. *Conilon Vitória 'Incaper 8142': variedade clonal de café Conilon*. Vitória, ES: Incaper, 24p. (Incaper. Documentos, 127), 2004a.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. 'Conilon Vitória - Incaper 8142': improved *Coffea canephora* var. Kouillou clone cultivar for the state of Espírito Santo. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, MG: v.4, n.4, p.503-505, 2004b.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; SILVA, A. E. S. da; DE MUNER, L. H.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. *Jardins clonais de café conilon: técnicas para formação e condução*. 2. ed. Vitória, ES: Incaper, 56 p. (Incaper: Circular Técnica, 04-I), 2005a.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; SILVA, A. E. S. da; De MUNER, L. H.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Jardins Clonais de Café Conilon no Estado do Espírito Santo. In: IV SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., Londrina, PR. *Anais...* CD. Brasília, DF: Embrapa-Café, 2005b.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; CASTRO, L. L. F. de; FERRÃO, R. G. O sistema de inovação como fator indutor de competitividade na cafeicultura. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. DO; JESUS JUNIOR, W. C.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N. (Org.). *Inovação, Difusão e Integração: bases para a sustentabilidade da cafeicultura*. Alegre, ES: CAUFES, p.57-69, 2012, Cap. 4.
- FONSECA, A. F. A. da; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; GUARÇONI, R. C.; TRAGINO, P. H.; ROCHA, E. F. Cultivo de *Coffea canephora* conduzido com arqueamento de plantas jovens em condição de sequeiro e irrigado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8, 2013, Salvador, BA. *Resumos expandidos...* Brasília, DF: Embrapa Café, 2013.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C. O café conilon. In: FONSECA, A. F. A. da; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A. (Eds.). *Café conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV, p. 9-28, 2015.
- GUARÇONI M., A. Nutrição e adubação do café. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do; JESUS JÚNIOR, W. C. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G. (Eds.). *Tecnologias para a sustentabilidade da cafeicultura*. Alegre, ES: CAUFES, p. 125-153, 2011, Cap. 5.
- GIOMO, G. S.; RAZERA, L. F.; GALLO, P. B. Beneficiamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) em máquina de ar e peneiras e mesa gravitacional. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001. Vitória, ES. *Resumos expandidos...* Brasília, DF: Embrapa Café, v. 1, p. 1271-1277, 2002.
- GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. *Produção de mudas de cafeeiro*. Lavras, MG: Ufla-Faepe, p. 60, 1997.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Interspecific variation in seed storage behaviour within two genera – *Coffea* and *Citrus*. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 23, n. 1, p. 165-181, 1995.
- LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; BRAGANCA, S. M. Recomendação de calagem e adubação para as principais culturas no Estado do Espírito Santo – Café. In: PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. (Eds.). *Manual de recomendação de calagem a adubação para o Estado do Espírito Santo L*. Vitória, ES: SEEA/Incaper/Cedagro, p. 111-118, 2007.



- LASHERMES, P.; COUTURON, E.; MOREAU, N.; PAILLARD, M.; LOUARN, J. Inheritance and genetic mapping of self-incompatibility in *Coffea canephora* Pierre. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 93, n. 3, p. 458-462, 1996.
- MAURI, A. L.; ARANTES, S. D.; FONSECA, A. F. A. da; ESPINDULA, M. C. VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; FERRÃO, R. G.; FREÃO, M. A. G.; PATERLLI, F. L. Produção de mudas: clones e sementes. In: FONSECA, A. F. A. da; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A. (Eds.). *Café conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV, p.50-69, 2015.
- MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, E. P.; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento em mudas de café, produzidas em tubetes. *Ciência Rural*. 38(1): 39-45, 2008.
- MATIELLO, J. B. *Café conilon: como plantar, tratar, colher, preparar e vender*. Rio de Janeiro, RJ: 1998, 162 p.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. *Cultura de café no Brasil: Novo manual de recomendações*. Rio de Janeiro: MAPA /PROCAFE, 2005, 438p.
- OLIVEIRA, A. L.; CARVALHO, M. L. M.; GUIMARÃES, R. J.; SOZA, C. A. S.; SILVA, T. T. A. Conservação de sementes de café (*Coffea canephora* Pierre) cultivar Apoatã-IAC2258 visando à produção de porta-enxertos. *Revista Brasileira de Armazenamento, Especial Café*, Viçosa: n. 8, p. 19-23, 2004.
- PADILHA, L.; CARVALHO, G. R.; EIRA, M. T. S. Colheita, preparo e armazenamento de sementes de café. In: CARVALHO, C. H. S. de (Org.). *Cultivares de café: origem, características e recomendações*. 1ed. Brasília, DF: Embrapa Café, p. 307-313, 2008.
- PARTELLI, F. L.; AMARAL, J. A. T.; VIEIRA, H. D. Sementes ou estacas. *Cultivar: grandes culturas, Pelotas*: v. 12, n. 139, p. 40-42, 2011.
- PARTELLI, F. L., VIEIRA, H.D.; SANTIAGO; A. R.; BARROSO, D. G. Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café 'Conilon' propagadas por sementes e por estacas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF: v. 41, n.6, p.949-954, 2006.
- PEREIRA, R. G. F. A.; VILLELA, T. C.; ANDRADE, E. T. Composição química de grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2. 2002, Vitória, ES. *Resumos...* Vitória: Embrapa Café, p. 826-831, 2002.
- RAMALHO, A. R.; ROCHA, R. B.; VENEZIANO, W.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; SANTOS, M. M. dos. Conilon 'BRS Ouro Preto': cultivar clonal de café para Amazônia Ocidental. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9, 2015. Curitiba, PR. *Resumos expandidos...* Brasília, DF: Embrapa Café, 2015.
- RIBEIRO, P. M.; MOURA, W. M.; PERTEL, J.; LIMA, P. C.; LISBOA, J. M. M. S.; SANTOS, P. S. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de café em função do armazenamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4, 2005. Salvador, BA. *Resumos expandidos...* Brasília: Embrapa Café, 2005.
- RONCHI, C. P.; DAMATTA, F. M. Aspectos fisiológicos do café conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Eds.). *Café Conilon*. Vitória, ES: Incaper, p. 95-115, 2007.
- ROSA, S. D. V. F.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; VON PINHO, E. V. R.; VEIGA, A. D.; SILVA L; H. C. Effects of different drying rates on the physiological quality of *Coffea canephora* Pierre seeds. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 17, n. 2, p. 199-205, 2005.
- RUBIM, R. F.; VIEIRA, H. D.; ARAÚJO, E. F.; VIANA, A. P.; COELHO, F. C. Tratamento com hipoclorito de sódio para remoção do pergaminho e aceleração da germinação de sementes de café conilon. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 4, p. 88-98, 2010.
- SANTINATO, R.; SILVA, V. A.; Tecnologias para produção de mudas de café. *O lutador*. Belo Horizonte, 2001. 116p.
- SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, n.3, p.874-883, 2010.
- SILVA, E. M. S.; REZENDE, J. D.; NOGUEIRA, A. M.; CARVALHO, G. R. Produção de sementes de cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. I. (Org.). *Café arábica: do plantio à colheita*. Lavras: U. R EPAMIG SM, v.1. p. 223-282, 2010.
- SILVEIRA, J. S. M., FONSECA, A. F. A. da. *Produção de mudas clonais de café conilon em câmara úmida sob cobertura de folhas de palmeira*. Vitória, ES: Emcapa. 14 p. 1995. (Emcapa, Documentos, 85).
- TOMAZ, M. A. MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N.; AMARAL, J. F. T. do; JESUS CINTRA, W. C. de. In: Produção de mudas de qualidade: bases para a sustentabilidade da lavoura cafeeira. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do; JESUS JÚNIOR, W. C. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO,

- M. A. G.; MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N. (Eds.). *Inovação, Difusão e integração: bases para a sustentabilidade da cafeicultura*. Alegre, ES: CAUFES, p. 71-87, 2012.
- VAN DER VOSSSEN, H. A. M. Methods of preserving the viability of coffee seed in storage. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 7, n. 1, p. 65-74, 1979.
- VASCONCELOS, L. M.; GROTH, D.; RAZERA, L. F. Efeito de processos de secagem, diferentes graus de umidade e tipos de embalagens na conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF: v. 14, n. 2, p. 181-188, 1992.
- VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, A. L.; VOLPI, P. S.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; RODRIGUES, W. N.; ANDRADE JÚNIOR, S. de.; COLODETTI, T. V. Growth and Quality of Clonal Plantlets of Conilon Coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) Influenced by Types of Cuttings. *American Journal of Plant Sciences*, 5, 2148-2153, 2014a.
- VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MAURI, A. L.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; RODRIGUES, W. N.; COLODETTI, T. V.; COMERIO, M. Desenvolvimento de mudas de café conilon a partir de estacas oriundas de diferentes regiões dos ramos ortotrópicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO de PESQUISAS CAFEEIRAS, 40º, 2014, Serra Negra, SP. *Resumos expandidos...* Varginha, MG: p. 88-90, 2014b.
- VIEIRA, A. R.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES R. M.; PEREIRA, C. E.; CARVALHO, F. E. de. Armazenamento de sementes de cafeeiro: ambientes e métodos de secagem. *Revista Brasileira de Sementes*. v. 29 n.1. Londrina, PR, 2007.









# Manejo da Cultura do Café Conilon: Plantio, Espaçamento, Podas e Desbrotas

Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, Abraão Carlos Verdin Filho, Cláudio Pagotto Ronchi, Paulo Sérgio Volpi, José Antônio Lani, André Guarçoni M., Maria Amélia Gava Ferrão e Romário Gava Ferrão

## 1 INTRODUÇÃO

A espécie *Coffea canephora* foi introduzida no Estado do Espírito Santo ainda no início do século passado. Sua exploração comercial se tornou, contudo, mais expressiva a partir da década de 60, notadamente com a utilização de áreas consideradas de aptidão marginal ou mesmo inaptas para o cultivo do café arábica, por se tratar de uma espécie mais rústica, com maior tolerância a pragas e doenças, mais adaptada ao cultivo em locais de baixa altitude, com temperaturas mais elevadas e maiores deficiências hídricas (FONSECA, 1999; FERRÃO et al., 2012a).

Após o programa de erradicação do café no país, que preconizava a eliminação de lavouras com produtividade inferior a 6 sc. benef./ha e a constatação de que o Espírito Santo havia sido o estado da União que, proporcionalmente, mais erradicou café no país, os cafeicultores, notadamente aqueles da região norte do Estado, optaram, mesmo a contra gosto e sem qualquer apoio do governo, pelo cultivo da espécie *C. canephora*, mais conhecida no Estado como “Conilon” (FONSECA, 1999).

A expansão de seu cultivo no Espírito Santo se deu à margem da pesquisa científica, por meio da multiplicação sexuada de plantas selecionadas ao longo dos anos pelos próprios cafeicultores, que, segundo critérios estabelecidos por eles próprios, selecionavam plantas matrizes que se distinguem

como sendo possuidoras de características de interesse. Esse fato proporcionou o estabelecimento de populações com ampla variabilidade genética (CARVALHO et al., 1969; FONSECA, 1999; FONSECA, 2001b; FONSECA, 2013a). Trata-se de uma espécie alógama, diploide, constituída de populações muito heterogêneas. *C. canephora*, assim como todas as demais espécies diploides do gênero *Coffea*, apresentam autoincompatibilidade gametofítica (BERTHAUD, 1980; LASHERMES et al., 1996).

Assim, tendo em vista suas características naturais de reprodução cruzada, as lavouras tradicionais de café conilon, formadas a partir de mudas produzidas por sementes, apresentavam grande heterogeneidade, com plantas muito distintas quanto a uma série de aspectos, tais como: arquitetura da parte aérea, formato e tamanho dos grãos, época e uniformidade de maturação dos frutos, suscetibilidade a pragas e doenças, tolerância à seca, vigor vegetativo, capacidade produtiva, aspectos inerentes à qualidade intrínseca dos grãos, entre outros (FERRÃO et al., 2012a). Essa realidade dificultou sobremaneira o desempenho agrônomo das lavouras, limitando o potencial produtivo e a qualidade final do produto.

Com plantas tão distintas coexistindo numa mesma lavoura, tornava-se impraticável a definição de certas práticas fundamentais à obtenção de níveis elevados de produtividade e que devem ser recomendadas para a lavoura como um todo.



Entre as referidas práticas encontram-se: definição dos espaçamentos mais adequados e do número de hastes por planta em cada situação, melhor época de colheita, os cálculos de adubações e necessidade de controle de pragas e doenças, entre tantos outros (FERRÃO R.; FONSECA; FERRÃO M., 1999; FERRÃO et al., 2012a).

Ainda hoje, mesmo com os avanços obtidos com o melhoramento genético da espécie, não se consegue um comportamento idêntico para todos os genótipos de uma mesma cultivar em relação a uma determinada prática. Entretanto, as diferenças de respostas entre os inúmeros genótipos cultivados anteriormente, oriundos de polinização aberta, não são mais tão evidentes quando nas cultivares melhoradas, notadamente nas cultivares clonais. Naturalmente, com a evolução da ciência, há possibilidade de que, no futuro, cada clone de uma mesma cultivar receba tratamentos mais específicos em função das suas particularidades e necessidades. Uma série de fatores bióticos e abióticos, isoladamente ou interagindo entre si, é que determina a adaptação e o desempenho agrônomo de determinada espécie numa dada região. De início, deve-se atentar para as exigências da espécie, especialmente em relação às condições edafoclimáticas. É preciso considerar também as particularidades de cada sistema de produção

que se pretende implementar, para a definição do sistema mais adequado de plantio, manejo, espaçamento, tratos culturais e fitossanitários. Muitos desses aspectos são abordados de forma mais profunda em outros capítulos desta mesma obra.

## 2 PLANTIO

O plantio do café conilon pode ser realizado em covas abertas diretamente na superfície do solo, previamente destocado, limpo e livre de obstáculos ou em sulcos, preparados em locais onde a topografia possibilite operações de mecanização, seja motorizada ou por tração animal (Figura 1). No primeiro caso, as covas podem ser abertas manualmente utilizando-se de ferramentas como enxadão e cavadeiras ou com a utilização de brocas perfuradoras (FERRÃO et al., 2012a). Se a opção for por plantios em sulcos, utiliza-se de sulcadores isoladamente ou associados a subsoladores (SARAIVA et al., 1995). Detalhes dessas operações são encontradas adequadamente discutidas no capítulo 12 “Manejo, Preparo do Solo e Conservação do Cafeeiro Conilon”.

De modo geral, há duas épocas principais recomendadas para o plantio do café conilon



**Figura 1.** Aspectos do preparo de solo e abertura das covas para o plantio.

no Espírito Santo, e cada uma delas apresenta vantagens e desvantagens: no período mais chuvoso e quente, de outubro a novembro, ou no período mais frio e seco, entre março e abril (TAQUES; DADALTO; 2007; FERRÃO et al., 2012a).

Na primeira época, o plantio expõe as novas plantas a um período bastante comum e rigoroso de estiagem (veranico), que ocorre geralmente nos meses de janeiro e fevereiro no Estado do Espírito Santo. Assim, mesmo em se tratando de um período mais chuvoso, deve-se estar preparado para a necessidade de irrigação eventual (FERRÃO et al., 2012a). No período mais quente, é importante que as mudas sejam protegidas do sol. Geralmente, a proteção com folhas de palmáceas, fixadas verticalmente em um ou nos dois lados da muda (Figura 2), oferece bons resultados (FERRÃO et al., 2012a).

Em plantios realizados em março/abril, por outro lado, a maior dificuldade está na necessidade real de suplementação regular de água. Nessa época de plantio, as plantas apresentam, normalmente, um desenvolvimento mais lento tanto em função das mais baixas temperaturas quanto pela maior escassez de água. Assim, mesmo nessas condições, a complementação de água é sempre um fator de grande importância para o desenvolvimento vigoroso das plantas jovens.

De maneira geral, o plantio de verão tem sido o mais recomendável e o preferido dos cafeicultores do Estado do Espírito Santo em decorrência do mais rápido e vigoroso desenvolvimento inicial das plantas, que, nesse caso, proporcionará a primeira safra significativa, quando as plantas se encontrarem com cerca de 18 meses de idade. Já

nos plantios no período mais frio, a produção tem início aos 24 meses após o plantio.

Para a adequada formação de lavouras, é fundamental que as mudas, ao serem utilizadas, possuam qualidade adequada, haja vista que podem comprometer todo o sucesso do empreendimento, ocasionando prejuízos significativos tanto de recursos investidos, no custo das mudas e mão de obra, quanto pela perda de tempo.

Não devem ser utilizadas mudas com sistema radicular deformado. Rena e Guimarães (2000) relataram sérios problemas envolvendo a malformação do sistema radicular de mudas clonais no norte do Estado do Espírito Santo. Esses autores observaram que as deformações radiculares (entrelaçamento ou "enforcamento" das raízes) aumentaram quando a formação de mudas clonais foi realizada em pequenos tubetes, especialmente quando elas permanecem nesses recipientes por longos períodos antes de serem levadas para as sacolinhas ou diretamente para o campo (Figura 3). Nesse caso, há sério comprometimento da longevidade dos cafeeiros, notadamente após seguidos anos de boas produções, pelo esgotamento da planta em decorrência da redução da sua capacidade de absorção de água e nutrientes. Segundo Silveira (1996), em situações como essas, há muitos registros de perdas de mais de 50% das plantas logo após as primeiras colheitas.

A proteção das mudas recém-plantadas promove melhores condições para a sobrevivência e desenvolvimento inicial das plantas. Em trabalhos conduzidos em Natividade/RJ e Mutum/MG,



**Figura 2.** Aspectos da proteção das mudas recém-plantadas em campo definitivo.



Matiello (1998) observou que a proteção das mudas proporcionou redução de 49% para 10% e de 25% para 0%, respectivamente, na perda de mudas avaliadas seis meses após o plantio, em ambos os locais. O mesmo autor relatou ser vantajoso, tanto para o aumento do diâmetro do caule como para a altura das plantas, que o plantio seja realizado na profundidade de 10 a 20 cm, quando comparado ao plantio superficial, que proporciona maior retenção de umidade e redução da temperatura no colo das mudas. Entretanto, em condições irrigadas, deve-se cuidar para que o plantio mais profundo não leve ao “afogamento” das mudas, conforme alerta Silveira (1996).



**Figura 3.** Aspectos das raízes em mudas produzidas em tubetes (esquerda) e diretamente em sacolas apropriadas (direita).

Apesar dos cuidados que normalmente são adotados por ocasião do plantio, deve-se proceder, quando necessário, cerca de 20 a 30 dias após

o plantio, à substituição de mudas mortas, mais fracas e defeituosas (FERRÃO et al., 2001). Para reduzir a necessidade de replantios, recomenda-se a utilização de mudas novas, que tenham de três a quatro pares de folhas definitivas, previamente submetidas ao processo de aclimação. É também aconselhável que no momento do plantio, as covas, preparadas e adubadas, sejam reabertas apenas onde será introduzido o torrão contendo a muda (Figura 4); que as sacolinhas sejam cortadas a 1,0 cm na parte inferior visando à eliminação das raízes comprometidas (Figura 5A); que o restante da sacolinha que envolve a muda seja eliminado (Figura 5 B e C); que a muda seja introduzida na cova até a altura do colo (Figura 6) e que seja feita uma leve compactação lateral do solo ao redor das mudas, nunca pressionando as mudas ou o solo ao redor, no sentido de cima para baixo (FERRÃO et al., 2012a).

## 2.1 PLANTIO EM LINHAS

Até o ano de 1999, a recomendação para o plantio das três primeiras cultivares clonais de conilon, disponibilizadas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) para cultivo no Espírito Santo, era para que os respectivos clones componentes de cada uma delas fossem plantados nas mesmas proporções, porém com distribuição no campo de forma aleatória evitando-se aglomerações do mesmo clone, de modo a facilitar as necessárias polinizações cruzadas entre todos eles, uma vez que dentro de cada cultivar, os clones possuíam a mesma época de maturação dos frutos.

Com a evolução dos trabalhos de pesquisa para o desenvolvimento de novas cultivares, vislumbrou-se a possibilidade de obtenção de uma nova



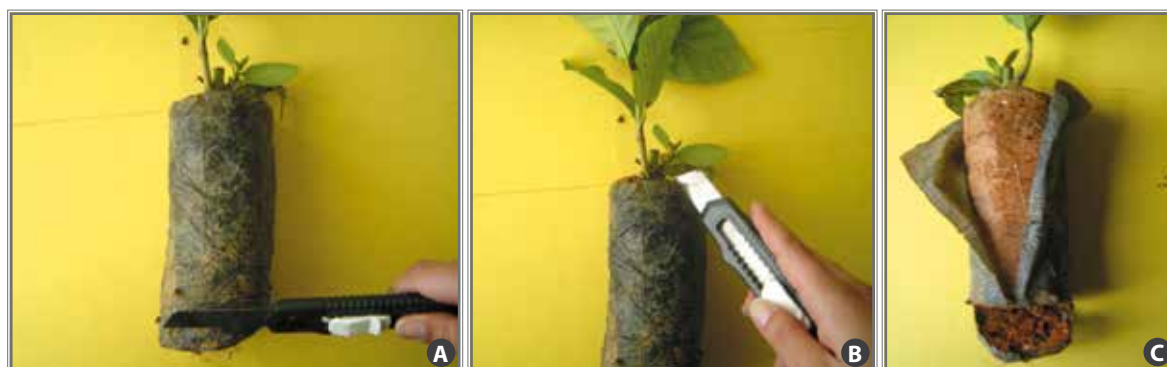
**Figura 4.** Reabertura das covas no momento do plantio das mudas.

cultivar clonal com comportamento diferenciado em condições de deficiência hídrica mais acentuada, importante fator limitador do alcance de maiores produtividades. Foi assim obtida a cultivar Emcapa 8141 – Robustão Capixaba, cujos clones apresentavam o comportamento pretendido, não possuindo, entretanto, a mesma época de maturação de frutos.

Esse fato se constituiria num retrocesso à evolução na qualidade obtida pelas primeiras cultivares, cujos frutos se apresentavam uniformemente maduros numa mesma ocasião. Assim, foi recomendado o plantio em linhas, que consiste na disposição de

cada clone de uma determina cultivar clonal em uma única linha em cada talhão e, assim, sucessivamente, de forma que não haja possibilidade de mistura dos frutos durante os procedimentos de colheita, dadas às diferenças de época de maturação entre eles.

Assim, no caso de opção pelo cultivo das cultivares clonais lançadas pelo Incaper a partir de 1999, o plantio deve ser realizado em linhas (Figura 7), por se constituir numa prática de grande importância para a garantia de sucesso na produtividade, qualidade do produto, estabilidade, segurança e longevidade da atividade (FONSECA et al., 2005a, 2005b; FERRÃO et al., 2012a). Como o café conilon é uma planta



**Figura 5.** Preparação da muda para plantio em campo. Eliminação das raízes enveladas através do corte da parte inferior do torrão (A) e do restante da sacola (B e C).



**Figura 6.** Mudas sendo introduzidas nas covas e cobertas até a altura do colo das plantas.



de fecundação cruzada obrigatória pela presença do sistema de autoincompatibilidade genética, todas as plantas originadas da mesma matriz pelo processo de clonagem (propagação assexuada) possuem a mesma constituição genética (FONSECA et al., 2013a), a qual impossibilita o cruzamento e a produção.

A composição das variedades clonais do Incaper é estudada pormenorizadamente em relação a uma série de variáveis consideradas de grande importância para a atividade (FERRÃO R.; FONSECA; FERRÃO M., 1999; FONSECA et al., 2001a, 2001b, 2004; FERRÃO et al., 2012a, 2012b; FONSECA, et al., 2013a). É preciso que sejam formadas a partir de clones homogêneos em relação a diferentes características, como arquitetura, potencial produtivo, época e uniformidade de maturação dos frutos, entre outras (Figura 8). Contudo, é fundamental que os clones apresentem boa compatibilidade genética. Ademais, há muitas razões para que sejam recomendados em conjunto, pois cada clone tem um papel a desempenhar na cultivar clonal. Uns são eleitos por sua capacidade produtiva, outros pela estabilidade de produção ao longo do tempo ou pela pequena variação bienal de produção ou ainda pela ampla adaptação a diversos ambientes, outros pela resistência a doenças ou pela

tolerância à seca, ou por serem bons “cruzadores” com os demais (FONSECA et al., 2004). Dessa forma, alerta-se para que cada variedade recomendada pelo Incaper seja plantada com inclusão de todos os seus respectivos clones (FERRÃO et al., 2012a; FERRÃO et al., 2013, 2015a, 2015b, 2015c).

É um grande equívoco o plantio de lavouras com variedades clonais não utilizando todos os clones recomendados. Esse fato pode comprometer o desempenho da cultura, particularmente em lavouras adultas, quando as próprias plantas se constituírem em barreiras à passagem do vento, que é o principal agente polinizador, tornando o processo deficiente (Figura 9).

Outro importante problema causado pela utilização de pequeno número de clones está relacionado à estabilidade do processo produtivo (FONSECA et al., 2005b). Assim, quando são cultivados, por exemplo, os nove clones da cultivar Diamante ES8112, caso um deles venha apresentar, no futuro, um determinado problema, pouco mais de 10% da lavoura poderiam ser comprometidos. Contudo, se a lavoura for formada por quatro ou cinco clones, o problema não seria “diluído”, mas, pelo contrário, agravados, pois nesse caso, o comprometimento seria de 20% a 25% do total de plantas.



**Figura 7.** Aspectos do plantio em linhas de clones componentes de variedades clonais melhoradas.



**Figura 8.** Cultivares formadas de clones homogêneos em relação a diferentes características, como arquitetura, potencial produtivo, época e uniformidade de maturação dos frutos, entre outras.



**Figura 9.** Em lavouras adultas mais adensadas, pode haver problemas de polinização devido à dificuldade da passagem do vento por entre as plantas.



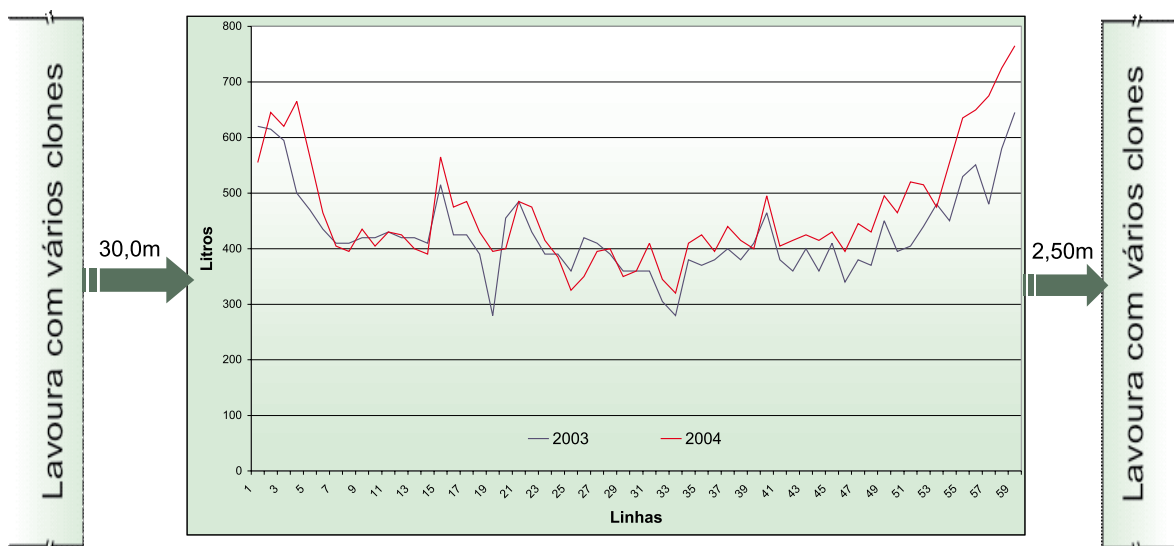
Desde as primeiras recomendações de cultivares clonais feitas pelo Incaper, em 1993, alguns cafeicultores, inadvertidamente, têm implantado e conduzido lavouras com poucos clones chegando a casos extremos com um único clone (FONSECA et al., 2005b). Ainda hoje, há cafeicultores insistindo no cultivo de menor número de clones cultivando linhas intercalares com o que chamam de “clones cruzadores” (FONSECA; FERRÃO, M.; FERRÃO, R. 2013c).

Tais procedimentos se devem ao fato de esses produtores escolherem apenas materiais genéticos de elevada capacidade produtiva ou com outras características que, do seu ponto de vista, sejam de interesse, desconsiderando aspectos de segurança e estabilidade da cafeicultura. Ocorre que a identificação dessas plantas consideradas superiores é, muitas vezes, realizada quando elas se encontram cercadas por outras plantas geneticamente diferentes, que servem como polinizadoras. O plantio de mudas resultantes de uma ou de poucas matrizes privará as plantas adultas dessa condição favorável quanto à fertilização. Essa opção pode ocasionar resultados desastrosos para o produtor e, no futuro, para a cafeicultura capixaba pela redução da amplitude da base genética existente no café conilon (FERRÃO et al., 2012a), fator preponderante para a sustentabilidade da atividade.

Como exemplo desse problema, um caso foi acompanhado pelo Incaper no norte do Estado do Espírito Santo. Conforme relato de Fonseca et al. (2005b), por iniciativa própria e equivocada, um produtor implantou uma lavoura com apenas um clone. Essa lavoura foi constituída de 59 linhas, com 120 plantas cada uma. No local, havia duas outras lavouras formadas por misturas de vários outros clones. Uma delas distanciada de 30 m, e outra separada da lavoura em questão por apenas uma estrada com largura de, aproximadamente, 2,5 a 3,0 m. A Figura 10 mostra a disposição das linhas de plantio da lavoura em questão, a localização das lavouras próximas a ela e a variação da produção de “café da roça” nas duas primeiras safras (2003 e 2004), em litros/linha de 120 plantas.

Observou-se que a produção das linhas mais externas foi substancialmente superior às das mais centrais. A produção média das linhas mais internas foi de 400 L, chegando a quantidades inferiores a 300 L em algumas delas, valores correspondentes a menos da metade da produção alcançada nas linhas mais externas.

Ao lado esquerdo, onde a produção das primeiras linhas alcançou valores próximos a 650 L na média das duas colheitas, a redução da produção foi mais expressiva, chegando, na sétima linha, a valores de cerca de 400 L. À direita, provavelmente em razão da maior proximidade com a lavoura mais antiga, a



**Figura 10.** Produção média de café cereja (litros de frutos colhidos/linhas com 120 plantas) nas duas primeiras safras de uma lavoura clonal formada por apenas um clone, implantada entre duas outras lavouras compostas de vários clones.

redução da produção média das linhas ocorreu de forma menos intensa, chegando a 400 L apenas na quadragésima oitava linha. A maior proximidade com a lavoura de vários clones pode também, muito provavelmente, estar relacionada aos maiores níveis de produção obtidos desse lado da lavoura, que chegou a quase 800 L na linha da extremidade, na segunda safra.

Outro fator que merece também ser destacado nesse exemplo é a pequena diferença nos valores da primeira para a segunda safra. Em condições normais, a segunda colheita é de, pelo menos, o dobro da primeira. Na situação apresentada, aumentou de 434 para 472 L, o que corresponde a um crescimento de menos de 10%. Quanto mais densa a lavoura, maior a dificuldade para a penetração dos grãos de pólen por entre as plantas, e a situação tende a ser agravada nas safras seguintes, com o crescimento das plantas e maior dificuldade da circulação do pólen. Vale ressaltar que, após a segunda colheita, considerando a produção alcançada, o produtor optou por realizar uma intervenção na lavoura, o que impediu a continuidade das avaliações.

Assim, pode-se resumir como sendo as principais consequências do uso de pequeno número de clones na formação de lavouras: problemas na polinização e fertilização levando à formação de rosetas com poucos frutos; aumento do número de floradas contribuindo para maior desuniformização da maturação; erosão ou vulnerabilidade genética, que pode promover a maior incidência de pragas e doenças, levando à necessidade do emprego de controle fitossanitário rotineiro; menor longevidade da lavoura; e comprometimento da produtividade e qualidade da produção. Essas consequências, entre outras, podem se constituir em importantes ameaças à cafeicultura de conilon, como ocorre em outros países produtores da espécie.

### 3 ESPAÇAMENTO

Entre as características da parte aérea do cafeeiro que interferem na capacidade de produção das plantas, podem ser citadas: a altura da planta; o diâmetro da copa; o número e o comprimento de hastes ortotrópicas e ramos plagiotrópicas; o número de nós; o comprimento dos internódios; e a capacidade de emissão de novas brotações,

que proporcionam a possibilidade efetiva de substituição dos ramos produtivos por meio das podas. Também interferem na capacidade de produção de uma lavoura fatores relacionados aos diferentes sistemas de cultivo, tais como a variedade, o nível tecnológico empregado, a topografia, a possibilidade de mecanização, a distribuição das chuvas ao longo do ano, o emprego de irrigação, a fertilidade do solo e os níveis de adubação, entre outros. Todos esses são fatores que influenciam de alguma forma na recomendação do espaçamento a ser adotado na lavoura de café conilon (FERRÃO et al., 2012a).

No passado, espaçamentos da ordem de 4,0 a 5,0 m entre linhas e de 3,0 a 4,0 m entre plantas eram bastante comuns. A partir da década de 80, iniciou-se uma tendência de utilização de menores espaçamentos. Contudo, a densidade de plantas por unidade de área era ainda muito baixa para proporcionar índices de produtividade satisfatórios (SARAIVA et al., 1995), conforme pode observado na Figura 11.



**Figura 11.** Espaçamentos demasiadamente “abertos” utilizados no passado.

Nessas condições de cultivo, conduzidas sem qualquer forma de poda ou de desbrotas, as plantas ainda com pouca idade apresentavam número excessivo de ramos ortotrópicas, muitos deles improdutivos, contribuindo para a obtenção de baixas produtividades por promoverem o “fechamento” das lavouras e seu esgotamento precoce (Figura 12), haja vista que demandam grande quantidade de fotoassimilados para sua manutenção e crescimento.

Trabalhos conduzidos no Incaper, nas condições ambientais mais representativas da região norte do Estado, demonstraram que é preciso observar uma



combinação de fatores para se chegar aos arranjos mais adequados de espaçamentos e densidades de plantio para uma dada condição de cultivo. Considerando os sistemas predominantes, com utilização de tecnologias capazes de proporcionar produtividades superiores a 60-80 sc. benef./ha, os resultados mais promissores têm sido obtidos em espaçamentos em torno de 3,0 m entre linhas e de 1,0 a 1,2 m entre plantas totalizando cerca de 3.333 e 2.777 a plantas/ha, respectivamente.



**Figura 12.** “Fechamento” excessivo em lavouras não podadas rotineiramente.

Em todas as experiências envolvendo diferentes espaçamentos, observa-se que o mais importante é a população média de hastes ortotrópicas/ha. Assim, supondo-se uma população de 3.000 plantas/ha, a recomendação é que devam ser mantidas cerca de quatro a cinco hastes ortotrópicas em produção por planta totalizando de 12 a 15 mil hastes/ha, sendo, naturalmente, a opção do arranjo no espaçamento em função das demais condições do sistema de produção adotado.

Em situações observadas mais recentemente, mesmo utilizando-se desses espaçamentos, produtores que cultivam geralmente áreas mais extensas (onde aplicam nível tecnológico mais elevado), bem estabelecidas, com plantas bem nutridas, adequadamente conduzidas e irrigadas, têm alcançado bons resultados mantendo menores densidades de hastes/ha (9 a 12 mil). Tal situação se justifica pelo fato de que a manutenção de menor número de hastes nas lavouras facilita a realização de todo seu manejo, sobretudo quando mecanizada ou semimecanizada: tratos culturais, controle fitossanitário e as operações de colheita.

Observa-se também que em alguns casos mais particulares, pequenos produtores utilizam áreas

mais nobres de suas propriedades para cultivos mais adensados (4 a 5 mil plantas/ha). Em casos como esses observam-se, geralmente, altas produtividades que chegam a 150 sc. benef./ha desde que, para tanto, seja ajustada a condução de um menor número de hastes por planta (de duas a três).

Em lavouras não irrigadas, implantadas em solos mais pobres e conduzidas em nível tecnológico mais baixos, os resultados mais vantajosos vêm sendo alcançados, quando se mantém associação de maiores densidades de plantas (4 a 5 mil/ha) e densidade de hastes variando entre 16 e 20 mil/ha (VERDIN FILHO et al., 2014).

Em função dos inúmeros sistemas de cultivo verificados nas lavouras existentes, não é possível o estabelecimento de um número fixo de hastes ortotrópicas para todas as plantas, especialmente quando se tratar de lavouras cujas mudas tenham sido formadas por sementes, pois há grande variação na arquitetura, vigor e altura entre as plantas, tornando-se necessário determinar o número médio ideal de ramos para cada planta, ajustando essa variável em razão dessas circunstâncias, simultaneamente (SILVEIRA et al., 1993), tendo em mente o número de hastes/área desejado.

O espaçamento influencia sobremaneira na distribuição do sistema radicular do cafeeiro. Em plantios mais adensados, há uma tendência de maior aprofundamento das raízes principais levando a uma utilização mais eficiente da água e dos minerais disponíveis tanto nas camadas superficiais como nas mais profundas do solo, conforme observado por Rena e Guimarães (2000).

Além disso, Guarçoni M., Bragança e Lani (2005) verificaram incremento significativo na disponibilidade de fósforo (P) e potássio (K) no solo, quando o café conilon foi plantado numa densidade de 5.000 plantas/ha, em relação às densidades de 2.222 e 3.333 plantas/ha. Guarçoni M. (2011) considera que o aumento dos teores de nutrientes em solos sob cultivo adensado se deve, notadamente, à ciclagem dos nutrientes no sistema solo-planta, menor adsorção do P no solo e maior retenção dos nutrientes que seriam perdidos por erosão ou lixiviação. Observações como essas podem ser um indicativo de que, em áreas cultivadas por pequenos agricultores, os espaçamentos ora

recomendados poderiam ser revistos objetivando aumentar a densidade e adequar o espaçamento ao sistema de produção.

A resposta do café conilon cultivado em sistema de plantio adensado, com diferentes doses de N, P e K, foi avaliada por Bragança et al. (2005) em estudo sobre Latossolo, durante sete colheitas (1998 a 2004), na Fazenda Experimental de Marilândia, região noroeste do Estado do Espírito Santo. Foram estudadas quatro doses de N (0, 150, 300 e 450 kg/ha), quatro de  $P_2O_5$  (0, 50, 100 e 150 kg/ha) e quatro de  $K_2O$  (0, 150, 300 e 450 kg/ha), nos seguintes espaçamentos: 2,0 x 1,0 (5.000 plantas/ha); 2,5 x 1,0 (4.000 plantas/ha); 3,0 x 1,0 (3.333 plantas/ha) e 3,0 x 1,5 m (2.222 plantas/ha). Observaram resposta significativa entre as densidades de plantio e doses de N e  $P_2O_5$ , na média de sete colheitas. A produtividade apresentou resposta linear com o aumento da densidade de plantio. Com o incremento das doses de N, observou-se um efeito quadrático na produtividade, com um máximo de 59,3 sc. benf./ha, o que correspondeu a uma dose de 298 kg/ha de N. Houve resposta linear para P, com uma produtividade máxima de 57,7 sc. benf./ha quando se utilizou 150 kg/ha de  $P_2O_5$ . Naturalmente que esses resultados precisam ser analisados de acordo com as condições nas quais foram obtidos.

Adicionalmente, Guarçoni M., Bragança e Lani (2005) verificaram que o adensamento dos plantios do café conilon apresentou efeito consistente apenas na disponibilização de P e K, mas só quando foi realizada a adubação anual com NPK, sendo que, quanto mais adensado o plantio, maior a disponibilidade de P e K no solo, tanto em superfície (0 a 20 cm) quanto em subsuperfície (20 a 40 cm). Os teores de P aumentaram em 315 e 956% na camada superficial e na subsuperficial, respectivamente, quando se passou de uma densidade de 2.222 (3,0 x 1,5 m) plantas/ha para 5.000 (2,0 x 1,0 m) plantas/ha. No caso do K, o aumento foi menos expressivo do que para P, mas, mesmo assim, elevado, alcançando 189 e 248% na camada superficial e na subsuperficial, respectivamente, quando se passou de uma densidade de 2.222 (3,0 x 1,5 m) para 5.000 (2,0 x 1,0 m) plantas/ha. Assim, entende-se que para plantios adensados de café conilon, a adoção do manejo de adubação equilibrado ganha ainda mais importância.

O fechamento da lavoura, contudo, quando demasiado, dificulta a entrada de luz nas partes mais internas e mais baixas das plantas, prejudicando a condução das novas brotações que substituirão as que vão sendo eliminadas por terem se tornado improdutivas. Nesses casos, os brotos jovens sofrem um processo de estiolamento dos entrenós (Figura 13), sendo necessária sua eliminação, o que atrasa o processo de renovação das plantas com poda (SILVEIRA et al., 1993).



**Figura 13.** Estiolamento dos ramos ortotrópicos mais internos por falta de penetração de luz no interior das copas das plantas com poda de produção.

## 4 SISTEMAS DE CONDUÇÃO DAS PLANTAS - PODAS

### 4.1 CONDUÇÃO DAS PLANTAS EM LIVRE CRESCIMENTO, ARQUEADAS E DECOTADAS

De maneira geral, as primeiras produções de lavouras de café conilon, notadamente quando provenientes de cultivares clonais, ocorrem entre 18 a 24 meses de idade, dependendo da época do plantio, das condições de cultivo e dos tratamentos culturais.

No plantio tradicional, as plantas se desenvolvem naturalmente, sem interferência do cafeicultor no que diz respeito à formação da arquitetura de suas copas. Plantas assim desenvolvidas iniciam um processo lento de emissão de brotações ortotrópicas a partir das primeiras semanas após o plantio, e as pequenas copas vão sendo então definidas. Dessa forma, as plantas apresentam inicialmente

uma única haste ortotrópica, e, mais raramente, duas sustentarão os ramos plagiotrópicos ou produtivos por ocasião das primeiras colheitas. Por outro lado, naquelas conduzidas com adoção do arqueamento da haste ortotrópica principal, há o desenvolvimento de inúmeras brotações na sua base induzidas pela exposição à luz solar.

Assim, em lavouras mais tradicionais, conduzidas em livre crescimento, os frutos existentes por ocasião da primeira colheita encontrar-se-ão, em cada planta, distribuídos em apenas uma ou duas hastes ortotrópicas, enquanto que em plantas arqueadas, nessa mesma ocasião, encontrar-se-iam frutos em várias hastes, dependendo da densidade estabelecida inicialmente. Dessa forma, há uma clara tendência de que nas primeiras colheitas haja uma maior produção em plantas arqueadas, quando comparadas àquelas conduzidas em livre crescimento. Além disso, as plantas ocupariam todo o espaço a ela reservado, reduzindo a ocorrência de plantas daninhas e promovendo a mais rápida cobertura do solo, melhorando as condições hídricas e a disponibilidade de nutrientes às plantas.

No caso do arqueamento, cerca de 90 dias após o plantio definitivo, procede-se à fixação da parte superior das plantas utilizando-se de “forquilha” de bambuí, arame ou similares, forçando-as a voltarem-se para baixo. O arqueamento deve ser realizado voltando-se as hastes sempre no sentido das entrelinhas de plantio, numa única direção, preferencialmente no sentido do sol nascente, de forma a expor a base das plantas à luz solar (Figura 14). Paralelamente, é também efetuada a retirada dos ramos plagiotrópicos mais baixeiros de modo a facilitar a penetração de luz e promover a emissão de brotos.



**Figura 14.** Planta submetida ao arqueamento.

Quando as brotações encontrarem-se com cerca 10 a 15 cm de comprimento, as desbrotas devem ser iniciadas (Figura 15) de forma que sejam mantidas somente as brotações mais bem distribuídas em torno do tronco da planta, em número coerente ao espaçamento adotado, previamente definido para a condução da lavoura em questão e outras particularidades impostas pelo sistema de cultivo utilizado, tais como fertilidade do solo, emprego de irrigação, fertirrigação, entre outras.



**Figura 15.** Plantas no momento adequado para serem submetidas às desbrotas visando ao estabelecimento do número de hastes planejado.

A haste arqueada deverá ser retirada da planta, quando houver plena definição e desenvolvimento das novas hastes a serem mantidas (VERDIN FILHO et al., 2012b, 2013b) (Figura 16) ou logo após a primeira colheita. Essa técnica permite uniformizar o número de hastes/planta a partir do primeiro ano do plantio, o que facilita a condução das plantas para as podas subsequentes e, de modo geral, permite o alcance de maiores produtividades nas primeiras colheitas (FONSECA et al., 2013b).

De forma alternativa ao arqueamento, tem sido bastante empregada a prática do decote das plantas jovens que, a partir de 90 a 120 dias após o plantio, têm sua porção superior eliminada numa altura de 30 a 40 cm do solo. Essa prática visa a estimular o crescimento das brotações secundárias que formarão a copa definitiva. Dessa forma, é possível definir as brotações mais adequadas e padronizar a altura da abertura das copas em todas as plantas, que se constitui num importante fator em casos de colheitas mecanizadas, além de facilitar os tratos culturais. Contudo, essa prática pode ser também empregada em lavouras a serem colhidas manualmente.





**Figura 16.** Brotos remanescentes após a realização da primeira desbrota.

Essa forma de condução das plantas tem sido especialmente empregada por cafeicultores que adotam a colheita mecanizada ou mesmo semi-mecanizada, prática que vem crescendo muito entre os produtores de café conilon, notadamente na região do norte do Estado do Espírito Santo e no sul da Bahia, em locais onde a topografia é menos acidentada.

O decote das plantas facilita a padronização da altura das brotações, bem como o seu alinhamento, a redução da possibilidade de estiolamento e conseqüente tombamento de hastes, confere vigor e uniformidade às mudas, a realização dos tratos culturais e, sobretudo, a operacionalização da colheita (Figura 17) e, para sua operacionalização, é necessário que passem por um período de aclimação rigoroso, da ordem de aproximadamente 35 dias antes de serem levadas definitivamente para o campo. Nessa fase, deve-se realizar o reencanteiramento das mudas visando à sua melhor padronização.

Em lavouras implantadas com objetivo de realizar colheita mecanizada ou mesmo semimecanizada, os

espaçamentos e a densidade de hastes ortotrópicas não devem ser os mesmos utilizados em lavouras a serem colhidas manualmente. É necessário levar em consideração o tipo de mecanização e as dimensões necessárias ao deslocamento e operação das máquinas empregadas. De forma geral, nas muitas experiências realizadas até então em trabalhos dessa natureza, o plantio tem sido geralmente em linhas espaçadas de 3,0 a 3,2 m.

No caso de utilização de colheitadeiras automotrizes, é necessário que as hastes ortotrópicas sejam conduzidas de maneira alinhada, em forma de renque. Para tanto, as plantas precisam ser conduzidas com menor número de hastes com redução do espaçamento para que seja mantida uma densidade de hastes dentro do recomendável. Assim, conduzindo-se as plantas com duas hastes, é necessário um espaçamento entre elas de cerca de 60,0 cm para que seja alcançada uma densidade final de cerca de 11 mil hastes/ha.

Em situações como a descrita acima, tem sido importante que o decote seja realizado sempre logo acima dos ramos produtivos voltados no sentido das linhas de plantio para que facilite o seu alinhamento ao longo da linha, permitindo, inclusive, cultivos consorciados com lavouras anuais nas entrelinhas. Em lavouras colhidas manualmente, para a utilização dessa forma de condução de plantas, não há necessidade de que seja observado esse alinhamento, podendo-se manter os espaçamentos, os números e densidade de hastes indicados anteriormente.

Em lavouras conduzidas a partir do decote das plantas jovens, bem como no caso das arqueadas, as primeiras colheitas significativas dependem da



**Figura 17.** Plantas a partir de 90 a 120 dias após o plantio, decotadas visando ao aumento do número de hastes e à padronização da altura de inserção das brotações.



época do plantio. Quando realizado em outubro/novembro, as plantas são decotadas em fevereiro/março, sendo, quase sempre, inexpressiva a florada desse mesmo ano, pois os ramos terão somente cerca de 5-6 meses. Contudo, no ano seguinte, haverá possibilidade de uma florada plena, tendo em vista que os ramos estarão com cerca de 17-18 meses de idade, possibilitando uma boa colheita aos 27-28 meses após o plantio das mudas. Para o plantio nessa época, há de se cuidar para que as matrizes dos jardins clonais possibilitem a produção de estacas para a formação das mudas a partir de abril/maio.

Optando-se pelo plantio em março/abril, o decote é realizado em agosto, e a primeira colheita significativa ocorrerá em ramos de somente cerca de 9-10 meses a partir da brotação. Sendo assim, essa primeira safra será ainda pequena e a colheita poderá ter custo mais elevado pelo menor rendimento da operação, seja realizada de forma manual ou mecanizada.

A vantagem dessa prática em relação ao arqueamento é a agilidade e o custo dos procedimentos, além do fato de não se expor as plantas ainda muito novas à insolação mais intensa que, em determinadas situações mais severas, pode favorecer o aumento da mortalidade.

#### 4.2 PODAS

Até o início da década de 90, as lavouras de café conilon eram conduzidas sem a utilização de qualquer forma de poda (SILVEIRA, 1996). Lavouras conduzidas em livre crescimento apresentam curva de produção alcançando valores máximos entre a terceira e quinta colheitas, declinando

a partir daí (SILVEIRA, 1995). O conilon é uma planta de crescimento contínuo, apresentando o desenvolvimento de vários ramos verticais, denominados ortotrópicos, e horizontais, os produtivos, que são os plagiotrópicos (CANNELL, 1985).

Após sucessivas colheitas, os ramos têm seu vigor reduzido e não há crescimento compensatório para manutenção de altas produtividades (Figura 18). Inicia-se, portanto, gradualmente, um desequilíbrio entre a área foliar da planta e a matéria seca total, ou seja, há uma redução na razão de área foliar e uma queda contínua na taxa de crescimento relativo (BRAGANÇA, 2005). Assim, a matéria seca é constituída em grande parte pelos ramos ortotrópicos não eliminados e pelos plagiotrópicos que suportaram muitas safras (SILVEIRA, 1995; SILVEIRA; ROCHA, 1995; BRAGANÇA, 2005; VERDIN FILHO et al., 2008; FERRÃO et al., 2012a).

A realização de todo e qualquer sistema de poda promove modificações na relação existente entre a parte aérea e o sistema radicular do cafeeiro, e essas modificações são tanto mais drásticas quanto mais severas forem as podas, levando à morte de raízes em intensidades proporcionais à parte aérea eliminada, sempre afetando mais intensivamente as raízes de menor diâmetro, justamente aquelas mais ativamente envolvidas na absorção de água e nutrientes (RENA; GUIMARÃES, 2000).

As lavouras muito depauperadas eram eliminadas precocemente ou submetidas à recepa, que era praticamente o único sistema utilizado na tentativa de revigoração das lavouras de conilon no Estado do Espírito Santo e mesmo no Brasil como um todo. Era adotada, de modo geral, em lavouras muito antigas e desgastadas por sucessivas



**Figura 18.** Plantas conduzidas em livre crescimento mostrando aspectos de esgotamento em razão da não realização de podas.

produções, com baixo vigor vegetativo e, quase sempre, em lavouras com estande comprometido.

A recepa consiste na eliminação de toda ou quase toda parte aérea das plantas. Trata-se de uma prática agressiva e drástica, cuja eficiência é muito dependente das condições nas quais as lavouras se encontram, sendo por esse motivo questionável quanto à sua real eficiência para o revigoramento das lavouras. De qualquer forma, é normalmente realizada a uma altura de 20 a 40 cm a partir do solo, podendo-se optar em deixar uma pequena quantidade de hastes intactas, o que aumenta a produção nas primeiras colheitas das lavouras revigoradas por conferir maior vigor às brotações (MATIELLO, 1998).

Esse tipo de poda somente deverá ser utilizado para condições em que não seja mais viável o emprego de outro tipo de manejo para a renovação da lavoura, visto que, assim como ocorre para o café arábica, pode causar a morte de raízes, notadamente daquelas de pequeno calibre e localizadas nas camadas mais superficiais (MATIELLO, 1998; THOMAZIELLO; PEREIRA, 2008), justamente as mais ativamente envolvidas na absorção de água e nutrientes (RENA; GUIMARÃES, 2000).

Embora a poda programada de ciclo (PPC), tratada mais adiante neste capítulo, também cause redução do sistema radicular funcional, as perdas são proporcionalmente muito menores quando comparadas às verificadas em plantas recepadas, já que um percentual expressivo da parte aérea, em média de 30 a 40%, é mantido por mais um ano, de forma que, provavelmente, há redução das perdas excessivas de raízes e recuperação mais rápida do sistema como um todo.

Deve-se cuidar para que, após a recepa, as plantas sejam conduzidas com o número de hastes ajustado para que seja alcançada a densidade de hastes/ha planejada, conforme já discutido anteriormente.

Para recomendação de qualquer sistema de poda em lavouras já implantadas, é necessário que se leve em consideração critérios como: a idade das plantas, o espaçamento, a intensidade de fechamento, o nível de depauperamento, a evolução da produção das plantas, a tendência de preços do produto e até mesmo o nível de dependência do produtor em relação às futuras produções (SILVEIRA; ROCHA, 1995).

#### 4.2.1 Poda de produção do café conilon

O primeiro sistema de poda recomendado pelo Incaper para o cafeeiro conilon foi apresentado por Silveira et al. (1993), sendo complementado posteriormente por Silveira (1995), Silveira; Rocha (1995) e Silveira (1996). Esse sistema foi denominado “Poda de Produção do Café Conilon”.

A poda de produção inclui seguidas desbrotas. Constitui-se num sistema em que as lavouras, com mais de três a quatro safras, conduzidas sem qualquer interferência anterior, têm suas hastes ortotrópicas mais velhas e improdutivas eliminadas paulatinamente e substituídas por novas, que originam-se de brotações vigorosas, selecionadas na base daquelas que foram retiradas (Figura 19). Os brotos mais centrais e aqueles que se encontravam mal localizados, impedindo a penetração de luz no interior das plantas, devem ser eliminados, permanecendo somente os que irão recompor as plantas (SILVEIRA et al., 1993; SILVEIRA; ROCHA, 1995).



**Figura 19.** Realização da poda de produção do café conilon retirando-se as hastes verticais mais velhas e já improdutivas.

Essa prática proporciona o rejuvenescimento das lavouras e favorece o aumento da produtividade por proporcionar o estabelecimento de novos ramos, revigorados e com maior potencial de produção. Permite ainda a condução de um número de novas



hastes compatíveis com a população de plantas existentes numa determinada área e distribuídas de forma equidistante ao redor do tronco (SILVEIRA et al., 1993; FERRÃO et al., 2012a).

Como até então as lavouras eram conduzidas sem adoção rotineira e ordenada de quaisquer sistemas de podas, a grande maioria delas era constituída de plantas que apresentavam excesso de hastes ortotrópicas. Assim, o sistema foi inicialmente recomendado para lavouras adultas visando à recuperação da sua capacidade produtiva (Figura 20), sendo, contudo, também recomendado para lavouras mais jovens (Figura 21).

Em lavouras, cujo manejo ainda não contemple sistemas rotineiros de podas, o processo pode ser iniciado de forma gradativa. Não há necessidade de que sejam eliminados, numa única oportunidade, todos os ramos pouco produtivos, caso isso seja considerado, inadequado no que diz respeito ao vigor das plantas ou mesmo economicamente inviável para determinados cafeicultores. Pode

ser iniciada com a eliminação dos ramos mais velhos a cada safra e a planta vai sendo renovada paulatinamente. Em casos como esses, pode-se também optar pelo emprego da poda em talhões sucessivos de forma que não haja, de um ano para outro, redução ou até mesmo interrupção na renda do cafeicultor (FERRÃO et al., 2012a).

Em substituição à utilização da recepa, a poda de produção pode também ser utilizada em lavouras mais envelhecidas, mas que mantenham ainda um mínimo de vigor, estande apropriado e capacidade de suportar os procedimentos necessários. Nesse caso, o sistema de poda pode ser operacionalizado de uma única vez ou ao longo do tempo, em duas ou mais ocasiões, de modo a não causar perda excessiva de plantas. Ao se optar por duas ou mais vezes, deve-se iniciar com a eliminação das hastes mais velhas, mal localizadas e mais depauperadas.

A poda é operacionalizada ao se realizar o corte da haste ortotrópica à altura de 20 a 30 cm da superfície do solo (Figura 22) ou logo acima do broto de espera



**Figura 20.** Aspecto de planta adulta conduzida sem utilização da poda e dois anos após o início dessa prática.



**Figura 21.** Lavoura com a cultivar Emcaper 8151 – Robusta Tropical, em espaçamento de 3 x 1 m com plantas podadas após a segunda colheita, mantendo-se cerca de quatro hastes ortotrópicas por planta.

eliminando-se ramos ladrões, estiolados, velhos ou improdutivos e o excesso de brotações localizadas no interior da planta. Quando esse sistema de poda é iniciado precocemente, evitam-se perdas por estiolamento dos ramos mais baixos e pode-se dar início ao trabalho de conformação adequada das plantas de acordo com o arranjo adotado e o espaçamento escolhido.

Estudos sobre a poda de produção, conduzidos pelo Incaper, em Linhares/ES, mostraram que ela é uma técnica de manejo de cultura altamente eficaz para o aumento da produção. Observou-se um aumento de 53% na produtividade média de quatro safras sucessivas com a utilização de podas anuais (SILVEIRA et al., 1993). Segundo esses autores, a poda é uma das práticas mais importantes de manejo da cultura e apresenta as seguintes vantagens: aumenta a vida útil do cafeeiro; proporciona o revigoramento das lavouras; melhora o arejamento e a penetração de luz no interior da copa; facilita os tratamentos culturais e fitossanitários; proporciona melhor convivência com o estresse hídrico; reduz a percentagem de chochamento de grãos; diminui o efeito da bienalidade; reduz a altura e o diâmetro da planta facilitando a colheita e a manutenção de maior número de hastes produtivas por área; melhora as condições físicas e químicas do solo pela incorporação da matéria orgânica originada das partes vegetativas eliminadas.

As partes vegetativas oriundas da poda devem permanecer na lavoura, pois promovem uma série de benefícios ao cafezal, servem como fonte de nutrientes após sua decomposição, melhoram o teor de matéria orgânica do solo, protegem o solo

da incidência direta dos raios solares, promovem a redução da ocorrência de plantas daninhas no campo, controlam a erosão e ajudam na manutenção da umidade no solo (SILVEIRA et al., 1993).

Esse sistema de poda do café conilon foi adotado pela grande maioria dos cafeicultores capixabas até 2008, ocasião em que o Incaper apresentou um novo e mais ajustado sistema de condução das plantas, denominado Poda Programada de Ciclo (PPC).

#### 4.2.2 Poda programada de ciclo para o café conilon

Os sistemas de podas, tanto de formação quanto de produção, geram grande capacidade de revigoramento de lavouras pouco produtivas e, em boa parte dos casos existentes no Estado do Espírito Santo, é certamente uma das práticas que mais benefícios podem proporcionar aos produtores em curto prazo. Tais benefícios, contudo, são mais expressivos quando a prática da poda é associada a outras tecnologias, pois, mesmo que amplie o potencial produtivo das plantas, é necessário que se use material genético, manejo nutricional e de suprimento de água adequados, capazes de permitir que as lavouras expressem seu potencial.

A PPC, segundo Verdin et al. (2008), constitui um aprimoramento da poda de produção recomendada até então. Ao longo das últimas duas décadas, os trabalhos foram continuados visando à obtenção de benefícios adicionais, identificados, sobretudo, a partir da utilização massiva do sistema da poda de produção, que pudessem ser desenvolvidos em prol do mais adequado manejo das plantas e das lavouras como um todo melhorando seu



**Figura 22.** Poda de hastes ortotrópicas improdutivas a uma altura de 20 a 30 cm da superfície do solo.



desempenho produtivo e econômico.

A nova tecnologia é também baseada no mesmo princípio da anterior. Consiste na eliminação de hastes verticais e ramos horizontais que vão se tornando improdutivos ao longo de várias safras, com objetivo de que sejam substituídos por outros mais novos renovando a capacidade produtiva das lavouras. Deve-se também eliminar as hastes ortotrópicas estioladas, mal localizadas, de baixo vigor e o excesso de brotações.

Embora a poda de produção tenha sido adotada com sucesso pela grande maioria dos produtores de café conilon do Estado, proporcionando ganhos de produtividade muito expressivos, a prática era orientada para utilização em lavouras adultas ou para as que já se encontravam após a segunda, terceira ou mesmo quarta produção e para lavouras mais velhas. Pelas diferentes condições em que se encontravam as lavouras conduzidas na ocasião, não havia possibilidade de fixar procedimentos-padrão a serem adotados, e isso comprometia a possibilidade do alcance pleno dos resultados da tecnologia.

Surgiu então a necessidade de planejar a condução das lavouras, desde a sua implantação, a fim de padronizar as recomendações, sobretudo, para aqueles que iriam efetivamente operacionalizar a poda. Assim, tornar-se-ia a atividade mais precisa e menos intuitiva, haja vista que, na poda de produção, a definição das hastes a serem eliminadas era feita pelos trabalhadores rurais, muitas vezes sem embasamento técnico. A falta da padronização das operações a serem usadas em cada planta, bem como a dificuldade de entendimento do processo como um todo, mais notadamente na identificação das hastes a serem eliminadas, dificultava bastante a realização de uma poda eficaz. Tais dificuldades se encontravam associadas às diferenças existentes no porte, arquitetura, vigor e na capacidade produtiva, mesmo em lavouras clonais. Não obstante, elevava-se o custo operacional da prática em questão (SILVEIRA et al., 1993; VERDIN FILHO et al., 2008).

Dessa forma, o planejamento das atividades relacionadas à condução das plantas deve ser estabelecido antes do plantio, na definição do material genético, local, preparo do solo e abertura das covas, espaçamentos, adubações, entre outros. Contudo, a PPC pode ser também iniciada em

lavouras adultas.

Há duas situações nas quais a PPC pode ser utilizada em lavouras a serem implantadas, dependendo do sistema de plantio a ser adotado; o tradicional (livre crescimento na fase inicial) ou aquele com posterior arqueamento das plantas jovens, conforme exposto anteriormente.

Em ambos os sistemas, com ou sem o arqueamento, as plantas ainda recém-transferidas para covas definitivas devem ser conduzidas ao longo das sucessivas safras, com a eliminação das brotações ortotrópicas excessivas. Essa prática evita o fechamento da parte inferior das copas, bem como o desperdício de água, nutrientes e fotoassimilados, facilitando os tratos culturais, as adubações e as colheitas.

Trabalhos de pesquisa realizados pelo Incaper indicam que a influência favorável do arqueamento de plantas jovens pode resultar em respostas de diferentes intensidades, dependendo da cultivar, do ambiente, do uso de irrigação e da época de plantio (FONSECA et al., 2013b; VERDIN FILHO et al., 2013b; VERDIN FILHO et al., 2014).

Segundo Verdin Filho et al. (2012b), a haste principal arqueada no início do processo pode ser eliminada logo que a copa seja definida, pois não influencia os níveis de produtividade, podendo ainda dificultar a operacionalização de determinadas práticas culturais e a colheita com sua presença.

Trabalhos de pesquisa realizados pelo Incaper indicam que a influência favorável do arqueamento de plantas jovens pode resultar em respostas de diferentes intensidades, dependendo da cultivar, do ambiente, do uso de irrigação e da época de plantio (FONSECA et al., 2013b; VERDIN FILHO et al., 2013b; VERDIN FILHO et al., 2014).

Fonseca et al. (2013b) verificaram que a resposta do cafeeiro conilon submetido ao arqueamento das plantas jovens é influenciada pelo material genético e pelo fato de ser a lavoura irrigada ou não. Concluem os autores que as maiores produtividades são alcançadas em lavouras com o arqueamento e irrigadas, e que em lavouras não irrigadas, o arqueamento das plantas jovens proporcionou produtividades semelhantes às aquelas obtidas em lavouras irrigadas, porém conduzidas sem o arqueamento.

Na ocasião da realização da primeira etapa da PPC, após a realização da terceira, quarta ou mesmo da quinta colheita, conforme tenha sido programado, devem ser eliminadas todas as hastes mais centrais de cada planta a uma altura entre 20 e 30 cm do solo (VERDIN FILHO, 2008). Devem permanecer na planta, no máximo, duas hastes mais externas e sempre voltadas para as entrelinhas de plantio conferindo à planta o formato de "V", uma conformação que facilita a penetração de luz, promove a formação de novos brotos e o seu desenvolvimento vigoroso, com alto potencial produtivo. Para tanto, as hastes remanescentes podem ter todos os seus ramos plagiotrópicos baixeiros eliminados para que não prejudiquem a formação das novas brotações ortotrópicas (Figura 23).



**Figura 23.** Eliminação das hastes mais centrais da planta e a manutenção de duas hastes laterais sem brotações e sem ramos produtivos baixeiros.

Entre 30 e 40 dias após a eliminação das hastes centrais, é necessário selecionar os brotos novos. A seleção deve ser realizada antes que eles ultrapassem 12 cm de altura, pois a competição entre eles pode prejudicar o desenvolvimento dos ramos que permanecerão, estiolando-os e comprometendo sua capacidade de produção (VERDIN FILHO et al., 2014).

Geralmente são eliminadas entre 50 e 75% das hastes em produção. Em lavouras muito fechadas, deve-se iniciar a poda a partir da terceira colheita, enquanto em lavouras não muito fechadas, recomenda-se iniciar a segunda etapa da PPC a

partir da quarta ou quinta colheita. A definição entre a terceira, quarta ou quinta colheitas é em função do vigor, crescimento das plantas, entrada de luz, material genético, espaçamento, nível tecnológico, entre outros fatores, inclusive os econômicos.

Na base das hastes eliminadas, há o desenvolvimento de inúmeras brotações. Esses brotos devem ser então selecionados de acordo com de seu vigor vegetativo, posição e altura de inserção na planta, e número de hastes a serem mantidas para mais três, quatro ou cinco colheitas, que se constituirão no segundo ciclo de produção com uso da tecnologia em questão.

No ano seguinte à realização da primeira etapa da PPC, as novas brotações estarão com um ano de idade e encontrar-se-ão, em média, com cerca de 80 a 100 cm de altura. Nessa ocasião, as novas hastes podem deter uma pequena carga de frutos (Figura 24), contudo a planta estará em plena capacidade produtiva a partir da colheita seguinte, dois anos após a realização da primeira etapa. Após a colheita dos frutos das hastes remanescentes, essas devem também ser eliminadas para que a lavoura entre em um novo ciclo de produção (Figura 25).



**Figura 24.** Lavoura exibindo vigorosa brotação e as hastes remanescentes que serão eliminados após a colheita.

Para efeito comparativo, são apresentados no Quadro 1 os cronogramas de atividades para quando da utilização das duas formas de condução do café conilon, segundo Verdin Filho et al. (2008).

A PPC pode também ser empregada em lavouras mais antigas, antes não conduzidas nesse sistema. Assim sendo, faz-se necessária a eliminação de todas as hastes em excesso nas plantas mantendo-se

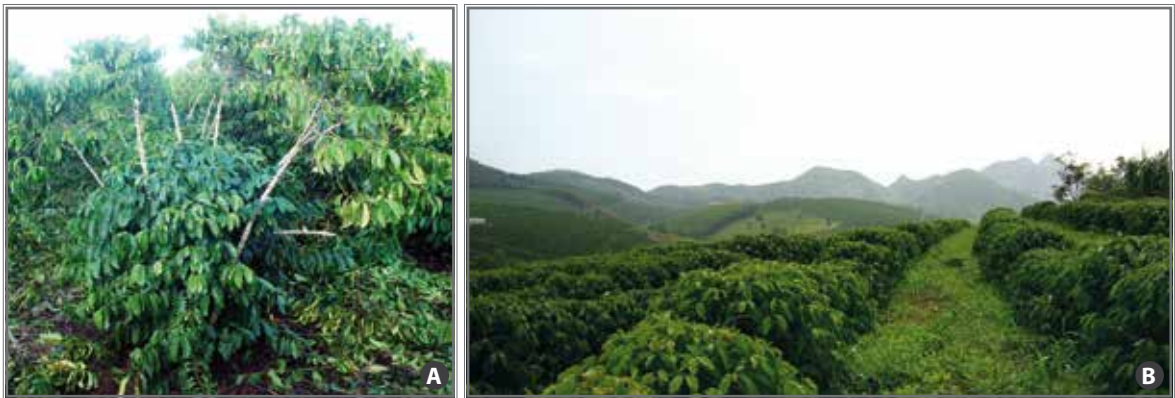
somente aquelas recomendadas para cada situação. Não é apropriada a eliminação de todas as hastes (recepta), pois, em trabalhos realizados comparando a recuperação de lavouras de café conilon com o uso da recepta com outros tipos de poda, verificou-se ganhos superiores na produção ao longo dos anos com o uso da PPC, além de outros benefícios já citados (VERDIN FILHO et al., 2012a; 2013b).

Em uma determinada lavoura, que a partir de então receba a orientação de ser conduzida com cinco hastes ortotrópicas/planta, todas as demais devem ser eliminadas, naturalmente mantendo, nesse caso, aquelas cinco mais novas, vigorosas e bem distribuídas em torno do tronco. Essa operação pode ser realizada em uma única vez ou, paulatinamente, em anos consecutivos, dependendo de cada situação

No caso de realizá-la em uma vez, já no ano seguinte, pode ser iniciada a eliminação das três hastes mais centrais para que, somente no ano posterior, seja completado o processo com

as plantas revitalizadas para mais um ciclo de produção de três a cinco safras.

Trabalhos foram conduzidos visando a estudar a influência da PPC e a densidade de plantas e de hastes no Município de Marilândia, Espírito Santo, em experimentos implantados em lavouras clonais formadas pela cultivar Emcapa 8111, conduzidas em condição não irrigada (VERDIN FILHO et al., 2014). As lavouras foram conduzidas com a PPC, e safras colhidas nos anos de 2008 a 2011. No primeiro de dois trabalhos, foram utilizados espaçamento de 2,0 x 1,0 m e 2,5 x 1,0 m, ambos conduzidos com duas, três e quatro hastes por planta. A produtividade média com uso do primeiro espaçamento foi significativamente diferente quando eram utilizadas duas, três ou quatro hastes por planta, respectivamente 47,51; 58,38 e 68,25 Sc. benef/ha. Já no segundo espaçamento não houve diferença significativa nos tratamentos conduzidos com três ou quatro hastes, sendo estas, contudo, superiores às alcançadas em plantas conduzidas com duas hastes (Tabela 1).



**Figura 25.** Eliminação das hastes remanescentes após a poda programada de ciclo (PPC) em sua última colheita (A); e lavoura rejuvenescida por esse sistema (B).

**Quadro 1.** Épocas de realização das atividades no manejo da poda programada de ciclo (PPC) e na poda de produção do café conilon

Tipo de poda	Atividades	Colheitas										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Poda programada de ciclo (PPC)	Eliminação de hastes verticais				X	X					X	X
	Desbrotas e eliminação de ramos horizontais	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Poda de produção	Eliminação das hastes verticais		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Desbrotas e eliminação de ramos horizontais	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Fonte:** Verdin Filho et al. (2008).

**Tabela 1.** Produtividade café conilon conduzido com 2, 3 ou 4 hastes ortotrópicas/planta em diferentes espaçamentos na Fazenda Experimental do Incaper em Marilândia/ES

Espaçamento (m)	Produtividade (Sc. benef/ha)			
	2 hastes	3 hastes	4 hastes	Média
2,0 x 1,0	47,51 Ca	58,38 Ba	68,25 Aa	58,05
2,5 x 1,0	39,36 Bb	53,50 Aa	60,64 Ab	51,17
Média	43,43	55,94	64,44	54,61

Fonte: Verdin Filho et al. (2014).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verdin Filho et al. (2014), utilizando espaçamentos de 3,0 x 1,0 m e 3,0 x 1,5 m, também em trabalhos conduzidos sem irrigação, mas com a PPC, com três, cinco e seis hastes por planta, obtiveram produtividades de 30,38; 39,10 e 49,45 sc. benef./ha, respectivamente, para três, cinco ou seis hastes por planta espaçadas de 3,0 x 1,0 m. Utilizando-se do espaçamento de 3,0 x 1,5 m, a produtividade foi de 27,39; 41,98 e 39,78 sc. benef./ha para três, cinco ou seis hastes, respectivamente (Tabela 2). Esses resultados indicam a possibilidade de obtenção de respostas positivas na produtividade do café conilon com redução dos espaçamentos indicados anteriormente, quando associado ao aumento do número de hastes por planta.

**Tabela 2.** Produtividade café conilon conduzido com 3, 5 ou 6 hastes ortotrópicas/planta em diferentes espaçamentos na Fazenda Experimental do Incaper em Marilândia/ES

Espaçamento (m)	Produtividade (Sc. benef/ha)			
	3 hastes	5 hastes	6 hastes	Média
3,0 x 1,0	30,38 Ca	39,10 Ba	49,45 Aa	39,65
3,0 x 1,5	27,39 Ba	41,98 Aa	39,78 Ab	36,39
Média	28,89	40,55	44,62	38,02

Fonte: Verdin Filho (2011).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De maneira geral, os trabalhos conduzidos visando à definição dos mais adequados espaçamentos e densidade de hastes para a condução do café conilon com a utilização da PPC são concordantes com o fato de que o adensamento da lavoura associado ao maior número de hastes/ha promovem o aumento da produtividade da cultura, ao menos dentro dos limites que foram estudados (LANI et al., 2000; VERDIN FILHO, 2011; FERRÃO, et al., 2012a; VERDIN FILHO et al., 2013a).

Uma série de trabalhos já realizados indicam que o arqueamento de plantas jovens auxilia

no estabelecimento mais precoce do número de hastes/planta planejado, contudo, como anteriormente mencionado, essa prática vem resultando em comportamento diferenciado em função de fatores genéticos, ambientais, sistemas de produção e época de plantio (FONSECA et al., 2013b).

#### 4.2.3 Poda dos ramos plagiotrópicos ou produtivos

Assim que foi lançada a recomendação do primeiro sistema de condução de plantas e lavouras de conilon no Espírito Santo, pouco se conhecia sobre a necessidade de permanência ou não dos ramos produtivos mais velhos na planta. Prática conhecida popularmente como “derrama”.

Trata-se de uma prática recomendável e largamente empregada no Espírito Santo, onde é, atualmente, aplicada em cerca de 70% das propriedades cafezeiras. Consiste na eliminação dos ramos plagiotrópicos localizados nas partes mais baixas das plantas, mais velhos e já esgotados pelas produções anteriores. Trabalhos indicam ser vantajosa para o aumento do potencial produtivo e proporcionar uma série de outros benefícios (VERDIN et al., 2008). Facilita a realização de controle de capinas, roçadas, aplicação de fertilizantes, controle fitossanitário e, sobretudo, as operações de colheita. Favorece a entrada de luz no interior das copas, reduz o estiolamento das hastes ortotrópicas, o desenvolvimento vegetativo mais harmônico e reduz a variação anual de produção.

Apesar de demandar mão de obra para sua realização, reduz a necessidade total dessa prática por favorecer os fatores acima citados, cujo balanço será determinante para a tomada de decisão que envolve a retirada ou não dos ramos plagiotrópicos (GUARÇONI M. et al., 2011).

Há ainda, contudo, questionamentos quanto ao exato momento dessa eliminação, se com mais de 50%, 60% ou mesmo de 70% do potencial produtivo total, (Figura 26). Trabalhos em andamento poderão oferecer possibilidade de melhor elucidação a essas questões no futuro próximo.

Guarçoni M. et al. (2011) compararam a produtividade acumulada de três colheitas obtidas



com a retirada ou não de ramos plagiotrópicos que produziram 50% ou mais de sua extensão, em duas regiões edafoclimáticas do Espírito Santo; Sul/Cachoeiro de Itapemirim (Argissolo Vermelho eutrófico, região classificada como acidentada, quente e transição chuvosa/seca) e Noroeste/Marilândia (Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, região classificada como acidentada, quente e seca). Os autores observaram que a retirada dos ramos plagiotrópicos que produziram em 50% ou mais de sua extensão reduziu a produtividade acumulada das plantas de café conilon na lavoura de maior vigor e mais produtiva (Sul/Cachoeiro do Itapemirim). No entanto, não ocorreu efeito sobre a produtividade acumulada na região Noroeste/Marilândia. Apesar desse resultado, os autores reconhecem o valor da prática pelas vantagens já relacionadas.



**Figura 26.** Ramos plagiotrópicos sendo eliminados após terem expressado cerca de 50% do seu potencial produtivo.

Os mesmos pesquisadores explicam que os ramos plagiotrópicos só funcionariam como dreno, quando não possuísem área foliar suficiente para produzir os carboidratos necessários ao sustento de sua própria demanda energética (respiração de manutenção e de crescimento em se tratando dos frutos). Nesse caso, não faria diferença se os grãos de café fossem supridos por fotoassimilados produzidos por folhas do mesmo ramo plagiotrópico ou por folhas presentes em outros ramos plagiotrópicos da planta. Primordial seria o balanço global de fotoassimilados, não o balanço dos ramos plagiotrópicos isolados. Ocorre, contudo, que o referido trabalho não foi conduzido segundo os preceitos estabelecidos para utilização da PPC do café conilon, que promove mais adequado equilíbrio entre a parte vegetativa e a produção

potencial, sistema que viabiliza plenamente sua realização (VERDIN FILHO et al., 2008).

Estudos estão sendo conduzidos pelo Incaper para o mais adequado entendimento da eficiência do processo, de sua influência nos diferentes sistemas de cultivo, bem como do momento mais apropriado à sua realização visando a padronizar as recomendações.

#### 4.3 DESBROTAS

Com a eliminação dos ramos ortotrópicos e dos plagiotrópicos velhos, há maior penetração de luz no interior da planta, que, associada às adubações e ao período chuvoso ou em condições irrigadas, promovem intensa brotação na planta. A desbrota é, portanto, a prática de eliminação do excesso dessas brotações, principalmente daquelas localizadas na parte interna da copa, geralmente mais estioladas pelo sombreamento mútuo que normalmente ocorre após a poda.

Em lavouras rotineiramente podadas, recomendam-se que as desbrotas sejam realizadas de 30 a 40 dias após a poda, pois o corte de ramos causa uma intensa emissão de brotos na planta (FERRÃO et al., 2012a).

No processo da desbrota, deve-se, inicialmente, selecionar os brotos que serão mantidos. Assim, eliminam-se os brotos em excesso, malformados, com menor potencial de desenvolvimento e aqueles localizados nas partes mais internas ao tronco mantendo-se de um a dois brotos mais vigorosos e mais bem localizados para cada haste eliminada.

As desbrotas devem ser realizadas tanto em lavouras em formação quanto em produção, todos os anos, independentemente da planta ter sido ou não podada no ano em questão, quantas vezes forem necessárias para que sejam mantidos somente os ramos que permanecerão em substituição àqueles eliminados. Normalmente, são necessárias cerca de três operações anuais, que devem ser realizadas quando as brotações estiverem ainda pequenas, porém depende muito das condições climáticas locais, do uso ou não de irrigação, da fertilidade do solo e nutrição das plantas, entre outros fatores.

A primeira desbrota deve ser feita quando as brotações se encontrarem com, no máximo, cerca

de 12 a 15 cm de altura. Nessa etapa, pode-se optar pela manutenção de um número de brotos ainda maior do que o necessário para a mais eficiente seleção futura daqueles que serão mantidos e para a garantia da manutenção do número de brotos previamente definido.

Na poda de produção, a desbrota deve ser realizada sempre que se proceda à eliminação de ramos mais velhos, seja em que intensidade for feita, enquanto que na realização da PPC, voltam a ser necessárias após a realização da primeira etapa, ou seja, após a eliminação das hastes ortotrópicas mais centrais, a cerca de 30 dias do seu corte.

A operação consiste em deixar um broto vigoroso para substituir cada um dos definitivos existentes desde o início da atividade, ou seja, se as plantas foram mantidas desde o plantio até essa fase com cinco hastes cada uma, então devem-se conduzir cinco brotações, suficientes para substituir todas as cinco antigas, mesmo que duas delas sejam mantidas para serem eliminadas somente após a safra seguinte (FONSECA et al., 2013b).

As brotações mantidas para a recomposição do número de hastes definitivas devem estar localizadas de forma distribuída e equidistante ao redor dos troncos remanescentes das hastes eliminadas. Por meio das podas e desbrotas, seguindo-se as recomendações técnicas pertinentes, as lavouras manter-se-ão sempre revigoradas, com número apropriado de hastes para cada situação em particular.

#### 4.4 ÉPOCA DE REALIZAÇÃO DA PODA

As podas devem ser realizadas preferencialmente em seguida às colheitas e antes da primeira florada. Essa é a época mais adequada porque o cafeeiro se encontra em estado de repouso vegetativo, o que coincide com a época mais seca. É importante que a poda seja feita antes da floração para que o agricultor não hesite em retirar os ramos mais velhos e improdutivos. Esses ramos, ainda que apresentem uma pequena florada, devem ser eliminados para que não prejudiquem o desenvolvimento de outros mais vigorosos (SILVEIRA et al., 1993; SILVEIRA; ROCHA, 1995).

A partir de 2006, foi conduzido um trabalho experimental na Fazenda Experimental de

Marilândia, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes épocas de poda em clones de café conilon de maturação precoce, intermediária e tardia. Em uma lavoura, cujo espaçamento era 2,5 x 1,0 m, os clones precoces foram colhidos em maio e podados em maio, junho, julho e agosto; os intermediários foram colhidos em junho e podados em junho, julho e agosto; os tardios foram colhidos em julho e podados em julho e agosto. Imediatamente após a poda, a lavoura permaneceu com 8.000 hastes produtivas por hectare (duas hastes/planta) e sem brotos. Após a poda, foram feitas duas desbrotas, sendo uma em outubro, aos 60 dias após a última época de poda, e outra em dezembro, aos 120 dias após a última época de poda. Na primeira desbrota, foram selecionados (deixados) três brotos mais vigorosos em cada planta para a renovação da lavoura (RONCHI et al. 2007c; RONCHI, 2009).

Ronchi et al. (2007a) constataram que a poda, quando realizada imediatamente após a colheita (maio/junho), principalmente para os clones de maturação precoce, estimulou o aparecimento e crescimento antecipado dos brotos de forma que, no momento da primeira desbrota, os brotos dessas plantas apresentaram-se maiores e mais vigorosos que aqueles originados de plantas cuja poda foi tardia (julho/agosto). Entretanto, ao longo da estação de crescimento (outubro a janeiro), observaram crescimento compensatório dos brotos menores e, em janeiro, não mais se verificou efeito da época de poda sobre o crescimento dos brotos. Constataram ainda que a época de poda não afetou o número de brotos emitidos por planta e que o tempo gasto na operação de desbrota se correlacionou diretamente com a quantidade de brotos por planta e não com o tamanho ou vigor deles.

Em 2007, por ocasião da colheita daquelas hastes produtivas remanescentes (8 mil hastes/ha), Ronchi et al. (2007b) não observaram efeitos das épocas de poda sobre a produtividade, independentemente do clone e da variedade (precoce, intermediária e tardia) avaliada. Em 2007, 2008 e 2009, foram realizadas as podas anuais, sempre nas mesmas épocas, de forma que foram colhidas três safras consecutivas nos anos seguintes (2008, 2009 e 2010), naquelas hastes que se formaram a partir da brotação nova, deixada no início do trabalho (três hastes por planta totalizando 12 mil hastes/ha).

Na safra 2008 (primeira safra das hastes novas), observaram-se efeitos significativos da época de poda na produtividade de clones precoces e tardios. Por exemplo, o clone 03 produziu 17% a mais quando podado em maio/junho, em comparação à poda feita em julho/agosto, apesar de a colheita ter sido realizada na mesma data. Para o clone 19 (clone de maturação tardia), colhido em julho, verificou-se aumento de 14% na produtividade, quando a poda foi feita ainda em julho, em comparação àquela feita em agosto (RONCHI et al., 2008). Portanto, considerando apenas essa primeira safra, os resultados apontaram para maiores produtividades quando a poda do conilon foi realizada imediatamente após a colheita. Todavia, esses resultados não se confirmaram nas colheitas seguintes (2009 e 2010) para os vários clones testados, nem quando se considerou a média das três safras (RONCHI et al., 2010). Tomados em conjunto, os resultados indicam que não há necessidade de se realizar a poda imediatamente após a colheita (RONCHI et al., 2010).

De fato, dois anos mais tarde, Morais et al. (2012), trabalhando nessa mesma lavoura, em Marilândia, Espírito Santo, e com esses mesmos tratamentos (clones, épocas de podas), constataram que a poda de lavouras adultas de café conilon, realizada imediatamente após a colheita ou mais distante dela, não afeta a fisiologia do cafeeiro, seja ele um clone de maturação precoce, intermediária ou tardia. Esses autores não constataram diferenças no crescimento de ramos, na fotossíntese, na condutância estomática, na eficiência fotoquímica do FSII, nos teores foliares de amido e eficiência do uso da água. Tomados em conjunto, esses resultados explicam, pelo menos em parte, porque a produtividade da lavoura, independentemente do clone, não foi afetada pelas épocas de poda (RONCHI et al., 2010; MORAIS et al., 2012). Assim, considerando todo o conjunto de informações apresentado bem como da constatação dos benefícios alcançados, recomenda-se que seja realizada preferencialmente logo após colheita.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso de qualquer empreendimento requer que muitas decisões sejam tomadas na fase de planejamento de cada etapa necessária à sua

consolidação. Na cafeicultura, não é diferente. Decidida a implantação do negócio, é preciso considerar todos os meandros que o cercam e o influenciam.

Assim, é necessário que o cafeicultor se oriente quanto aos aspectos econômicos da atividade, do mercado existente, das exigências desses mercados, dos custos de produção e da possibilidade de retorno econômico e, sobretudo, dos aspectos tecnológicos que deem sustentação ao desenvolvimento competitivo da atividade.

Define-se a área na qual será realizada a implantação da lavoura, a época do plantio, o sistema de produção a ser adotado, a cultivar, a produção ou aquisição das mudas, o preparo do solo; calculam-se as necessidades de corretivos e fertilizantes, o espaçamento, a abertura das covas; realiza-se o plantio definitivo, o sistema de condução das plantas, os tratos culturais, o sistemas de podas, a colheita, o sistema de processamento, a classificação dos grãos, o armazenamento e, finalmente, a comercialização.

Neste capítulo, foram abordados aspectos do manejo de lavouras de café conilon focando principalmente o plantio, o espaçamento e os sistemas de condução das plantas (podas e desbrotas). Esses aspectos são todos essenciais para que as lavouras expressem todo o seu potencial produtivo.

Muitos são os avanços registrados na atividade que auxiliam no entendimento do fato de que as lavouras de conilon vêm experimentando tamanha evolução em seu desempenho produtivo. Destacam-se aqui os aspectos relacionados aos novos sistemas de condução de plantas, frutos de investimentos em pesquisa a partir do fim da década de 1980, notadamente no Espírito Santo, o primeiro estado brasileiro a estudar métodos alternativos à condução de plantas de café conilon.

Esses sistemas vêm evoluindo rapidamente a partir do primeiro sistema de podas proposto em 1993 com o desenvolvimento de novos trabalhos chegando aos dias atuais com a associação de podas aos sistemas de condução inicial das plantas, o arqueamento ou o desponde das plantas jovens, com a poda programada de ciclo (PPC) e a eliminação dos ramos plagiotrópicos já pouco produtivos.

O Incaper se destaca neste ano de 2016 com a consolidação de nova tecnologia: a recomendação do sistema de podas programadas de ciclo para o café arábica (PPCA), inovação que tem encantado os produtores dessa espécie e para o desenvolvimento da qual foram utilizados os mesmos princípios que fundamentaram a prática para o conilon.

As práticas relacionadas aos diferentes sistemas de condução de plantas são por muitos consideradas as que mais proporcionam o aumento da produtividade e da qualidade do café, por propiciar que a grande maioria das demais tecnologias deixem de expressar o potencial que possuem ao prevenir o esgotamento precoce das plantas e promover a constante renovação das lavouras.

Muitos outros aspectos relacionados à condução de plantas têm sido estudados tanto no Espírito Santo como em Rondônia e Bahia, muitos dos quais vêm sendo realizados por instituições de pesquisa presentes nesses estados em parceria com o Incaper. Espera-se que novos fatores limitadores aos constantes avanços, como os até agora observados na cultura, sejam elucidados e vencidos através do manejo das plantas, uma prática racional, econômica, não agressiva ao meio, que reduz substancialmente a demanda de mão de obra para a colheita, que aumenta a uniformidade de maturação dos frutos e a qualidade dos grãos e que permite o trabalho familiar, além de favorecer as condições de cultivo de forma geral.

## 6 REFERÊNCIAS

- BERTHAUD, J. *L'Incompatibilité chez Coffea canephora*: Méthode de test et déterminisme génétique. *Café Cacao Thé*, v. 24, n. 4, p. 267-274, 1980.
- BRAGANÇA, S. M. *Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (Coffea canephora Pierre)*. 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.
- BRAGANÇA, S. M.; LANI, J. A.; SILVA, E. B.; GUARÇONI M., A. Resposta do cafeeiro conilon a adubação NPK em sistema de plantio adensado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31., 2005, Guarapari. *Resumos...* Guarapari: p. 138-139. 2005.
- CANNELL, M. G. Physiology of the coffee crop. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds.), *Coffee - Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage*. London; Sydney: Crom Helm, p.108-134. 1985. Cap.5.
- CARVALHO, A. O.; FERWERDA, F. P.; FRAHM-LELIVELD, J. A.; MEDINA, D. M.; MENDES, A. J. J.; MONACO, L. C. Coffee (*Coffea arabica* L. and *Coffea canephora* Pierre ex Froehner). In: FERWERDA, F. P., WIT, F. (Eds.). *Coffee (Coffea arabica L. and Coffea canephora Pierre ex Froehner)*. Wageningen. The Netherlands: Agricultural University. p. 189-192, 1969. (Miscellaneous Papers, 4).
- DA MATTA, F. M. da; RONCHI, C. P.; SALES, E. F.; ARAÚJO, J. S. O café conilon em sistemas agroflorestais. In: FERRÃO et al. (Eds.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, p. 377-389. 2007.
- FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, R. G.; SOUZA, E. M. R.; VICENTINI, V. B.; PESTANA, D. F. Autoincompatibilidade e produção sustentável do café conilon. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do; JESUS JUNIOR, W. C. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N. (Orgs.). *Inovação, difusão e integração: bases para a sustentabilidade da cafeicultura*. Alegre, ES: CAUFES, p.107- 121. 2012b.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da. *Variedades clonais de café conilon: 10 passos em 12 anos de pesquisa*. Vitória, ES: Incaper. 2013. (Incaper, Documento 218). 1 Folder.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G. Programa de melhoramento genético de café robusta no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3. 1999, Lavras, MG. *Palestras...* Lavras, MG: NUMBERG et al. (Eds.). UFLA, p. 50-65. 1999.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; LANI, J. A.; COSTA, A. N.; SILVA, J. G.; BENASSI, V. L.; VENTURA, J. A. *Como produzir café conilon*. RESENDE, P. (Roteiro). Viçosa, MG: CTP/ Incaper. Fita, 61 min. 2001.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; De MUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. dos S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. *Café Conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. 4. ed. rev. e ampl. Vitória, ES: Incaper, 2012a (Incaper: Circular Técnica, 03-I).
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. *'Diamante ES8112': nova variedade clonal de café conilon de maturação precoce para o Espírito Santo*. Vitória, ES: Incaper, 2. ed. revisada. 2015a. (Incaper. Documento 219). 1 Folder
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. *'ES8122' - Jequitibá: nova variedade clonal de café conilon de maturação intermediária para o Espírito Santo*. Vitória, ES: Incaper, 2. ed. revisada, 2015b. (Incaper. Documento n. 220). 1 Folder



- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORELLI, A. P. 'Centenária ES8132': nova variedade clonal de café conilon de maturação tardia para o Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2. ed. revisada 2015c. (Incaper. Documento. 221). 1 Folder
- FONSECA, A. F. A. da. *Análises biométricas em café conilon (Coffea canephora Pierre)*. 1999. 121 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. Vantagens e riscos do uso do plantio de mudas clonais de *Coffea canephora*. *Visão Agrícola*. v.12. p.17-18, 2013c.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G. Diretrizes do melhoramento genético de *Coffea canephora*. *Visão Agrícola*. v.12. p.13-16, 2013a.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M.; SILVEIRA, J. S. M. Variedades derivadas de café conilon (*Coffea canephora*) desenvolvidas pelo Incaper para o Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES: *Anais...* Vitória: Embrapa Café, p. 1405-1411. 2001a.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; SANTOS, L. P.; BRAGANÇA, S. M.; MARQUES, E. M. G. Melhoramento genético de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES: *Anais...* Vitória: Embrapa Café, p. 1379-1384. 2001b.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. 'Conilon Vitória - Incaper 8142': *Improved Coffea canephora* var. *Kouillou* clone cultivar for the state of Espírito Santo. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 4, n. 4, p. 503-505, 2004.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. *Conilon Vitória 'Incaper 8142': variedade clonal de café conilon*. Vitória, ES: Incaper, 27 p. 2005a. 2005a. (Incaper, documentos, 127).
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; SILVA, A. E.; De MUNER, L. H.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. *Jardins clonais de café conilon: técnicas para formação e condução*. Vitória, ES: Incaper, 2. ed. 56 p. 2005b. (Incaper: Circular Técnica, 04-I).
- FONSECA, A. F. A. da; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; GUARÇONI, R. C.; TARGINO, P. H. Cultivo de *Coffea canephora* conduzido com arqueamento de plantas jovens em condição de sequeiro e irrigado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador, BA. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, 2013b. CD (digitalizado) sem numeração de páginas.
- GUARÇONI M., A. Características da fertilidade do solo influenciadas pelo plantio adensado de café conilon. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, p. 949-958, 2011.
- GUARÇONI M., A.; BRAGANÇA, S. M.; LANI, J. A.; Modificações nas características da fertilidade do solo causadas pelo plantio adensado do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 31., 2005, Guarapari. *Anais...* Guarapari, ES: MAPA, p. 208-209. 2005.
- GUARÇONI M., A.; RONCHI, C. P.; TÓFFANO, J. L.; MENDONÇA, R. F.; VOLPI, P. S.; MAURI, A. L. Produtividade do café conilon influenciada por tipos de poda. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7, 2011, Araxá. *Anais...* CD. Brasília, DF: Embrapa-Café, 2011.
- LANI, J. A.; SILVEIRA, J. S. M.; BRAGANÇA, S. M.; COSTA, A. N.; SANTOS, W. R. Plantios adensados de café conilon com e sem condução de copa no estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, Poços de Caldas-MG, 2000. *Resumos expandidos...* Brasília, DF: Embrapa Café. p.1038-1040. 2000.
- LASHERMES, P.; COUTURON, E.; MOREAU, N.; PAILLARD, M.; LOUARN, J. Inheritance and genetic mapping of self-incompatibility in *Coffea canephora* Pierre. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 93, n. 3, p. 458-462, 1996.
- MATIELLO, J. B. *Café conilon*. Rio de Janeiro: MAA; SDR; PROCAFÉ; PNFC, 1998. 162 p.
- MORAIS, L. E.; CAVATTE, P. C.; MEDINA, E. F.; SILVA, P. E. M.; MARTINS, S. C. V.; VOLPI, P. S.; ANDRADE JÚNIOR, S.; MACHADO FILHO, J. A.; RONCHI, C. P.; DaMATTA, F. M. The effects of pruning at different times on the growth, photosynthesis and yield of conilon coffee (*Coffea canephora*) clones with varying patterns of fruit maturation in southeastern Brazil. *Experimental Agricultural*, v. 48, n. 2, p. 210-221, 2012.
- RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. *Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam*. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, 2000, 80 p. (Série Documentos, 37).
- RONCHI, C. P. Emprego adequado da poda para renovação do cafeeiro conilon. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 6., 2009, Vitória-ES. *Anais...* CD. Brasília, DF: Embrapa-Café, 2009.
- RONCHI, C. P.; COMERIO, F.; GUARÇONI M., A.; VOLPH, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; FONSECA, A. F. A. da; Da MATTA, F. M. Efeito de épocas de poda na brotação em clones de café conilon de diferentes épocas de maturação dos frutos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. *Anais...* CD. Brasília, DF: Embrapa-Café, v. 5. 2007a.

- RONCHI, C. P.; GUARÇONI M., A.; GRAMACHO, K. P.; COMERIO, F.; COSTA, J. M.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; FONSECA, A. F. A. da; DaMATTa, F. M. Efeito de épocas de poda na produtividade de clones de café conilon de diferentes épocas de maturação dos frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 33., 2007, Lavras. *Resumos...* Varginha-MG: MAPA/PROCAFÉ, v. 33. 2007b.
- RONCHI, C. P.; COSTA, J. M.; COMERIO, F.; VOLPI, P. S. Renovação do cafeeiro conilon por meio do manejo adequado da poda: considerações fisiológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA, 25., 2007, Guarapari-ES. *Agroenergia: o futuro do planeta em nossas mãos*. CD. Brasília, DF: CONFAEAB/SEEA, v. 25. 2007c.
- RONCHI, C. P.; MACHADO FILHO, J. A.; GUARÇONI M., A.; ALMEIDA, W. L. Épocas de poda e a produtividade de clones de café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 34., 2008, Caxambu. *Anais...* Varginha, MG: MAPA/PROCAFÉ, v. 34. 2008.
- RONCHI, C. P.; MACHADO FILHO, J. A.; VOLPI, P. S.; FONSECA, A. F. A. da. Influência da época de poda do Conilon sobre sua produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 36., 2010, Guarapari-ES. *Trabalhos apresentados*. Varginha-MG: MAPA/PROCAFÉ, v. 36. p. 212. 2010.
- SARAIVA, J. S.; SILVEIRA, J. S. M.; DADALTO, G. G.; PREZOTTI, L. C.; BARBOSA, C. A. Escolha, preparo da área e plantio. In: COSTA, E. B.; SILVA, A. E. S. da; ANDRADE NETO, A. P. M. de; AAHER, F. de A. (Coord.). *Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: SEAG-ES, p. 29-41. 1995.
- SILVEIRA, J. S. M. Revigoração do café conilon. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ, 1., 1995, Vitória. *Palestras...* Vitória: Cetcaf, p. 34-51. 1995.
- SILVEIRA, J. S. M. Caracterização da região produtora de café conilon. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE CAFÉ, 2., 1996, Vitória, ES: *Palestras...* Vitória, ES: Cetcaf, p. 66-81. 1996.
- SILVEIRA, J. S. M.; ROCHA, A. C. da. Podas. In: COSTA, E. B.; SILVA, A. E. S. da; ANDRADE NETO, A. P. M. de; AAHER, F. de A. (Coord.). *Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: SEAG-ES, p. 54-62. 1995.
- SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S. de.; BRAGANÇA, S. M.; FONSECA, A. F. A. da. *A poda do café conilon*. Vitória, ES: Emcapa, 14p. (Emcapa. Documentos 80). 1993.
- TAQUES, R. C.; DADALTO, G. G. Zoneamento agroclimático para a cultura do café conilon no Estado do Espírito Santo. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 53-63, Cap. 9.
- THOMAZIELLO, R. A.; PEREIRA, S. P. *Poda e condução do cafeeiro arábica*. Campinas, SP: IAC. 39p. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, 203). 2008.
- VERDIN FILHO, A. C. 2011. *Influência do espaçamento e densidade de hastes em café conilon conduzido com a poda programada de ciclo*. 2011. 67f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. 2011.
- VERDIN FILHO, A. C.; SILVEIRA, J. S. M.; VOLPI, P. S.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; GUARÇONI M., A.; LANI, J. A.; SILVEIRA, T. B.; COMÉRIO, F. *Poda programada de ciclo para o café conilon*. Vitória, ES: Incaper. (Documento nº 163). 2008. 1 Folder.
- VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, A. L.; VOLPI, P. S.; FERRAO, R. G.; LANI, J. A.; FERRAO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; ANDRADE, S.; DE FREITAS, M. A. Produtividade do café conilon renovado por meio da poda programada de ciclo e da recepa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 38. 2012, Caxambu, MG. *Anais...* Boas Tecnologias difundir, pro café bem florir. Varginha, MG: v. 01. p. 116-117. 2012a.
- VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MAURI, A. L.; FONSECA, A. F. A.; FERRAO, M. A. G.; FERRAO, R. G.; LANI, J. A.; ANDRADE, S.; RODRIGUES, W. N.; SOUSA, R. A.; BAQUETI, L. A. Índices de crescimento de lavoura de café conilon conduzido com vergamento com e sem corte dos ramos vergados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 38. 2012, Caxambu, MG. *Anais...* Boas tecnologias difundir, pro café bem florir. Varginha, MG: v. 1. p. 117-118. 2012b.
- VERDIN FILHO, A. C.; FERRAO, R. G.; FERRAO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; MARCELO, A. T.; VOLPI, P. S.; MAURI, A. L.; RODRIGUES, W. N.; FREITAS, M. A. Produtividade do cafeeiro conilon conduzido com a poda programada de ciclo e diferentes populações de hastes. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador, BA. *Anais...* Brasília: Embrapa Café – 2013a. CD (digitalizado) sem numeração de páginas.
- VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, A. L.; VOLPI, P. S.; FERRAO, R. G.; LANI, J. A.; FERRAO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; DE FREITAS, M. A. Produtividade de café conilon renovado por meio da poda programada de ciclo e da recepa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 39. 2013, Poços de Caldas, MG. *Anais...* Com boa tecnologia, mais café se anuncia... Varginha, MG: MAPA/PROCAFÉ, v. 01. p. 109-110. 2013b.
- VERDIN FILHO, A. C.; TOMAZ, M. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; RODRIGUES, W. N. Conilon coffee yield using the programmed pruning cycle and different cultivation densities. *Coffee Science*, v. 9, p. 489-494, 2014.









# Preparo, Manejo e Conservação do Solo em Lavouras de Café Conilon

José Antônio Lani, Scheilla Marina Bragança, Henrique de Sá Paye, Eduardo Ferreira Sales, Luiz Carlos Prezotti e André Guarçoni M.

## 1 INTRODUÇÃO

No Espírito Santo, são cultivadas as espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, sendo esta última responsável por cerca de 72% da produção cafeeira capixaba (CONAB, 2015) e conhecida como café conilon. No Estado, é cultivada em locais de baixa altitude e clima quente e, ultimamente, também vem sendo produzida em áreas de até 700 metros de altitude. Contudo, a maior parte da produção está concentrada nos municípios localizados na região norte, acima do Rio Doce. Nessas localidades, as lavouras encontram-se, predominantemente, distribuídas em duas unidades geoambientais: sobre os solos de Tabuleiros formados por sedimentos Terciário do Grupo Barreiras e nos terrenos Cristalinos ocupados por rochas Cristalinas Pré-Cambrianas, classificadas em sua grande maioria como gnaisses ácidos, ricos em sílica, com predomínio dos minerais quartzo, feldspato alcalino e mica biotita (EMBRAPA, 1978). No Terciário, o relevo varia de plano a suave ondulado, e no Cristalino acidentado. Os dados climáticos desses ambientes indicam irregularidade na precipitação, normalmente com *deficit* hídrico anual, solos de baixa fertilidade natural, baixa capacidade de armazenamento de água e sujeitos à erosão, em que altas temperaturas e ventos constantes, principalmente em determinadas épocas do ano, ocasionam elevada evapotranspiração, prejudicando as plantas e reduzindo a produtividade.

As práticas realizadas antes da implantação de uma lavoura cafeeira têm significado especial, podendo resultar em sucesso ou insucesso

da atividade. Nesse contexto, o solo é um dos fatores de produção mais importantes, devendo ser manejado de forma a preservar todas as suas características físicas, químicas e biológicas, com o objetivo de garantir sua exploração econômica por muitas gerações. Esse recurso representa um patrimônio importante não apenas para a cafeicultura, mas também para outras atividades desenvolvidas pelo homem, sob o ponto de vista da sustentabilidade.

Diversos autores têm demonstrado preocupação com a preservação do solo relatando que toda e qualquer prática que se aplique ao solo deve ser baseada em um conhecimento prévio desse recurso natural, entendido como um fator de produção fundamental e exaurível da agricultura e, como tal, precisa ser manejado de forma a preservar e/ou melhorar suas características e potencialidades (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1985; DADALTO; LANI; PREZOTTI, 1985; CHAVES, 2002; PROCHNOW et al., 2005).

Manejar adequadamente o solo significa preservar sua capacidade produtiva. Para conhecê-lo com maior riqueza de detalhes, deve-se realizar o levantamento pedológico, submetendo-o a análises físicas, químicas e biológicas, além das avaliações de retenção de umidade, ao longo do perfil, para servir de base também para os projetos de irrigação, item esse imprescindível para a garantia de colheita ou redução dos riscos de produção do café conilon nas principais regiões produtoras do Estado. A mais comum e essencial é a análise química, a qual revela a condição de fertilidade atual do solo. As demais também são



importantes e revelam se as raízes encontrarão ambiente favorável ou não para seu perfeito desenvolvimento. Os dados do levantamento pedológico também serão importantes para definir se será necessária a utilização de subsoladores para reduzir impedimentos físicos que podem dificultar a penetração de raízes do cafeeiro conilon.

Com os resultados das análises químicas do solo das camadas ao longo do perfil, é possível detectar se há algum impedimento químico dificultando a penetração de raízes.

## 2 ESCOLHA DAS ÁREAS

A escolha das áreas para o plantio do cafeeiro conilon deve ser feita após criteriosa análise considerando três aspectos principais: clima, solo e cultivo.

No aspecto macroclimático, deve-se observar o zoneamento para o café conilon em cada região e levar em consideração as faixas adequadas de temperatura, de precipitação e garantia de água. Além disso, deve-se observar as condições de topo-clima buscando a localização das lavouras de acordo com a face de exposição do terreno e sua posição em relação ao declive. Daldato e Barbosa (1995) estratificam e descrevem as áreas de aptidão agrícola, como preferencial, com restrição e inaptas para o cultivo do cafeeiro conilon. No capítulo 3 Zoneamento Agroclimatológico para a Cultura do Café Conilon no Estado do Espírito Santo, desta edição, é apresentada nova estratificação para a cultura.

No geral, as áreas recomendadas para o cultivo do cafeeiro conilon devem apresentar as seguintes características:

a) Ser, preferencialmente, mecanizáveis, pois as práticas mecanizadas, desde o plantio até a colheita, normalmente reduzem bastante o custo de produção do café, além de facilitar a exploração da atividade em maior escala, possibilitando a colheita semimecanizada e mecanizada. Em regiões de montanha, deve-se adotar áreas com topografia mais favorável, com, no máximo, 45% de declividade.

b) Ter cobertura de gramíneas, como as braquiárias ou capoeira, não devendo possuir mata devido à questão ecológica e à dificuldade com desmate e destoca, o que aumenta os custos.

c) Não ter problemas de pragas de solo (nematóides, cochonilhas etc.), que atacam o cafeeiro.

d) Ter facilidades no acesso, favorecendo o transporte de insumos para a lavoura e do café colhido para as instalações de secagem e beneficiamento.

e) Estar próximo a uma fonte de água passível de utilização para irrigação da lavoura. Dessa forma, são reduzidos os riscos climáticos que podem afetar a produtividade, além de haver menor dependência de mão de obra, uma vez que a maioria dos fertilizantes poderia ser aplicada via fertirrigação.

A profundidade do solo, juntamente com a textura e a estrutura, influencia a capacidade de armazenamento de água e nutrientes. O cafeeiro necessita pelo menos de 1,5 m de profundidade de solo, em boas condições de textura e estrutura, para que possa manter um sistema radicular adequado. Essa profundidade é mais importante nas regiões de clima seco, onde não se deve plantar café em solos com pequena profundidade, a menos que se adote a irrigação. A maior parte das raízes ativas (finas) do cafeeiro concentra-se na primeira camada do solo, até 30 cm de profundidade.

O solo, através de suas características físicas, químicas e biológicas, deve fornecer suporte adequado ao cafeeiro, influenciando diretamente sobre o volume e a profundidade das raízes, condicionando melhor desenvolvimento e produção da parte aérea da planta, uma vez que a planta tem acesso a maior quantidade de água e nutrientes (MATIELLO et al., 2010).

Na escolha das áreas, devem ser observadas, com prioridade, as condições físicas do solo, que são difíceis de ser alteradas, enquanto as melhorias químicas e biológicas podem ser obtidas mais facilmente através de calagens, adubações e manejo correto do solo.

## 3 PREPARO DA ÁREA PARA O PLANTIO

O preparo da área para o plantio de café compreende uma série de operações visando a dar condições mais adequadas para receber as plantas. As práticas necessárias são: a limpeza do terreno, a locação do cafezal, a preparação e correção do solo e o preparo dos sulcos ou covas de plantio.

### 3.1 LIMPEZA DO TERRENO

Para áreas com topografia que varia de plana a ondulada, para aquelas com macega rala, pastos nativos, e outras cultivadas anteriormente com cultura anual, o usual é o emprego do trator com arado ou grade aradora, situação em que são mais eficientes e indicados os equipamentos maiores e mais potentes (maior que 65 cv), traçado (4 x 4) e arados de três ou mais discos (MATIELLO et al., 2010).

As grades aradoras, conhecidas popularmente pelos agricultores como grades de "Rome", apresentam os discos de grande diâmetro e peso que penetram mais profundamente no solo. São muito usadas para substituir a aração, pois têm grande rendimento operacional e conseguem trabalhar em terrenos com grande infestação de plantas daninhas. Para um melhor resultado, geralmente são necessárias duas gradagens niveladoras na mesma área. No intuito de diminuir a "pulverização" da camada superficial do solo, recomenda-se efetuar a gradagem com o solo ligeiramente úmido.

Para áreas com cobertura de capoeira ou mata, condição rara de ocorrer, pois essas áreas constituem reserva legal e, necessariamente, exigem liberação dos órgãos de meio ambiente onde se prevê mecanização, é indicada a limpeza e destoca com trator de esteira e lâmina.

Nas áreas montanhosas ou pequenas áreas de plantio, é usual a limpeza com o emprego de ferramentas manuais, como foices e machados ou, quando se tratar de pastagens, a limpeza, antes ou após a abertura das covas de plantio, pode ser feita com o uso de herbicidas de pós-emergência. Em caso de macega rala ou pasto nativo, a limpeza pode ser apenas na linha em que será feito o coveamento, ficando as ruas temporariamente cobertas pela vegetação, a qual será eliminada gradativamente. Também é possível usar aração com tração animal, o que favorecerá a incorporação do calcário distribuído a lanço. Entretanto, esse tipo de preparo tem sido pouco usado devido à lentidão do trabalho (MATIELLO et al., 2010).

No caso específico de plantio em área de cafezal velho, deve-se efetuar a erradicação com trator munido de lâmina ou com destocador traseiro,

acoplado aos três pontos, para arrancar os cafeeiros com as raízes. Deve-se aguardar, pelo menos, 15 dias até que as folhas sequem e caiam, quando se pode, então, passar uma grade pesada ou roçadeira sobre as plantas para cortar a ramagem fina. Em seguida, a lenha grossa é enleirada, podendo ser aproveitada para utilização no secador. Deve-se examinar as raízes dos cafeeiros para constatação da presença de pragas no sistema radicular, sendo que, se for confirmada, deve-se aguardar um ano para então efetuar o novo plantio.

No preparo de áreas que apresentam solos com boa estrutura e em que não é necessária a prática da calagem, tem sido realizada apenas a abertura de sulcos de plantio ou de covas, semelhante ao sistema plantio direto. Na área total, caso necessário, pode-se efetuar apenas uma passagem de roçadeira ou aplicação de herbicida de pós-emergência. Quando não há o revolvimento de todo o solo da área, há maior retenção de umidade, maior agregação das partículas do solo e maior deposição de cobertura morta junto ao sulco ou à cova de plantio favorecendo o pegamento das mudas plantadas.

Áreas de chapada com solos mais argilosos e com cultivos sucessivos anteriores podem apresentar problema de adensamento ou pé de arado ou pé de grade. Nesses casos, deve-se efetuar um preparo especial visando a atenuar esses problemas com aração mais profunda, de preferência com arados de aiveca, ou usando subsolagem em área total.

O preparo deve ser feito com o solo um pouco úmido para favorecer a penetração e o corte do arado, além de permitir a fragmentação dos torrões maiores. Solos excessivamente úmidos ou secos são prejudiciais.

Para complementar o preparo, principalmente se o plantio for feito logo após a aração, deve-se utilizar a gradagem com a finalidade de quebrar os torrões e acertar o terreno podendo, ainda, ajudar no controle de ervas remanescentes ou que surgirem após a aração.

### 3.2 MARCAÇÃO E ABERTURA DOS CARREADORES

A locação do cafezal compreende a localização dos carregadores (em nível e pendentes), das niveladas básicas auxiliares e da marcação das linhas de

plantio do cafezal, além de cordões, terraços, caixas de retenção e outras práticas indicadas para o controle da erosão.

O plantio do café em áreas onduladas ou declivosas é feito em nível para facilitar o controle da erosão. Em áreas de chapada quase planas e em grandes plantios nos quais a prioridade é a mecanização, a marcação do cafezal objetiva prioritariamente o trânsito do maquinário. Nesse caso, mesmo com algum desnível, é preferível traçar linhas de plantio longas, o que reduzirá as manobras.

Em regiões mais quentes ou mais secas, nas condições de chapada, também é indicado localizar as linhas na direção do movimento do sol (leste-oeste), evitando o efeito do sol da tarde na lateral dos cafeeiros, o que pode causar escaldaduras de folhas, seca de ramos e perda de produção (MATIELLO et al., 2010).

Nas áreas com irrigação por pivô central, quando o plantio for feito em renque mecanizado, a marcação tem sido indicada com plantio em linhas circulares para economia de água e de mão de obra e também para facilitar a colheita semimecanizada ou mecanizada.

A locação dos carreadores e sua construção podem ser realizadas antes ou após o preparo do solo. Em áreas montanhosas não mecanizáveis, os carreadores devem ser marcados e abertos antes do sulcamento ou coveamento facilitando o controle da erosão, o trânsito na área e o transporte de insumos e materiais necessários ao preparo dos sulcos ou das covas.

Em áreas mecanizáveis, a marcação prévia das niveladas básicas e dos carreadores auxilia na conservação do solo, pois a aração e demais operações de preparo do solo passam a ser feitas em nível.

A locação deve ser efetuada da seguinte forma: a cada 20 ou 30 m no sentido do declive, marca-se as niveladas básicas, que são numeradas a partir da parte superior do terreno. Sobre as de número par, serão abertos os carreadores em nível, e as ímpares servirão para a marcação das ruas de café. Desse modo, os carreadores em nível ficarão distanciados de 40 a 60 m, mantendo a largura de 6 a 7 m, com pequeno declive (5%) para o seu interior. Além disso, deve-se construir caixa-secas, do lado do

barranco e, ao longo dos carreadores possibilitando maior retenção de água. Em áreas maiores e mais planas, os carreadores devem ficar a uma distância de 100 a 120 m entre si.

No sentido perpendicular ou ligeiramente oblíquo aos carreadores em nível, devem ser abertos os pendentes ligando dois deles a uma distância de 70 a 100 m e descontraídos para evitar que as águas de enxurradas tenham curso contínuo, o que aumenta seu volume e velocidade causando maior erosão. Os pendentes devem ter igualmente de 6 a 7 m de largura.

Em áreas com declividade acima de 25%, os carreadores pendentes devem ser construídos em sentido bem oblíquo para facilitar as subidas com menor declive, aproveitando sempre as lombadas, depressões e outras facilidades do terreno. Nessas áreas, os carreadores em nível devem ter suas extremidades alargadas para facilitar o retorno dos veículos. Em casos necessários, algumas partes dos carreadores não precisam ficar exatamente em nível. Em áreas irregulares, com grande inclinação, não se utilizam carreadores em nível, mas estradas subindo em zigue-zague. Nesse caso, é importante manter essas estradas vegetadas e abrir caixas de retenção para receber o excesso de água desviado delas.

O modo de fazer e os equipamentos indicados para a abertura dos carreadores ou caminhos no meio das lavouras dependem da topografia da área. Para áreas planas ou levemente onduladas, não é preciso usar qualquer tipo de equipamento, bastando deixar o espaço livre (6 a 7 m de largura) onde coincidam os carreadores em nível ou pendentes, pois ali vão transitar normalmente o trator e o maquinário. Com pequena inclinação, apenas para os carreadores em nível, pode-se passar a lâmina traseira do trator ou a patrol deixando um pequeno barranco na parte superior. Quanto menor o barranco no carreador, mais facilidade terá o trator de entrar nas ruas da lavoura que ali “morrem”.

Para áreas onduladas ou declivosas, a abertura dos carreadores é indispensável, sendo realizada com o uso de máquina de esteira com lâmina, pois, ao contrário, não seria possível transitar com máquinas e veículos devido à inclinação do terreno. Os carreadores em nível devem ter leve inclinação para a sua base (próximo ao barranco) para facilitar a retenção de água.

### 3.3 PREPARO DO SOLO

O preparo deve ser feito com o terreno um pouco úmido para favorecer a penetração e corte do arado e para permitir o esboroamento dos torrões. Umidade demais ou solo excessivamente seco são prejudiciais. A aração profunda facilita o trabalho de sulcamento.

Áreas de chapada, com solos mais argilosos e com cultivos sucessivos anteriores podem ter algum problema de adensamento ou pé de arado ou grade. Nesses casos, deve-se dar um preparo especial visando a atenuar esses problemas, com aração mais profunda, de preferência com arado aiveca, ou usando subsolagem em área total (ripagem) com máquina de maior potência.

Para complementar o preparo, principalmente se o plantio for feito logo após à aração, deve-se utilizar a gradeação, com a finalidade de quebrar os torrões e acertar o terreno podendo, ainda, ajudar no controle de ervas que remanescerem ou surgirem após a aração.

Um equipamento muito utilizado é o subsolador. Ele não faz uma mistura da terra e dos adubos tão bem feita quanto o implemento chamado batedor de covas, mas tem a vantagem de efetuar, adicionalmente, a subsolagem do terreno e, ainda, alarga o próprio sulco de plantio, que passa do formato de **V** para **U**. Ele deve ser usado, de preferência, com tratores de potência acima de 65 cv. Outro implemento, pouco usado, é a vateadora, na qual pode ser acoplado um depósito de adubo. Seu rendimento é pequeno, mas o serviço fica bem feito.

Para os casos de plantio com máquina plantadeira, o preparo do sulco deve ser feito com equipamento especial, tipo rotativo, pois a terra deve ficar bem solta e pulverizada para facilitar o trabalho das conchas cavadeiras da máquina. Esse equipamento pode ter um depósito superior combinando a abertura, aplicação simultânea dos adubos e reenchimento dos sulcos em uma única operação, deixando, ainda, um pequeno sulco para facilitar o plantio.

Para áreas montanhosas, a mistura dos adubos com a terra solta (retirada da cova) é feita fora das covas usando enxadas. Essa mistura é puxada, a seguir, com a própria enxada, para dentro das covas,

devendo a superfície ficar abaulada, pouco mais alta que a boca da cova, pois essa terra solta vai acamar em seguida.

A mistura e enchimento dos sulcos ou das covas devem ser feitos, de preferência, um mês antes do plantio do café, para que as chuvas no período sejam suficientes à ocorrência de reação do corretivo e dos adubos no solo visando a melhorar a nutrição inicial das mudas, o que tende a facilitar seu pegamento.

### 3.4 MARCAÇÃO E ABERTURA DOS SULCOS OU COVAS

#### a) Marcação e abertura

Nas áreas mecanizáveis, o espaçamento entre as linhas de plantas é marcado através de uma haste de madeira (ou bambu) amarrada na parte anterior do trator, com o tamanho correspondente a duas distâncias (Ex.: 6 m para espaçamento de 3 m), cujo meio coincide com o centro do trator. Nas duas extremidades da haste, prende-se uma pequena corda com um peso. Assim, o tratorista vai coincidindo essa extremidade dentro do sulco já aberto, sempre mantendo uma distância fixa ao abrir outro sulco, que fica paralelo ao anterior. O sulcamento deve ser feito com o solo úmido. O primeiro sulco deve ser aberto sobre a nivelada básica, enquanto os demais ficam paralelos a ela, para cima e para baixo. Os sulcos são abertos através de um sulcador pesado, acoplado aos três pontos do trator, regulado para aprofundar cerca de 50 cm. Ele tem duas "asas" laterais ajustáveis para a largura do sulco, o qual deverá ter a forma de **V**, com cerca de 20 cm de largura no fundo e de 60 a 80 cm na superfície.

Em solos mais duros ou mal preparados, tem-se a opção de passar o sulcador duas vezes, sendo a primeira vez para marcação do local aprofundando um pouco o sulco e, na segunda, até a profundidade desejada. Pode-se também colocar um peso sobre o sulcador facilitando a sua estabilidade e o aprofundamento do implemento no solo.

Embora seja possível sulcar com os tratores cafeeiros de menor potência e de bitola estreita, o serviço fica bem melhor e com rendimento superior quando efetuado com tratores mais potentes e, de preferência, traçados.

Em áreas montanhosas ou em pequenos plantios,



as linhas também são marcadas paralelamente à nivelada básica, com uma haste de bambu ou corda com o espaçamento entre linhas, com dois operadores: o primeiro caminhando sobre a linha anterior e o segundo marcando a próxima linha. As linhas ou as covas são marcadas com pequenas estacas de bambu.

### b) Preparo dos sulcos ou covas

Em áreas não mecanizáveis, as covas são abertas individualmente, com o auxílio de enxadões ou brocão. No preparo mecanizado, o plantio deverá ser feito em sulcos, abertos com o sulcador (Figura 1), a 50 cm de profundidade e realizado no sentido do nível do terreno. O sulcamento visa a facilitar ou mesmo substituir a operação de coveamento. A distância entre um sulco e outro deve coincidir com o espaçamento entre linhas desejado pelo produtor. Nesses sulcos, distribui-se o calcário, o adubo fosfatado, o adubo fonte de micronutrientes e os adubos orgânicos, quando disponível (Figura 2). Com um subsolador de três hastes (Figura 3) tracionado por trator, sobre o sulco aberto e adubado, efetua-se a subsolagem e o alargamento da área do sulco e, ao mesmo tempo, a mistura do adubo na terra e o fechamento do sulco. A mistura da terra com os adubos e o fechamento do sulco podem também ser feitos com batedor de covas (Figuras 4 e 5).



**Figura 1.** Sulcador alado de profundidade e largura variáveis, empregado na implantação das lavouras em solo de relevo plano.

Outra opção é o brocão (Figuras 6 e 7), que é uma espécie de broca acoplada aos três pontos do trator e acionada pela tomada de força que a faz girar. Utilizando o sistema hidráulico do trator, o

operador levanta e abaixa o brocão ao mesmo tempo que a tomada de força o faz girar retirando a terra da cova. Utilizando-se de um “trator 4100”, pode-se fazer até 1.000 covas por dia (8 horas), dependendo das condições do solo e da habilidade do operador. Quando se utiliza o brocão, deve-se observar se está havendo espelhamento nas laterais da cova. O espelhamento das laterais da cova depende também da umidade e do tipo do solo ou até mesmo da maneira como o sistema hidráulico do trator e o brocão são acionados pelo operador. Para reduzir o espelhamento das laterais da cova, pedaços de vergalhões de cerca de 10 a 12 cm são soldados na própria broca, com o objetivo de escarificar as laterais. Mesmo com todos esses cuidados, o produtor deverá vistoriar as covas e verificar se houve espelhamento em algumas delas. Caso positivo, utilizar uma cavadeira para retirar o espelhamento. A utilização ou não do brocão vai depender de testes feitos em vários pontos da área e se realmente é mais econômico utilizar esse sistema de preparo de covas.



**Figura 2.** Distribuição de adubos no sulco.

Nas áreas com preparo manual, o operador abre as covas individuais com o enxadão, nas dimensões aproximadas de 40 x 40 x 40 cm. Caso se consiga

aprofundar mais 40 cm no meio da cova, com auxílio de uma cavadeira boca de lobo, ficando com 20 cm de diâmetro, os resultados serão melhores. Para solos mais leves ou soltos, deve-se abrir covas com enxadões mais largos, e para espaçamentos mais adensados entre plantas, podem-se abrir sulcos contínuos com o enxadão. Após sua abertura, os sulcos ou covas irão receber os adubos e corretivos indicados de acordo com as necessidades observadas na análise do solo. Para isso, misturam-se os adubos e o corretivo, quando for o caso, com a terra retirada. Vale ressaltar que o adubo fosfatado e o corretivo devem ser misturados à terra separadamente; primeiro o corretivo e depois o adubo fosfatado. Após a mistura, retorna-se a terra para dentro do sulco ou da cova.



**Figura 3.** Subsolador de três hastes para rompimento de camadas compactas do solo e mistura dos adubos.



**Figura 4.** Parte externa do batedor de covas.

Nas áreas mecanizadas, dois equipamentos são utilizados. O primeiro é chamado de batedor de covas, um equipamento acoplado aos três pontos

do trator e acionado pela tomada de força. É constituído de um eixo central e duas alas laterais. O eixo é feito na forma de um parafuso sem fim, que, girando, acionado pela tomada de força, mistura a terra e os adubos que se encontram no centro e nas laterais do sulco aberto. As duas alas laterais, mais abertas na frente e fechadas atrás, fazem o serviço de enchimento do sulco, agrupando ou concentrando a terra mais o adubo revolvidos, fechando o sulco. O segundo, mais usado, consta do próprio subsolador, trabalhando com três hastes, efetuando, ao mesmo tempo, a subsolagem, a mistura e o enchimento do sulco. O subsolador é acoplado ao trator (três pontos), ao qual deve-se ajustar uma haste subsoladora no centro para aprofundar no meio do sulco aberto, e as duas laterais tem que ficar de 30 a 40 cm de distância uma da outra e de cada lado da central.



**Figura 5.** Detalhe interno do batedor de covas.



**Figura 6.** Brocão – broca de solo com diâmetro de 18” empregada na abertura de covas.





**Figura 7.** Detalhe da cova aberta pelo brocão.

### c) Coveamento com ferramentas operadas manualmente

A abertura das covas na superfície do solo é feita manualmente com auxílio de enxada e cavadeiras. Inicia-se pela marcação das covas de acordo com o que foi planejado. Elas devem apresentar dimensões de 40 x 40 x 40 cm. O solo superficial deve ser separado daquele das camadas mais profundas e será misturado aos adubos de acordo com a recomendação obtida através da análise de fertilidade do solo previamente realizada (FERRÃO et al., 2007). Atualmente, a utilização dessa forma de coveamento para plantio encontra-se muito restrita a algumas condições mais específicas, sobretudo para pequenos produtores que conduzem as lavouras em sistema de economia familiar e para implantação ou renovação de áreas com reduzido número de plantas.

### d) Coveamento semimecanizado

É um sistema que tem sido priorizado em menores propriedades, em substituição àquele exclusivamente manual. Abre-se, normalmente, uma coveta com auxílio de um enxada marcando-

se a localização das covas, onde são depositados os adubos químicos recomendados. Para a abertura das covas, utiliza-se de equipamentos motorizados, a gasolina, acoplados a perfuradores ou brocas municiadas de aparatos laterais que penetram no solo revolvendo-o e prevenindo o espelhamento lateral das covas. Geralmente, os perfuradores possuem dimensões de cerca de 35 cm de diâmetro e 50 cm de profundidade. Dessa maneira, fazendo-se duas perfurações laterais, consegue-se totalizar aproximadamente 70 cm de largura e 50 cm de profundidade. Essa forma de preparo de covas proporciona redução do custo com o processo, quando comparado ao coveamento manual, além de proporcionar melhor homogeneização do solo (Figura 8).



**Figura 8.** Perfurador de solo a gasolina, 63 cilindradas, 7500 RPM e 3,5 HP, para abertura de covas.

### e) Sulcamento mecânico

O sulcador é um equipamento com uma base central, com maior comprimento para alcançar maior profundidade, e, opcionalmente, com duas abas laterais mais curtas, normalmente empregadas quando o café é cultivado em consórcio com o mamão facilitando a operação de revolvimento

lateral e o terraceamento.

Com o objetivo de comparar o desenvolvimento de mudas de café conilon plantadas em covas 40 x 40 x 40 cm, abertas manualmente com enxada, e em sulcos abertos mecanicamente, Lani, Benassi e Bravim (2005) observaram aumento de produtividade de até 20% quando plantas originadas de semente foram plantadas em sulco. Para as plantas originadas de mudas clonais, o aumento na produtividade foi de até 12% para o plantio em sulco, em relação ao plantio em covas.

O uso de subsoladores para abertura de sulcos tem sido uma opção adequada para plantios de café conilon em locais, nos quais a prática é possível. Entre as vantagens do uso de subsoladores, podem ser citadas: não revolve as camadas do solo; aumenta sua porosidade e estrutura quebrando as camadas mais compactadas da superfície até a profundidades entre 60 e 70 cm. Há também a possibilidade do uso de subsoladores adaptados com distribuidores de fertilizantes, que já efetuam a adubação nas linhas (Figura 9).



**Figura 9.** Subsoladores de 1 haste para subsolagem a profundidades de 80 a 90 cm, com aplicador de fertilizantes em profundidade.

Tem-se realizado também a abertura de sulcos utilizando a retroescavadeira de esteira, principalmente em áreas com topografia declivosa. A marcação das linhas de plantio é feita em curvas de nível com o auxílio de aparelhos marcando-se os pontos com estacas de madeira. A marcação das linhas é feita utilizando filetes de calcário para facilitar a visualização dos sulcos pelo operador da retroescavadeira. .

As escavadeiras de esteiras com sulcador adaptado em seu braço mecânico são equipamentos desenvolvidos para regiões declivosas visando abertura de sulcos em nível. A máquina opera movimentando-se no sentido da declividade do terreno (subindo e descendo). No geral, os sulcos apresentam boa profundidade e largura que vai de 60 a 70 cm e de 50 a 60 cm, respectivamente. Por ser uma prática relativamente recente, há ainda necessidade de aprimoramento e adaptações. (Figura 10).



**Figura 10.** Abertura de sulcos em áreas declivosas utilizando a retroescavadeira. Marcação das linhas utilizando calcário.

## 4 CONSERVAÇÃO DO SOLO

### 4.1 IMPORTÂNCIA

As lavouras de café tradicionais eram plantadas em áreas recentemente desbravadas e exploravam a fertilidade natural dos solos, sem a utilização de práticas racionais de cultivo, entre elas, o controle da erosão.



A mata dava origem a cafezais, na maioria das vezes plantados morro abaixo facilitando as enxurradas, que levavam, gradativamente, a camada mais fértil do solo. A perda provocada pela erosão, agravada pela falta de reposição de nutrientes, via adubação, acelerava o processo de depauperamento das lavouras, que após 10, 15 anos, quando muito, eram abandonadas.

A renovação dos cafezais, promovida a partir da década de 1970, foi realizada em terras de baixa fertilidade, seja por ter sido mal exploradas no passado ou por serem naturalmente pobres em nutrientes. Assim, as lavouras de café atuais se encontram sobre essas terras, exigindo do produtor investimentos em corretivos e fertilizantes, o que torna o controle da erosão ainda mais importante, pois reduz a perda de solo e aumenta o aproveitamento desses insumos.

Nas lavouras cultivadas em áreas declivosas, sem o uso de práticas conservacionistas, a perda de solo por erosão é elevada. Nesse sentido, Dadalto, Lani e Prezotti (1995) observaram uma perda média de  $40 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em uma lavoura de café arábica cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com declividade de 45%. Em cafeeiro conilon conduzido também sobre Latossolo Vermelho-Amarelo, na região norte, com 18% de declividade, a perda média foi de  $10 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

A erosão no Estado é ainda mais grave, pois os solos, em sua maioria, são distróficos, tendo basicamente a camada superficial como fonte de nutrientes para as plantas.

Esses fatos explicam, em grande parte, as baixas produtividades obtidas em algumas propriedades. Além disso, a erosão traz uma série de consequências negativas indiretas, como poluição de cursos d'água, assoreamento e destruição de estradas.

Para reduzir o processo de erosão e melhorar as propriedades do solo, devem ser utilizadas práticas conservacionistas fundamentadas em dois princípios básicos: aumento da cobertura vegetal e da rugosidade do terreno (obstáculos contra a enxurrada).

As práticas conservacionistas que atendem a esses princípios e possuem viabilidade econômica devem ser usadas nas lavouras cafeeiras, destacando-se a localização correta dos plantios, aqueles em curva

de nível e adensados, o manejo da vegetação nativa e o planejamento dos carregadores.

#### 4.2 LOCALIZAÇÃO DOS PLANTIOS

As lavouras cafeeiras devem ser localizadas de acordo com a capacidade de uso do solo, devendo ser formadas e exploradas apenas em terrenos adequados para a cultura. Devem ser implantadas, preferencialmente, em solos com boas propriedades físicas, tais como alta profundidade efetiva, bem drenados e com alta retenção e disponibilidade de água. Recomenda-se o plantio preferencialmente em áreas com declividades de até 30% e 45% para solos com baixa e alta tolerância à erosão, respectivamente (DADALTO; LANI; PREZOTTI, 1995). Pode ser considerada como tolerante à erosão a maior parte dos Latossolos Vermelhos-Amarelos que se concentram nas regiões central e sul do Estado, em razão de possuírem uma boa estabilidade de agregados e uma boa permeabilidade. Já os solos da região centro-oeste e noroeste apresentam, normalmente, baixa tolerância à erosão por possuírem, em sua maioria, baixa agregação e/ou baixa permeabilidade, especialmente no horizonte subsuperficial (horizonte "B"). Em todas as situações descritas, devem-se utilizar práticas de controle da erosão que serão relatadas a seguir.

#### 4.3 PLANTIO EM CURVAS DE NÍVEL

Consiste em dispor as fileiras de café e executar todas as operações de cultivo no sentido transversal à pendente do terreno. Recomenda-se que as plantas entre fileiras fiquem desencontradas, de modo que se constituam um obstáculo ao percurso livre da enxurrada diminuindo a velocidade e a capacidade de arraste de solo. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1985), o plantio em contorno, ou em curva de nível, reduz a perda de solo em até 50% e a de água em até 30%, quando comparado ao plantio "morro abaixo".

O plantio em contorno, se não estiver associado a outras práticas conservacionistas, não é suficiente para reduzir a erosão a níveis toleráveis, principalmente em terrenos acidentados, em regiões onde ocorrem chuvas intensas ou em solos altamente erodíveis.

A prática de terraceamento da lavoura, empregada para combater a erosão causada pelo escoamento da água da chuva e facilitar a entrada de máquinas nos cafezais, pode ser uma alternativa para viabilizar a cafeicultura de montanha (SILVA, 2015). Muito utilizado em regiões de maior declive, o terraceamento consiste na construção de terraços, em formato de escada, e apresenta estrutura composta de um dique, que poderá ser utilizado também nas regiões de maior declive do Estado do Espírito Santo, tanto para o café arábica como para o café conilon (Figura 11).



**Figura 11.** Terracinhos para facilitar manejo e conservação do solo.

**Foto:** Peabirus.

#### 4.4 PLANTIO ADENSADO

O aumento no número de plantas por área, especialmente na linha de plantio, reduz as perdas de solo, água e nutrientes por erosão, além de melhorar as características do solo devido ao aumento na cobertura vegetativa, formação de barreiras mais eficientes contra a enxurrada e maior produção de matéria orgânica.

O plantio adensado em relevo acidentado é eficiente no controle da erosão, principalmente após o período de formação do cafeeiro (DADALTO; LANI; PREZOTTI, 1995). Esses autores observaram uma perda média de solo de  $40 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  nos três primeiros anos de cultivo do café arábica. Porém, após esse período, não houve mais perda de solo, devido ao aumento na sua cobertura e à própria linha de café, que passou a servir como renque.

Prochnow et al. (2005) relatam que a cultura do cafeeiro mostrou-se eficiente no controle das perdas de solo, diminuindo-as em 78% nos

primeiros cinco anos e em 99% do quinto ano em diante, independentemente dos espaçamentos estudados, e que a redução do espaçamento nas entrelinhas e nas linhas do cafeeiro foi importante para o controle da erosão hídrica. O espaçamento de  $3,0 \times 1,0 \text{ m}$  foi o mais eficiente na redução da erosão hídrica na cultura do cafeeiro, ainda que as perdas anuais de terra e de água para o cafeeiro fossem de  $4 \text{ t ha}^{-1}$  e  $18 \text{ mm}$ , respectivamente, e para os primeiros cinco anos, o valor médio da razão de perda de terra no cafeeiro foi de  $269,6 \text{ Kg ha}^{-1}$  e de  $1,7 \text{ Kg ha}^{-1}$  para o quinto ano em diante.

Guarçoni M. (2011) avaliou a eficiência de adubação em café conilon e constatou que, nas áreas onde as lavouras estavam mais adensadas, houve aumento na concentração de nutrientes no solo e no subsolo.

#### 4.5 PLANEJAMENTO DOS CARREADORES

Os carreadores têm como finalidade principal facilitar o acesso às lavouras para a realização das diversas atividades, desde o plantio até a colheita. No entanto, quando bem construídos, podem-se constituir em prática conservacionista. A manutenção desses carreadores através de métodos que dissipem a enxurrada, como, por exemplo, o uso de vegetação às margens dos taludes, são fatores importantes.

Além dos carreadores bem planejados, devem-se construir caixas coletoras de água das chuvas denominadas caixas-secas, que também são chamadas de "buracos secos", ou simplesmente de "buracos" (PELLISSARI; PERINI; MIRANDA, 1997). Para sua construção, são cavados buracos manualmente ou com retroescavadeira, ao longo da estrada, para acumular a água da chuva que escorre nessa área. Os buracos são feitos na lateral da estrada, dentro do pasto ou entre as linhas de café distanciados um do outro em cerca de 30 a 50 m. Devem ser calculados de forma que venham a barrar a velocidade da água e armazená-la no solo.

As caixas-secas devem ser dimensionadas em relação à largura da estrada e à inclinação da área. Quanto mais inclinada a área, mais próximos devem ser os buracos um do outro. Depois da ocorrência das primeiras chuvas, após feitos os buracos, deve ser retirada toda a terra acumulada dentro deles, fazendo-se revisão uma vez por ano. Podem ser feitas no comprimento desejado, sem formato

definido, desde que ofereçam segurança para comportar toda a água. Por exemplo, numa estrada de 4 m de largura e cerca de 18 a 20% de declividade, observando sempre a velocidade de infiltração de água no solo da área, devem ser construídas caixas-secas a cada 30 m de distância, as quais podem armazenar de 10 a 12 m<sup>3</sup> de água, incluindo toda a borda (Figura 12).



**Figura 12.** Caixa-seca construída na área interna da lavoura para redução do fluxo superficial e captação de água das chuvas.

Outras formas de reduzir as perdas de solo e nutrientes em lavouras de cafeeiros conilon são:

- a) manter a vegetação nativa (capoeira, mata) nas cabeceiras;
- b) utilizar espaçamentos adequados de acordo com os clones que compõem a cultivar utilizada;
- c) manter no meio das ruas, entre as fileiras de plantas, todas as hastes e brotações retiradas após implantação da lavoura, na época da poda.

#### 4.6 MANEJO DA VEGETAÇÃO NATIVA

O manejo adequado das plantas nativas nas lavouras cafeeiras visa a minimizar o processo de erosão, melhorar as características do solo, principalmente as físico-hídricas, e aumentar a produtividade. O

sucesso dessa técnica depende do conhecimento das ervas nativas em termos de competição procurando-se eliminar as mais nocivas ao cafeeiro.

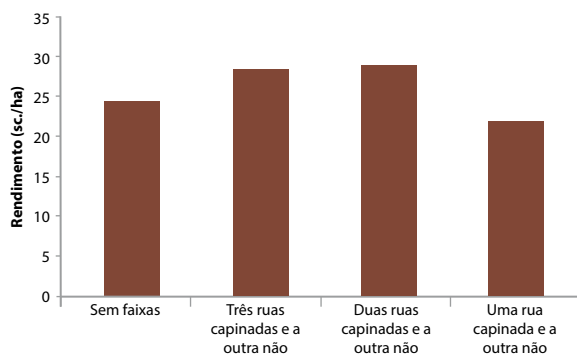
O sistema de manejo mais recomendado é o uso de faixas de retenção com a vegetação nativa herbácea entre fileiras do cafeeiro. Dadalto, Lani e Prezotti (1995) relatam que, em sistema de manejo onde ocorre a predominância de capim-meloso (*Melinis minutiflora*), as perdas de solo foram reduzidas em 95%, e a produtividade de café beneficiado aumentou em 20% em áreas acidentadas.

As faixas de vegetação, no sentido perpendicular à inclinação do terreno, podem ser constituídas de gramíneas ou de leguminosas que apresentem viabilidade econômica proporcionando ao produtor renda extra e a conservação do solo. Outros tipos que podem ser utilizados são as vegetações naturais que crescem espontaneamente sobre o solo. As faixas devem estar dispostas em curvas de nível e localizadas nas linhas sem os cultivos. Essas faixas são eficazes na redução de perda de solo e de água e, quanto mais aumenta o número de faixas, seus benefícios são potencializados (LANI et al., 1996).

Em um experimento realizado na região serrana do Espírito Santo, houve redução na perda de solo à medida que se aumentou o número de faixas de capim-meloso (ROCHA; PREZOTTI; DADALTO, 2000). Segundo os autores, essa prática, além de contribuir para a redução do processo erosivo, também favoreceu a manutenção da umidade do solo por períodos mais longos, de tal forma que não comprometeu o rendimento da produção de café arábica no sistema com capina a cada duas e três ruas (Figura 13).

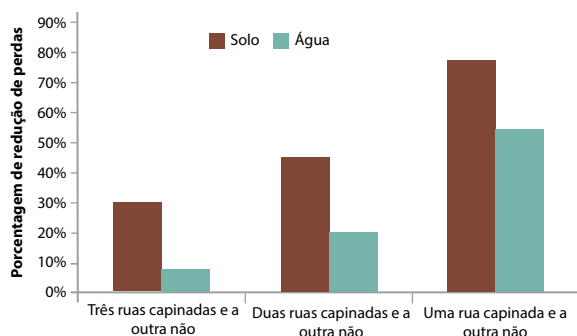
Lani et al. (1996) avaliaram as perdas de solo, água e a composição química dos sedimentos coletados em solo Latossolo Vermelho-Amarelo em um experimento com quatro tratamentos, sendo: I - lavoura toda capinada (sem faixas); II - uma faixa a cada três ruas de cafeeiros (1:3); III - uma faixa a cada duas ruas de cafeeiros (1:2); IV - uma faixa a cada rua de cafeeiros (1:1). As perdas de solo e de água foram coletadas após chuvas de 70,8 mm e 49,6 mm, com duração de 1,5 e 2,0 horas, ocorridas nos dias 15 e 16/03/1995, respectivamente. Os autores concluíram que, ao comparar o tratamento sem faixas aos demais, a redução na perda de solo para o tratamento (III) foi de 30%; tratamento (II) de 45%;

e tratamento (IV) de 77%. Em relação ao fator água, essa redução foi de 8% para o tratamento (III); 20% para o tratamento (II); e 55% para o tratamento (IV). Foi sugerido, ainda, que a vegetação natural, apesar da concorrência com o cafeeiro no período de formação da lavoura e, principalmente, em áreas pobres em nutrientes e com *deficit* hídricos, poderá ser uma aliada (se bem manejada) do produtor para reduzir as perdas de solo, água e nutrientes, além de reduzir custos com capinas e reposição de fertilizantes (Figura 14).



**Figura 13.** Rendimento em sc./ha de café arábica, em sistema de conservação com capina na linha de plantio até 0,5 m de largura a partir da projeção da copa.

Fonte: Rocha, Prezotti e Dadalto (2000).



**Figura 14.** Redução das perdas de solo e de água proporcionada pelas faixas de vegetação após chuvas de 70,8 mm e 49,6 mm, com duração de 1,5 e 2,0 horas, ocorridas nos dias 15 e 16/03/1995, respectivamente.

Fonte: Adaptado de Lani et al. (1996).

As faixas de vegetação podem ser constituídas de gramíneas ou de leguminosas que apresentam viabilidade econômica, proporcionando ao produtor renda extra. Outros tipos de vegetação que podem ser utilizados são as vegetações naturais que crescem espontaneamente sobre o solo. As faixas devem estar dispostas em curvas de nível e localizadas nas entrelinhas das plantas de café.

O manejo da vegetação deve ser realizado através de capinas, desde a linha de cafeeiros até cerca de 50 cm de largura a partir da projeção da copa, principalmente durante a fase de formação da lavoura. Deve-se ainda efetuar roçadas sempre que for necessário, de modo que não haja florescimento e nem crescimento exagerado da vegetação nativa espontânea. O espaçamento máximo entre faixas, segundo Dadalto, Lani e Prezotti (1995), depende da declividade e do tipo de solo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Espaçamento máximo entre faixas em razão da declividade e tolerância do solo à erosão, na fase de formação e produção da lavoura

Tipo de solo	Declividade %	Espaçamento máximo entre faixas (m)	
		Formação <sup>1</sup>	Produção
Alta tolerância a erosão <sup>2</sup>	0 - 30	9	18
	30 - 45	6	12
	> 45	3	6
Baixa tolerância a erosão <sup>3</sup>	0 - 30	6	12
	> 30	3	6

Fonte: Dadalto, Lani e Prezotti (1995).

<sup>1</sup> Fase de formação – até o terceiro ano.

<sup>2</sup> Solos com alta tolerância à erosão – solos com características físicas que desfavorecem a erosão, com elevada profundidade, textura argilosa, boa infiltração d'água e boa estabilidade de agregados. Exemplos desse tipo de solo são os Latossolos Vermelhos-Amarelos da região elevada do interior, que correspondem a cerca de 35% do Estado.

<sup>3</sup> Solos com baixa tolerância à erosão – possuem características físicas que favorecem a erosão, como baixa infiltração d'água, principalmente no horizonte subsuperficial (horizonte "B"), e/ou baixa estabilidade de agregados. Podem ser citados como exemplos os solos da região elevada de clima seco.

Outra forma de manejo conservacionista de plantas nativas é através do uso de herbicidas pós-emergentes, que propiciam a formação de uma cobertura morta tipo *mulching*, que minimiza os efeitos da erosão, mantém a umidade do solo por um período mais prolongado e aumenta o teor de matéria orgânica do solo.

Objetivando avaliar a largura das faixas de capim-braquiária nas entrelinhas do café arábica, Souza et al. (2006) observaram que a largura mínima da faixa de controle a ser utilizada foi igual ou superior a 100 cm de cada lado da linha (área capinada), a fim de manter as plantas de café livres da interferência de capim-braquiária. As raízes da braquiária penetram mais profundamente no solo, do que as de outras plantas. Depois que a braquiária foi estabelecida na área, é feito o dessecamento com herbicidas, e as raízes morrem no perfil do solo, o que facilita o aprofundamento do sistema radicular do cafeeiro a maiores profundidades, permitindo também a



melhor infiltração de água, o que reduz a erosão e pereniza os córregos e rios.

#### 4.7 PLANTIO DIRETO

A presença de resíduos sobre o solo reduz o impacto das gotas da chuva e, dessa forma, propicia a redução do processo erosivo hídrico, mantém as propriedades físicas do solo e melhora as taxas de infiltração de água (PANACHUKI et al., 2011).

## 5 MEDIDAS DE CONTROLE DA EROSÃO

As medidas de controle da erosão em cafezais podem ser adotadas em duas situações: a) no planejamento e instalação da lavoura; e b) durante a condução do cafezal.

No planejamento, é necessário encarar a conservação do solo do cafezal de forma mais ampla, dentro da microbacia na propriedade, inserindo a lavoura num projeto integrado de aproveitamento e conservação do solo, sem esquecer a conservação da água e a possibilidade de contaminação de nascentes.

Na implantação da lavoura, são importantes a escolha da área e do sistema de plantio, a marcação e o alinhamento adequado. Áreas muito inclinadas, acima de 45% de declive, devem ser evitadas, pois, além de facilitar a erosão, dificultam todos os tratos e a colheita. Mesmo assim, deve-se dar preferência, nessas áreas, ao sistema adensado, que fecha mais rapidamente o terreno.

Durante a condução do cafezal, o plano anual das práticas, em cada lavoura, deve considerar a proteção do solo no conjunto dos tratos.

As práticas indicadas para controle de erosão são de dois tipos: vegetativas e mecânicas, as quais devem ser usadas em combinação, para maior eficiência e economia.

### 5.1 PRÁTICAS VEGETATIVAS

São as mais simples e baratas, das quais podem-se usar as seguintes:

**a) Manejo do mato com roçadas, redução e alternância de capinas** - algumas capinas são substituídas por roçadas durante o período chuvoso

que, assim, mantém o mato baixo, cobrindo e protegendo o solo, sem muita concorrência com o cafeeiro. Caso seja necessário, efetua-se a capina somente na linha (trilhação mecânica ou química) mantendo a rua roçada. Outra opção é usar capinas rua sim, rua não, alternando a época, sempre ficando uma rua coberta e servindo de proteção (barreira de mato) para a outra limpa. Conforme a necessidade, pode-se capinar 50% das ruas ou mais, ficando, assim, uma suja ou roçada a cada duas ou quatro ruas limpas.

Eliminar as operações de movimento do solo proporciona melhor qualidade física (FIDALSKI et al., 2009) e maior estabilidade de agregados, mantendo o solo mais estruturado e assim, potencializando sua capacidade de retenção de água (PANACHUKI et al., 2011). Além disso, o uso da roçada das plantas que aparecem entre as linhas de café (nativas) promove formação de palhada na superfície. Segundo Panachuki et al. (2011), a presença de resíduos sobre o solo reduz o impacto das gotas da chuva e, dessa forma, propicia a redução do processo erosivo hídrico, mantém as propriedades físicas do solo e melhora as taxas de infiltração de água.

**b) Herbicidas de pós-emergência** - utilizados sobre o mato, além de evitar o revolvimento do solo, promovem a formação de uma camada (manta ou cobertura) de mato morto, que atua no controle à erosão pela redução no impacto das gotas de chuva diretamente sobre o solo, pela barreira formada contra as enxurradas e pela melhoria na infiltração de água através dos canalículos deixados pelo apodrecimento de raízes das ervas.

**c) Renques de vegetação permanente** - são indicados para áreas montanhosas, principalmente na fase de formação do cafezal, como auxiliares ou substitutos dos cordões ou valas, cuja abertura e manutenção são onerosas. Os renques são plantados em nível, a cada quatro ou seis ruas de café (de acordo com a declividade), com plantas próximas formando renques ou barreiras vivas. Podem ser usados o capim-cidreira, a cana e a bananeira. Esta última tem os seus troncos, quando cortados os cachos, enleirados contra o declive, na parte superior das touceiras, aumentando seu efeito. A erva-cidreira e a cana devem ser cortadas no período seco, assim reduzindo a concorrência com o café naquele período, também possibilitando

o aproveitamento de subprodutos dessas plantas. No início das chuvas, novamente rebrotam. Os renques podem ser conduzidos isoladamente ou combinados, ficando logo acima de cordões ou valas, somando efeitos e, principalmente, segurando a terra que iria acelerar o entupimento dos sulcos.

**d) Vegetação de carreadores** - a manutenção de mato nos carreadores, devidamente roçado, sempre que necessário, reduz o carreamento de terra solta e água, diminuindo a erosão e aliviando o trabalho de manutenção periódica desses caminhos na lavoura.

**e) Faixas de retenção e manejo do mato** - a ocorrência de chuvas intensas e em curto período de tempo (chuvas torrenciais) contribui para a perda de solo por meio das enxurradas, principalmente em terrenos acidentados, culminando na erosão e degradação do solo (SANTOS; GRIEBELER; OLIVEIRA, 2010) e, conseqüentemente, favorecendo a redução da capacidade produtiva do solo e de sua fertilidade (ROCHA, PREZOTTI; DADALTO, 2000). Segundo Santos, Griebeler e Oliveira (2010), o arraste de partículas do solo pela erosão hídrica acarreta escoamento superficial, reduzindo a capacidade de infiltração e redistribuição de água no perfil do solo. A adoção de práticas conservacionistas em terrenos íngremes, como as faixas de retenção, permite minimizar os impactos causados pelas chuvas torrenciais, os quais são intensificados em solos descobertos.

As faixas de vegetação no sentido perpendicular à inclinação do terreno podem ser constituídas de gramíneas ou de leguminosas que apresentem viabilidade econômica, proporcionando conservação do solo, além de renda extra ao produtor. Outros tipos de vegetação que podem ser utilizados são as vegetações naturais que crescem espontaneamente sobre o solo. As faixas devem estar dispostas em curvas de nível e localizadas nas linhas sem os cultivos. Essas faixas são eficazes na redução de perda de solo e de água, e quanto mais aumenta o número de faixas, seus benefícios são potencializados (LANI et al., 1996).

**a) Associação de culturas** - o plantio de culturas anuais promove a cobertura do solo, funcionando como o mato. As culturas que ocupam melhor a área, como o feijão e o amendoim, são ideais nesse aspecto, devendo-se dar preferência, principalmente em áreas montanhosas, ao seu

plantio direto após herbicidas de pós-emergência, evitando gradagens preparatórias ao plantio, que predisõem à erosão. As culturas perenes ou semiperenes, associadas ao café, como fruteiras, seringueiras ou grevileas, igualmente reduzem o impacto da chuva, o que, associado às folhas que caem, ajuda na proteção do solo. O cultivo de braquiária no meio do cafezal, prática preconizada por alguns técnicos, pode melhorar a proteção do solo contra a erosão.

## 5.2 PRÁTICAS MECÂNICAS

Com esse tipo de prática, objetiva-se criar alguma forma de barreira mecânica na lavoura para segurar a água e o solo das enxurradas, o que, no geral, exige maiores investimentos na sua instalação e manutenção.

As principais práticas mecânicas usadas em cafezais são:

**a) Plantio em nível:** diferentemente do que ocorria no passado, além de dispor as plantas de modo a formarem barreiras contra as enxurradas, constitui a base para a aplicação de outras práticas de controle à erosão, sejam vegetativas ou mecânicas, as quais são realizadas também em nível desviando o sentido das águas. Na realidade, as linhas de café não ficam, cada uma, bem em nível, pois são traçadas paralelamente a uma nivelada básica, mas sempre perpendiculares ao declive. Nos plantios circulares, feitos para facilitar a irrigação, ou em naqueles alinhados conforme a insolação não obedecendo o nível, deve-se usar áreas mais planas e medidas complementares de proteção nos primeiros anos (terraços de base larga e cobertura vegetal).

**b) Marcação do cafezal:** a distribuição adequada de talhões, carreadores em nível, pendentes, cordões, canais escoadouros e caixas de retenção é básica para o controle da erosão. Os carreadores em nível devem ficar a cada 40-70 m e ter ligeiro declive (5%) para dentro, para melhor reter a água. Em áreas com declividade superior a 30% ou onde o solo tem menor capacidade de infiltração, esses carreadores devem ser traçados com um desnível de aproximadamente 2%, desviando o excesso de água para os canais escoadouros. Os pendentes devem ser ligeiramente desencontrados para evitar o curso contínuo das enxurradas neles formadas.

Nos cafezais adensados, devido à dificuldade natural de transitar dentro da lavoura e à necessidade de movimentação de maior quantidade de insumos e da safra por área, os carregadores devem ficar mais próximos e, entre um pendente e outro, deve-se deixar um ou dois caminhos estreitos para facilitar a entrada ou saída de produtos da lavoura.

**c) Cordões em contorno e valetas:** são terraços de base estreita, em nível ou com ligeira caída a cada 10 ou 15 m, distância variável com a declividade, tendo largura total (canal + camaleão) de 1 a 3 m. Nas áreas com declividade superior a 30%, é comum a substituição dos canais por valetas, mais estreitas (aproximadamente 30 cm) e fundas (40-50 cm), septadas, abertas com enxadão. Nessas áreas, os cordões devem ser locados em desnível de 1 a 2%, despejando o excesso de água para canais escoadouros ou para áreas vizinhas ao cafezal, de pastagem ou floresta, onde essa água fica adequadamente retida. Em áreas mecanizáveis, os cordões estão deixando de ser usados devido ao fato de atrapalharem a passagem e a utilização de equipamentos tratorizados.

**d) Canais escoadouros:** complementam a ação dos carregadores e cordões em desnível. Aqueles devem ser protegidos por anteparos de vegetação, tipo bananeira, napier etc. Fundos grotas ou depressões do terreno podem ser locados ou aproveitados para escoar a água excedente.

**e) Caixas de retenção:** também complementam a ação de cordões, podendo ser usadas para receber o excesso de água destes últimos e, ainda, recolher a água que escorreria pelos carregadores pendentes, medida muito útil nas áreas montanhosas e que facilita a conservação das estradas (carregadores) dentro da lavoura. As caixas são normalmente construídas com retroescavadeiras, nas dimensões aproximadas de 2 x 2 x 2 m, em número adequado, calculado para atender ao excesso de água produzido na área e sem outro destino (escoadouros em área vizinha de pasto ou floresta). O número e a dimensão das caixas varia com a declividade, com o volume de chuvas, com o tipo de solo e com a própria disposição das lavouras, as quais devem ser situadas nos pontos críticos, próximos à interseção de carregadores. Sempre que necessário, após o período chuvoso, as caixas devem ser limpas e desentupidadas, com a retirada da terra.

É indicado deixar uma das paredes da caixa com menor inclinação, pois alguns animais, silvestres ou domésticos, que podem cair dentro das caixas, terão, assim, condições de sair naturalmente.

**f) Sulcamento em nível:** é uma prática temporária, efetuada nos dois primeiros anos da cultura para auxiliar quando a área ainda está muito descoberta (com café novo e pouco mato), que consiste na passagem de sulcadores tratorizados ou, nas áreas declivosas, de arados de boi (aiveca) ou de burro (arado pequeno) abrindo sulcos no meio das ruas, em todas elas ou a cada duas ou três ruas, conforme a necessidade, para melhorar a retenção das enxurradas. Quando apresentam escoamento de água em toda sua extensão, nos trechos que não ficam nivelados, podem-se evitar problemas obstruindo o sulco em alguns pontos. Nas áreas montanhosas, os sulcos retêm não só o complexo água/solo, como adubos e os detritos produzidos na lavoura (mato seco, folhagem), melhorando a infiltração da água e o aproveitamento dos nutrientes. Nesses casos, principalmente quando em solos já duros, degradados, os sulcos, feitos com arado de burro, devem ser abertos mais próximos e na parte superior da linha de cafeeiros jovens, sendo deslocados na medida em que aumenta o diâmetro do cafeeiro.

**g) Subsolação/escarificação:** podem ser utilizadas principalmente em áreas de solo compactado (na superfície ou subsuperfície) para melhorar a infiltração de água e, assim, diminuir a erosão. É indicada para esse fim, também antes do plantio, nas lavouras em formação e nos carregadores pendentes para reduzir enxurradas. Também é uma prática útil nos plantios circulares, especialmente nos dois primeiros anos da cultura para melhorar a infiltração da água da própria irrigação. Nesse caso, faz-se dois riscos de subsolador margeando a linha de cafeeiros, os quais infiltram rapidamente a água e os adubos através dela aplicados evitando escoamento e perdas.

### 5.3 COMBINAÇÃO DE PROCESSOS E PRÁTICAS ESSENCIAIS

Na lavoura de café conilon, é possível adotar várias alternativas de manejo e conservação do solo, mas para cada caso, é preciso selecionar e aplicar aquelas mais adequadas, mais econômicas e de melhor

eficiência, sendo comum, por isso, associar várias delas na mesma área de lavoura, variando de acordo com o estágio e o sistema de cultivo no cafezal.

Algumas dessas práticas são, no entanto, essenciais, como é o caso do plantio em nível e do uso de renque na linha, o que já dá base e favorece as demais práticas.

A prioridade de uso de certas práticas, também, está muito relacionada com o tipo de topografia e consequente manejo, com e sem mecanização.

Para áreas montanhosas, ou não mecanizáveis, são prioritários, o plantio adensado, o uso de roçadas do mato e/ou de herbicidas de pós-emergência e, nos primeiros anos, renques de vegetação, sulcos e valetas, além de culturas intercalares auxiliares. Deve-se ainda vegetar os carregadores e fazer caixas de retenção para melhor conservação das estradas.

Para áreas mecanizáveis, as prioridades são o plantio em renque, os carregadores em nível, a roçada do mato durante o período chuvoso, complementada por herbicidas de pós-emergência. Nos primeiros anos, auxiliar com sulcos no meio das ruas.

## 6 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Equipamentos específicos são utilizados no controle da erosão em cafezais apenas para as práticas mecânicas, que envolvem a formação de barreiras, canais e outros impedimentos, para reduzir as enxurradas.

Desse modo, são empregados nas práticas mecânicas:

a) O sulcador, de tração mecânica (trator) ou pequeno arado de tração animal, para valetar a lavoura, formando pequenos sulcos em nível, muito úteis nos dois primeiros anos de formação do cafezal, quando o solo, ainda solto e com pouca cobertura (de mato e das plantas de café), fica mais sujeito à erosão.

b) O trator de esteira com lâmina dianteira ou trator de pneu com lâmina (dianteira ou traseira) para abrir os carregadores em nível, com queda para dentro, para auxiliar na retenção da água das chuvas.

c) O arado de bois para abrir cordões em contorno. Em áreas montanhosas, os cordões são substituídos por valetas estreitas e fundas, septadas, abertas

manualmente, com enxadões. Em áreas mais planas e nos plantios circulares, sob pivôs, utilizam-se terraços de base mais larga, também abertos com arados.

d) A retroescavadeira ou enxadões (em áreas menores) são empregados na abertura de caixas de retenção, usadas para absorver o excesso de água dos cordões, carregadores ou pendentes.

e) O subsolador é indicado para melhorar a infiltração de água no solo e, assim, reter a água das enxurradas. Ele é utilizado em cafezais, em áreas, cujos solos apresentam camadas compactadas.

## 7 SUBSOLAGEM

A subsolagem é uma operação eventual na lavoura cafeeira, realizada somente quando necessária, consistindo na passagem de equipamento (subsolador ou escarificador) para eliminar problemas de camadas adensadas do solo, as quais dificultam a penetração de água, reduzem o arejamento do solo e o desenvolvimento do sistema radicular das plantas de café.

### 7.1 ADENSAMENTO DO SOLO

O adensamento do solo do solo pode ocorrer de duas formas:

a) Na superfície, ou bem próximo, podem ocorrer camadas adensadas tendo como origem a passagem continuada de tratores e implementos agrícolas.

b) Na subsuperfície, com camadas normalmente a 40-60 cm de profundidade e formadas em função da natureza do solo, pela infiltração e depósito gradual de argila ao longo do perfil. O manejo inadequado do solo com gradagens ou outros implementos que o pulverizam tendem a dar origem ao mesmo problema. O adensamento é favorecido nas áreas com relevo plano (chapadas) e nos solos com teor de argila ou de limo mais elevado, principalmente quando mal estruturados.

### 7.2 AVALIAÇÃO DO ADENSAMENTO

A avaliação da presença de camadas de solo bastante endurecidas (adensadas), com densidade elevada, pode ser feita de várias formas:



a) Em trincheiras, são abertos buracos na área, com profundidade até onde se deseja avaliar. Normalmente, são abertos na projeção da saia do cafeeiro ou onde passam as rodas do trator. Ali, com auxílio de uma faca, verifica-se, de cima abaixo, no perfil do solo, se existem áreas mais compactadas e endurecidas, onde a faca não penetra bem. Também, deve-se observar, na trincheira, como está a penetração e a presença de raízes (do cafeeiro e do mato), nas várias camadas do perfil.

b) Abrindo buracos com o trado na zona desejada do terreno, pode-se avaliar a presença de camadas endurecidas, pela dificuldade de fazer penetrar o equipamento, também, analisar a consistência da terra retirada do trado naquela parte do solo. É possível, ainda, observar a presença de raízes nas várias profundidades.

c) Pela determinação da densidade ou massa específica do solo, em laboratório.

d) Pela observação do sistema radicular do cafeeiro, seu formato, nas trincheiras ou quando do arranquio de plantas, cafeeiros velhos, na área em análise verificando-se, em caso de problemas, as raízes grossas desenvolvidas apenas lateralmente que formam um “pé de galinha”. Assim, o toco da planta pode manter-se na vertical mesmo após arrancado.

e) Com o penetrômetro - é um equipamento com uma haste que penetra no solo sempre que impulsionada pelo peso nela existente. A haste é graduada e permite avaliar a dureza do solo, nas várias camadas, através do número de batidas (do peso) necessárias para a haste penetrar determinada distância. Assim, com auxílio de um gráfico, construído em função dos dados coletados, verifica-se a presença de adensamento. Após à subsolagem, toda a extensão da camada, da superfície até cerca de 50 a 60 cm, tornou-se menos dura e mais favorável ao sistema radicular do cafeeiro.

f) Camadas do perfil - solos com teor de argila crescente em profundidade atingindo níveis de alta densidade antes de 1 m, não podem ser enquadrados como problemas de uma determinada camada adensada e, portanto, não resultam em grandes melhorias através de subsolagens. Por isso, não devem ser utilizados para café.

### 7.3 ADENSAMENTO E SUBSOLAGEM

A subsolagem deve ser realizada para melhorar as condições físicas do solo arrebatando camadas adensadas de forma a facilitar o desenvolvimento das raízes do cafeeiro e a normalizar a penetração de água e o próprio arejamento em camadas com problemas.

Na presença de camadas adensadas, as raízes principais crescem lateralmente, tipo um pé de galinha. Algumas raízes que conseguem ultrapassar a camada, quando mais delgadas, voltam a se desenvolver mais em baixo. Já nas áreas sem a presença de camadas adensadas, o sistema radicular se aprofunda normalmente, com a distribuição regular de raízes no perfil.

A presença dessas camadas adensadas diminui a profundidade útil do solo, e os cafeeiros sofrem, tanto na época chuvosa, por excesso de água, que não se escoam através da camada problemática, como na seca, por terem um sistema radicular restrito e superficial. Com excesso de água, as raízes dos cafeeiros apodrecem. Sempre que ocorrem problemas de adensamento e a subsolagem os reduz, ocorre melhoria de produtividade na lavoura.

Outra situação em que a subsolagem ou uma escarificação tem sido útil é na melhoria da infiltração de água, seja em carregadores pendentes, seja na lavoura evitando erosão e, também, melhorando a infiltração de água da própria irrigação.

### 7.4 METODOLOGIA PARA REALIZAR A SUBSOLAGEM

A subsolagem é feita com um equipamento acoplado nos três pontos do trator, sendo composto de uma estrutura superior de barras de aço, onde são presos de um a três “garfos” ou hastes subsoladoras, que penetram o solo. O equipamento pode ou não ter rodas para a regulação de profundidade. Ele trabalha, normalmente, aprofundando até 50-70 cm. Os equipamentos com três “garfos” são usados na subsolagem (e fechamento) do sulco por ocasião do preparo para plantio. Em lavouras adultas, quando houver necessidade, por problemas de adensamento subsuperficial, utiliza-se o subsolador com uma haste de cada lado fazendo os riscos na projeção

da saia. Quando a distância entre as linhas de café for maior, usa-se apenas uma haste passando de um lado da fileira de cada vez.

O equipamento sulcador pode funcionar, eventualmente, na subsolagem, sendo necessário, para isso, retirar as duas "asas" laterais.

Em cafezais onde o adensamento é mais superficial, causado pela passagem sucessiva dos tratores com maquinário, pode-se usar o subsolador regulado para aprofundar menos (20-30 cm), para romper a crosta do terreno ou, então, empregar um escarificador.

Para as lavouras de café adultas, com menor espaço para a passagem de maquinário, são usados tratores cafeeiros, estreitos. Assim, deve-se operar subsoladores adequados, mais leves.

Na lavoura de café, o mais indicado é a subsolagem na projeção da saia e de um lado da fileira de cada vez, pois o rompimento de raízes, dos dois lados, de uma só vez, pode prejudicar a planta, principalmente se demorar a chover.

Não existem trabalhos de pesquisa que mostrem a melhor frequência da prática da subsolagem, mas verifica-se, na prática, que ela não deve ser feita anualmente como alguns produtores fazem. Pode-se efetuar a operação de um lado num ano, no outro lado no ano seguinte e, depois, de acordo com a necessidade, repeti-la a cada período de dois a quatro anos.

A época ideal de subsolar é após o período de colheita e o mais próximo do período chuvoso (setembro-outubro). Para que o serviço fique bem feito, ou seja, para que o "garfo" rompa, em blocos, o solo, é preciso que este último esteja seco ou pouco úmido. Com o solo bem úmido, o "garfo" faz um rasgo liso na terra, sem rompê-lo adequadamente.

Sempre que houver necessidade de aplicar insumos que descem pouco em profundidade no solo, como o calcário, cálcio (Ca), magnésio (Mg) e o fósforo (P) e a subsolagem for utilizada, é recomendado aplicar esses insumos logo após a subsolagem, de forma que parte deles possa aprofundar melhor no solo através da abertura feita pelo subsolador.

Quando usada como auxiliar na infiltração de água e controle da erosão, a subsolagem deve ser feita com um "garfo" no meio das ruas da lavoura, de forma alternada ou não, conforme a gravidade do

problema. Pode, também, ser feita nos carregadores, especialmente nos pendentes e junto às linhas de cafeeiros jovens.

## 8 PREVENÇÃO DE PROBLEMAS DE ADENSAMENTO

Grande parte dos solos denominados Tabuleiros Costeiros (formados do Grupo Barreiras) predominantemente Argissolos, naturalmente pobres em nutrientes, são planos e pouco permeáveis e apresentam adensamentos dificultando a penetração das raízes e da água. Esses solos não são adequados para receber uma mecanização intensiva, sendo mais apropriados para as culturas perenes (LANI et al., 2008). Assim, é recomendável que se mantenha a cobertura vegetal minimizando os problemas de degradação do solo (SALES, 2012).

Existem algumas medidas auxiliares, preventivas, no plantio da lavoura ou no seu manejo que evitam ou reduzem, nas áreas sujeitas, os problemas com adensamento do solo, nas lavouras de café, sendo principais as seguintes:

**a) Escolha da área** - deve-se escolher, para plantio de café, áreas sem problemas de adensamento evitando, nessas áreas, os terrenos de chapada, excessivamente planos. Os terrenos de encosta, com mais de 5% de declividade, favorecem a percolação e escorrimento lateral do excesso de água. Deve-se evitar, também, áreas de solo muito argiloso e mal estruturado.

**b) Aração profunda** - uma aração mais profunda no preparo, antes do plantio, pode reduzir problemas de adensamento.

**c) Subsolagem no sulco** - subsolar, com três hastes, sobre o sulco de plantio aberto, já reduz bastante o problema, pois o sistema radicular primário ("pião") já pode descer na abertura deixada. Em caso de preparo manual, fazer covas grandes e profundas.

**d) Pouco revolvimento do solo** - adotar este procedimento durante os tratamentos, usando o mínimo possível os implementos desintegradores, como grade, rotativa, etc.

**e) Redução do uso de implementos mecanizados** - evitando muitas passadas de trator no ano. Uma boa opção para isso é o uso de herbicidas e, ainda,

a aplicação de defensivos via solo. Evitar alguns tratamentos, como capinas mecanizadas, com solo úmido.

**f) Uso de material orgânico sempre que possível** para melhorar as condições físicas do solo.

**g) Adensamento da lavoura** - os cafeeiros mais juntos têm um melhor equilíbrio raiz/parte aérea (= produção) e, nesse sistema, os prejuízos, devido a camadas endurecidas, são menos sentidos. Além disso, ocorre uma maior formação de resíduos orgânicos e a passagem de maquinário não é necessária.

**h) Manejo do mato** - deve ser feito com herbicidas pós-emergentes para formar canalículos ao longo do perfil do solo, após a morte das raízes das ervas.

## 9 CONVIVENDO COM AS ADVERSIDADES CLIMÁTICAS

A potencialização do uso de espécies adaptadas e tolerantes à seca, a captação de água da chuva e o manejo da cobertura vegetal são tecnologias que contrapõem a ideia de combate à seca, demonstram que as estiagens são fenômenos naturais periódicos que não se devem combater, mas com as quais é possível conviver (BARROS, 2014). O convívio com as condições meteorológicas adversas é um desafio de implementar práticas adequadas aos ambientes agrícolas.

### a) Plantios de cultivares tolerantes à seca

Cultivar alimentos utilizando menor quantidade de água e terra, guardando sementes crioulas/locais que priorizem a resistência a períodos de *deficit* hídrico e mantenham a biodiversidade, tem sido um desafio para milhares de famílias agricultoras que vivem em regiões onde as mudanças do clima estão cada vez mais perceptíveis. As tecnologias sociais para guardar e resgatar sementes, água e alimento para famílias e animais domésticos vêm sendo disseminadas como medidas preventivas pelos programas da Articulação do Semiárido e de outras organizações, que atuam na região onde ocorrem secas periódicas (KOBIAMA et al., 2006; AGROBIODIVERSIDADE, 2015).

Resende (1998) refere-se à irrigação como prática de redução do problema da seca e exemplifica as

práticas de convivência com o uso de métodos biológicos, como a utilização de espécies e variedades mais resistentes à estiagem. O autor salienta que o pequeno agricultor tende a usar com mais frequência essas práticas de convivência.

No caso das cultivares de café conilon, provavelmente não existe uma característica isolada que confere tolerância à seca. A combinação de fatores, como a eficiência de extração de água do solo, sistema radicular profundo e a área foliar podem favorecer a escolha de materiais genéticos mais adaptados ao *deficit* hídrico (FERRÃO et al., 2007; RONCHI; DAMATTA, 2007).

## 10 MANEJO DA LAVOURA

### 10.1 CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS

O manejo de cafezais pode ser definido como a forma de combinar e executar os tratamentos culturais no cafezal. Envolve, assim, o modo e a época de fazer, ou seja, como, quando e onde executar os tratamentos ou práticas culturais.

O manejo compreende dez práticas culturais, divididas em dois tipos: as rotineiras, feitas usualmente por todos os produtores, e as eventuais realizadas em níveis e épocas diferenciadas, entre os produtores.

As práticas rotineiras usadas no manejo de cafezais são: o controle do mato e a colheita/preparo. As práticas consideradas eventuais são: a adubação/calagem, o controle de pragas/doenças, o controle à erosão, a irrigação, a subsolagem e a combinação de cultivos. Muitas dessas práticas “eventuais”, isso mesmo, entre aspas, são, hoje, práticas obrigatórias, tais como a adubação, imprescindível em solos pobres.

Um grupo de práticas é considerado prioritário diante da sua maior influência na produtividade e nos custos de produção, bem como sobre a qualidade do produto. Esse grupo destaca a adubação/calagem, o controle de pragas/doenças, a irrigação, as podas e a colheita/preparo.

### 10.2 PLANTAS DANINHAS E SEU CONTROLE

O mato é constituído pelas ervas que crescem no

meio das lavouras de café, aproveitando as áreas livres disponíveis nos cafezais, especialmente nas lavouras jovens, nas podadas e naquelas conduzidas em renque abertos. No entanto, a população de ervas fica reduzida à medida que ocorre o fechamento ou adensamento das lavouras.

O mato é formado por plantas herbáceas, chamadas de ervas ou plantas daninhas, ou plantas invasoras da cultura econômica, que, no caso, é o cafezal.

O mato representa, por um lado, uma concorrência em água, luz e nutrientes com os cafeeiros. Por outro lado, ele traz benefícios na proteção do solo e na reciclagem de nutrientes. Assim, o mato deve ser manejado e controlado para reduzir os prejuízos que causa aproveitando, no entanto, as vantagens que as ervas oferecem ao solo e ao ambiente. Por isso que, dentro do conceito atual, o termo controle do mato deve ser entendido como manejo das plantas invasoras.

O hábito de rápido crescimento das ervas daninhas e a agressividade do seu sistema radicular desfavorecem o cafeeiro na competição com o mato.

### 10.3 BENEFÍCIOS DAS PLANTAS INVASORAS (MATO)

O mato traz benefícios pela melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo.

As ervas aproveitam e reciclam resíduos de nutrientes, revertidos ao solo pela decomposição do material orgânico formado, o que facilita o uso de nutrientes pelos cafeeiros.

O sistema radicular, profundo e bem distribuído de algumas ervas pode absorver nutrientes de camadas mais profundas do solo colocando-os em disponibilidade na superfície.

O mato cobre o solo, aumentando a proteção contra a erosão e o excesso de temperatura. Ocorre maior infiltração de água no solo pelos canalículos deixados pelas raízes podres das ervas (ocorrendo uma maior capilaridade do solo).

As plantas daninhas podem ser aproveitadas como quebra-vento, especialmente no pós-plantio e na lavoura jovem de cafezal, através da manutenção do mato em uma faixa central da rua da lavoura. As raízes das ervas exudam ácidos orgânicos de baixo peso molecular (cítrico, oxálico, málico, butírico,

acéticos), ácidos responsáveis pela disponibilização de nutrientes em formas mais acessíveis (a elas e aos cafeeiros), especialmente para P e zinco (Zn).

Nos cafezais adensados, já a partir do terceiro e quarto anos, as ervas daninhas ficam muito reduzidas, o mesmo ocorre em lavouras arborizadas.

### 10.4 ÉPOCAS DE CONTROLE

Quando se utiliza o sistema de plantio convencional com aração e gradagem e o controle de plantas daninhas é feito pelo método mecânico, as capinas provocam a movimentação da camada mais superficial do solo em períodos normalmente de maior precipitação pluvial, favorecendo o processo erosivo. Assim, recomenda-se a redução do uso das capinas, as quais devem ser efetuadas somente nas faixas próximas à linha das plantas, com manejo da faixa central das entrelinhas, principalmente quando se utilizam maiores espaçamentos, ou então que as plantas daninhas sejam controladas com o uso de herbicidas.

O controle deve ser feito para eliminar o mato na época em que as ervas invasoras mais concorrem com o cafeeiro, a qual, coincide com o desenvolvimento e a granação dos frutos. No Espírito Santo, isso ocorre no período entre novembro e abril, principalmente de dezembro a fevereiro. A partir de abril, com a escassez de chuvas e diminuição da temperatura, o mato fica reduzido. A manutenção da área limpa, nesse período, é essencial para facilitar a colheita.

## 11 RECUPERAR CAFEZAIS É UMA NECESSIDADE

A lavoura cafeeira no Brasil melhorou muito nas três últimas décadas, depois da renovação promovida nos cafezais, havendo incorporação de novas tecnologias, com variedades mais produtivas, novos sistemas de plantio e de tratos mais adequados, com maior profissionalismo dos cafeicultores. No entanto, persistem problemas, ainda em boa parte das áreas, provocados pelo envelhecimento das plantas, pelo fechamento da lavoura e por maus tratos, agravados pelos problemas de pragas e doenças e por anormalidades climáticas levando ao desgaste da planta e do solo (MATIELLO, 2015).



Desse modo, o cafeicultor, sempre que possível, assessorado por técnico experiente, precisa, anualmente, efetuar uma análise de suas lavouras para verificar a necessidade de recuperação dos talhões problemáticos visando a um conjunto mais produtivo nas suas lavouras de café. Deve ter em mente que, aquelas lavouras ruins, improdutivas, comprometem o lucro das demais.

A análise dos talhões, visando a verificar sua condição e a necessidade ou não de recuperação, passa pelo exame de três grupos de fatores a recuperar – o solo, as plantas e o ambiente.

**No solo** - a avaliação deve se basear na análise química e, eventualmente, na verificação de impedimentos físicos. Os resultados obtidos vão indicar o uso de corretivos adequados para formar a base para o desenvolvimento dos cafeeiros e para melhor funcionamento da nutrição em seguida. Nesse aspecto, o mais comum tem sido o fornecimento de calcário ou outro material corretivo de boa reatividade para o curto prazo exigido promovendo, ainda, o equilíbrio nas bases Ca, Mg e potássio (K). Em alguns casos, a subsolagem pode, também, ser necessária.

**Nas plantas** - o histórico da produtividade da área é muito importante, devendo-se considerar, ainda, a variedade, a idade dos cafeeiros, o espaçamento/alinhamento, as falhas e a localização adequada. Os aspectos de pragas/doenças do sistema radicular e a estrutura vegetativa das plantas, a presença de hastes em excesso, a ausência de ramagem lateral e a má-formação ou “acinturamento” da copa devem, também, ser analisados. Na recuperação das plantas, são indicadas podas corretivas, controles de problemas sanitários nas raízes e, eventualmente, replantios/repovoamentos.

**No ambiente** - deve ser analisado o balanço hídrico, para verificar a condição de disponibilidade de água para as plantas avaliando, caso haja problemas sérios de estresse hídrico, a possibilidade de implantação da irrigação, sempre que possível, devendo-se optar por uma irrigação suplementar, mais econômica. Na condição de altas temperaturas, deve-se plantar variedades mais adaptadas, além de utilizar irrigação e, em último caso, arborização.

A avaliação conjunta dos fatores – do solo, das plantas e do ambiente – é essencial para a definição de três tipos de lavouras: as boas, nas quais se deve

somente continuar a dispensar os tratos normais; as recuperáveis, nas quais é preciso efetuar práticas especiais de recuperação e; aquelas nas quais a recuperação não compensa, devendo, assim, ser eliminadas e substituídas por novas lavouras.

## 12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Várias são as ações que poderão ser utilizadas em conjunto visando à preservação ambiental. É importante a sensibilização de todos os produtores, principalmente daqueles ligados a pequenas comunidades situadas em microbacias hidrográficas. As práticas de preparo, manejo e conservação do solo realizadas de forma integrada conferem maior sustentabilidade à cafeicultura. O solo é um recurso natural não renovável, essencial e que precisa ser explorado racionalmente, de modo a preservar sua capacidade produtiva e ainda ser recuperados caso tenham sido degradados pelo uso e manejo inadequados.

## 13 REFERÊNCIAS

- AGROBIODIVERSIDADE: uso e gestão compartilhada no semiárido mineiro. *Revista do Projeto FAO/CAA-NM (PR-26-Brazil)*. Disponível em: <[http://issuu.com/aico/docs/revista\\_caa\\_-\\_final\\_48pgs\\_simples](http://issuu.com/aico/docs/revista_caa_-_final_48pgs_simples)>. Acesso em: 16 abr. 2016.
- BARROS, B. L. A. *Conservação da agrobiodiversidade por comunidades camponesas do Vale do Jequitinhonha, MG*. Trabalho de Conclusão de Curso. 43f. (Graduação em Engenharia Florestal). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG: 2014.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. Piracicaba, SP: Livroceres, 1985. 392 p.
- CHAVES, J. C. D. *Manejo do solo, adubação e calagem, antes e após a implantação da lavoura cafeeira*. Circular n. 120. Londrina, PR: IAPAR, 2002. 36 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira Café Safra. Quarta estimativa, Dez/2015/Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: CONAB, 2015.
- DADALTO, G. G.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C. *Conservação do solo*. In: COSTA, E. B. da (Coord.). Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo. Vitória, ES: SEAG-ES, 107-110, 1995.
- DADALTO, G. G.; BARBOSA, C. A. *Macrozoneamento*

- agroecológico. In: COSTA, E. B. da (Coord.). Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo. Vitória, ES: SEAG-ES, p. 11-14, 1995b.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço nacional de levantamento e conservação de solo. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1978. 461p. (Boletim técnico n. 45).
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café Conilon*. Vitória: Incaper, 2007, 702p.
- FIDALSKI J.; BARBOSA, G. M. de C.; AULER, P. A. M.; PAVAN, M. A.; BERALDO, J. M. G. Qualidade física do solo sob sistemas de preparo e cobertura morta em pomar de laranja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, p. 76-83, 2009.
- GUARÇONI M., A. Características da fertilidade do solo influenciadas pelo plantio adensado de café conilon. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina: v. 32, n. 3, p. 949-958. 2011.
- LANI, J. A.; BENASSI, A. C.; BRAVIM, A. J. B. Influência de tipos de mudas e preparo de covas no desenvolvimento e em produção do cafeeiro conilon. (*Coffea canephora* L. Pierre ex. Froehner) In: I SIMPÓSIO INTERNO DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO - SIPEDI, 2005, Anais... . Vitória, ES: Incaper, v.1. p. 78-79, 2005.
- LANI, J. A.; ZANGRANDE, M. B.; FONSECA, A. F. A. da; FULLIN, E. A.; VERDIN FILHO, A. C. Eficiência de práticas vegetativas no controle da erosão na cultura do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 1996, Águas de Lindóia. *Anais... Águas de Lindóia*, SP: MAA/ Procafé, p.105-107, 1996.
- LANI, J. L.; RESENDE, M.; REZENDE, S.B.; FEITOZA, L.R. (Eds.). 2008. *Atlas de ecossistemas do Espírito Santo*. Viçosa, MG: SEMA. 504p.
- MATIELLO, J. B. Sistema de abertura de covas, em área montanhosa, com arado de bois. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 13., 1986, São Lourenço, *Anais... São Lourenço*, MG: IBC/MIC, 1986.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. *Cultura de café no Brasil*. Manual de recomendações. Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento – SARC/Procafé SPC/Decaf Fundação Procafé. Rio de Janeiro, RJ e Varginha, MG: 2010.
- MATIELLO, J. B. É preciso recuperar ou renovar cafezais. *Revista plasticultura*. Ciência agrícola para o produtor rural. Ano IX n.45, p.26-27, Nov/Dez 2015.
- PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S. de; RODRIGUES, D. B. R. Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo Vermelho sob sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 35, p. 1777-1785, 2011.
- PELLISSARI, S. A.; PERINI, J. L.; MIRANDA, M. A. Caixas coletoras de água das chuvas. *Jornal da Cooabriel*, São Gabriel da Palha, ES: Ano XI, n.115, p. 8, Out 1997.
- PROCHNOW D.; DECHEN, S. C. F.; MARIA, I. C. de; CASTRO, O. M. de; VIEIRA, S. R. Razão de perdas de terra e fator C da cultura do cafeeiro em cinco espaçamentos, em Pindorama, SP. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29(1):91-98. 2005.
- RESENDE, M. O manejo dos solos na agricultura sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. (Org.). *Reconstruindo a agricultura: ideias e ideais na perspectiva de um desenvolvimento sustentável*. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, p. 253-288, 1998.
- ROCHA, A. C. da; PREZOTTI, L. C.; DADALTO, G. G. Práticas de conservação de solo em café arábica na região serrana do Espírito Santo. IN: SIMPÓSIO DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000, Poços de Caldas, MG. *Resumos expandidos...* Embrapa Café e MINASPLAN (ed.) Brasília, DF: v. 2. p. 1376-1378, 2000.
- RONCHI, C. P.; DAMATTA. Aspectos fisiológicos do Café Conilon. In: FERRÃO, R. G., FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café Conilon*. Vitória, ES: Incaper, p. 93-119, 2007.
- SALES, E. F. *Sistemas agroforestales en cafetales: una propuesta de transición agroecológica de la caficultura en el estado de Espírito Santo, Brasil*. 2012. 237 f. Tese (Doutorado em Agroecologia). Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Universidad de Córdoba, Espanha, 2012.
- SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.14, n. 2, p. 123-155, 2010.
- SILVA, F. M. da. *Estratégias para colheita do café em áreas montanhas em Lavras (MG)*. Disponível em: <[http://www.redepeabirus.com.br/redes/form/post\\_pub\\_id=68303#sthash.NXObHwto.dpuf](http://www.redepeabirus.com.br/redes/form/post_pub_id=68303#sthash.NXObHwto.dpuf)>. Acesso em: nov. 2015.
- SOUZA, L. S.; LOSASSO, P. H. L.; OSHIWA, M.; GARCIA, R. R.; GOES FILHO, L. A. Efeitos das feixas de controle do capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial e na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica*). *Planta Daninha*, Viçosa, MG: v. 24, n. 4, p. 715-720, 2006.









# Nutrição do Cafeeiro Conilon

Scheilla Marina Bragança, Luiz Carlos Prezotti e José Antônio Lani

## 1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro conilon é uma variedade que apresenta potencial produtivo elevado, particularmente aqueles germoplasmas oriundos de seleções feitas em programas de melhoramento genético. Os genótipos assim selecionados apresentam alta exigência nutricional e acumulam quantidade elevada de nutrientes em seus órgãos.

Diversos fatores proporcionam mudanças na taxa de crescimento e na absorção de nutrientes podendo acarretar variações na acumulação destes nos tecidos. Além da disponibilidade de água e de nutrientes, a composição mineral das plantas varia, principalmente, com a época de amostragem do tecido vegetal, com a fase fenológica, com a idade da planta e dos órgãos amostrados e com as condições edafoclimáticas. O conteúdo desses nutrientes na planta depende também da distribuição de matéria seca entre os diferentes órgãos e tecidos.

Diferindo das culturas com ciclo de crescimento determinado, o modelo das curvas de absorção de nutrientes para o cafeeiro não é uniforme durante o ciclo vegetativo e reprodutivo. Os nutrientes exibem variações na velocidade de absorção associadas aos estados fisiológicos mais importantes.

Embora o cultivo do cafeeiro conilon seja expressivo, em particular no Estado do Espírito Santo, informações sobre o crescimento, a concentração e a alocação de nutrientes em *Coffea canephora*, grupo Conilon são raros na literatura.

Assim, este capítulo visa a comentar aspectos relacionados à nutrição e adubação destacando os resultados de pesquisas alcançados para o cafeeiro conilon.

## 2 EXIGÊNCIAS MINERAIS, MARCHA E TAXA DE ACÚMULO

No Brasil, o primeiro trabalho sobre a composição mineral do cafeeiro (*Coffea arabica*) foi publicado em 1895, por Dafert citado por Catani et al. (1965), em que se estudou a distribuição percentual de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e fósforo (P) nos diversos órgãos de plantas, com 1, 2, 3, 4, 6, 10 e 40 anos de idade.

Outras pesquisas foram divulgadas posteriormente para arábica (CATANI; MORAES, 1958; CATANI et al., 1965, 1967; CORREA; GARCIA; COSTA, 1985; CIETRO; HANG, 1989; CIETTO; HAAG; DECHEN, 1991a, 1991b) e para o cafeeiro conilon (*C. canephora* Pierre) (BRAGANÇA, 2005; BRAGANÇA et al., 2007, 2008, 2010; PREZOTTI; BRAGANÇA, 2013).

As quantidades de nutrientes acumulados pelo cafeeiro conilon variam principalmente com o genótipo, local, época do ano, idade, órgãos e tecidos de uma mesma planta. Aumentam progressivamente com a idade, notadamente a partir da primeira colheita. Entre os 24 e 30 meses de idade, época da primeira produção comercial, as quantidades de nitrogênio (N), P e K na planta podem aumentar em até 1,53; 1,55 e 2,24 vezes, respectivamente. Em trabalho de pesquisa realizado por Bragança (2005) e Bragança et al. (2007, 2008), o estudo de regressão dos dados evidenciou que a sequência de acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon foi N > Ca > K > Mg > S > P > Fe > Mn > Zn > Cu\*.

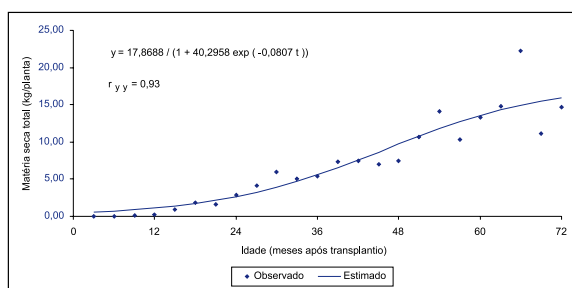
A alocação desses nutrientes depende da distribuição de matéria seca e dos teores de nutrientes. Quando ocorre um aumento em tamanho, a proporção de matéria seca de folhas diminui enquanto a proporção de caule e

\* Enxofre (S); Ferro (Fe); Manganês (Mn); Zinco (Zn); Cobre (Cu).



casca aumenta (KOZLOWSKI; PALLARDY, 1996). Consequentemente, o conteúdo de minerais nessas partes também deve acompanhar esse comportamento.

Embora haja um padrão biológico distinto de absorção dos nutrientes pelo cafeeiro, em função das fases fenológicas e do tipo de órgão amostrado (CATANI; MORAES, 1958; CATANI et al., 1965, 1967; CORREA; GARCIA; COSTA, 1985; CHAVES; SARRUGE, 1984; SILVEIRA; CARVALHO, 1996; BRAGANÇA, 2005; BRAGANÇA et al., 2007, 2008, 2010), de modo geral, a quantidade acumulada de nutrientes pelo conilon é crescente com a idade (Tabelas 1 e 2), acompanhando a curva de acúmulo do peso da matéria seca (Figura 1). Assim, as quantidades de nutrientes a serem fornecidas na forma de fertilizantes devem ser crescentes em função da idade e do manejo das plantas.



**Figura 1.** Produção total de matéria seca pelo cafeeiro conilon do transplante até 72 meses de idade.

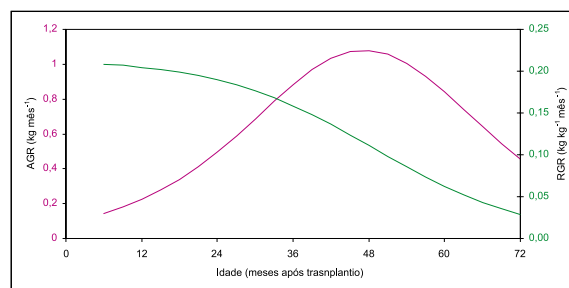
**Fonte:** Bragança (2005) e Bragança et al. (2010).

Por outro lado, Bragança (2005) e Bragança et al. (2007, 2008, 2010) observaram que em cafeeiros conilon manejados sem poda, as taxas de acúmulo de N, P, K, S, Fe, Zn, Mn, boro (B) e Cu começaram a declinar ao redor do terceiro ano de idade, exceção feita para o Ca e Mg cujas taxas de acúmulo foram crescentes (Tabela 3).

Embora haja aumento crescente do peso da matéria seca total e da Taxa de Crescimento Absoluto (AGR), a Taxa de Crescimento Relativo (RGR) do conilon, que depende da área foliar útil para a fotossíntese e da taxa de fotossíntese líquida, diminuiu ao longo do ciclo de cultivo, variando de 0,21 kg kg<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, no 3º e 6º mês, a 0,03 kg kg<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> no 72º mês, indicando diminuição de matéria seca por unidade de matéria seca contida na planta, no início do experimento (Figuras 1 e 2). Diminuição nos valores da RGR, em função do tempo, é comum

para algumas espécies, os quais estão relacionados aos decréscimos na taxa assimilatória líquida e na razão de área foliar. Esses resultados evidenciam a necessidade fisiológica da prática da poda do cafeeiro conilon associada à fertilização.

Salienta-se que os resultados referentes às taxas de acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon podem ser utilizados, numa primeira aproximação, como subsídio aos cálculos das doses de adubos para lavouras fertirrigadas.



**Figura 2.** Taxas Totais de Crescimento Absoluto (AGR) e de Crescimento Relativo (RGR) do cafeeiro conilon.

**Fonte:** Bragança (2005) e Bragança et al. (2010).

## 3 NUTRIENTES

### 3.1 NITROGÊNIO

Ocorre em diversos compostos, como purinas e alcaloides, aminoácidos, enzimas, vitaminas, hormônios, ácidos nucleicos, nucleotídeos e na molécula de clorofila (BUCHANAN; GRUISSSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZELGER, 2009; MARSCHNER, 2012). Sua deficiência manifesta-se inicialmente nas áreas entre as nervuras das folhas mais velhas, as quais apresentam-se com uma tonalidade verde clara e manchas irregulares. Com a evolução dos sintomas, as folhas adquirem uma coloração amarelada (Figura 3).

É o nutriente mais acumulado pelo cafeeiro conilon com percentual de 38% do total de macronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos (Figura 4). Uma planta adulta com seis anos de idade acumula cerca de 250 g de N, o que equivale a uma imobilização de 554,12 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 5). Do total de N acumulado, 29% são alocados nas folhas, 24% no tronco + ramos ortotrópicos, 20% nas raízes, 17% nos frutos e 10% nos ramos plagiotrópicos (BRAGANÇA, 2005; BRAGANÇA et al., 2008).

**Tabela 1.** Acúmulo observado de macronutrientes (g) e micronutrientes (mg) pelo cafeeiro conilon em diferentes idades <sup>4/</sup>

Parte da planta	Nutrientes	Idade (meses após transplantio)																								
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	
Órgãos vegetativos <sup>1</sup>	N	0,90	1,00	3,48	4,70	15,45	23,16	25,30	49,41	65,55	83,21	96,70	91,55	75,09	87,02	116,86	114,89	151,87	212,01	147,92	277	203,56	216,63	166,42	211,87	
	P	0,05	0,05	0,22	0,28	1,12	2,07	1,86	3,35	3,46	3,85	3,69	3,47	2,77	3,29	4,61	4,70	7,13	10,97	9,42	14,06	11,67	12,85	6,27	11,85	
	K	0,67	0,71	2,22	3,50	9,17	20,13	23,23	31,44	38,44	61,62	50,76	55,13	41,31	50,34	78,89	67,06	84,31	126,58	81,73	129,96	109,47	126,93	71,22	106,52	
	Ca	0,31	0,45	1,71	2,80	9,32	18,47	14,93	26,14	33,80	35,62	46,72	53,63	54,03	47,26	97,25	67,52	81,61	183,41	98,13	143,53	136,04	166,17	172,54	219,16	
	Mg	0,13	0,14	0,53	0,58	2,75	4,54	3,38	5,74	7,99	9,98	10,87	11,55	9,38	12,42	15,62	15,59	19,03	24,30	24,78	27,48	27,48	25,61	32,30	36,32	42,82
	S	0,10	0,09	0,39	0,37	1,17	2,48	1,81	3,58	4,18	6,97	5,25	6,75	5,50	7,27	8,50	12,54	17,11	16,66	12,15	60,46	53,78	21,21	15,83	18,87	
	Fe	17,59	13,52	97,43	98,40	472,43	919,36	783,72	1066,22	2065,80	1178,89	2192,01	2874,34	1782,18	2792,69	2044,79	3914,14	5832,72	5619,01	3540,44	3686,30	3228,59	3912,11	5215,60	5157,59	
	Zn	2,23	4,44	6,09	10,10	21,68	16,98	62,99	70,95	94,33	118,46	178,39	137,08	137,99	146,78	154,47	230,22	212,75	340,45	148,52	282,40	134,14	170,20	237,07	228,17	
	Mn	4,38	5,95	19,50	34,83	54,22	144,67	130,94	192,08	344,51	551,87	627,67	524,95	480,03	492,88	652,80	770,55	1325,52	1407,07	696,96	776,90	981,49	1445,65	1014,55	1063,57	
	B	1,82	1,71	5,03	6,85	41,02	105,45	91,66	78,60	112,31	116,93	140,39	131,01	110,49	160,47	174,81	222,43	314,76	281,51	372,26	249,84	299,59	146,79	342,24	96,08	
	Cu	0,37	0,32	1,39	2,77	12,69	25,34	66,51	60,45	50,01	49,53	55,98	42,96	36,17	50,96	62,51	57,76	91,26	158,51	60,32	69,70	45,63	183,77	83,84	96,08	
	Órgãos reprodutivos <sup>2</sup>	N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	6,09	12,72	57,02	0,00	0,00	65,45	110,41	0,00	0,00	47,29	108,56	0,00	0,00	55,81	189,73	0,00	14,82
P		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,32	0,78	3,00	0,00	0,00	4,05	5,58	0,00	0,00	3,17	5,44	0,00	0,00	3,81	9,42	0,00	0,92	
K		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,61	0,00	4,11	10,74	53,72	0,00	0,00	71,29	109,85	0,00	0,00	44,22	103,34	0,00	0,00	39,59	177,64	0,00	8,57	
Ca		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,32	2,32	9,08	0,00	0,00	39,96	33,41	0,00	0,00	4,11	23,62	0,00	0,00	7,08	40,81	0,00	7,75	
Mg		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,45	0,82	2,56	0,00	0,00	7,40	9,59	0,00	0,00	2,99	7,12	0,00	0,00	4,11	12,45	0,00	2,09	
S		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,28	0,57	3,29	0,00	0,00	3,55	6,13	0,00	0,00	3,69	3,39	6,04	0,00	4,31	10,56	0,00	0,95	
Fe		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,29	0,00	78,10	74,88	92,60	0,00	0,00	301,28	334,41	0,00	0,00	150,63	244,23	0,00	0,00	125,63	439,88	0,00	275,29	
Zn		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	4,14	4,60	23,24	0,00	0,00	39,98	47,35	0,00	0,00	13,71	45,74	0,00	0,00	11,14	80,18	0,00	5,88	
Mn		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00	13,37	27,07	74,83	0,00	0,00	51,46	208,82	0,00	0,00	9,54	165,70	0,00	0,00	71,25	283,30	0,00	58,62	
B		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,54	0,00	7,43	11,59	55,27	0,00	0,00	129,92	147,29	0,00	0,00	19,93	125,27	0,00	0,00	28,99	209,12	0,00	10,58	
Cu		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	0,00	8,90	11,80	47,34	0,00	0,00	50,76	93,82	0,00	0,00	35,98	91,82	0,00	0,00	26,56	160,05	0,00	9,53	
Total		N	0,90	1,01	3,49	4,71	15,46	24,93	25,30	55,49	78,26	140,23	96,71	91,55	140,53	197,42	116,86	114,89	199,16	320,58	147,92	277,00	259,37	406,35	166,41	226,69
	P	0,05	0,06	0,22	0,28	1,12	2,27	1,86	2,68	4,25	6,84	3,69	3,47	6,82	8,87	4,61	4,70	10,31	16,41	9,42	14,06	15,48	22,27	6,28	12,77	
	K	0,68	0,71	2,22	3,53	9,17	21,74	23,23	35,56	49,19	115,34	50,77	55,13	112,60	160,19	55,16	67,06	128,53	229,91	81,73	129,96	149,06	304,57	71,21	115,09	
	Ca	0,33	0,45	1,72	2,80	9,31	19,48	14,93	27,46	36,12	44,70	46,72	53,64	93,99	80,67	97,26	67,52	85,72	207,04	98,12	143,53	143,12	206,98	172,54	226,91	
	Mg	0,13	0,14	0,53	0,59	2,75	4,72	3,39	6,19	8,80	12,54	10,87	11,56	16,79	22,01	15,62	15,59	22,01	31,42	24,78	27,48	29,72	44,75	36,32	44,91	
	S	0,10	0,09	0,39	0,38	1,17	2,62	1,81	3,87	4,74	10,27	5,25	6,75	9,05	13,40	8,50	12,54	20,97	20,05	20,05	60,45	58,09	31,76	15,82	19,82	
	Fe	17,59	13,52	97,44	98,40	472,43	963,65	783,72	1144,32	2140,68	1271,50	2192,01	2874,34	2083,45	3127,10	2044,79	3914,14	5986,35	5863,24	3540,44	3686,30	3354,22	4351,99	5215,60	5432,88	
	Zn	2,23	4,44	6,09	10,11	21,68	17,54	62,99	75,08	98,93	141,70	178,39	137,08	177,97	194,14	154,47	230,22	226,45	386,19	148,51	282,39	145,27	250,38	237,06	234,05	
	Mn	4,38	5,95	19,50	34,82	54,22	149,42	130,93	205,44	371,58	626,70	627,67	524,94	631,50	701,70	652,81	770,55	1435,05	1572,77	696,97	776,90	1052,74	1728,95	1014,56	1122,19	
	B	1,82	1,71	5,03	6,85	41,02	109,00	91,66	86,03	123,90	172,21	140,39	131,02	240,40	307,75	174,81	111,50	242,36	440,03	281,51	372,26	278,82	508,72	146,79	352,82	
	Cu	0,40	0,34	1,51	3,34	14,58	29,59	85,13	89,83	87,29	109,21	78,04	65,07	100,89	156,86	86,16	79,16	147,80	287,74	74,11	84,48	79,50	376,50	98,54	123,86	
	Produ-tividade <sup>3</sup>										52			102				106					200			

Fonte: Bragança (2005) e Bragança et al. (2007, 2008, 2010).

<sup>1</sup>Ramos ortotópicos + ramos plagiotrópicos + folhas + raiz.

<sup>2</sup>Frutos colhidos no estádio de cereja.

<sup>3</sup>Sacas beneficiadas por hectare.

<sup>4</sup>Experimento não irrigado. Espaçamento: 3,0 x 1,5 m. Produtividade: 30º mês: 52 sc. benef./ha; 42º mês: 102 sc. benef./ha; 54º mês: 106 sc. benef./ha; 66 mês: 200 sc. benef./ha. Dados observados, obtidos no campo.

**Tabela 2.** Acúmulo estimado de nutrientes por plantas de cafeeiro conilon em diferentes épocas, após o transplântio<sup>1/</sup>

Mês	Macronutrientes (g)						Micronutrientes (mg)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
3	9,24	0,43	5,85	10,97	2,15	0,49	304,37	7,46	65,15	19,71	0,00
6	11,90	0,54	7,74	12,58	2,52	0,64	373,20	10,67	80,49	24,94	0,00
9	15,29	0,69	10,20	14,43	2,94	0,84	456,15	15,17	99,09	31,44	0,01
12	19,57	0,88	13,36	16,54	3,43	1,10	555,42	21,38	121,49	39,43	0,14
15	24,92	1,12	17,38	18,95	4,00	1,44	673,24	29,82	148,20	49,13	2,65
18	31,56	1,41	22,39	21,71	4,66	1,88	811,71	40,96	179,72	60,77	32,60
21	39,67	1,77	28,51	24,86	5,43	2,43	972,58	55,18	216,44	74,49	80,60
24	49,42	2,20	35,80	28,45	6,30	3,12	1.156,96	72,54	258,56	90,34	87,40
27	60,93	2,73	44,21	32,55	7,30	3,98	1.365,07	92,65	306,06	108,27	87,80
30	74,19	3,34	53,60	37,21	8,45	5,02	1.595,93	114,56	358,61	128,03	87,80
33	89,08	4,06	63,66	42,52	9,75	6,25	1.847,13	136,88	415,51	149,20	87,80
36	105,31	4,86	74,01	48,55	11,21	7,67	2.114,82	158,13	475,70	171,22	87,80
39	122,44	5,74	84,20	55,39	12,86	9,26	2.393,79	177,09	537,84	193,42	87,80
42	139,93	6,69	93,83	63,13	14,70	10,98	2.677,86	193,05	600,39	215,11	87,80
45	157,16	7,67	102,56	71,87	16,73	12,76	2.960,37	205,85	661,76	235,66	87,80
48	173,58	8,66	110,19	81,73	18,97	14,54	3.234,79	215,72	720,51	254,57	87,80
51	188,72	9,62	116,66	92,81	21,40	16,26	3.495,36	223,09	775,41	271,52	87,80
54	202,27	10,53	121,99	105,23	24,01	17,85	3.737,46	228,47	825,58	286,35	87,80
57	214,08	11,37	126,29	119,11	26,81	19,27	3.957,92	232,34	870,49	299,05	87,80
60	224,12	12,11	129,70	134,57	29,75	20,50	4.155,00	235,09	909,98	309,73	87,80
63	232,50	12,76	132,35	151,70	32,81	21,54	4.328,33	237,02	944,13	318,58	87,80
66	239,37	13,32	134,40	170,62	35,96	22,39	4.478,56	238,37	973,27	325,82	87,80
69	244,93	13,78	135,97	191,40	39,16	23,09	4.607,16	239,31	997,83	331,68	87,80
72	249,38	14,17	137,16	214,10	42,37	23,64	4.716,05	239,96	1018,32	336,39	87,80

Fonte: Bragança (2005) e Bragança et al. (2007, 2008, 2010).

<sup>1/</sup>Experimento não irrigado. Espaçamento: 3,0 x 1,5 m. Produtividade: 30º mês: 52 sc. benef./ha; 42º mês: 102 sc. benef./ha; 54º mês: 106 sc. benef./ha; 66º mês: 200 sc. benef./ha. Dados estimados, obtidos por estudo de regressão.

**Tabela 3.** Taxas estimadas de acúmulo de nutrientes por plantas de cafeeiro conilon em diferentes épocas, após o transplântio<sup>1/</sup>

Mês	Macronutrientes (g.mês <sup>-1</sup> )						Micronutrientes (mg.mês <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	2,67	0,12	1,89	1,61	0,36	0,15	68,83	3,21	15,34	5,24	0,00
9	3,39	0,15	2,46	1,84	0,42	0,20	82,95	4,50	18,60	6,50	0,01
12	4,28	0,19	3,16	2,11	0,49	0,26	99,27	6,22	22,40	7,99	0,14
15	5,36	0,24	4,02	2,41	0,57	0,34	117,82	8,43	26,72	9,71	2,50
18	6,63	0,29	5,01	2,76	0,66	0,43	138,47	11,14	31,52	11,63	29,95
21	8,11	0,36	6,12	3,15	0,76	0,55	160,86	14,22	36,71	13,72	48,06
24	9,75	0,44	7,29	3,59	0,88	0,69	184,38	17,37	42,12	15,86	6,78
27	11,50	0,52	8,42	4,10	1,00	0,86	208,11	20,11	47,51	17,93	0,39
30	13,26	0,62	9,38	4,67	1,14	1,04	230,85	21,91	52,55	19,76	0,02

(continua)

(conclusão)

Mês	Macronutrientes (g.mês <sup>-1</sup> )						Micronutrientes (mg.mês <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
33	14,89	0,71	10,06	5,31	1,30	1,23	251,20	22,32	56,90	21,17	0,00
36	16,23	0,80	10,35	6,03	1,47	1,42	267,69	21,25	60,19	22,02	0,00
39	17,13	0,89	10,19	6,84	1,65	1,59	278,97	18,96	62,14	22,20	0,00
42	17,48	0,95	9,62	7,74	1,84	1,72	284,07	15,96	62,55	21,69	0,00
45	17,24	0,98	8,73	8,74	2,03	1,78	282,51	12,80	61,38	20,55	0,00
48	16,42	0,99	7,64	9,86	2,23	1,78	274,43	9,86	58,75	18,92	0,00
51	15,14	0,96	6,47	11,08	2,43	1,72	260,57	7,37	54,90	16,95	0,00
54	13,55	0,91	5,33	12,42	2,62	1,59	242,10	5,39	50,17	14,83	0,00
57	11,80	0,83	4,30	13,88	2,79	1,42	220,45	3,87	44,92	12,70	0,00
60	10,04	0,75	3,40	15,45	2,94	1,23	197,09	2,74	39,49	10,68	0,00
63	8,38	0,65	2,66	17,14	3,06	1,04	173,32	1,93	34,16	8,85	0,00
66	6,87	0,56	2,05	18,92	3,15	0,86	150,23	1,35	29,13	7,24	0,00
69	5,56	0,47	1,57	20,78	3,20	0,69	128,60	0,94	24,56	5,86	0,00
72	4,45	0,38	1,19	22,70	3,21	0,55	108,90	0,65	20,49	4,71	0,00

Fonte: Bragança (2005) e Bragança et al. (2007, 2008, 2010).

<sup>1</sup>Experimento não irrigado. Espaçamento: 3,0 x 1,5 m. Produtividade: 30º mês: 52 sc. benef./ha; 42º mês: 102 sc. benef./ha; 54º mês: 106 sc. benef./ha; 66º mês: 200 sc. benef./ha.

Portanto, nas folhas do cafeeiro conilon concentram-se a maior fração do total de N que se acumula na planta. De acordo com Kozłowski e Pallardy (1996), nesses órgãos, encontram-se a maioria das células vivas de uma árvore, que tendem a acumular maiores quantidades de nutrientes em função do processo fotossintético.

Esses dados evidenciam a alta exigência dessa variedade em relação ao N, o que foi constatado anteriormente em trabalho realizado por Bragança et al. (1995a), sobre Latossolo Amarelo, em Linhares/ES, em que se observou aumento de 410% na produtividade com o fornecimento de N. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de N pelo cafeeiro conilon aumenta até atingir 17,48 g mês<sup>-1</sup>, no 42º mês, diminuindo a seguir (Figura 5).

### 3.2 CÁLCIO

Atua como mensageiro secundário nas respostas das plantas a vários tipos de estímulos externos, como luz, temperatura, hormônios, sais minerais e estímulos mecânicos. É essencial na divisão celular, na estabilidade da parede celular e no controle da permeabilidade da membrana plasmática (BUCHANAN; GRUISSIN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009; MARSCHNER, 2012). Adquirido



Figura 3. Sintoma de deficiência de N em cafeeiro conilon.

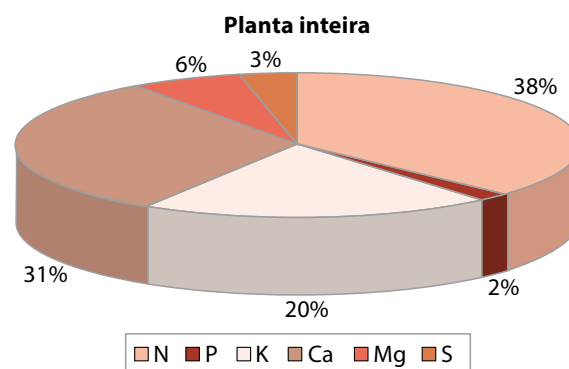
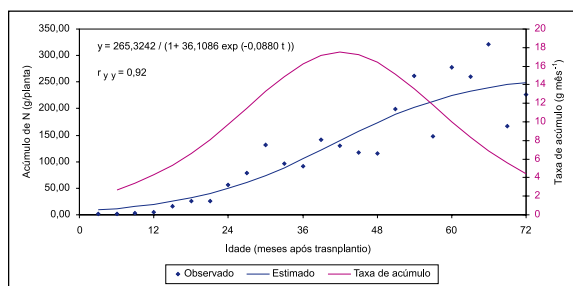


Figura 4. Partição de macronutrientes no cafeeiro conilon, aos 72 meses de idade.

Fonte: Bragança (2005).



inicialmente pelas raízes, a maior parte do Ca é transportada via xilema embora o restante possa ser conduzido pelo floema. Depois de localizado nas folhas, o Ca torna-se imóvel. Dessa forma, os sintomas de deficiência incluem clorose marginal e internerval das folhas mais novas, assim como diminuição do crescimento dos meristemas apicais (Figura 6).



**Figura 5.** Acúmulo total e taxa de acúmulo de N pelo cafeeiro conilon, em função da idade.

**Fonte:** Bragança (2005) e Bragança et al. (2008).

É o segundo nutriente mais acumulado pelo cafeeiro conilon, com percentual de 31% do total de macronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos (Figura 4). Em uma planta com seis anos de idade, é acumulado na quantidade de 215 g, aproximadamente, o que equivale a uma imobilização de 475,7 kg ha<sup>-1</sup> de Ca. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de Ca pelo conilon aumenta progressivamente até os 72 meses de idade (Figura 7), alcançando valor máximo de 22,70 g mês<sup>-1</sup>. Do total de Ca acumulado entre os órgãos do conilon, aproximadamente, 33% são alocados para as folhas, 28% para o tronco + ramos ortotrópicos, 21% para os ramos plagiotrópicos, 9% para as raízes e 9% para os frutos (BRAGANÇA, 2005; BRAGANÇA et al., 2008).

Em *C. arabica*, vários autores (CATANI; MORAES, 1958; CATANI et al., 1965; CORREA; GARCIA; COSTA, 1985; CIETTO; HAAG; DECHEN, 1991b) também constataram que o Ca acumula-se em maior proporção nas folhas e em menor quantidade nos frutos, confirmando sua característica de baixa mobilidade no floema. De acordo com Malavolta (1986), as quantidades de Ca nas raízes, caules e ramos são da mesma magnitude que as de K; nas folhas, é aproximadamente a metade, enquanto nos frutos, a quantidade de Ca é por volta de 25% em relação ao K.

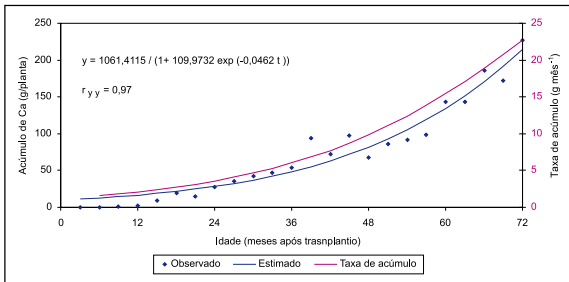
### 3.3 POTÁSSIO

Além do seu importante papel na síntese de proteína e regulação do potencial osmótico das células, o K é também ativador de várias enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese (BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009; MARSCHNER, 2012). O seu papel na biossíntese de amido, através da ativação da sintase do amido, é fundamental na obtenção de altos índices de colheita. Durante a formação dos frutos, há decréscimo no teor de amido dos ramos e das folhas, sendo tanto mais intenso quanto maior a produção, podendo esgotar-se antes do amadurecimento dos frutos. A correlação entre o teor de amido e produção evidencia a importância do K na fisiologia do cafeeiro (RENA; CARVALHO, 2003). Um dos efeitos metabólicos de sua deficiência é a acumulação nos tecidos de carboidratos solúveis e de açúcares redutores (CARVAJAL, 1984). O sintoma de deficiência é caracterizado pela necrose ou escurecimento das bordas das folhas mais velhas (Figura 8).



**Figura 6.** Sintoma de deficiência de Ca em cafeeiro conilon.

**Foto:** Francisco Felner.



**Figura 7.** Acúmulo e taxa de acúmulo de Ca pelo cafeeiro conilon, em função da idade.

**Fonte:** Bragança (2005) e Bragança et al. (2008).



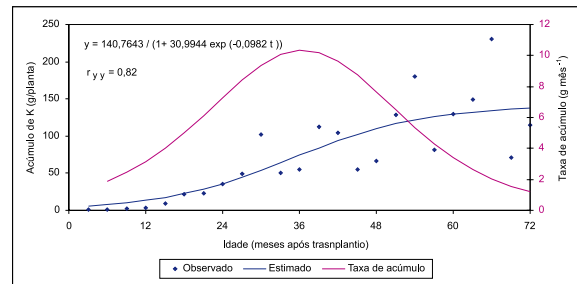
**Figura 8.** Sintoma de deficiência de K em cafeeiro conilon.

A exigência do cafeeiro conilon em relação a esse nutriente aumenta com a idade, sendo particularmente intensa quando a planta atinge a fase de produção. Após o N e o Ca, o K é o terceiro nutriente mais acumulado pelo conilon, com 20 % do total de macronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos da planta (Figura 4). Em uma planta de seis anos de idade, a quantidade acumulada é de aproximadamente 137 g de K, equivalendo a uma imobilização de 305 kg ha<sup>-1</sup> de K (Figura 9). Do total de K acumulado na planta, 30% são alocados para as folhas, 25% para o tronco + ramos ortotrópicos, 19% para os frutos, 14% para as raízes e 12% para os ramos plagiotrópicos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de K pelo conilon (Figura 9) aumenta até alcançar 10,35 g mês<sup>-1</sup>, no 36º mês, diminuindo a seguir (BRAGANÇA, 2005; BRAGANÇA et al., 2008).

### 3.4 MAGNÉSIO

Por ocupar o centro do núcleo tetrapirrólico da molécula de clorofila, esse nutriente exerce papel fundamental na fotossíntese e produção de fotoassimilados necessários à manutenção de altos índices de colheita. É modulador da atividade da enzima carboxilase da ribulose-1,5 bifosforibulose

1,5-bisfosfato carboxilase oxigenase (RuBisCo), que catalisa a reação de fixação de C nas plantas C3 (BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009; MARSCHNER, 2012). Por ser um elemento móvel no floema, sua redistribuição entre os diversos órgãos da planta é alta. Nesse caso, as folhas mais velhas, consideradas como fonte de fotoassimilados, são as primeiras a apresentar sintomas visuais de deficiência, ocorrendo clorose internerval, que pode evoluir para as mais novas (Figura 10).



**Figura 9.** Acúmulo e taxa de acúmulo de K pelo cafeeiro conilon, em função da idade.

**Fonte:** Bragança (2005) e Bragança et al. (2008).

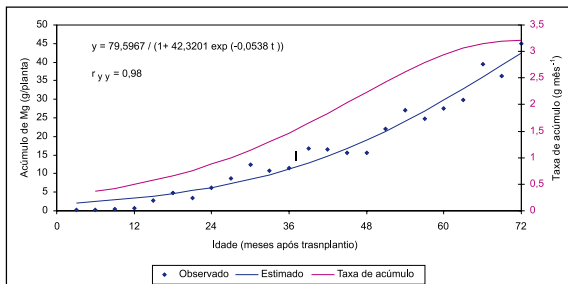


**Figura 10.** Sintomas de deficiência de Mg em cafeeiro Conilon.

**Foto:** José Sebastião Machado da Silveira.

É o quarto macronutriente mais acumulado pelo conilon, com percentual de 6% do total de macronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos da planta (Figura 4). Uma planta adulta com seis anos de idade acumula cerca de 42 g de Mg, o que equivale a uma imobilização de 94 kg ha<sup>-1</sup> de Mg (Figura 11), aproximadamente. Com relação à partição de Mg entre os diversos órgãos do conilon, aproximadamente, 30% são alocados para as folhas, 25% para as raízes, 23% para o tronco + ramos

ortotrópicos, 15% para os ramos plagiotrópicos e 7% para os frutos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de Mg, considerando-se toda a planta, é crescente até os 72 meses de idade (Figura 11), alcançando 3,21 g mês<sup>-1</sup> (BRAGANÇA, 2005; BRAGANÇA et al., 2008).



**Figura 11.** Acúmulo e taxa de acúmulo de Mg pelo café conilon, em função da idade.

**Fonte:** Bragança (2005) e Bragança et al. (2008).

### 3.5 ENXOFRE

Uma das principais funções do S nas plantas é ser constituinte dos aminoácidos cisteína e metionina, essenciais à biossíntese de proteínas e à atividade de certas enzimas. É componente de inúmeras coenzimas e grupos prostéticos, essenciais ao ciclo de Krebs, além de ser constituinte de várias moléculas envolvidas na transferência de elétrons e estrutura das membranas celulares (BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009; MARSCHNER, 2012). Os sintomas de deficiências se iniciam entre as nervuras das folhas mais jovens, que se tornam cloróticas (Figura 12).

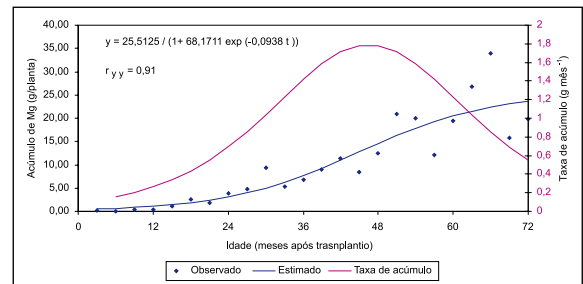


**Figura 12.** Sintoma de deficiência de S em café conilon.

**Foto:** Francisco Felner.

É o quinto nutriente mais acumulado pelo conilon, com percentual de 3% do total de macronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos da planta

(Figura 4). Aos seis anos de idade o café conilon acumula, aproximadamente, 24 g/planta, correspondendo a uma imobilização de 52,53 kg ha<sup>-1</sup> de S (Figura 13). Do total de S acumulado na planta, 31% são alocados nas folhas, 24% nas raízes, 21% no tronco + ramos ortotrópicos, 16% nos frutos e 8% nos ramos plagiotrópicos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de S (Figura 13) aumenta progressivamente, alcançando 1,78 g mês<sup>-1</sup>, no 45° e 48° mês, diminuindo a seguir (BRAGANÇA, 2005; BRAGANÇA et al., 2008).



**Figura 13.** Acúmulo e taxa de acúmulo de S pelo café conilon, em função da idade.

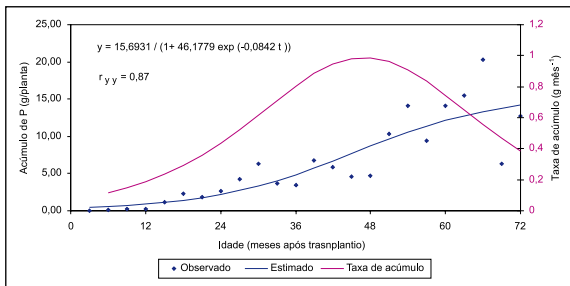
**Fonte:** Bragança (2005) e Bragança et al. (2008).

### 3.6 FÓSFORO

É fundamental como componente dos ácidos nucleicos, fosfolípidos, coenzimas e outros compostos fosforilados. Desempenha importante papel nos processos de transferência de energia nas células, sendo constituinte molecular da adenosina trifosfato (ATP) (BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009; MARSCHNER, 2012). Apresenta alta mobilidade no floema, razão pela qual os sintomas de deficiência se manifestam nas folhas, mais velhas, que apresentam manchas púrpuras entre as nervuras. Dessa forma, sob deficiência de P, o crescimento, o desenvolvimento e a produção do café conilon são comprometidos. De fato, esse aspecto foi constatado em condições de campo por Bragança et al. (1995a), em que o fornecimento desse nutriente, no plantio e na fase de formação do café conilon, proporcionou acréscimo de 376% na produtividade em relação ao tratamento sem P.

É o macronutriente menos acumulado pelo café conilon, com percentual de 2% do total de macronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos (Figura 4). Uma planta com seis anos de idade

acumula cerca de 14,17 g de P, imobilizando 31,48 kg ha<sup>-1</sup> de P (Figura 14). Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa total de acúmulo de P para o cafeeiro conilon aumenta até alcançar 0,99 g mês<sup>-1</sup>, no 48º mês, diminuindo a seguir (Figura 14). Do total de P acumulado, aproximadamente 33% são alocados no tronco + ramos ortotrópicos, 24% nas folhas, 16% nos frutos, 15% nas raízes e 12% nos ramos plagiotrópicos (BRAGANÇA, 2005; BRAGANÇA et al., 2008).



**Figura 14.** Acúmulo total e taxa de acúmulo de P pelo cafeeiro conilon, em função da idade.

Fonte: Bragança (2005) e Bragança et al. (2008).

De forma semelhante, Menard e Malavolta (1957) constataram em *C. arabica* alta absorção e distribuição do P radioativo em raízes secundárias e nas partes velhas do caule. Folhas novas acumularam mais do que as velhas e os vasos e pecíolos se apresentaram mais ricos, em 32P, que as regiões internervais.

### 3.7 FERRO

Aproximadamente, 80% do Fe ocorre nos cloroplastos, onde exerce um papel importante na fotossíntese e biossíntese de proteínas e clorofila. É componente de sistemas redox, hemoproteínas, ferrossulfoproteínas, além de outras enzimas menos caracterizadas como as lipoxigenases e coproporfirinogênio oxidase (BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2000; TAI; ZEIGER, 2009; MARSCHNER, 2012). Os sintomas de deficiência no cafeeiro conilon caracterizam-se por clorose nas folhas jovens, que apresentam um reticulado verde e fino de nervuras (Figura 15). Em condição de deficiência severa, ocasionada principalmente pela utilização de doses altas de calcário, pode aparecer clorose generalizada na lavoura (Figura 16).

Entre os micronutrientes analisados por Bragança

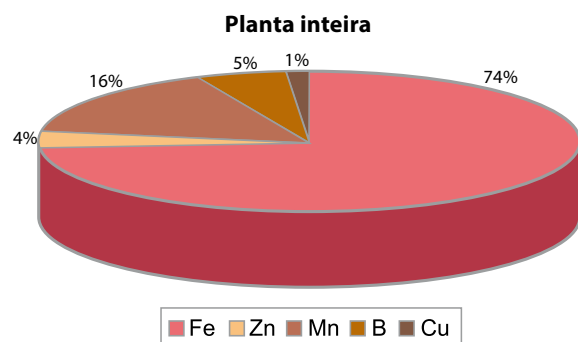
(2005) e Bragança et al. (2007), o Fe foi o mais acumulado pelo cafeeiro conilon, com percentual de 74% do total (Figura 17). Uma planta com seis anos de idade acumula, aproximadamente, 4.716 mg de Fe, o que equivale a uma imobilização de 10 kg ha<sup>-1</sup> desse micronutriente (Figura 18). Desse total, 72% são alocados nas raízes, 9% no tronco + ramos ortotrópicos, 8% nas folhas, 8% nos frutos e 3% nos ramos plagiotrópicos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de Fe para o cafeeiro conilon aumenta até alcançar 284 mg mês<sup>-1</sup>, no 42º mês, diminuindo a seguir (Figura 18).



**Figura 15.** Sintomas de deficiência de Fe em cafeeiro conilon.



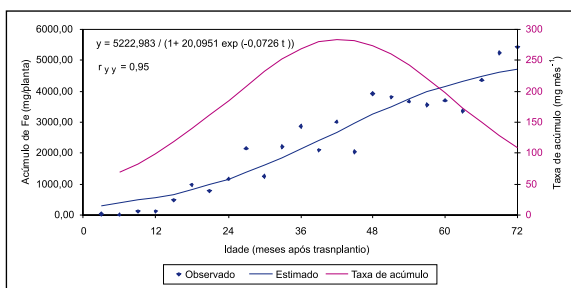
**Figura 16.** Lavoura de cafeeiro conilon apresentando deficiência generalizada de Fe.



**Figura 17.** Partição de micronutrientes pelo cafeeiro conilon, aos 72 meses de idade.

Fonte: Bragança (2005) e Bragança et al. (2007).





**Figura 18.** Acúmulo total e taxa de acúmulo de Fe pelo cafeeiro conilon em função da idade.

**Fonte:** Bragança (2005) e Bragança et al. (2007).

### 3.8 MANGANÊS

Além de ser essencial na síntese de clorofila, evolução do  $O_2$  durante a fotossíntese e estrutura lamelar dos tilacóides dos cloroplastos, o Mn participa como cofator de várias enzimas importantes, como peroxidases e algumas ligadas ao metabolismo do C e do N. Sob deficiência, ocorre redução no conteúdo de clorofila e constituintes das membranas do cloroplasto, como fosfolipídeos e glicoproteínas (BUCHANAN; GRUISSSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009; MARSCHNER, 2012).

Em algumas regiões de cultivo do cafeeiro conilon, no Espírito Santo, o Mn tem sido associado mais à deficiência do que toxidez, com teores abaixo daqueles considerados adequados para a cultura. Com base no nível crítico e nos resultados das análises foliares de diversas lavouras, no norte do Estado, Bragança et al. (1989) verificaram que aproximadamente 60% daquelas instaladas sobre Latossolo Amarelo apresentaram-se com teores abaixo de  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ . Nas instaladas sobre Latossolo

Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Escuro e Colúvio, os teores mantiveram-se em níveis adequados.

Resultados semelhantes foram obtidos utilizando-se o DRIS (BRAGANÇA; COSTA, 1996). Entretanto, em algumas áreas mais localizadas, onde houve carvoejamento, Silveira e Carvalho (1989) encontraram deficiência severa de Mn em lavouras de café conilon, no norte do Espírito Santo. Além da baixa produtividade e vigor vegetativo, os resultados das análises foliares e do solo revelaram valores de pH acima de 7,5 e  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn nas folhas. Esses valores estiveram associados a sintomas visuais de deficiência, que iniciaram-se com o aparecimento de uma coloração verde-clara nas regiões internervais das folhas mais novas, progredindo para o amarelecimento de todo o limbo foliar. Observaram-se que plantas com teores acima de  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn nas folhas não apresentaram sintomas visuais de deficiência. Constataram-se elevação dos teores de NPK nas plantas deficientes, que baixaram para níveis adequados após a correção com sulfato de manganês à 1%, via foliar. Após a pulverização, os teores iniciais elevaram-se de 7 para  $21 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Em condições de campo, têm-se observado que os sintomas visuais de deficiência e toxidez de Mn, nas folhas são semelhantes, evidenciando a necessidade da utilização da análise foliar como uma importante ferramenta na diagnose nutricional (Figuras 19 e 20).

Após o Fe, o Mn é o micronutriente mais acumulado pelo cafeeiro conilon (Figura 17) com um percentual de 16% do total. Uma planta com seis anos de ida-

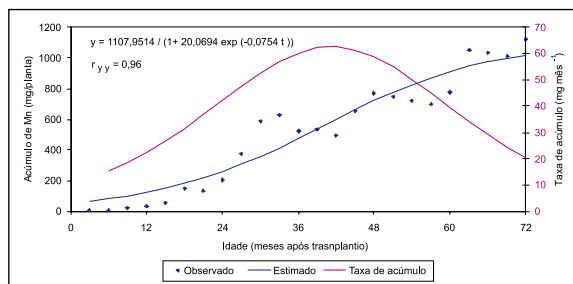


**Figura 19.** Lavoura de conilon apresentando sintomas de deficiência de Mn ( $2,5 \text{ mg kg}^{-1}$ ) induzida por pH elevado (8,3), em áreas de carvoejamento, no norte do Espírito Santo.

de acumula cerca 1.018mg de Mn, o que equivale a uma imobilização de 2,26 kg ha<sup>-1</sup> de Mn (Figura 21). Desse total, 38% são alocados nas folhas, 26% nos ramos plagiotrópicos, 22% no tronco + ramos ortotrópicos, 9% nas raízes e 5% nos frutos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa total de acúmulo de Mn observada para o cafeeiro conilon (Figura 21) aumenta até alcançar 62,55 mg mês<sup>-1</sup>, no 42º mês, diminuindo em seguida (BRAGANÇA, 2005; BRAGANÇA et al., 2007).



**Figura 20.** Lavoura de conilon apresentando toxidez de Mn (555 mg kg<sup>-1</sup>) induzida por deficiência de Fe (52 mg kg<sup>-1</sup>).



**Figura 21.** Acúmulo total e taxa de acúmulo de Mn pelo cafeeiro conilon, em função da idade.

**Fonte:** Bragança (2005) e Bragança et al. (2007).

### 3.9 BORO

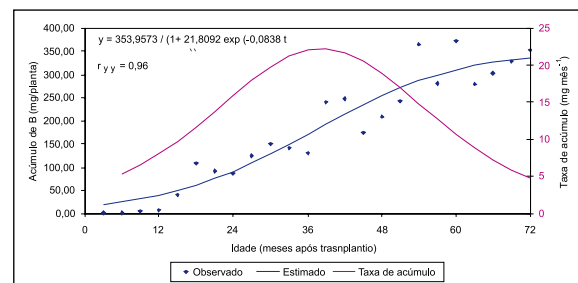
Participa do crescimento celular, da biossíntese de componentes da parede celular, do metabolismo de fenóis, dos ácidos nucleicos, dos carboidratos e do ácido indolacético (AIA), além de conferir estabilidade e estrutura à parede celular (BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009; MARSCHNER, 2012). Por ser um elemento imóvel no floema, o sintoma de deficiência manifesta-se nas regiões de crescimento ativo, causando a deformação das folhas que ficam amareladas e retorcidas (Figura 22). Ao lado do Mn e

do Zn, é um micronutriente que tem proporcionado respostas significativas, com acréscimos de até 43% na produtividade do cafeeiro conilon (BRAGANÇA et al., 1995b), quando fornecido juntamente com os macronutrientes, calcário e matéria orgânica.

Após o Fe e o Mn, o B é o micronutriente mais acumulado pelo cafeeiro Conilon com um percentual de 5% do total de micronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos (Figura 17). Aos seis anos de idade, o cafeeiro conilon acumula 336,39 mg/planta de B, o que equivale a uma imobilização de 0,75 kg ha<sup>-1</sup> de B (Figura 23). Deste total, 33% são alocados nas folhas, 31% no tronco + ramos ortotrópicos, 14% nas raízes, 11% nos frutos e 11% nos ramos plagiotrópicos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de B (Figura 23), considerando-se toda a planta, aumenta até alcançar 22,20 mg mês<sup>-1</sup>, no 39º mês, diminuindo em seguida (BRAGANÇA, 2005; BRAGANÇA et al., 2007).



**Figura 22.** Sintoma de deficiência de B em cafeeiro conilon.



**Figura 23.** Acúmulo total e taxa de acúmulo de B pelo cafeeiro conilon, em função da idade.

**Fonte:** Bragança (2005) e Bragança et al. (2007).

### 3.10 ZINCO

Participa como cofator estrutural, funcional ou regulatório de várias enzimas, entre elas a anidrase carbônica, a Cu-Zn-superóxido dismutase, a RNA polimerase e a maioria das desidrogenases. Afeta

o metabolismo de carboidratos, controlando a atividade de certas enzimas-chaves desse processo. É essencial para a manutenção da integridade estrutural das membranas e da biossíntese do AIA (BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009; MARSCHNER, 2012). Em café conilon, o fornecimento de Zn na cova de plantio aumentou em 50% a produtividade (BRAGANÇA et al., 1995b). O sintoma de deficiência é caracterizado pelo encurtamento dos internódios, com a presença de folhas pequenas e estreitas (Figura 24).



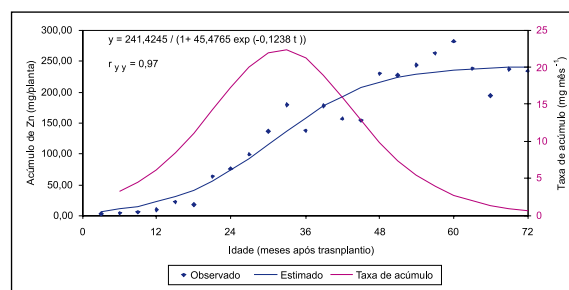
**Figura 24.** Síntoma de deficiência de zinco em café conilon.

Após o Fe, Mn e B, o Zn é o micronutriente mais acumulado pelo café conilon, com percentual de 4% do total de micronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos (Figura 17). Aos seis anos de idade, o conilon acumula 234 mg/planta, o que equivale a uma imobilização de 0,53 kg ha<sup>-1</sup> de Zn (Figura 25). Desse total, 61% foram alocados nas raízes, 15% nos ramos plagiotrópicos, 9% nos frutos e folhas e 6% no tronco + ramos ortotrópicos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de Zn (Figura 25), considerando toda a planta, aumenta até alcançar 22,32 mg mês<sup>-1</sup>, no 33º mês, diminuindo em seguida (BRAGANÇA, 2005; BRAGANÇA et al., 2007).

### 3.11 COBRE

Apresenta importante papel no metabolismo de carboidratos, lignificação da parede celular, biossíntese de substâncias envolvidas em processos de resistência das plantas a certas

doenças, nodulação e fixação simbiótica do N. Participa de reações redox, além de ser constituinte de vários tipos de proteínas como a plastocianina, citocromo oxidase, ascorbato oxidase, oxidases de fenóis amino oxidases e superóxido dismutase (BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009; MARSCHNER, 2012). O sintoma de deficiência se manifesta em folhas novas, que apresentam nervuras secundárias salientes e curvatura das bordas das folhas (Figura 26). Em condições de campo, constatou-se um aumento de 78% na produtividade do conilon com o fornecimento de Cu (BRAGANÇA, 1985).

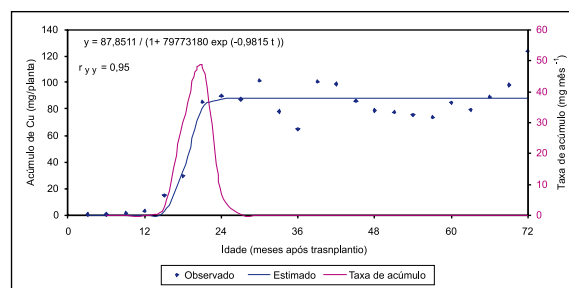


**Figura 25.** Acúmulo total e taxa de acúmulo de Zn pelo café conilon, em função da idade.

**Fonte:** Bragança (2005) e Bragança et al. (2007).



**Figura 26.** Síntoma de deficiência de Cu em café conilon.



**Figura 27.** Acúmulo total e taxa de acúmulo de Cu pelo café conilon, em função da idade.

**Fonte:** Bragança (2005) e Bragança et al. (2007).

Após o Fe, Mn, B e Zn, o Cu é o quinto micronutriente mais acumulado pelo cafeeiro conilon, com um percentual de 2% do total de micronutrientes distribuídos entre os vários órgãos (Figura 17). Uma planta com seis anos de idade acumula 87,85 mg/planta, o que equivale a uma imobilização de 0,20 kg ha<sup>-1</sup> de Cu (Figura 26). Desse total, 37% foram alocados no tronco + ramos ortotrópicos, 25% nas folhas, 18% nas raízes, 18% nos ramos plagiotrópicos e 3% nos frutos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de Cu, considerando toda a planta, aumenta até alcançar 48,06 mg mês<sup>-1</sup>, no 21º mês, diminuindo em seguida (Figura 27) (BRAGANÇA, 2005; BRAGANÇA et al., 2007).

#### 4 AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL

A diagnose nutricional consiste na avaliação do estado nutricional de uma planta tomando-se uma amostra, seja de um tecido vegetal ou do solo, e comparando-a com seu padrão que consiste em uma planta ou solo apresentando todos os nutrientes em concentrações e relações adequadas.

A interpretação do estado nutricional do cafeeiro conilon, com base na análise foliar, pode ser realizada utilizando-se o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), nível crítico e/ou faixa de suficiência.

##### 4.1 DRIS

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) é uma metodologia de interpretação da análise química foliar que, juntamente com outros métodos, serve para avaliar o estado nutricional. O DRIS avalia as interações nutricionais informando a ordem de limitação dos nutrientes tanto por deficiência quanto por excesso, além da intensidade da exigência. Índice DRIS negativo indica que o teor do nutriente está abaixo do desejado e quanto mais negativo for o índice, mais deficiente está o nutriente; similarmente, índice DRIS positivo indica que o teor do nutriente está acima do desejado e quanto mais positivo for o índice, mais excessivo está o nutriente em relação ao normal; e índice DRIS igual a zero indica que o teor do nutriente está no valor ótimo.

O DRIS fornece o Índice de Balanço Nutricional (IBN), que corresponde ao somatório dos valores absolutos dos índices DRIS de cada nutriente, permitindo-se comparar o equilíbrio nutricional global da planta. Quanto menor esse somatório absoluto, menor será o desequilíbrio entre os nutrientes da lavoura amostrada. Uma das principais vantagens do DRIS é o fato de minimizar os efeitos de diluição e de concentração dos nutrientes.

No Espírito Santo, a pesquisa com o DRIS-Conilon iniciou-se em 1986 com o trabalho de Bragança e Venegas (1990), objetivando-se avaliar o estado nutricional do conilon no norte do Estado. Dentro da distribuição espacial do café conilon na região, procedeu-se à estratificação de ambientes levando-se em consideração o relevo e o tipo de solo, obtendo-se, assim, dois grandes ambientes. O primeiro, denominado AMBIENTE I (Barreiras), caracteriza-se por apresentar solos originados de sedimentos de terciário. Nessa região, predomina o Latossolo Amarelo, com relevo variando de plano a suave ondulado. O segundo, denominado AMBIENTE II (Cristalino), é formado principalmente por rochas gnáissicas, cujo relevo varia de ondulado a forte ondulado e montanhoso, predomina o Latossolo Vermelho-Amarelo. Nos dois estratos identificados, foram selecionadas 65 propriedades nos anos agrícolas 86/87, 87/88 e 88/89. Em cada propriedade, foi marcado um talhão com 700 covas, em média, procurando-se manter o máximo de homogeneidade possível para garantir representatividade das amostras. Em cada talhão, foram amostradas 25 plantas, ao acaso, e em cada planta, no período de rápido crescimento dos frutos (setembro a dezembro), foram coletados quatro pares de folhas do terceiro nó, contados a partir do ápice, na parte mediana da planta, nos quatro pontos cardeais. Foram analisadas as concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, B e Cu e avaliada a produtividade de cada talhão. Os dados de produtividade, juntamente com seus respectivos teores foliares de nutrientes, formaram um banco de dados que foi dividido em três grupos: baixa, média e alta produtividade. Foi adotado como grupo de referência lavouras com produtividade superior a 40 sc./ha de café beneficiado. Os resultados obtidos permitiram calcular, numa primeira aproximação, as normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para o conilon (COSTA; BRAGANÇA, 1996).



Posteriormente, com a ampliação do banco de dados por meio de amostragens realizadas nos anos agrícolas 97/98, 98/99 e 99/2000, Costa (2001) ajustou as normas DRIS a partir de lavouras comerciais de café conilon com produtividade acima de 60 sc./ha de café beneficiado (Tabela 4).

**Tabela 4.** Normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, em lavouras de cafeeiro conilon com produtividade superior a 60 sc./ha de café beneficiado para o Estado do Espírito Santo (continua)

Nutriente ou relação	Média	Desvio-padrão	Coeficiente de variação
	adimensional		%
N/P	22,05	4,4191	20,04
N/K	1,77	0,8896	50,23
N/Ca	3,01	1,1581	0,3849
N/Mg	8,87	2,4104	27,17
N/Fe	0,016	0,017	106,55
N/Zn	0,339	0,392	115,37
N/Mn	0,029	0,035	118,40
N/B	0,071	0,038	53,33
N/Cu	0,136	0,079	58,09
P/N	0,047	0,009	18,25
P/K	0,082	0,043	53,03
P/Ca	0,141	0,062	44,23
P/Mg	0,413	0,127	30,85
P/Fe	0,001	0,001	107,76
P/Zn	0,015	0,017	109,36
P/Mn	0,001	0,002	118,23
P/B	0,003	0,002	67,00
P/Cu	0,006	0,004	59,18
K/N	0,637	0,1824	28,59
K/P	13,86	4,1704	30,09
K/Ca	1,986	1,2052	60,69
K/Mg	5,849	2,6123	44,66
K/Fe	0,011	0,012	107,74
K/Zn	0,234	0,3279	139,71
K/Mn	0,021	0,0322	155,14
K/B	0,047	0,0328	70,23
K/Cu	0,086	0,0545	63,16
Ca/N	0,367	0,1042	28,42
Ca/P	8,028	264,04	32,89
Ca/K	0,664	0,4154	62,58
Ca/Mg	3,091	0,7907	25,58
Ca/Fe	0,005	0,0062	110,45
Ca/Zn	0,118	0,1246	105,82
Ca/Mn	0,011	0,0136	126,46
Ca/B	0,024	0,0121	49,47
Ca/Cu	0,050	0,0327	65,15
Mg/N	0,122	0,0385	31,48
Mg/P	2,674	0,9323	34,86

(continuação)

Nutriente ou relação	Média	Desvio-padrão	Coefficiente de variação
	adimensional		%
Mg/K	0,231	0,1951	84,36
Mg/Ca	0,345	0,0942	27,27
Mg/Fe	0,002	0,0026	129,24
Mg/Zn	0,041	0,0484	119,63
Mg/Mn	0,004	0,0045	124,70
Mg/B	0,009	0,0060	70,48
Mg/Cu	0,017	0,0119	70,34
Fe/N	100,87	85,4838	8474
Fe/P	2242,14	2069,88	92,32
Fe/K	182,08	180,87	99,34
Fe/Ca	277,43	206,69	74,50
Fe/Mg	863,66	705,49	81,69
Fe/Zn	27,95	24,7374	88,46
Fe/Mn	2,82	4,3472	154,27
Fe/B	6,63	5,8539	88,18
Fe/Cu	13,94	14,3267	102,76
Zn/N	4,91	4,1603	84,71
Zn/P	108,73	101,95	93,76
Zn/K	9,71	17,831	183,66
Zn/Ca	14,24	12,4886	87,66
Zn/Mg	42,70	38,641	90,49
Zn/Fe	0,07	0,0864	119,44
Zn/Mn	0,14	0,2698	196,45
Zn/B	0,35	0,4792	138,26
Zn/Cu	0,58	0,8352	143,20
Mn/N	65,14	47,4568	72,85
Mn/P	1459,88	1166,00	79,87
Mn/K	120,33	117,39	97,56
Mn/Ca	186,13	137,55	73,90
Mn/Mg	574,49	441,02	76,77
Mn/Fe	0,97	0,9545	98,36
Mn/Zn	19,00	20,5321	108,05
Mn/B	4,54	4,0763	89,85
Mn/Cu	8,28	7,7883	94,02
B/N	16,79	6,1730	36,77
B/P	373,93	164,23	43,92
B/K	30,09	18,776	62,38
B/Ca	47,73	19,506	40,87
B/Mg	146,52	67,20	45,87
B/Fe	0,25	0,323	125,28
B/Zn	5,52	7,123	129,07
B/Mn	0,51	0,695	135,85
B/Cu	231,86	1,782	76,87
Cu/N	137,69	20,258	147,12

(conclusão)

Nutriente ou relação	Média	Desvio-padrão	Coefficiente de variação
	adimensional		%
Cu/P	298,08	434,24	145,68
Cu/K	24,26	37,67	155,31
Cu/Ca	40,68	56,55	139,03
Cu/Mg	123,18	183,44	148,92
Cu/Fe	0,21	0,3203	150,86
Cu/Zn	304,07	2,5135	82,66
Cu/Mn	46,30	1,4182	306,31

Fonte: Costa (2001).

#### 4.2 NÍVEL CRÍTICO E FAIXA DE SUFICIÊNCIA

O nível crítico refere-se à concentração do nutriente na matéria seca da planta, acima da qual é pouco provável resposta à aplicação de nutrientes no solo. Baseia-se na premissa de que existe uma relação direta entre os teores dos nutrientes no tecido das plantas e a sua produção (FONTES, 2001).

Outros autores (ALVAREZ, 1994; MARTINEZ; NEVES; ZABINI, 2003) definem o nível crítico como sendo a concentração do nutriente no tecido da planta, associado a 90% da produtividade. Entretanto, salienta-se que há situações em que 10% de redução não é adequado devido ao valor da cultura em relação ao custo do fertilizante, sendo que a mudança no conceito de redução de 10, 5, 1 ou 0,1%

implica na necessidade de quantidades maiores de fertilizantes, seguindo-se a lei dos rendimentos decrescentes (FONTES, 2001).

No método da faixa de suficiência, a concentração observada na amostra em teste é comparada com faixas de concentrações consideradas adequadas (Tabela 5). A maior desvantagem do nível crítico é sua inabilidade em relacionar adequadamente a variação na concentração de nutrientes com base na matéria seca e a idade da planta, além da impossibilidade em se determinar o grau da deficiência ou do excesso. Em relação ao nível crítico, a adoção de faixas de suficiência melhora a flexibilidade na diagnose (MARTINEZ; NEVES; ZAMBINI, 2003).

**Tabela 5.** Faixas de suficiência e níveis críticos de nutrientes em folhas do cafeeiro conilon

Nutrientes	Faixas de suficiência		Níveis críticos	
	Novais et al. (1994)		Costa e Bragança (1996)	Maia, Moraes e Oliveira (2001)
<b>Macronutrientes (dag kg<sup>-1</sup>)</b>				
N	2,42 - 3,05		3,00	2,77
P	0,09 - 0,15		0,12	0,12
K	1,75 - 2,53		2,10	1,92
Ca	0,98 - 1,60		1,40	1,37
Mg	0,26 - 0,42		0,32	0,30
S	0,21 - 0,27		0,24	0,24
<b>Micronutrientes (mg kg<sup>-1</sup>)</b>				
Fe	54 - 127		131	97,01
Zn	8 - 15		12	10,32
Mn	24 - 80		69	47,50
B	38 - 61		48	40,66
Cu	3 - 18		11	6,89

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde os primeiros trabalhos de pesquisa, realizados por Franz Wilhelm Dafert (IAC), do século passado aos dias atuais, houve avanços significativos na área “Nutrição e Adubação” do cafeeiro, particularmente para o conilon (*C. canephora*), no Estado do Espírito Santo.

No Incaper, a partir de 1985, foram divulgados os primeiros resultados de pesquisas conduzidas no Instituto associando-se a importância da Nutrição Mineral e Orgânica, como um dos “fatores contribuintes” da produção, para o aumento da produtividade e melhoria da qualidade.

“Verificou-se um aumento de 1.037% na produtividade média de cinco colheitas do café conilon, quando comparou-se o tratamento mais produtivo com a testemunha, evidenciando-se que a prática da adubação é indispensável quando se deseja obter altos níveis de produtividade ...”

No entanto, a “linha do tempo” da pesquisa abre-se promissora para a prospecção de novas demandas e informações que possibilitem ajustes ao “sistema de produção”, sempre visando ao desenvolvimento da “cadeia produtiva” com sustentabilidade, equilíbrio e respeito ao meio ambiente.

## 6 REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V., V. H. *Avaliação da fertilidade do solo* (Superfícies de Resposta – Modelos Aproximativos para Expressar a Relação Fator – Resposta). 3 ed., Viçosa: UFV, 1994. 75p. (Boletim, 228).
- BRAGANÇA, J. B. Influência dos micronutrientes cobre e zinco sobre a produtividade do cafeeiro Conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 12, Caxambú-MG, 1985. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/GERCA, p. 129-130. 1985.
- BRAGANÇA, S. M. *Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro Conilon (Coffea canephora Pierre)*. Viçosa, 2005. 99 f. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- BRAGANÇA, S. M.; COSTA, A. N. Avaliação do estado nutricional do café Conilon (*Coffea canephora*) no norte do estado do Espírito Santo, através do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 21, Águas de Lindóia-SP, 1996. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/GERCA, p.104-105. 1996.
- BRAGANÇA, S. M.; VENEGAS, V. H. A. *Avaliação do estado nutricional do café Conilon (Coffea canephora) no norte do estado do Espírito Santo, através do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS)*. Vitória, ES: EMCAPA, Dezembro/1990, 12 p. (Pesquisa em andamento, 57).
- BRAGANÇA, S. M.; VENEGAS, V. H. A.; CARVALHO, C. H. S.; LANI, J. A. Avaliação nutricional do café conilon (*Coffea canephora*) através da análise foliar na região norte do estado do Espírito Santo – MANGANÊS – In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 15, Maringá-PR, 1989. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/GERCA, p.112-114. 1989.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S.; DESSAUNE FILHO, N.; VENEGAS, V. H. A.; LANI, J. A.; FONSECA, A. F. A.; SILVEIRA, J. S. M. Nutrição e adubação do café *Coffea canephora* cv. Conilon, cultivado em Latossolo Amarelo coeso. I. Nitrogênio-fósforo-potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 21, Caxambú-MG, 1995. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/GERCA, p. 111-113. 1995a.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S.; DESSAUNE FILHO, N.; VENEGAS, V.H.A.; LANI, J. A.; FONSECA, A. F. A.; SILVEIRA, J. S. M. Nutrição e adubação do café *Coffea canephora* cv. Conilon, cultivado em Latossolo Amarelo coeso. II. Zinco-Boro-palha de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 21, Caxambú-MG, 1995. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/GERCA, p.110-111. 1995b.
- BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. H. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; SEDIYAMA, C. S.; VENEGAS, V. H. A.; LANI, J. A. Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro conilon. *Revista Ceres*, Viçosa, MG: v. 54, p. 398-404, 2007.
- BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. H. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; SEDIYAMA, C. S.; VENEGAS, V. H. A.; LANI, J. A. Accumulation of macronutrients for the Conilon Coffee Tree. *Journal of Plant Nutrition*, v. 31, p. 103-120, 2008.
- BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. H. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; LANI, J. A.; SEDIYAMA, C. S.; VENEGAS, V. H. A. Acumulação de matéria seca pelo cafeeiro conilon. *Revista Ceres*, v. 57, p. 048-052, 2010.
- BUCHANAN, B. B., GRUISSSEN, W.; JONES, R. L. *Biochemistry and molecular biology of plants*. Rockville, Maryland: American Society of Plant Physiologists. 2000. 1367 p.
- CARVAJAL, J. F. *Cafeto: Cultivo y fertilización*. 2. ed. Instituto Internacional de la Potassa. Berna/Suíza. 1984. 254 p.



- CATANI, R. A.; MORAES, F. R. A. P. Composição química do cafeeiro. *Revista de Agricultura*, v. 33, n. 1, p. 45-52, 1958.
- CATANI, R. A.; PELEGRINO, D.; BERGAMIM FILHO, N.; DA FLÓRIA, N. A.; GRANER, C. A. F. A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelo cafeeiro (*Coffea arabica*) variedade Mundo Novo (B. Rodr.) Choussy aos dez anos de idade. *Anais... Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz*. Piracicaba, v. 22, p. 81-93, 1965.
- CATANI, R. A.; PELEGRINO, D.; BITTENCOURT, V. C.; JACINTO, A.O. GRANER, C. A. F. A concentração e quantidade de micronutrientes e de alumínio no cafeeiro (*Coffea arabica*) variedade Mundo Novo (B. Rodr.) Choussy aos dez anos de idade. *Anais... Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz*. Piracicaba: v. 24, p. 97-106, 1967.
- CHAVES, J. C. D.; SARRUGE, J. R. Alterações nas concentrações de macronutrientes nos frutos e folhas do cafeeiro durante um ciclo produtivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília: v. 9, n. 4, p. 427-32, 1984.
- CIETTO, S.; HAAG, H. P. Nutrição mineral do cafeeiro III. Recrutamento de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí) com dois, três, quatro e cinco anos de idade, nas fases fenológicas de repouso, granação e maturação, vegetando em um Latossolo Amarelo, fase cerrado. *Anais... Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, Piracicaba: v. 46 (parte 2): p. 403-431, 1989
- CIETTO, S.; HAAG, H. P.; DECHEN, A. R. Acumulação de matéria seca e absorção de N, P e K pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí) com dois, três, quatro e cinco anos de idade, nas fases fenológicas de repouso, granação e maturação vegetando em um Latossolo Vermelho Amarelo, fase cerrado. *Anais... Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, Piracicaba, v.48, p.245-68, 1991a.
- CIETTO, S.; HAAG, H. P.; DECHEN, A. R. Absorção de Ca, Mg e S pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí) com dois, três, quatro e cinco anos de idade, nas fases fenológicas de repouso, granação e maturação vegetando em um Latossolo Vermelho Amarelo, fase cerrado. *Anais... Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, Piracicaba: v. 48, p. 223-44, 1991b.
- CORREA, J. B.; GARCIA, A. W. R.; COSTA, P. C. de. Extração de nutrientes pelo cafeeiro Mundo Novo e Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 12, Caxambú/MG, 1985. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC, p. 23-26. 1985.
- COSTA, A. N. da. Método de interpretação e diagnose foliar em café. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Tecnologias de Produção de Café com qualidade*. Viçosa: UFV, p. 617-646. 2001.
- COSTA, A. N.; BRAGANÇA, S. M. Normas de referência para o uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 22, Águas de Lindóia, SP, 1996. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/ Gerca, p. 103-104, 1996.
- FONTES, P. C. R. *Diagnóstico do estado nutricional das plantas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 122p.
- KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. *Physiology of woody plants*. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1996. 411p.
- MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. de; OLIVEIRA, M. de. Nível crítico pelo critério da distribuição normal reduzida: uma nova proposta para interpretação de análise foliar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 5, n.2, p.235-238, 2001.
- MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. YAMADA, T. (Ed.). *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, SP: Potafós, p. 165-274. 1986.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 3.ed San Diego: Academic Press, 2012. 651p.
- MARTINEZ, H. E. P.; NEVES, Y. P.; ZABINI, A. V. Diagnóstico do estado nutricional do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Produção Integrada de café*. Viçosa: UFV, p. 397-441. 2003. Cap. 13.
- MENARD, L. N.; MALAVOLTA, E. Absorção e distribuição do fósforo radioativo no cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. Caturra, K.M.C.). *Boletim da Superintendência dos serviços do Café*, São Paulo: v. 32, n. 366, p. 7-14, 1957.
- NOVAIS, R. F.; WADT, P. G. S.; ALVAREZ V.; V. H.; BARROS, N. F. Levantamento do estado nutricional de cafeeiros do Estado do Espírito Santo com base no método da Chance Matemática. In: XXI REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, Petrolina, PE: p. 182-183. 1994.
- PREZOTTI, L. C.; BRAGANÇA, S. M. Acúmulo de matéria seca, N, P e K em diferentes materiais genéticos de café conilon. *Coffee Science*, v. 8, p. 284-294, 2013.
- RENA, A. B.; CARVALHO, C. H. S. Causas abióticas da seca de ramos e morte de raízes em café. In:

ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Produção Integrada de café*. Viçosa: UFV, p. 197-222. 2003. Cap. 7.

SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S. Deficiência de manganês em café Conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 15, Maringá, PR, 1989. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/Gerca, p. 204-205, 1989.

SILVEIRA, J. S. M. e CARVALHO, C. H. S. Teores foliares de nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio e magnésio em café Conilon irrigado em diferentes épocas em função dos meses. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 22, Águas de Lindóia, SP, 1996. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/GERCA, p. 96-98. 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4. ed Porto Alegre: Artmed. 2009. 719 p.









# Calagem e Adubação do Café Conilon

Luiz Carlos Prezotti, André Guarçoni M., Scheilla Marina Bragança e José Antônio Lani

## 1 INTRODUÇÃO

Os princípios de um programa de correção do solo e adubação para a cultura do cafeeiro conilon não se caracterizam apenas pelas simples práticas de correção e adubação, mas sim por um contexto mais amplo, como um conjunto de procedimentos a serem seguidos de forma ordenada visando ao maior controle de todo o processo. Dessa forma, contribuem para um adequado manejo da cultura, com objetivo de reduzir os custos de produção e aumentar a lucratividade considerando, sempre, a sustentabilidade do sistema produtivo.

Para que esses objetivos sejam alcançados, deve-se, inicialmente, realizar a amostragem do solo para sua análise, uma vez que não há qualquer possibilidade de se proceder à correção e à adubação sem essa informação. O passo seguinte é a interpretação da análise de solo, que consiste em se comparar os teores dos nutrientes presentes no solo com os teores de tabelas específicas para a cultura do café conilon, que apresentam as doses de nutrientes adequadas para o plantio, para o crescimento das plantas e para atingir determinada produção. Conhecendo-se as quantidades de nutrientes necessárias para cada estágio de desenvolvimento da cultura, resta definir o corretivo e os fertilizantes a serem aplicados, sua forma de aplicação e a época mais adequada para isso. Agindo assim, garante-se a qualidade do programa de correção do solo e adubação, o que permite maior taxa de retorno para o investimento.

## 2 AMOSTRAGEM DO SOLO PARA ANÁLISE DE FERTILIDADE

Para que as recomendações de corretivos e

fertilizantes atinjam seu objetivo, ou seja, aumento da produção com adequado aproveitamento de insumos, deve-se conhecer a fertilidade do solo no qual será ou está implantada a cultura visando ao suprimento de nutrientes na quantidade certa para cada estágio de desenvolvimento das plantas.

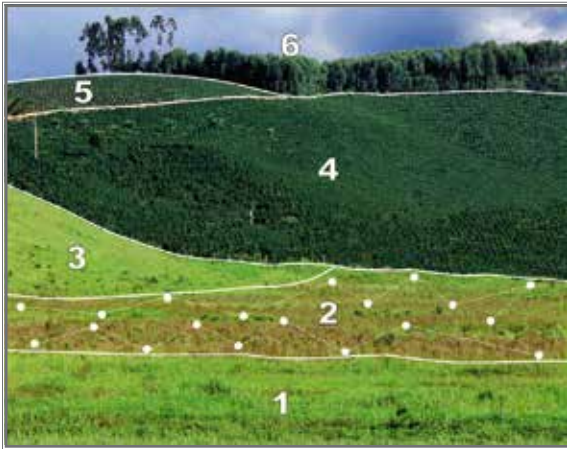
Vale ressaltar que as análises laboratoriais expressam os teores contidos na amostra de solo, sendo esta representativa ou não. Por isso, uma amostragem mal feita pode gerar prejuízos econômicos e ambientais, uma vez que as doses de corretivos e fertilizantes são calculadas com base nos resultados laboratoriais.

### 2.1 COLETA DE AMOSTRAS REPRESENTATIVAS

A uniformidade da área é de extrema importância para a amostragem do solo. Por isso, a área de cultivo deve ser subdividida em glebas ou talhões homogêneos (Unidades de Amostragem), com mesma posição topográfica (topo de morro, meia encosta, baixada, etc.), a mesma vegetação, as mesmas características perceptíveis do solo (cor, textura, condição de drenagem, etc.) e o mesmo histórico de cultivo (cultura atual e anterior, uso de corretivos e fertilizantes etc.). Um exemplo de subdivisão em glebas é mostrado na Figura 1.

Na amostragem de área com a cultura do café já instalada, cada gleba deve apresentar, além das características já mencionadas, plantas de mesma idade e cultivar e o mesmo sistema de manejo ou de produção. Dessa forma, as glebas receberão manejos diferentes, especialmente em relação à correção do solo e à adubação visando ao maior aproveitamento de insumos, ou seja, maior economia.





**Figura 1.** Divisão das glebas para coleta de amostras de solo para análise.

**Fonte:** De Muner et al. (2007).

## 2.2 SISTEMA DE AMOSTRAGEM

Para que a amostragem seja eficiente e econômica, deve-se trabalhar com amostras simples e amostras compostas de solo. As simples são aquelas coletadas de forma individual, em pontos escolhidos ao acaso dentro da gleba. Já as compostas são aquelas formadas pela mistura homogênea das amostras simples coletadas em uma gleba. Portanto, para cada gleba, será formada apenas uma amostra composta, a qual deverá ser enviada ao laboratório de análises de solo.

## 2.3 CUIDADOS NA COLETA

O local onde será coletada a amostra de solo deve ser limpo retirando-se a cobertura vegetal. Porém, deve-se evitar que a camada superficial do solo seja removida. Deve-se, ainda, evitar a coleta de amostras em locais próximos a cupinzeiros, queimadas de restos culturais, formigueiros, cochos de animais, locais utilizados para armazenar fertilizantes e corretivos etc.

Para que o volume de cada amostra simples não seja diferente um do outro, deve-se utilizar o mesmo equipamento de coleta (sonda, trado, pá de corte, cavadeira ou enxadão) para todo um conjunto de amostras. Além disso, a profundidade de amostragem, que geralmente é de 0 a 20 cm, deve ser a mesma para cada grupo de amostras simples que irá formar uma amostra composta.

Para que o conjunto de amostras simples, referente a cada gleba seja bem misturado, deve-se reunir todas as amostras simples em um recipiente limpo, de preferência de plástico. Posteriormente, em uma lona plástica, fazer boa mistura de todo o conjunto, destorroando o solo e deixar secar à sombra. Retirar, aproximadamente, 300 g dessa mistura, colocar em um saco plástico limpo, fazer a identificação e enviar para o laboratório.

## 2.4 IMPLANTAÇÃO DO CAFEZAL

Em cada talhão, as amostras devem ser coletadas em zig-zag, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, de forma a cobrir toda a área da gleba. As amostras de 20 a 40 cm devem ser retiradas no mesmo orifício ou trincheira aberta para a coleta das amostras de 0 a 20 cm. Já é bem estabelecido na literatura que o número de amostras simples de solo depende de seu volume. Quanto maior o volume das amostras simples, menor o número de amostras necessário para formar uma amostra composta. Resultados descritos por Guarçoni M. et al. (2007) indicam a relação aproximada entre o número de amostras simples necessárias e o diâmetro do trado ou largura da fatia coletada com enxadão (Tabela 1).

**Tabela 1.** Número de amostras de solo a serem coletadas, por gleba, na implantação de lavoura de café, de acordo com o diâmetro do trado ou com a largura da fatia retirada com enxadão

Métodos de estimação	Diâmetro do trado ou largura da fatia (cm)					
	12,0	5,5	5,0	4,0	3,5	3,0
Nº de amostras simples	5	10	15	20	30	40

**Fonte:** Guarçoni et al. (2007).

## 2.5 CAFEZAL EM PRODUÇÃO

As amostras, em número indicado na Tabela 1, devem ser retiradas sob a copa dos cafeeiros, onde são aplicados os fertilizantes, na profundidade de 0 a 20 cm, de forma a cobrir toda a área do talhão. Essa amostragem deve ser realizada todos os anos antes da colheita. No entanto, de acordo com o nível tecnológico e com as particularidades de cada região, pode-se realizar a amostragem em outra época ou, ainda, mais de uma por ano respeitando

o período de 45 a 60 dias após a última adubação.

A cada três anos, utilizando-se os mesmos princípios descritos acima, deve-se coletar também amostras simples na profundidade de 20 a 40 cm para se avaliar a dinâmica dos nutrientes no solo e se há necessidade de aplicação de gesso.

### 3 INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DO SOLO

A interpretação da análise de solo é feita utilizando-se tabelas preparadas para cada estágio de desenvolvimento da cultura: plantio, crescimento e produção. Tem como objetivo determinar os teores de nutrientes do solo e sua capacidade de cedê-los para as plantas, separando-os em classes de fertilidade. Caso a quantidade de nutrientes presentes no solo seja insuficiente para satisfazer a exigência das culturas, devem-se aplicar corretivos e/ou fertilizantes. As tabelas de interpretação específicas para o café conilon serão inseridas nos tópicos relativos a cada característica que exerce influência no crescimento e na produção dessa cultura.

### 4 ACIDEZ DO SOLO

A acidez do solo é originada pela remoção dos cátions básicos ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Na^+$ ) do complexo de troca e, conseqüentemente, pela ocupação das cargas negativas por cátions ácidos ( $H^+$  e  $Al^{3+}$ ). Assim, um solo ácido apresenta baixo valor de soma de bases (SB) e elevado valor de  $H+Al$ . A remoção dos cátions básicos pode ocorrer por diversos fatores, como absorção pelas raízes das plantas, lixiviação por ação das águas das chuvas ou irrigação, adubos acidificantes etc. (SOUZA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007).

Quanto mais cultivado um solo, maior será sua acidificação. As raízes mantêm em seu interior um equilíbrio de cargas positivas e negativas. Ao absorver um cátion, as raízes liberam  $H^+$  para a solução do solo, com o objetivo de manter o equilíbrio em seu interior, aumentando, dessa forma, a acidez do solo.

A água da chuva e/ou irrigação, ao passar pelo perfil do solo, lixivia os nutrientes básicos que são substituídos por elementos acidificantes, como o

$H^+$  e  $Al^{3+}$ . Assim, solos formados em locais de alta pluviosidade tendem a ser mais ácidos do que aqueles sob condições áridas.

A adubação, principalmente com adubos nitrogenados, acelera o processo de acidificação do solo. O amônio, quando aplicado ao solo, é convertido em nitrato pelo processo de nitrificação, liberando  $H^+$ .

A presença de  $H^+$  na solução do solo reduz o pH, o que solubiliza o alumínio, passando da forma  $Al(OH)_3$  (inativo) para  $Al^{3+}$  (tóxico). Nas Tabelas 2 e 3, são apresentadas as classes de interpretação para o pH e outras características relacionadas com a acidez do solo.

**Tabela 2.** Classes de interpretação para acidez ativa do solo (pH)

Classificação agrônômica do pH <sup>1/</sup>				
Muito baixa	Baixa	Boa	Alta	Muito alta
< 4,5	4,5 – 5,4	5,5 – 6,0	6,1 – 7,0	> 7,0

Fonte: Prezotti et al. (2007).

<sup>1/</sup>pH em  $H_2O$ , relação 1:2,5, TFSA:  $H_2O$

#### 4.1 ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE CALCÁRIO

O calcário ( $CaCO_3$  e  $MgCO_3$ ) aplicado ao solo, na presença de água, dissocia-se em íons  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , e  $HCO_3^-$ . O íon bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) reage com o  $H^+$ , formando ácido carbônico, que rapidamente se dissocia em água e gás carbônico. A formação de água, a partir do  $H^+$  em solução, é a reação responsável pela elevação do pH do solo (SOUZA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007).

Com a elevação do pH, o íon  $Al^{3+}$  hidrolisa-se, formando  $Al(OH)_3$ , que é um precipitado branco, não tóxico. Com a progressiva queda do pH ao longo do tempo, o  $Al(OH)_3$  é novamente solubilizado, liberando  $Al^{3+}$  para o sistema.

No Estado do Espírito Santo, o método utilizado para a determinação da quantidade de calcário a ser aplicada ao solo (QC) é o da saturação por bases (V). Esse método considera a diferença entre a saturação por bases ideal para a cultura (V2) e a saturação por bases do solo no momento da amostragem (V1). A elevação da saturação por bases só pode ser obtida com o aumento do pH, daí a necessidade da aplicação de calcário para, além disso, fornecer  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ .

$$QC = \frac{T(V_2 - V_1)}{PRNT} \times p$$

Em que:

QC = Quantidade de calcário em t/ha;

T = Capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7 em  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ;

$V_2$  = Saturação por bases ideal para a cultura em %

$V_1$  = Saturação em bases atual do solo em %;

p = Fator de profundidade de incorporação do calcário:

p = 0,5 para aplicação superficial sem incorporação;

p = 1 para incorporação a 20 cm de profundidade;

p = 1,5 para incorporação a 30 cm de profundidade;

PRNT = Poder relativo de neutralização total do calcário a ser empregado.

Para a cultura do café conilon, a saturação por bases ( $V_2$ ) de 60% é indicada para produtividades próximas de 60 sc./ha. Para produtividades maiores, que podem alcançar 150 sc./ha, têm sido utilizadas saturações por bases de 70 a 75%.

Se a calagem for realizada em faixas, deve-se fazer a correção da quantidade de calcário a ser aplicada proporcionalmente à superfície de aplicação.

Exemplos:

- Análise de solo

Argila	P-rem	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	SB	t	T	V
%	mg/L	-----			cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	-----			%
60	9,4	0,8	0,1	0,1	7,8	0,21	1,01	8,01	4,1

- Aplicação de calcário em covas de 40 x 40 x 40 cm (64 dm<sup>3</sup>) e calcário com PRNT de 80%.

$$QC = \frac{T(V_2 - V_1)}{PRNT} \times \frac{\text{Volume da cova em dm}^3}{2}$$

$$\text{Ex: } QC = \frac{8(60 - 10)}{80} \times \frac{64 \text{ dm}^3/2}{2}$$

$$QC = 160 \text{ g/cova de calcário}$$

- Calagem em cobertura em faixas de 1 m em lavouras com 3 m de entrelinhas (área de cobertura = 1/3 da área de 1 ha = 0,33).

$$QC = \frac{T(V_2 - V_1)}{PRNT} \times p \times 0,33$$

$$\text{Ex: } QC = \frac{8(60 - 10)}{80} \times 0,5 \times 0,33$$

$$QC = 0,82 \text{ t/ha de calcário nas faixas de 1 m}$$

$$QC = \frac{T(V_2 - V_1)}{PRNT} \times p \times 0,75$$

$$\text{Ex: } QC = \frac{8(60 - 10)}{80} \times 0,5 \times 0,75$$

$$QC = 1,87 \text{ t/ha de calcário nas faixas}$$

## 4.2 USO RACIONAL DO CALCÁRIO

A calagem, por elevar o pH do solo, aumenta a atividade microbiana, favorecendo a mineralização da Matéria Orgânica (MO) e liberando os nutrientes anteriormente ligados às cadeias carbônicas.

**Tabela 3.** Classes de interpretação de fertilidade do solo para cátions, enxofre (S) e matéria orgânica (MO)

Determinação	Método	Unidade	Baixo	Médio	Alto
Matéria orgânica (MO)	Colorimétrico	dag/kg	< 1,5	1,5 - 3,0	> 3,0
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> )	KCl 1M	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	< 1,5	1,5 - 4,0	> 4,0
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	KCl 1M	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Enxofre (S)	CaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 0,01 M	mg/dm <sup>3</sup>	< 5,0	5,0 - 10	> 10
Soma de bases (SB)	K + Ca + Mg + Na	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	< 2,0	2,0 - 5,0	> 5,0
CTC efetiva (t)	SB + Al	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	< 2,5	2,5 - 6,0	> 6,0
CTC pH 7 (T)	SB + H + Al	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	< 4,5	4,5 - 10	> 10
Saturação por bases (V)	SB/T x 100	%	< 50	50 - 70	> 70
Acidez trocável (Al <sup>3+</sup> )	KCl 1M	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	< 0,3	0,3 - 1,0	> 1,0
Saturação de Alumínio (m)	Al/t x 100	%	< 20	20 - 40	> 40
Acidez potencial (H + Al)	Correlação pH SMP	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	< 2,5	2,5 - 5,0	> 5,0

Fonte: Prezotti et al. (2007).

Esses nutrientes, agora disponíveis, são facilmente absorvidos pelas plantas, desde que a mineralização ocorra próximo às raízes das plantas. Se a aplicação de calcário for realizada em local com pequena concentração de raízes, os nutrientes, liberados pelo processo, poderão ser perdidos por lixiviação. A aplicação de calcário sobre toda a superfície do terreno, na implantação de uma cultura perene ou nas entrelinhas de lavouras em estágio inicial de desenvolvimento, deve ser evitada para que se preserve a MO como “banco de nutrientes”, o qual poderá ser utilizado conforme o desenvolvimento do sistema radicular. Além disso, a manutenção da cobertura morta pode auxiliar na redução da erosão superficial, maior armazenamento de água e tolerância à seca. A calagem em área total só deve ser realizada quando as entrelinhas forem ocupadas com culturas intercalares.

Na implantação da lavoura, o calcário deve ser aplicado na cova ou sulco e em faixas (Figura 2), nas linhas das plantas, sendo tanto mais larga quanto for o desenvolvimento do sistema radicular do cafeeiro.

Em solos arenosos com baixa CTC e baixa capacidade tampão, como nos de tabuleiros costeiros do Estado do Espírito Santo, pequenas quantidades de calcário elevam significativamente o pH, podendo haver, conforme a cultura, carência de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ . Nesse caso, é necessária uma complementação com outras fontes de  $\text{Ca}^{2+}$  e/ou  $\text{Mg}^{2+}$ . Pode ser realizada, também, a aplicação de calcário de maneira localizada, sob a copa das plantas, agindo como fertilizante, e não como corretivo da acidez (PREZOTTI et al., 2007).

Recomenda-se, para a cultura do café conilon, que os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  no solo não devam ser inferiores a 2,5 e 1,0  $\text{cmol}/\text{dm}^3$ , respectivamente.

O tipo de calcário a ser aplicado dependerá da relação Ca:Mg do solo, determinada pela sua análise. A relação exigida pelo café conilon é de 3:1 a 4:1. Em solos em que essa relação está alta (elevado teor de Ca e baixo teor de Mg), o calcário a ser aplicado deverá ser o dolomítico, que possui maior teor de  $\text{Mg}^{2+}$  ou, em situações extremas, até mesmo a aplicação de sulfato de magnésio é justificada. O calcário calcítico deve ser recomendado para solos com baixa relação Ca:Mg, situação muito rara na região produtora de café conilon.

A calagem deve ser feita preferencialmente antes

do plantio, e, em terrenos declivosos ou com culturas perenes já instaladas, a dose de calcário deve ser corrigida pelo fator de profundidade, uma vez que não é possível a incorporação.

O Estado do Espírito Santo é beneficiado pelo grande número de jazidas de calcários de excelente qualidade e de baixo custo devido à proximidade das mineradoras. Por essa razão, o calcário é o corretivo mais utilizado pelos produtores. Outras opções encontradas no Estado são as algas calcárias, que ocorrem na costa marítima, e as escórias de alto forno da indústria siderúrgica. Entretanto, o uso desses materiais deve ser avaliado segundo perspectivas técnicas e econômicas.

#### 4.3 ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE GESSO

O gesso pode ser obtido em depósitos naturais (anidrita, gipsita) ou industrialmente. Neste último caso, ele é considerado como um subproduto da fabricação do superfosfato simples através da acidificação do ácido sulfúrico às apatitas. Deve ser utilizado em solos que apresentam baixos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e/ou elevados teores de  $\text{Al}^{3+}$ , em camadas subsuperficiais. O  $\text{Ca}^{2+}$ , proveniente do gesso, em elevadas concentrações na solução do solo, desloca o  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$  do complexo de troca. Esses cátions reagem com  $\text{SO}_4^{2-}$ , formando  $\text{AlSO}_4^+$ , menos tóxico às plantas, e os pares iônicos neutros:  $\text{K}_2\text{SO}_4^0$ ,  $\text{CaSO}_4^0$  e  $\text{MgSO}_4^0$ . Em razão da neutralidade, esses pares iônicos são deslocados para camadas mais profundas do solo, o que favorece o aprofundamento do sistema radicular, conferindo às plantas maior capacidade de absorção de nutrientes e maior resistência a veranicos (SOUZA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007).

Em solos com baixa CTC, a movimentação de cátions é maior que em um solo com elevada CTC. Assim, a capacidade tampão do solo deve ser considerada na estimativa da quantidade de gesso a ser aplicada, para evitar o risco de movimentação além das camadas exploradas pelo sistema radicular.

Por não possuir carbonato, como o calcário, o gesso não promove alteração do pH, uma vez que não neutraliza o  $\text{H}^+$ . Portanto, o gesso não é um corretivo, mas um condicionador do solo.

A necessidade de gesso deve ser baseada na análise do solo da camada de 20 a 40 cm de



profundidade. Por ser mais exigente em  $\text{Ca}^{2+}$  e menos tolerante ao  $\text{Al}^{3+}$  presente no solo, do que o café arábica (GUARÇONI, M.; PREZOTTI, 2009), deve-se recomendar a aplicação de gesso quando o teor de  $\text{Ca}^{2+}$  no solo for igual ou inferior a  $0,4 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$  e/ou quando o teor de  $\text{Al}^{3+}$  for maior ou igual a  $0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$  de  $\text{Al}^{3+}$  e/ou a saturação de Al (m) for superior a 30% (ALVAREZ, 1999).

A quantidade de gesso (QG) a ser aplicada deve ser 30% da quantidade de calcário (QC) recomendada para a camada de 20 a 40 cm (PREZOTTI et al., 2007).

$$\text{QG} = 0,3 \text{ QC}$$

A utilização de gesso não altera a quantidade de calcário. Deve ser usado de forma complementar ao calcário, podendo ser aplicado junto ou após a calagem.



**Figura 2.** Calagem em faixas no início de formação do cafezal.

**Foto:** Augusto Barraque.

## 5 PARTICULARIDADES DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

O nitrogênio (N) é o elemento mais limitante para o café conilon. Isso ocorre em razão da sua elevada demanda e à sua suscetibilidade a perdas por volatilização, principalmente na forma de amônia ( $\text{NH}_3$ ), e lixiviação, na forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) (BRAGANÇA, 2005).

O fertilizante nitrogenado que mais proporciona perdas por volatilização é a uréia, especialmente se aplicada na superfície do solo, sem incorporação. Ela deve ser aplicada em solo úmido e assim deve ser mantido para que as plantas tenham maior eficiência de absorção. Caso a solo seque após a

aplicação da uréia, as perdas podem ser superiores a 50%. Se aplicada em período chuvoso ou sob irrigação, essas perdas podem reduzir-se valores inferiores a 10%. As perdas proporcionadas pelo sulfato de amônio são inferiores às da uréia. As perdas geralmente não ultrapassam a faixa de 5 a 10% (CANTARELLA, 2007).

Para reduzir as perdas e proporcionar maior tempo de disponibilização de N para as plantas, este deve ser aplicado de forma parcelada. Em culturas perenes esse parcelamento deve ser de, no mínimo, três aplicações anuais em períodos de maior demanda das plantas.

Após a adubação nitrogenada com adubos amoniacais, ocorre o processo da nitrificação, que é a passagem do amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) para nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Com isso ocorre a liberação de  $\text{H}^+$ , que provoca a acidificação do solo. Culturas que recebem essa adubação de forma localizada, como o café e outras culturas perenes, podem ter o solo do local de adubação mais ácido que os locais onde não recebem o fertilizante, necessitando, assim, de aplicações mais frequentes de calcário e de forma localizada, nos locais de aplicação do fertilizante.

Deve-se evitar a adubação nitrogenada logo após a calagem, principalmente em situações em que o calcário é aplicado na superfície do solo, sem incorporação, pois quanto maior o pH do solo, maiores são as perdas de N por volatilização de amônia ( $\text{NH}_3$ ). Nesse caso, recomenda-se que a calagem seja feita entre um a dois meses antes do início das adubações, de acordo com o regime pluviométrico.

## 6 PARTICULARIDADES DA ADUBAÇÃO FOSFATADA

A eficiência de absorção de fósforo (P) pelo cafeeiro conilon será tanto maior quanto maior for a exploração do solo pelo seu sistema radicular. Portanto, o cafeeiro, no início de seu desenvolvimento, exige elevados teores de P disponível, uma vez que seu sistema radicular ainda é incipiente. Daí a necessidade de aplicação de P solúvel na cova ou sulco para o crescimento inicial. Com o avanço da idade, as raízes passam a explorar maior volume de solo, aumentando sua capacidade de absorção de P e diminuindo seu

nível de exigência (NOVAIS; SMYTH, 1999).

A eficiência de absorção de P pelo cafeeiro depende também da quantidade e da qualidade das argilas do solo, pois o P em contato com os oxidróxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al) e com argilas silicatadas sofre rápida sorção, o que reduz sua disponibilidade para as plantas. De modo geral, a maior adsorção de P ocorre em solos tropicais mais intemperizados e, de modo particular, nos mais argilosos. A adsorção ocorre por meio de uma atração eletrostática inicial e posterior troca de ligantes. Essa ligação é covalente (elevada energia de ligação), ao contrário do  $\text{NO}_3$  ou do cloro (Cl), que são adsorvidos por atração eletrostática, com reduzida energia de ligação (SANYAL; Da DATTA, 1991).

Portanto, quanto maior o volume de solo em contato com o fertilizante fosfatado aplicado, menor a disponibilidade de P para a planta devido à maior sorção de P pelo solo.

A fosfatagem corretiva em solos argilosos desse modo é questionável, pois estes podem sorver até 5.000 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ou 20 t/ha de superfosfato simples. A solução seria minimizar o contato da fonte de P com o solo pela aplicação localizada e pela granulação do fertilizante (NOVAIS; SMYTH, 1999). Outra opção seria a aplicação de silicatos de cálcio, onde o ânion silicato competiria pelo sítio de adsorção com o ânion fosfato.

A eficiência de absorção de P pelo cafeeiro aumenta quando os adubos fosfatados são aplicados após a calagem, na forma granulada e de modo localizado, em filete, em volta da planta.

As fontes mais eficientes de P para as plantas são as solúveis, como o superfosfato simples, o superfosfato triplo e os fosfatos de amônio.

Os fosfatos naturais reativos (arad, atifós, norte carolina, marrocos, daoui, gafsa etc.) possuem origem sedimentar, com estrutura pouco consolidada, apresentando de 28 a 30% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  total e de 10 a 12% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  solúvel em ácido cítrico. Apresentam eficiência de 60 a 70%, quando comparados aos fosfatos solúveis (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Ainda segundo esses autores, os fosfatos naturais brasileiros (abaeté, araxá, alvorada, catalão, patos, tapira etc.) são, na sua maioria, de origem ígnea, com estrutura cristalina compacta, apresentando

de 28 a 30% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  total e de 4 a 5% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  solúvel em ácido cítrico. Apresentam baixa eficiência (< 30%) por serem muito pouco reativos.

### 6.1 FÓSFORO REMANESCENTE (P-rem)

A taxa de recuperação de P pelas plantas varia amplamente com a quantidade e a qualidade das argilas do solo. Assim, para a recomendação da dose mais adequada de P a ser aplicada, é necessário o conhecimento da capacidade de retenção pelo solo do P aplicado como fertilizante. Além da análise textural, que determina a porcentagem de areia, silte e argila no solo, pode ser utilizado o método do fósforo remanescente (P-rem), que consiste em agitar 10  $\text{cm}^3$  de solo com uma solução na concentração de 60 mg/L de P (COMISSÃO..., 1999). Quanto menor for a concentração final de P da solução, maior é a capacidade de sorção do solo. Além da capacidade de fixar P pelo solo, o P-rem também é utilizado para avaliar a capacidade de fixação de zinco (Zn) e enxofre (S).

## 7 PARTICULARIDADES DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Em solo arenosos, com baixa CTC, as chuvas e irrigações excessivas podem promover a lixiviação de potássio (K) e fazer com que o seu teor decresça com maior rapidez, quando comparados aos solos argilosos. Nesse caso, é fundamental que seja realizado maior parcelamento das adubações para assegurar uma concentração adequada durante o ciclo da cultura.

Os fertilizantes potássicos possuem elevado poder de salinização. Na implantação de lavouras não irrigadas, a utilização de fertilizantes potássicos nas covas ou sulcos de plantio promove a elevação da pressão osmótica no solo, o que dificulta a absorção de água pelas plantas. Com isso, há elevada incidência de mortalidade de mudas em períodos de estiagem. Nesses casos, é recomendável a aplicação do K somente em cobertura, de maneira parcelada, após o pegamento das mudas.

Em solos com teores acima de 200  $\text{mg/dm}^3$  de K, deve-se ter atenção especial com a adubação potássica, principalmente se esses solos apresentarem baixos teores de MO.

Em solos orgânicos ou sob manejo orgânico, as análises geralmente indicam elevados teores de K, que podem variar de 200 a 500 mg/dm<sup>3</sup>. Entretanto, na maioria dos casos, esses teores não causam efeito depressivo no crescimento das plantas. Provavelmente a MO atue minimizando o efeito salino do K, evitando, assim, possíveis danos às plantas. Não há, entretanto, informações científicas que permitam a determinação das classes de fertilidade que indiquem a disponibilidade de K desses solos, sendo necessários, para isso, estudos de calibração que determinem os níveis críticos de K para as plantas em função do teor de MO do solo.

## 8 PARTICULARIDADES DA ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES

A capacidade do solo em disponibilizar os micronutrientes Zn, Cu, B, Fe e Mn\* para as plantas depende principalmente do pH, sendo que a maioria deles apresenta maior solubilidade em meio ácido. No cafeeiro, sintomas visuais de deficiência de Zn, Cu, Fe e Mn são observados, geralmente, em solos em que a calagem elevou o pH acima de 6,0. A disponibilidade de B é maior entre pH 5,0 e 7,0, diminuindo abaixo e acima dessa faixa. A disponibilidade de MO é maior em pH elevado. O Zn e o Cu sofrem forte adsorção em solos argilosos, sendo frequentes os sintomas de deficiência de plantas nesse tipo de solo. O B e o Cl são muito móveis, sendo facilmente perdidos por lixiviação. Em condição de solo inundado, há um forte aumento da disponibilidade de Fe e Mn, muitas vezes causando toxidez às plantas. Elevado teor de P no solo reduz significativamente a absorção de Zn, podendo causar sintomas de deficiência, principalmente em períodos chuvosos, em razão da maior solubilidade do P (ABREU; LOPES; SANTOS, 2007). Em épocas secas, são comuns sintomas de deficiência de micronutrientes, especialmente de B, em razão da redução da mineralização da MO do solo e do seu transporte para a superfície das raízes. A recomendação de adubação com micronutrientes com base na análise de solo ainda é incipiente, sendo necessários trabalhos de calibração para determinação dos níveis críticos. Entretanto, é uma ferramenta que, juntamente com a análise foliar, serve como indicador para

estimativa do estado nutricional das plantas.

Para evitar as reações de insolubilização, lixiviação e toxidez de micronutrientes, quando aplicados ao solo, podem ser utilizadas as “fritas”, também chamadas de FTE (*Fritted Trace Elements*), que são formadas por fusão de micronutrientes com silicatos ou vidro e posterior moagem. É uma fonte mais indicada para a manutenção da disponibilidade de micronutrientes do que propriamente para a correção de deficiências severas. Neste último caso, recomendam-se pulverizações foliares para correção imediata das deficiências, e a aplicação do FTE no solo para a continuidade do fornecimento.

Em razão da elevada exigência em nutrientes no período de frutificação, as plantas podem apresentar seca e morte de ponteiros, e em períodos de elevada produção, pode ocorrer a morte da planta por esgotamento das reservas. Para evitar isso, as aplicações complementares devem ser efetuadas nos períodos de maior exigência de nutrientes, como na pré-florada, na fase de chumbinho e na fase de granação. A Tabela 4 mostra as classes de interpretação para os micronutrientes mais requeridos pela cultura do café conilon.

**Tabela 4.** Classes de interpretação para micronutrientes disponíveis no solo

Determinação	Método	Unidade	Baixo	Médio	Alto
Boro (B)	Água quente	mg/dm <sup>3</sup>	< 0,2	0,2 - 0,6	> 0,6
Zinco (Zn)	Mehlich - 1	mg/dm <sup>3</sup>	< 2,0	2,0 - 6,0	> 6,0
Cobre (Cu)	Mehlich - 1	mg/dm <sup>3</sup>	< 0,5	0,5 - 1,5	> 1,5
Ferro (Fe)	Mehlich - 1	mg/dm <sup>3</sup>	< 20	20 - 30	> 30
Manganês (Mn)	Mehlich - 1	mg/dm <sup>3</sup>	< 5,0	5,0 - 15	> 15

Fonte: Prezotti et al. (2007).

## 9 ADUBAÇÃO

### 9.1 ADUBAÇÃO DE PLANTIO

No estágio inicial de desenvolvimento, devido ao seu reduzido sistema radicular, o cafeeiro conilon, assim como a de qualquer cultura perene na fase de muda, necessita de elevados teores de P disponível no solo. Os dados apresentados a seguir (Tabelas 5 e 6) foram obtidos em Prezotti et al. (2007).

\* Cobre (Cu); Boro (B); Manganês (Mn).

**Tabela 5.** Adubação fosfatada do cafeeiro conilon para diferentes sistemas de plantio

Sistema de plantio	P-rem	Teor de P no solo (mg/dm <sup>3</sup> )		
		Baixo	Médio	Alto
	< 20	< 10	10 - 20	> 20
	20 - 40	< 20	20 - 50	> 50
	> 40	< 30	30 - 60	> 60
--- g de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> por cova ou metro linear de sulco ---				
Cova de 40 x 40 x 40		50	40	30
Sulco		80	60	40

Além do calcário e do P, em solos que apresentam teores inferiores a 0,6 mg/dm<sup>3</sup> de boro e 6 mg/dm<sup>3</sup> de zinco, recomenda-se aplicar 2,5 g de Zn e 1 g de B. Em regiões de solos de “tabuleiros”, aplicar 2 g de Mn e 1 g de Fe. Essas doses são estimadas para um volume de solo de 64 dm<sup>3</sup>. Para plantio em sulcos ou covas com volume diferente de 64 dm<sup>3</sup>, corrigir as doses proporcionalmente.

Havendo disponibilidade, aplicar 10 L de esterco de curral ou 3 L de esterco de galinha, no entanto, nesse caso, a dose de P pode ser reduzida em 20%.

Após o pegamento das mudas, aplicar em cobertura três parcelas de 7 g de N e 15 g de K<sub>2</sub>O por planta, espaçadas de um mês. Em solos com teor de K superior a 80 mg/dm<sup>3</sup> de K, reduzir a dose de K<sub>2</sub>O para 5 g. Para essas adubações de cobertura, pode-se utilizar um formulado como o 20-00-20, quando o teor de K do solo for inferior a 80 mg/dm<sup>3</sup>. Em casos em que o solo apresentar teor de K superior a 80 mg/dm<sup>3</sup>, utilizar o formulado 20-00-10. Nesse caso, aplicar três parcelas de 35 g, espaçadas de um mês.

## 9.2 ADUBAÇÃO DE FORMAÇÃO

Na Tabela 6, são explicitadas as adubações nitrogenada e potássica para formação do cafeeiro conilon.

**Tabela 6.** Adubação nitrogenada e potássica para formação do cafeeiro conilon

Idade	Dose de N g de N/Planta/ aplicação	Teor de K no solo (mg/dm <sup>3</sup> )			
		< 60	60 - 120	120 - 200	> 200
----- g de K <sub>2</sub> O/planta/aplicação <sup>1/</sup> -----					
1 ano	15	30	20	10	0
2 anos	30	40	30	20	0

<sup>1/</sup>Três aplicações durante o período chuvoso.

Caso as plantas iniciem a produção antes dos dois anos, adotar a adubação de produção.

## 9.3 ADUBAÇÃO DE PRODUÇÃO

Na fase de produção, as quantidades de nutrientes devem ser aplicadas levando-se em consideração a produtividade esperada da lavoura e os teores de nutrientes no solo. As quantidades de N-P-K sugeridas nas Tabelas 7 e 8 foram ajustadas levando-se em consideração os dados de acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon, apresentados por Bragança (2005).

**Tabela 7.** Adubação nitrogenada e potássica para o cafeeiro conilon em função da produtividade esperada e do teor de potássio (K) no solo

Produtividade	Dose de N	Teor de K no solo (mg/dm <sup>3</sup> )			
		< 60	60 - 120	120 - 200	> 200
Média					
(sc./ha)	kg/ha/ano de N <sup>1/</sup>	kg/ha /ano de K <sub>2</sub> O <sup>1/</sup>			
< 20	200	170	100	30	0
21 - 30	260	230	160	90	0
31 - 50	320	290	220	150	0
51 - 70	380	350	280	210	80
71 - 100	440	410	340	270	140
101 - 130	500	470	400	330	200
131 - 170	560	530	460	390	260
> 170	620	600	520	450	320

<sup>1/</sup>As doses devem ser divididas em, no mínimo, três parcelas e aplicadas durante o período chuvoso (floração, chumbinho e granação).

**Tabela 8.** Adubação fosfatada para o cafeeiro conilon em razão da produtividade esperada e do teor de fósforo (P) no solo

P-rem (mg/L)	Classe Textural	Teor de P no solo (mg/dm <sup>3</sup> )			
		Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
< 20	Argilosa	< 3	3 - 6	7 - 10	> 10
20 - 40	Média	< 5	5 - 10	11 - 20	> 20
> 40	Arenosa	< 10	10 - 20	21 - 30	> 30
Produtividade sc./ha	Dose de P <sup>1/</sup>				
	kg/ha/ano de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
< 20		30	20	0	0
21 - 30		45	35	0	0
31 - 50		60	45	0	0
51 - 70		75	60	20	0
71 - 100		90	75	35	0
101 - 130		105	90	50	20
131 - 170		120	105	65	40
> 170		140	120	80	60

<sup>1/</sup>O adubo fosfatado pode ser aplicado em dose única, junto com a primeira parcela de N e K (floração).



## 9.4 ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES

### 9.4.1 Aplicação via solo

O fornecimento de micronutrientes via solo deve ser realizado no início do florescimento, conforme Tabela 9.

**Tabela 9.** Adubação com micronutrientes em função dos teores no solo para o café conilon em produção

Nutriente	Teor no Solo (mg/dm <sup>3</sup> )	Dose (kg/ha)
Zinco (Zn) <sup>1/</sup>	< 2,0	3
	2,0 - 6,0	2
	> 6,0	0
Boro (B) <sup>2/</sup>	< 0,2	2
	0,2 - 0,6	1
	> 0,6	0
Cobre (Cu) <sup>1/</sup>	< 0,5	3
	0,5 - 1,5	2
	> 1,5	0
Manganês (Mn) <sup>1/</sup>	< 5,0	15
	5,0 - 15,0	10
	> 15,0	0

**Fonte:** Prezotti (2007).

<sup>1/</sup>Extrator Mehlich-1; <sup>2/</sup> Extrator água quente.

### 9.4.2 Aplicação via foliar

O fornecimento de Zn, B e Cu via foliar pode ser feito pela aplicação de calda contendo sais nas seguintes concentrações:

sulfato de zinco – 0,3%;

ácido bórico – 0,3%;

sulfato de cobre – 0,3%;

cloreto de potássio – 0,3%.

O cloreto de potássio é adicionado com o objetivo de aumentar a absorção de Zn.

Para a correção da deficiência de outros micronutrientes, são utilizados sais nas seguintes concentrações:

manganês: sulfato manganoso – 0,3%;

ferro: sulfato ferroso – 0,3% (no período de maio a agosto reduzir para 0,2%);

molibdênio: molibdato de sódio ou amônio – 0,1%.

## 10 LOCALIZAÇÃO DOS ADUBOS

A maior parte do volume do sistema radicular do cafeeiro encontra-se sob a copa. Quando os fertilizantes são aplicados nessa região (sob a copa), as plantas apresentam maior eficiência de absorção de nutrientes em razão de menores perdas tanto por lixiviação quanto volatilização, principalmente de nitrogênio.

## 11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da demanda de nutrientes pelas novas cultivares de café conilon, em razão das altas produtividades e da elevação dos preços dos fertilizantes, tem feito com que seja cada vez maior a busca de informações, pelos agricultores, sobre as ferramentas para a avaliação da fertilidade do solo e para o diagnóstico do estado nutricional da cultura. Além disso, os métodos e a época de aplicação dos corretivos e fertilizantes também têm sido práticas que vêm sendo aprimoradas e seguidas com critério pelos cafeicultores.

Assim, as informações contidas neste capítulo têm por objetivo contribuir para ampliar o conhecimento dos técnicos e cafeicultores, visando à utilização racional dos insumos e ao aumento da competitividade da cafeicultura brasileira.

## 12 REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 645-736. 2007.
- ALVAREZ, V. V. H.; DIAS, L. E.; RIBEIRO, A. C.; SOUZA, R. B. Uso do gesso agrícola. In: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação*. Viçosa, MG: p. 68-78, 1999.
- BRAGANÇA, S. M. *Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (Coffea canephora Pierre)*. 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG: 2005.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. *Fertilidade do solo*. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo,

2007, p. 203-274.

COMISSÃO de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação*. Viçosa-MG: UFV, 1999. 359 p.

De MUNER, L. H.; LANI, J. A.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S.; DARÉ, J. C. *Calagem: saiba fazer e colha muitos lucros*. Vitória, ES: Incaper, 2007. (Documentos nº 103).

GUARÇONI M., A.; ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; CANTARUTTI, R. B.; LEITE, H. G.; FREIRE, F. M. Diâmetro de trado necessário à coleta de amostras num cambissolo sob plantio direto ou sob plantio convencional antes ou depois da aração. *Revista Brasileira Ciências do Solo*, 31:947-959, 2007.

GUARÇONI M., A.; PREZOTTI, L. C. Fertilização do café conilon. In: ZAMBOLIM, L. (Org.). *Tecnologias para produção do café conilon*. Viçosa, MG: UFV, v. 1, p. 249-294. 2009.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. *Fósforo em solo e planta em condições tropicais* - Viçosa, MG: UFV, DPS, 1999. 399 p.

SOUZA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 203-274. 2007.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. *Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo - 5ª aproximação*. Vitória, ES: SEEA/Incaper/Cedagro, 2007. 305 p.

SANYAL, S. K.; De DATTA, S. K. Chemistry of phosphorus transformations in soil. *Advances in Soil Science*, 16:1-120, 1991.









# Irrigação e Manejo da Água no Café Conilon

José Geraldo Ferreira da Silva e Edvaldo Fialho dos Reis

## 1 INTRODUÇÃO

A prática da irrigação tem sido uma importante estratégia para otimizar a produção mundial de alimentos, por gerar desenvolvimento sustentável no campo, com empregos e renda de forma estável. Mantovani, Bernardo e Palaretti (2013) ressaltam a importância da técnica da irrigação ao mencionarem que 17% da área cultivada para produção de alimentos é irrigada, a qual é responsável por 40% da produção de alimentos. Ainda, segundo os mesmos autores, estimativas indicam que 5% das áreas cultivadas no Brasil são irrigadas, as quais respondem por 16% da produção de alimentos e por 35% do valor econômico da produção.

No passado, a utilização da irrigação era uma técnica de aplicação de água que visava, principalmente, à luta contra a seca. Hoje, a irrigação, no foco do agronegócio, insere-se em um conceito mais amplo de agricultura irrigada, sendo uma estratégia para aumento da produção, da produtividade e da rentabilidade na propriedade agrícola, de forma sustentável, preservando o meio ambiente e criando condições para manutenção do homem no campo através da geração de empregos permanentes e estáveis.

Nos últimos anos, no Brasil, a cafeicultura tem se expandido para zonas com restrição hídrica. Por essa razão, o uso da prática de irrigação em cafezais tem crescido muito na última década. Esse crescimento tem sido reforçado também pela variabilidade climática observada nas regiões cafeeiras e, ainda, em razão de certas mudanças nas temperaturas e distribuições pluviais, que torna o clima mais seco em regiões que, anteriormente, não apresentavam

problemas significativos de suprimento de água para o cafeeiro.

A água de irrigação é um novo insumo para a cafeicultura brasileira, atualmente sob constante discussão devido a uma demanda cada vez maior e desafiadora em quantidade e qualidade, condicionada a questões sociais, políticas, ambientais e econômicas. Seu uso racional pode proporcionar um salto na produtividade em pequenas, médias e grandes explorações cafeeiras por favorecer a disponibilização dos nutrientes existentes no solo e até por conduzir fertilizantes e defensivos necessários à lavoura.

O teor de umidade do solo influencia diversos processos fisiológicos da planta, considerando-se seu efeito direto sobre o crescimento e indireto na absorção dos nutrientes existentes na solução do solo. O cafeeiro, assim como as demais culturas agrícolas, necessita de água facilmente disponível no solo em sua fase vegetativa para promover o crescimento de ramos laterais ou plagiotrópicos, e em sua fase reprodutiva (floração, expansão e granação dos frutos) para se desenvolver e se produzir satisfatoriamente.

A irrigação é uma técnica tão significativa para o cafeeiro que já permite situá-lo entre as principais culturas irrigadas do Brasil. Levantamentos preliminares indicam que 10% das áreas cultivadas com café no país são irrigadas, concentradas, principalmente, no norte do Espírito Santo, no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, em Minas Gerais, e no oeste da Bahia (FERNANDES, 2011).

Segundo Martins et al. (2007), a cafeicultura brasileira irrigada representa cerca de 200 mil



hectares, distribuídos, principalmente, nos Estados do Espírito Santo (60 a 65%), Minas Gerais (20 a 25%) e Bahia (10 a 15%). Apesar de ocorrer a concentração de projetos de irrigação em regiões onde há restrições hídricas por um período prolongado, vale destacar que existe um número considerável de projetos sendo implantado em áreas tradicionais de cafeicultura, o que permite a obtenção de maiores produtividades e melhor qualidade final do produto (MANTOVANI, 2001a).

No Estado do Espírito Santo, mais de 50% de área irrigada refere-se ao café conilon, que é cultivado nas regiões mais quentes, onde predomina um período com poucas chuvas de abril a setembro. Apesar do começo do período chuvoso acontecer, em média, no mês de outubro, a irregularidade deste início de chuvas tem aumentado os riscos de fortes quedas na produtividade do cafeeiro em áreas cultivadas do Estado.

O uso da irrigação na cultura do café é uma tecnologia que vem se mostrando viável e indispensável ao longo dos tempos, principalmente em regiões onde a distribuição das chuvas tem causado *deficit* de moderado a severo que ocorre no período do abotoamento floral à granação. Isso ocorre, por exemplo, nas regiões norte e noroeste do Estado do Espírito Santo, onde normalmente as chuvas se concentram nos meses de outubro a março.

Considerando, ainda, que os processos de colheita e de poda provocam a remoção de grande número de folhas, ocorrendo juntamente com o início do período seco no Estado do Espírito Santo, as plantas não conseguem, através de novas brotações, recuperar as folhas perdidas em tempo hábil para garantir uma boa florada, devido ao estresse que se estabelece. Assim, torna-se essencial, nessa época do ano, o uso da irrigação para fornecer água às plantas para que possam se restabelecerem.

## 2 NECESSIDADES HÍDRICAS DO CAFEIRO CONILON

Apesar de o Brasil ser um dos maiores produtores mundiais de café conilon, ainda existem poucos estudos relacionados à irrigação desse cafeeiro. Assim, muitas das informações recomendadas para o café arábica estão sendo utilizadas na cafeicultura do conilon.

Matiello (1991) salienta que a deficiência hídrica é prejudicial ao cafeeiro, principalmente no período da frutificação, quando a irrigação passa a ser necessária, e Camargo (1989) corrobora a afirmativa de que deficiência hídrica acentuada na fase de granação gera frutos mal granados, que chegam até mesmo ao chochamento. Assim, a irrigação, nessas condições, traz resultados satisfatórios, garantido a produtividade da lavoura.

Pezzopane et al. (2010), ao analisarem o risco climático para a cultura do cafeeiro conilon no Espírito Santo, verificaram que, ele é elevado, quando se considera o aspecto hídrico. Segundo os mesmos autores, 38% do Estado apresentam elevados riscos climáticos nas fases do florescimento, granação e crescimento vegetativo. Considerando as fases de florescimento e granação, existem 20% de área com risco climático. Além disso, os autores verificaram também que existem 17% das áreas com risco climático, se considerar apenas a fase do florescimento. Assim, confirma-se a necessidade do uso de irrigação para garantia de uma boa safra.

Atentos a esses riscos climáticos, a pesquisa vem buscando materiais genéticos que proporcionam respostas significativas em produtividade quando irrigados, assim como materiais genéticos mais tolerantes ao *deficit* hídrico apresentando pouca resposta à irrigação. Normalmente, esses materiais respondem menos à irrigação e, obviamente, os mais sensíveis respondem mais. Em observações de campo<sup>1</sup>, comparando materiais genéticos em condições irrigadas e não irrigadas, verifica-se que as respostas podem variar de 20 a 260% em ganho na produtividade mantendo-se o mesmo sistema de produção.

Em anos em que as chuvas ocorrem de forma bem distribuída, verifica-se que a lavoura não apresenta ganhos significativos na produtividade quando se compara a irrigada com uma não irrigada, ou seja, não responde significativamente à irrigação. Mas, Santinato, Fernandes, A. e Fernandes, D. (1996) estimam que, na ausência da prática da irrigação, em áreas onde o *deficit* hídrico chega a comprometer a produção, o país deixaria de produzir cerca de 2 milhões a 2,5 milhões de sacas beneficiadas por ano.

<sup>1</sup>Dados observados pelo autor, não publicados.

É importante ressaltar que novas variedades de café conilon estão sendo desenvolvidas procurando-se uma maior tolerância ao *deficit* hídrico no solo. Isso passa a ser de grande importância, uma vez que, assim, apenas uma irrigação suplementar nos períodos mais críticos do ano traz respostas significativas à produtividade. É bom lembrar que, para uma planta obter altos índices de produtividade, é necessário que tenha uma área foliar suficiente para tal, além, é claro, de outros fatores, tais como: condições meteorológicas favoráveis, nutrientes no solo, controle de pragas, doenças e plantas daninhas, poda, entre outros.

Considerando que o cafeeiro conilon é mais tolerante ao *deficit* hídrico que o arábica e que se tem procurado selecionar plantas cada vez mais tolerantes, os conceitos da irrigação nessa cultura passam a ser um pouco diferentes, pois se pode trabalhar com a concepção de irrigação deficitária e não total. O maior problema está na questão de como deve ser esse manejo. É preciso estabelecer até que ponto a planta pode sofrer com o *deficit* hídrico sem, contudo, perder em produtividade, principalmente quando se considera também as questões econômicas e ambientais.

Apesar dessa tolerância, tem-se observado que as lavouras irrigadas produzem consideravelmente mais do que as lavouras não irrigadas, principalmente naqueles anos em que as chuvas ocorrem de forma mal distribuída. Conforme salienta Partelli (2015), a irrigação, entre outros fatores tecnológicos, tem contribuído para o aumento da produtividade das lavouras de conilon no Estado do Espírito Santo.

Deve-se lembrar que, devido à diversidade de materiais genéticos do cafeeiro, o vigor da lavoura e as respostas à suplementação hídrica por meio da irrigação podem ser bem diferenciadas. Existem materiais genéticos que proporcionam respostas significativas à irrigação, mas outros apresentam resultados pouco relevantes.

Assim, ao pensar em irrigar uma lavoura, primeiro deve-se avaliar o seu potencial produtivo antes de qualquer decisão, pois a irrigação sozinha não resolve o problema de produtividade; é apenas uma das tecnologias fundamentais do processo produtivo. A irrigação é importante, principalmente para a manutenção da produtividade ao longo

dos anos. Essa é a consciência da maioria dos produtores capixabas, uma vez que boa parte do parque cafeeiro do Estado do Espírito Santo é irrigado. Mas, em relação ao manejo, não existe o entendimento de que um bom manejo da irrigação pode contribuir para o aumento da produtividade, redução de custos de produção, além de contribuir para a redução de impactos sobre o meio ambiente.

Isso pode ser comprovado analisando-se o mapa do zoneamento agroecológico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo (DADALTO; BARBOSA, 1997), no qual se verifica que toda a área possível de produção de café robusta é sujeita a algum *deficit* hídrico, que pode variar de 50 a 550 mm/ano. Assim, pode-se afirmar que a região produtora de café robusta do Estado tem alguma limitação de produtividade devido ao *deficit* hídrico, podendo, nesses casos, ser necessário o emprego da técnica da irrigação.

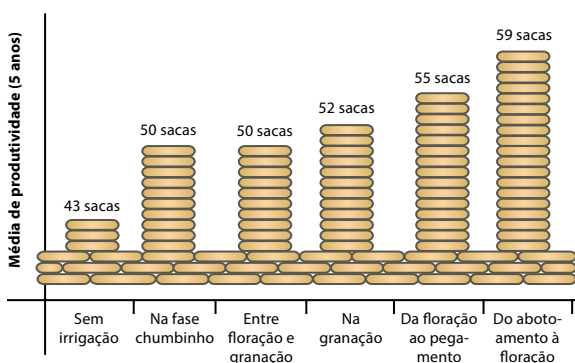
Santinato, Fernandes, A. e Fernandes, D. (1996), ao discutirem aptidão hídrica do cafeeiro robusta, afirmaram que as regiões cujo *deficit* hídrico anual varia entre 150 e 200 mm são consideradas como aptas à cafeicultura, mas podem exigir irrigações ocasionais. Enquanto que as regiões com *deficit* entre 200 e 400 mm também podem ser consideradas como aptas, desde que se utilize irrigação suplementar. Já em regiões com *deficit* 400 mm, o plantio de café robusta só será possível com a utilização da irrigação.

Saraiva e Silveira (1995), ao analisarem a variabilidade e os efeitos da irrigação na produção de café conilon, nos diferentes estádios fenológicos da cultura, verificaram que os melhores períodos para irrigar o cafeeiro foram aqueles compreendidos entre o abotoamento até a floração e da floração ao pegamento dos frutos, o que corresponde, respectivamente, aos períodos de março a agosto e de julho a outubro, período em que o *deficit* hídrico no Estado do Espírito Santo é acentuado.

Silveira e Carvalho (1996) verificaram que o desenvolvimento inicial do botão floral é retardado, mantendo-se dormente, quando o cafeeiro conilon é irrigado durante o período que corresponde à indução e ao desenvolvimento do botão floral. Com isso, concluíram que os botões florais alcançam o mesmo grau de desenvolvimento, ocasionando

uma florada mais uniforme.

Pela Figura 1, é possível observar que a fase mais importante para irrigar o cafeeiro conilon é aquela que vai do abotoamento à floração. Nesse caso, obteve-se um ganho de produtividade de aproximadamente 37% em relação ao não irrigado. Isso demonstra a importância do manejo da água no cafeeiro para obtenção de uma florada mais uniforme e assegurar uma produtividade estável ao longo dos anos.



**Figura 1.** Efeito da irrigação em diferentes fases vegetativas do cafeeiro conilon.

**Fonte:** Adaptado de Sales e Pinto (1998).

Como vantagens da irrigação do cafeeiro, Mantovani (2001) cita a antecipação em até um ano da primeira colheita, redução do índice de replantio de mudas, maior produção na primeira safra, possibilidade da fertirrigação, ampliação da época de plantio, entre outras. Mas, deve-se salientar que a irrigação é uma das técnicas fundamentais para o aumento da produtividade, entre muitas outras que devem estar associadas a ela.

Aliada à irrigação, é preciso que se faça podas, desbrotas, adubações de cobertura, o controle de plantas daninhas, pragas e doenças e que se utilize material genético compatível com a tecnologia a ser empregada. Todos esses fatores interagem, contribuindo para uma alta produtividade e qualidade da produção.

## 2.1 ESTIMATIVA DA NECESSIDADE HÍDRICA DO CAFEIRO

### 2.1.1 Aspectos básicos do manejo da irrigação

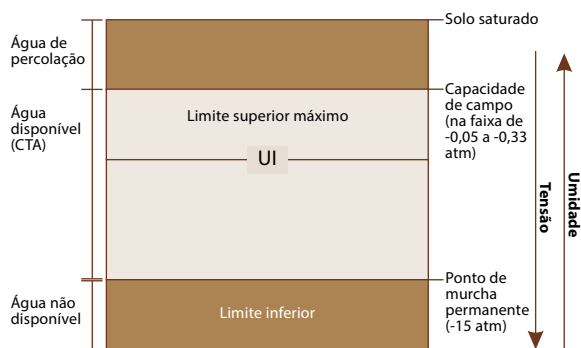
Considerando o aspecto de armazenamento de água para as plantas, o solo equivale a uma caixa

d'água. Ele armazena parte da água que infiltra por meio de sua superfície, para que seja absorvida pelas plantas posteriormente. A Figura 2 representa esquematicamente o armazenamento de água nos poros do solo considerando-o como uma caixa com saídas.

Quando todos os poros do solo estão cheios de água, ele está saturado; isso normalmente acontece após uma irrigação excessiva ou uma chuva. Nessa condição, ocorre a drenagem do excedente de água, permanecendo uma parte do espaço poroso do solo vazio, sem água. Essa água que foi drenada é chamada de água de percolação. A umidade remanescente nesse ponto é denominada de capacidade de campo (CC).

Quando ocorre extração de água a partir desse ponto, pelas raízes das plantas, a umidade do solo continua reduzindo, até chegar a um ponto que elas não mais conseguem absorver água em quantidade suficiente para manter a planta túrgida. Quando ocorre a perda total da turgescência (murcha) e a planta não mais se recupera, sem reposição de água no solo, diz-se que o solo atingiu o ponto de murcha permanente (PM). Isso ocorre a valores de tensão próximos de 15 atm. A água que fica retida com tensão entre 1/10 e 15 atm (solos arenosos) e entre 1/3 e 15 atm (solos argilosos) é conhecida como água total disponível para as plantas ou capacidade total de água no solo (CTA), e a água retida com tensão superior a 15 atm é conhecida como água inativa.

Vale ressaltar que esses valores variam com o tipo de solo e não devem ser adotados como um ponto fixo de referência, pois eles são afetados pela interação solo-água-clima-planta e também pela variabilidade espacial e temporal do solo.



**Figura 2.** Esquema do solo como uma caixa d'água para as plantas.

**Fonte:** Adaptado de Mantovani, Bernardo e Palaretti (2013).

Sabe-se que as plantas começam a perder em produtividade a partir de um nível de extração de água do solo. Dessa forma, é recomendável que se faça a reposição da água antes que a umidade do solo atinja o PM. Esse ponto é chamado de umidade de irrigação (UI), o qual é muito difícil de ser determinado na prática, pois é variável com o tipo do solo, o valor econômico da cultura, a produtividade esperada, a disponibilidade hídrica, podendo até mesmo ser influenciado pelo tipo de sistema de irrigação.

A Tabela 1 fornece algumas propriedades físico-hídricas de diferentes tipos de solos utilizados na elaboração de projetos de irrigação. É válido destacar que esses valores devem ser utilizados com muito critério e apenas quando não existir outra informação. No entanto o mais correto é obter informações para cada solo, em cada projeto.

A quantidade de água armazenada entre a CC e o PM, até uma profundidade Z, chama-se capacidade total de água no solo (CTA) e pode ser definida pela equação 1.

$$CTA = \frac{CC - PM}{100} \rho \cdot Z \cdot \frac{Pam}{100} \quad \text{eq. 1}$$

em que:

CTA = capacidade total de água no solo, em mm;

CC = capacidade de campo, % em peso;

PM = ponto de murcha, % em peso;

$\rho$  = massa específica do solo, em  $\text{g cm}^{-3}$ ;

Z = profundidade da camada em estudo, em mm; e

Pam = percentagem de área molhada, em %.

No caso da irrigação por aspersão, aplica-se água

em toda a área do projeto, logo a percentagem de área molhada é 100%. Assim sendo,  $(Pam/100) = 1$ .

À medida que a planta extrai a água do solo, o potencial matricial<sup>2</sup> reduz-se, exigindo que as plantas aumentem o gasto de energia para extraí-la, reduzindo, assim, a partição de fotoassimilados que seriam convertidos em produção efetiva, que são os grãos de café, ou no próprio crescimento das plantas. Portanto, para que a produtividade da cultura não seja afetada significativamente, apenas uma parte do total da água disponível pode ser utilizada pela cultura, conforme equação 2.

$$CRA = CTA \cdot f \quad \text{eq. 2}$$

em que:

CRA = capacidade real de armazenamento de água no solo, em mm; e

f = fator de disponibilidade de água no solo, sempre menor que 1.

O fator de disponibilidade de água no solo ou fator de risco define a umidade mínima do solo ( $U_m$ ) a que a cultura pode ser submetida sem afetar significativamente a sua produção. Muitos aspectos influenciam os limites efetivos do fator f e afetam o desenvolvimento e a produtividade da cultura. Recomendam-se valores menores para culturas sensíveis ao *deficit* hídrico. Outro aspecto a ser considerado, segundo diversos autores, é o desenvolvimento quantitativo e qualitativo do sistema radicular da cultura, que implica menor ou maior capacidade de reação da planta para enfrentar uma redução na disponibilidade hídrica. Portanto, esse fator deve ser determinado, por meio

**Tabela 1.** Características físico-hídricas de diferentes tipos de solos

Textura do solo	Infiltração ( $\text{cm H}^{-1}$ )	Porosidade total (%)	Massa específica aparente ( $\text{g cm}^{-3}$ )	Capacidade de campo (%)	Ponto de murcha (%)	Água disponível ( $\text{cm m}^{-1}$ )
Arenoso	5,00(2,5-22,5)	38(32-42)	1,65(1,55-1,80)	9(6-12)	4(2-6)	8(6-10)
Franco arenoso	2,50(1,3-7,6)	43(40-47)	1,50(1,40-1,60)	14(10-18)	6(4-8)	12(9-15)
Franco	1,30(0,8-2,0)	47(43-49)	1,40(1,35-1,50)	22(18-26)	10(8-12)	17(14-10)
Franco argiloso	0,80(0,25-1,5)	49(47-51)	1,35(1,30-1,40)	27(23-31)	13(11-15)	19(16-22)
Argilo arenoso	0,25(0,03-0,5)	51(49-53)	1,30(1,25-1,35)	31(27-35)	15(13-17)	21(18-23)
Argiloso	0,05(0,01-0,1)	53(51-55)	1,25(1,20-1,30)	35(31-39)	17(15-19)	23(20-25)

**Fonte:** Adaptado de Mantovani e Soares (1998).

Obs.: Entre parênteses, encontram-se os intervalos utilizados. Os valores de infiltração podem variar mais que o indicado em função da estrutura e da estabilidade dos agregados do solo.

<sup>2</sup>Resultante das forças de retenção de água pelos capilares e pelas partículas do solo (seu valor é sempre negativo).



de pesquisas, para cada região.

Quando esse fator não for conhecido para uma determinada região, pode-se utilizar os valores recomendados por Mantovani, Bernardo e Palaretti (2013) e apresentados na Tabela 2. Para o cafeeiro conilon, que é uma planta que apresenta razoável tolerância ao *deficit* de umidade no solo, devem-se utilizar preferencialmente os valores do terceiro grupo, que variam entre 0,4 e 0,6.

**Tabela 2.** Valores recomendados de fator de disponibilidade de água no solo (*f*) para algumas classes de culturas

Grupos de culturas	Valores de F
Verduras e legumes	0,2 a 0,4
Frutas e forrageiras	0,3 a 0,5
Grãos e algodão	0,4 a 0,6

**Fonte:** Adaptado de Mantovani, Bernardo e Palaretti (2013).

Araújo et al. (2011), estudando o efeito da deficiência hídrica na transpiração do cafeeiro conilon e arábica, verificaram que a transpiração dessas lavouras reduziu quando o fator de disponibilidade hídrica no solo foi de 0,7 e 0,9, respectivamente. Rodrigues et al. (2015) verificaram que, para fatores de disponibilidade hídrica entre 100% e 50%, não houve diferenças significativas no crescimento inicial do cafeeiro conilon. Esse resultado está em conformidade também com Oliveira, Pizetta e Reis (2012) que, ao avaliarem a influência da deficiência hídrica no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon, verificaram que não houve diferenças significativas no desenvolvimento inicial das plantas com disponibilidade de água no solo de até 40%. Esses fatos são bons indicadores do enquadramento do cafeeiro conilon no terceiro grupo. Ainda é baixa a disponibilidade de pesquisa nesse assunto, em especial para a lavoura adulta, na fase produtiva.

Para efeito de manejo da irrigação, alguns autores consideram como regra prática a metade da profundidade radicular da cultura adulta para o primeiro e segundo estágio de desenvolvimento. Entretanto, para cada ambiente de estudo, deve-se conhecer a função de crescimento das raízes da cultura fazendo-se determinações periódicas no campo, até as plantas atingirem o estágio adulto.

Antes de se discutir propriamente os métodos de estimativa da evapotranspiração, é preciso conhecer

alguns conceitos elementares:

**Evaporação (E)** → é o processo pelo qual a água na fase líquida é convertida em vapor e removida da superfície evaporante. Para que esse processo ocorra, é necessário que haja fornecimento de energia ao sistema. Na natureza, essa energia é proveniente do sol.

**Transpiração (T)** → é o processo pelo qual ocorre perda de água, na forma de vapor, pelas plantas. Essa transferência de vapor d'água para a atmosfera se dá predominantemente através das folhas. A manutenção da transpiração se dá pela reposição da água perdida, através dos estômatos, pela água absorvida pelas raízes, que é conduzida até as folhas pelo sistema condutor. Além da umidade relativa do ar, outros fatores contribuem para o processo: a radiação solar e a temperatura do ar, responsáveis pela energia necessária à evaporação; e a velocidade do vento, atuando na remoção desse vapor. Outros fatores, como disponibilidade de água no solo, sistema de manejo, salinidade do solo, espécie e fase fenológica, também interferem na taxa de transpiração.

**Evapotranspiração (ET)** → é o processo de transferência de água para a atmosfera por evaporação do solo e por transpiração das plantas. Em um solo úmido, a partição entre evaporação e transpiração depende da radiação solar que atinge a superfície do solo, o que, por sua vez, depende da cobertura vegetal. Quando ela é pequena, a evapotranspiração se dá predominantemente pela evaporação da água no solo; porém, com o crescimento da cultura e aumento da cobertura do solo, a transpiração passa a ser o processo predominante.

**Evapotranspiração de referência ou potencial (ET<sub>o</sub>)** → também denominada de potencial (ET<sub>p</sub>), é a taxa de evapotranspiração que ocorre de uma superfície de referência (padrão), cuja característica que a define é a extensa superfície vegetada com grama, com altura entre 8 e 15 cm, em crescimento ativo (IAF = 2,88), cobrindo totalmente a superfície do solo e bem suprida de água. Nessas condições, ET<sub>o</sub> é uma variável dependente exclusivamente das condições meteorológicas, o que a torna também um elemento meteorológico expressando, desse modo, o potencial de evapotranspiração de um local, em cada época do ano, sem levar em

consideração fatores do solo e da planta.

**Evapotranspiração da cultura sob condições padrões (ETc)** → também denominada de máxima (ETm), é a evapotranspiração que ocorre em uma cultura, em qualquer fase de seu desenvolvimento, desde a semeadura/plantio até a maturação, sem a atuação de fatores que possam comprometer seu desenvolvimento, como a ocorrência de pragas e doenças, deficiência nutricional e/ou hídrica. Nessas condições ótimas, a ETc é uma variável dependente das condições meteorológicas e da área foliar da cultura (IAF). Além desses fatores, outros, como anatomia das folhas, características dos estômatos e o albedo também afetam a evapotranspiração.

**Evapotranspiração da cultura sob condições não preconizadas (ETcadj)** → é a evapotranspiração que ocorre em culturas que estejam em situação não padrão, ou seja, sob condições de advecção de calor sensível, de deficiência hídrica, nutricional, com ocorrência de pragas ou doenças ou ainda, de salinidade do solo. Quando as condições de solo e fitotécnicas da cultura são boas, mas ela está sob efeito de advecção de calor sensível, a ETcadj passa a ser maior que a ETc, sendo denominada evapotranspiração de oásis. Já sob condições de baixa fertilidade, de deficiência hídrica, ou com incidência de pragas e doenças ou sob condições de salinidade, a ETcadj passa a ser menor que a ETc, sendo chamada de evapotranspiração real.

O turno de irrigação, turno de rega ou frequência de irrigação é definido conforme a equação 3.

$$TR = \frac{CRA}{ETc} \quad \text{eq. 3}$$

em que:

TR = turno de rega, em dias;

CRA = capacidade real de armazenamento de água no solo, em mm; e

ETc = evapotranspiração da cultura, mm.dia<sup>-1</sup>.

Deve-se ter sempre em mente que a evapotranspiração varia ao longo do ciclo da cultura, ou seja, o turno de rega oscila de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura, bem como com as condições meteorológicas reinantes. De modo geral, na elaboração de projeto, deve-se considerar a evapotranspiração máxima da cultura.

A evapotranspiração de uma cultura (ETc) pode ser estimada por vários métodos. O mais difundido

utiliza o produto da evapotranspiração de uma cultura de referência (ETo) por um coeficiente de cultura (Kc). Há outros métodos para se estimar a ETo, mas eles devem ser avaliados para cada região.

Santinato, Fernandes, A. e Fernandes, D. (1996), estudando o Kc em lavouras irrigadas no Triângulo Mineiro, nordeste de Minas Gerais e oeste da Bahia, sugerem, como uma primeira aproximação, os valores apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Valores de coeficiente de cultura (Kc) para o cafeeiro

Idade	Espaçamento entre ruas e entre plantas (m)	Kc
1. Adulta > 3 anos	A) > 3,0 x > 1,0 – 2.500 plantas/ha >	1,0
	B) > 3,0 x > 0,5 a 1,0 – 3.333 plantas/ha	1,1
	C) 2,0 a 3,0 x > 0,5 a 1,0 – 6.666 plantas/ha	1,2
	D) 1,0 a 2,0 x > 0,5 a 1,0 – 13.333 plantas/ha	1,3
2. Nova 1 a 3 anos	A) > 3,0 x > 1,0 – 2.500 plantas/ha >	0,8
	B) > 3,0 x > 0,5 a 1,0 – 3.333 plantas/ha	0,9
	C) 2,0 a 3,0 x > 0,5 a 1,0 – 6.666 plantas/ha	1,0
	D) 1,0 a 2,0 x > 0,5 a 1,0 – 13.333 plantas/ha	1,1
3. Nova até 1 ano	A) > 3,0 x > 1,0 – 2.500 plantas/ha >	0,6
	B) > 3,0 x > 0,5 a 1,0 – 3.333 plantas/ha	0,7
	C) 2,0 a 3,0 x > 0,5 a 1,0 – 6.666 plantas/ha	0,8
	D) 1,0 a 2,0 x > 0,5 a 1,0 – 13.333 plantas/ha	0,9

Fonte: Adaptado de Santinato, Fernandes, A. e Fernandes, D. (1996).

Nos sistemas convencionais de irrigação, a evapotranspiração é expressa em termos de lâmina diária para toda a área irrigada, mas, na irrigação localizada, normalmente não se molha toda a superfície e nem esta é totalmente sombreada. Portanto, ao calcular a evapotranspiração média na área do projeto, deve-se considerar a percentagem de área sombreada pela planta e/ou de área molhada, obedecendo à equação 4.

$$ETc = ETp \cdot Ks (0,0085 \cdot Ps + 0,15) Kc \quad \text{eq. 4}$$

em que:

ETc = evapotranspiração da cultura, em mm.dia<sup>-1</sup>;

ETp = evapotranspiração potencial, em mm.dia<sup>-1</sup>;

Ps = percentagem de área sombreada ou molhada, (considerar o maior) em %;

Kc = coeficiente de cultura; e

Ks = coeficiente de solo.

A percentagem de área sombreada pela planta é a relação entre a área da projeção horizontal da copa da planta e a área ocupada por ela. Normalmente, para a cafeicultura, as lavouras adultas atingem valor máximo de sombreamento de 80%, mas, em cultivos

muito adensados, esse valor pode ser ainda maior, podendo chegar até 100% de cobertura do solo.

O coeficiente de solo ( $K_s$ ) funciona como um fator de penalização da  $ET_p$ , quando o turno de irrigação for maior que um dia, e é variável com o intervalo entre irrigações e a profundidade do sistema radicular, como pode ser visto na Tabela 4.

**Tabela 4.** Coeficiente de solo ( $K_s$ ) em função do intervalo entre irrigações e a profundidade do sistema radicular

Profundidade das raízes (cm)	Dias após a última irrigação ou chuva						
	1	2	3	4	5	6	7
0 – 20	1,00	0,96	0,93	0,88	0,83	0,78	0,71
0 – 40	1,00	0,98	0,96	0,95	0,92	0,90	0,88
0 – 60	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93

Fonte: Adaptado de Mantovani e Soares (1998).

Conhecendo-se a capacidade real de armazenamento de água, a quantidade total de água a ser repostada em cada irrigação será determinada pela equação 5.

$$ITN = \frac{CRA}{E_f} \quad \text{eq. 5}$$

em que:

ITN = irrigação total necessária, em mm;

CRA = capacidade real de armazenamento de água no solo, em mm; e

$E_f$  = eficiência do sistema de irrigação, em decimal.

Em irrigação por aspersão essa eficiência pode ser obtida pela equação 6.

$$E_f = E_d \cdot E_c \cdot E_{ap} \quad \text{eq. 6}$$

em que:

$E_f$  = eficiência do sistema de irrigação, em decimal;

$E_d$  = eficiência de distribuição de água, em decimal;

$E_c$  = eficiência de condução de água da fonte até a área irrigada, em decimal; e

$E_{ap}$  = eficiência em potencial de aplicação de água, em decimal.

No caso de irrigação por aspersão, geralmente, deixa-se que a planta consuma toda a água disponível, ou seja, a água equivalente à capacidade real de armazenamento de água no solo. Enquanto que, no caso de irrigação localizada, raramente essa condição é alcançada, uma vez que

o intervalo entre irrigações é menor.

A eficiência dos sistemas de irrigação é influenciada por vários fatores, tais como: qualidade do projeto, manutenção corretiva e preventiva, topografia do terreno, idade do equipamento, entre outros. Dessa forma, ela deve ser obtida em condições reais de campo. Como um indicativo de eficiência de irrigação, pode-se considerar que, em irrigação por aspersão convencional com movimentação periódica, a eficiência varia entre 70 e 85%; em sistemas de irrigação autopropelido e convencional com canhão hidráulico, a variação da eficiência é entre 60 e 75%, e nos sistemas convencionais fixos, a eficiência deve variar entre 70 e 88%.

No caso de irrigação por gotejamento, não há perdas por arraste pelo vento, e as perdas por evaporação podem ser desprezadas, logo se pode considerar que a  $E_{ap} = 1$ . Como a tubulação normalmente é toda soldável, as perdas na condução são nulas. Dessa forma  $E_c = 1$ , portanto a eficiência de irrigação em sistemas por gotejamento passa a ser igual à uniformidade de aplicação de água. Quando o sistema apresentar vazamentos por algumas falhas de montagem das conexões, é preciso estimar essa perda ou realizar os reparos necessários.

O volume de água a ser aplicado por planta será então definido pela equação 7.

$$V_p = ITN \cdot S_p \cdot S_f \quad \text{eq. 7}$$

em que:

$V_p$  = volume de água a ser aplicado por planta, em L;

ITN = irrigação total necessária, em mm;

$S_p$  = espaçamento entre plantas na linha de plantio, em m; e

$S_f$  = espaçamento entre linhas de plantio, em m.

### 2.1.2 Estimativa da evapotranspiração

A irrigação é atividade agrícola, cujo objetivo é o fornecimento de água às culturas de modo a atender às suas exigências hídricas nas diferentes fases de desenvolvimento, as quais irão depender fundamentalmente das condições climáticas vigentes e da disponibilidade de água no solo.

A irrigação é normalmente utilizada para viabilizar a exploração agrícola em regiões de clima semiárido, em áreas com secas regulares ou, ainda, com secas esporádicas (veranicos), onde se prevê estabilidade

da produção, minimizando os efeitos adversos provocados pela deficiência hídrica nas culturas e, conseqüentemente, os riscos econômicos associados.

Como a condição meteorológica é o principal fator condicionante de demanda atmosférica por vapor, a estimativa correta da necessidade hídrica das culturas e, a partir desta, a determinação da quantidade de água a ser reposta ao solo para a manutenção das condições ideais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas tornam-se fundamentais tanto ao planejamento (dimensionamento de projeto) quanto ao manejo da irrigação (quando e quanto irrigar).

Assim sendo, diversos métodos foram desenvolvidos e ainda estão sendo incrementados para melhorar a estimativa das necessidades hídricas das culturas.

#### 2.1.2.1 Fatores que afetam a evapotranspiração

Resumidamente podem ser divididos em três categorias:

##### A – Fatores climáticos

**Saldo de radiação (Rn)** → representa a quantidade de energia disponível para os processos físico e biológicos na superfície do solo. É a principal fonte de energia para o processo da evapotranspiração. Depende da radiação solar incidente e do albedo da vegetação.

**Temperatura do ar (T)** → o calor sensível contribui com parte da energia necessária ao processo de evapotranspiração, e a temperatura também está diretamente ligada à umidade relativa e ao *deficit* de saturação do ar.

**Umidade relativa do ar (UR)** → atua juntamente com a temperatura, determinando o *deficit* de saturação, um dos componentes do poder evaporante do ar.

**Vento (U)** → responsável pela remoção do ar saturado junto à superfície evaporante das folhas. Além disso, é encarregado do transporte de calor de áreas mais secas (advecção de calor sensível). É o outro componente do poder evaporante do ar.

##### B – Fatores da planta

**Espécie** → relacionada à arquitetura foliar, à resistência ao transporte de vapor no estômato e a outros aspectos morfológicos que interferem diretamente na evapotranspiração.

**Coefficiente de reflexão (albedo)** → é a relação entre a quantidade de energia difundida ou refletida por uma superfície e a quantidade que incide sobre ela. Afeta o saldo de radiação, principal fonte de energia para o processo de evapotranspiração.

**Área foliar** → relacionada ao tamanho da superfície foliar disponível para o processo de transpiração. Quanto maior a área foliar, maior a exigência hídrica da planta.

**Altura da planta** → interfere na relação planta-atmosfera. Plantas altas interagem mais com a atmosfera em movimento, extraindo mais energia do ar.

**Profundidade do sistema radicular** → relacionada ao volume de solo explorado pelas raízes, objetivando suprir de água a planta.

##### C – Fatores de manejo e do solo

**Espaçamento/densidade de plantio** → determina o nível de competição entre os indivíduos da mesma espécie. Quanto menor o espaçamento, mais indivíduos e maior consumo de água por área.

**Tipo de solo** → solos argilosos retêm mais água do que os arenosos e, portanto, atendem às necessidades das plantas por mais tempo. Além disso, o processo de transmissão de água dentro desse solo é mais rápido.

**Disponibilidade de água no solo** → afeta diretamente a evapotranspiração quando o volume armazenado cai além do limite crítico, reduzindo-a.

**Cobertura morta** → reduz a perda de água por evaporação e, conseqüentemente, a evapotranspiração.

**Impedimentos físicos e/ou químicos** → limitam o crescimento do sistema radicular da cultura, reduzindo o volume de água disponível para uso pelas plantas, ou seja, limita o volume de solo explorado pelas raízes.



### 2.1.2.2 Método de Camargo

Esse método foi proposto por Camargo (1971), o qual é uma simplificação do método de Thornthwaite (1948). Assim, apresenta as mesmas vantagens (faz uso apenas da temperatura média do ar) e desvantagens (não considera o poder evaporante do ar) que o método original, no qual ele se baseia. A vantagem adicional é que o método de Camargo não utiliza as normais de temperatura do ar. Este método foi desenvolvido e testado em condições de clima úmido, portanto apresenta subestimativa em condições de clima seco. A ETo é estimada diretamente a partir da equação 8.

$$ETo = 0,01Q_o \cdot T_{med} \cdot ND \quad \text{eq. 8}$$

em que:

$Q_o$  = irradiância solar extraterrestre (Tabela 5), expressa em mm de evaporação equivalente;

$T_{med}$  = temperatura média do período considerado, em °C;

ND = número de dias do período considerado.

### 2.1.2.3 Método de Hargreaves e Samani

Método desenvolvido por Hargreaves e Samani (1985) para as condições de clima semiárido da Califórnia. É recomendado pela Organização das

Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) como uma opção para estimativa de ETo, quando há somente disponibilidade de dados de temperatura do ar local. Normalmente, apresenta superestimativa em condições de clima úmido. Assim como o método de Camargo, não é de aplicação universal e, portanto, deve ser calibrado para outras condições climáticas.

Sua fórmula para estimativa diária da ETo é a seguinte:

$$ETo = 0,0023Q_o(T_{max} - T_{min})^{0,5}(T_{med} + 17,8) \quad \text{eq. 9}$$

em que:

$T_{max}$  = temperatura máxima do ar, em °C;

$T_{min}$  = temperatura mínima do ar, em °C;

$T_{med}$  = temperatura média do ar, em °C;

$Q_o$  = irradiância solar extraterrestre, expressa em mm de evaporação equivalente (Tabela 5).

### 2.1.2.4 Método do Tanque Classe "A"

O Tanque Classe "A" (DOORENBOS; PRUITT, 1977) é o método que tem alcançado maior aplicação no manejo de áreas irrigadas, em razão das facilidades operacionais e de se considerar, inicialmente, que o processo de evaporação de um tanque (E<sub>Vt</sub>) está sujeito às mesmas variáveis da ET de uma

**Tabela 5.** Irradiância solar extraterrestre ( $Q_o$ ), expressa em mm.dia<sup>-1</sup>, para o 15º dia de cada mês, para latitude do Hemisfério Sul

Lat S	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0°	14.5	15.0	15.2	14.7	13.9	13.4	13.5	14.2	14.9	14.9	14.6	14.3
2°	14.8	15.2	15.2	14.5	13.6	13.0	13.2	14.0	14.8	15.0	14.8	14.6
4°	15.0	15.3	15.1	14.3	13.3	12.7	12.8	13.7	14.7	15.1	15.0	14.9
6°	15.3	15.4	15.1	14.1	13.0	12.6	12.5	13.5	14.6	15.1	15.2	15.1
8°	15.6	15.6	15.0	14.0	12.7	12.0	12.2	13.2	14.5	15.2	15.4	15.4
10°	15.9	15.7	15.0	13.8	12.4	11.6	11.9	13.0	14.4	15.3	15.7	15.7
12°	16.1	15.8	14.9	13.5	12.0	11.2	11.5	12.7	14.2	15.3	15.8	16.0
14°	16.3	15.8	14.9	13.2	11.6	10.8	11.1	12.4	14.0	15.3	15.9	16.2
16°	16.5	15.9	14.8	13.0	11.3	10.4	10.8	12.1	13.8	15.3	16.1	16.4
18°	16.7	15.9	14.7	12.7	10.9	10.0	10.4	11.8	13.7	15.3	16.2	16.7
20°	16.7	16.0	14.5	12.4	10.6	9.6	10.0	11.5	13.5	15.3	16.2	16.8
22°	16.9	16.0	14.3	12.0	10.2	9.1	9.6	11.1	13.1	15.2	16.4	17.0
24°	16.9	15.9	14.1	11.7	9.8	8.6	9.1	10.7	13.1	15.1	16.5	17.1
26°	17.0	15.9	13.9	11.4	9.4	8.1	8.7	10.4	12.8	15.0	16.5	17.3
28°	17.1	15.8	13.7	11.1	9.0	7.8	8.3	10.0	12.6	14.9	16.6	17.5
30°	17.2	15.7	13.5	10.8	8.5	7.4	7.8	9.6	12.2	14.7	16.7	17.6

Fonte: Sentelhas (2001).

cultura corrigindo-se as diferenças por meio de um coeficiente específico,  $K_t$  (Tabela 6), em razão das condições climáticas locais e da instalação do tanque. Esse coeficiente transforma a  $E_{vt}$  em  $E_{to}$ , que posteriormente é multiplicada pelo  $K_c$  para determinar a ET da cultura irrigada.

Vale salientar que essas informações diárias são úteis para o manejo da irrigação, porém para elaboração de projeto, o que interessa é a máxima demanda da cultura.

Para obter a evapotranspiração por essa metodologia, utiliza-se a equação 10:

$$E_{to} = E_{vt} \cdot K_t \quad \text{eq. 10}$$

em que:

$E_{to}$  = Evapotranspiração potencial, em mm;

$E_{vt}$  = evaporação do Tanque Classe "A", em mm;

$K_t$  = coeficiente de tanque.

Allen et al. (1994), após analisarem as dificuldades operacionais da utilização da cultura padrão nas medidas de ET em lisímetros, propuseram a utilização de um novo padrão, definido pela

equação de Penman-Monteith. Devido às boas estimativas de  $E_{to}$  dessa equação (ALLEN et al., 1989; JENSEN; BRUMAN; ALLEN, 1990) e às exigências e dificuldades para se obter resultados precisos com os lisímetros, os autores indicam que a ideia de utilizar a equação de Penman-Monteith como padrão é promissora e necessária.

Para usar essa equação, torna-se necessária a utilização de estações meteorológicas. Atualmente, estas já são uma realidade devido ao seu baixo custo e à facilidade de comunicação, podendo ser totalmente automatizadas.

### 3 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

As situações econômicas e sociais inerentes a cada região e às diversas condições de solo, água, clima e culturas a serem exploradas, possibilitam o uso de diferentes sistemas de irrigação, que podem ser agrupados em três métodos abrangentes: irrigação por superfície, irrigação por aspersão e irrigação localizada.

**Tabela 6.** Valores de coeficiente de conversão do Tanque Classe "A" ( $K_t$ ) para estimativa da evapotranspiração potencial

Vento (Km/dia)	Exposição A Tanque circundado por grama				Exposição B Tanque circundado por solo nu			
	Posição do Tanque R(m)*	UR%			Posição do Tanque R(m)*	UR%		
		Baixa <40%	Média 40-70%	Alta >70%		Baixa <40%	Média 40-70%	Alta >70%
Leve <175	0	0,55	0,65	0,75	0	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1.000	0,75	0,85	0,85	1.000	0,50	0,60	0,70
Moderado 175-425	0	0,50	0,60	0,65	0	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	10	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	100	0,50	0,60	0,65
	1.000	0,70	0,80	0,80	1.000	0,45	0,55	0,60
Forte 425-700	0	0,45	0,50	0,60	0	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	10	0,50	0,55	0,75
	100	0,60	0,65	0,75	100	0,45	0,50	0,60
	1.000	0,65	0,70	0,75	1.000	0,40	0,45	0,55
Muito forte >700	0	0,40	0,45	0,50	0	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	10	0,45	0,50	0,65
	100	0,50	0,60	0,65	100	0,40	0,45	0,50
	1.000	0,55	0,60	0,65	1.000	0,35	0,40	0,45

Fonte: Ometto (1981).

\* Refere-se à distância média de área coberta, em relação ao tanque.

Não há uma resposta sobre qual o melhor método de irrigação, mas que uma série de fatores define qual o sistema mais adequado para uma determinada situação. Afirma-se ainda que o cafeicultor dispõe hoje de uma oferta de métodos e marcas de equipamentos de irrigação, comparada àquela, a que qualquer produtor dos países mais avançados na área agrícola tem acesso.

A irrigação do cafeeiro tem sido realizada normalmente com sistemas pressurizados, com destaque para os métodos de irrigação por aspersão e localizada (MANTOVANI; SOARES, 2003). Entre esses sistemas, destacam-se: aspersão convencional, pivô central, malha, gotejamento e microaspersão.

É importante que o cafeicultor tenha conhecimento das diversas possibilidades para que possa definir de forma adequada o melhor sistema e equipamento para sua lavoura. Essa definição deve levar em consideração vários aspectos, tais como: área, topografia, a quantidade e qualidade da água, tipo de solo, clima, capacidade de investimento, o nível tecnológico dos produtos, espaçamento da cultura, mão de obra disponível, assistência técnica, entre outros.

### 3.1 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

Na irrigação por aspersão convencional, a água é lançada sobre a superfície do terreno, a qual assemelha-se a uma chuva por causa do fracionamento do jato de água em gotas. Esses sistemas são geralmente constituídos de tubulações fixas na linha principal e portáteis nas linhas laterais, com características que as tornem de fácil transporte, instalação e montagem, de tal modo que as operações sejam exequíveis manualmente. É um sistema de manejo simples, de baixo custo, e, por esse motivo, muito utilizado em pequenas e médias propriedades (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2013).

Na literatura, verifica-se que as principais vantagens desse sistema são adaptabilidade aos diversos tipos de solo e topografia, possibilidade de bom controle da lâmina de água a ser aplicada e de aplicação de fertilizantes e tratamentos fitossanitários, além de um baixo custo de implantação. Isto acontece quando o equipamento é bem projetado e manejado em condições de ventos

favoráveis. Como principais limitações, podem-se destacar elevados custos iniciais de operação e manutenção; distribuição de água muito afetada pelos fatores climáticos, principalmente pelo vento; favorecimento ao desenvolvimento de algumas doenças; risco de selamento da superfície do solo; e impropriedade para água com alto teor de sais.

Dependendo do comprimento da linha lateral, sua mudança de posição pode requerer de 20 minutos a 1 hora, acarretando uma diminuição do tempo útil de irrigação, além da mobilização de boa parte da mão de obra disponível para executar o serviço.

A irrigação por aspersão convencional pode utilizar diferentes tipos de aspersores, que variam de tamanho (pequeno, médio ou canhão), número de bocais (1 ou 2), material (plástico, ferro), vazão, tamanho de gotas, entre outros.

O fato de tal sistema ser muito comum no meio rural tem implicado vários problemas, como instalação de sistema sem um adequado projeto de engenharia, manejo inadequado do sistema quanto à regulagem de pressão e vazão nos aspersores, mistura de aspersores nas linhas da irrigação, entre outros. É um método exigente em mão de obra para mudança das tubulações dos aspersores. No entanto, um bom projeto pode otimizar o seu uso pela escolha correta do aspersor, utilização de linhas de espera, adequada distribuição dos sistemas no campo, utilização de acessórios apropriados, entre outros.

Sistemas portáteis para irrigação do cafeeiro ainda tem sido utilizados, ou seja, aqueles em que a motobomba e as tubulações adutora, principal e lateral, além dos aspersores, são movimentadas de um ponto ao outro da área irrigada. Tal sistema, apesar de apresentar menor custo inicial, tem apresentado inúmeros inconvenientes a uma irrigação de qualidade. O fato de a total mobilidade trazer uma demora na irrigação de várias áreas compromete a produtividade em razão da dificuldade de transportar os equipamentos rapidamente de um local para o outro. Em outras palavras, perde-se muito tempo na preparação do sistema. Além disso, muitas das vezes, não é respeitado o espaçamento de projeto para os aspersores e nem o diâmetro das tubulações, o que compromete severamente a qualidade da irrigação.

Diante dos aspectos levantados, recomenda-

se a implantação de sistemas de irrigação por aspersão convencional do tipo semiportátil, ou seja, a motobomba e as tubulações mais difíceis de montagem rápida (adutora e principal) são fixas, e a linha lateral e os aspersores se movimentam. Tal montagem encarece um pouco o custo do projeto (20 a 30%), mas garante uma irrigação no momento certo, de qualidade e com menos emprego de mão de obra, em relação ao portátil Figura 3.

Os sistemas de irrigação por aspersão convencional caracterizam-se pela exigência de mão de obra na mudança das linhas e dos aspersores, o que, em muitos sistemas de produção, torna-se um fator de limitação. Diversas estratégias podem ser utilizadas para minimizar ou eliminar o problema, e cabe ao projetista a escolha da mais adequada para uma determinada situação. Entre as possibilidades mais comuns podemos citar as seguintes:

- utilização de canhão hidráulico (maior espaçamento);
- utilização de mangueiras e tripés; e
- utilização de sistemas fixos enterrados (malha).

O sistema de canhão hidráulico (Figuras 3 e 4) é uma variação do anterior, em que a modificação consiste na utilização de aspersores de grande porte, que possibilitam maior espaçamento entre linhas laterais e aspersores e, com isso, menor utilização de mão de obra, além de proporcionar irrigação de áreas maiores. Tais sistemas exigem maior consumo de energia em relação aos demais, em razão da

maior pressão necessária para o funcionamento dos canhões.

De acordo com Mantovani, Bernardo e Palaretti (2013), a irrigação por aspersão do tipo malha refere-se a um tipo de projeto que se caracteriza pela utilização de tubulações de PVC de baixo diâmetro, que são enterradas e interligadas em um sistema denominado malha. Em cada um dos pontos de instalação dos aspersores, é fixado um tubo de subida, como pode ser observado nas Figuras 5 e 6.

No Brasil, a aspersão em malha teve sua divulgação nos últimos anos, na irrigação de pastagem. Esse sistema tem se adaptado muito bem ao cafeeiro. Empregado inicialmente na irrigação de áreas pequenas, atualmente está sendo utilizado para lavouras médias e grandes devido às seguintes vantagens (DRUMOND; FERNANDES, 2004):

- adaptação a diferentes tipos de terreno;
- baixo custo de implantação quando comparado a outros sistemas;
- baixo consumo de mão de obra (sistema fixo em que só se movimenta o aspersor); e
- Facilidade de operação e manutenção.

Como todo sistema, também apresenta desvantagens, tais como:

- Impossibilidade de automação; e
- Abertura de um grande número de valetas, caso o sistema seja enterrado.



**Figura 3.** Sistema de irrigação por aspersão convencional na cultura do café.

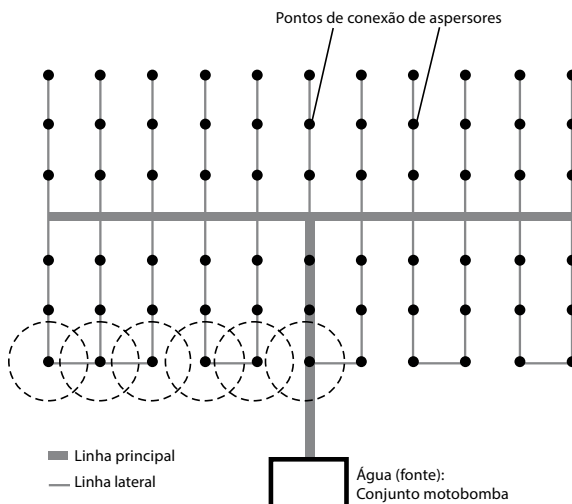




**Figura 4.** Canhão hidráulico utilizado na irrigação do cafeeiro.



**Figura 5.** Detalhe do aspersor em funcionamento e vista de cafezal irrigado pelo sistema de aspersão em malha.



**Figura 6.** Esquema de um sistema de irrigação do tipo malha.

### 3.1.1 Sistemas de irrigação por aspersão mecanizados

Os sistemas de irrigação por aspersão mecanizados foram desenvolvidos, a princípio, com o objetivo de reduzir a mão de obra na movimentação das tubulações. Eles possuem um mecanismo de propulsão, que assegura a movimentação enquanto aplicam água no terreno. Atualmente, existem diversos tipos de sistemas mecanizados.

No sistema com movimentação linear, a linha lateral contendo os aspersores é dotada de mecanismos propulsores que asseguram sua movimentação contínua ou intermitente na área irrigada. Os sistemas dotados de movimentação contínua são classificados de acordo com a direção do deslocamento, isto é, linear ou radial (pivô central).

Os sistemas autopropelidos caracterizam-se por apresentar um aspersor (grande, médio ou pequeno) instalado em uma estrutura metálica (carrinho) com rodas pneumáticas, que se desloca linearmente, irrigando faixas de terreno. Uma mangueira flexível resistente à pressão, tração e atrito com a superfície do solo faz a conexão entre a estrutura e os hidrantes para o suprimento de água. A água sob pressão aciona o sistema de propulsão (turbina, pistão), promovendo o enrolamento de um cabo de aço ancorado a uma extremidade da faixa irrigada. O aspersor, conhecido como canhão hidráulico, requer alta pressão para funcionamento e, portanto, elevado consumo de energia.

O sistema pivô central (Figura 7) tem sido ainda bastante utilizado na irrigação do cafeeiro, no norte do Espírito Santo. Esse sistema irriga áreas superiores a 50 ha e apresenta custos competitivos, além de otimizar a utilização da mão de obra. Sua utilização tem sido mais eficiente que a da aspersão convencional. Sendo de relativa facilidade de manejo, tem possibilitado a produção de uma grande diversidade de culturas, pois a aplicação de água pode ser feita na quantidade e frequência que melhor se ajustem ao sistema solo-planta-atmosfera e maximize a produção.

Ao longo dos anos, o equipamento pivô central tem passado por aperfeiçoamentos tecnológicos, tornando-se uma máquina confiável e de simples operação. No entanto, como qualquer outro mecanismo, necessita de uma rotina sistemática de manutenção. Os sistemas de irrigação por pivô



**Figura 7.** Vista de um pivô central (A) e linear (B) utilizados na irrigação do cafeeiro.

central têm a capacidade de irrigar, em apenas uma revolução, áreas de até 130 ha ou mais. Preferencialmente, essas áreas devem possuir relevo plano ou levemente ondulado. Há, contudo, equipamentos projetados para que possam operar em áreas de relevo irregular, com declives de até 20%.

### 3.1.2 Componentes de um sistema de irrigação por aspersão

Um sistema de irrigação por aspersão geralmente é constituído por tubulações, aspersores, motobomba e acessórios.

As tubulações normalmente são de alumínio, aço zincado, aço galvanizado ou PVC rígido, com comprimento padrão de 6 m e diâmetro variando entre 2" e 8". Outros materiais, como o ferro fundido podem ser utilizados em linhas fixas enterradas. Com a função de conduzir a vazão necessária desde a motobomba até os aspersores, as tubulações, segundo a disposição no terreno, classificam-se em: linhas laterais – geralmente são providas de acoplamentos rápidos, conduzem a água até os aspersores; linhas secundárias – de alumínio, PVC ou aço zincado, alimentam as linhas laterais a partir da linha principal; linha principal – em PVC, aço zincado ou alumínio, conduz a água da motobomba até as linhas secundárias.

Os aspersores constituem as peças principais do sistema, responsáveis pela distribuição da água sob o terreno, na forma de chuva. Os aspersores rotativos podem ser de giro completo (360°) ou do tipo setorial, sendo estes últimos utilizados em áreas periféricas do campo ou sob condições especiais.

Quanto ao ângulo de inclinação, apresentam jato que varia de 25° a 30°, e 6° no caso de subcopa; apresentam-se com um, dois ou três bocais de 2 a 30 mm de diâmetro. De acordo com a pressão de funcionamento, classificam-se em: baixa pressão (< 250 KPa), média pressão (250 KPa a 500 KPa) e alta pressão (> 500 KPa).

Os aspersores de média pressão constituem os mais utilizados e apresentam raio de alcance de 12 a 36 m. A escolha é baseada, principalmente, na precipitação por eles fornecida (função da pressão, do diâmetro do bocal e do espaçamento). A disposição no campo mais comum é a retangular, podendo ser quadrada ou triangular. O espaçamento (múltiplo de 6 m) no campo pode ser definido pelas condições de velocidade do vento. Esse espaçamento, na linha de aspersores, pode variar de 30 a 50% do diâmetro molhado, e entrelinhas até 65%.

As motobombas mais utilizadas, em geral, em irrigação por aspersão convencional, são as do tipo centrífugas de eixo horizontal. Elas têm a função de captar a água na fonte e impulsioná-la, sob pressão, na tubulação, para suprir o sistema de aspersores. Acoplado à bomba existe um motor, normalmente elétrico ou a diesel. O conjunto deverá ser dimensionado para fornecer vazão suficiente ao sistema à altura manométrica requerida. A altura de elevação da água, desde o manancial até a área irrigada, constitui um dos principais fatores envolvidos no consumo de energia, e à medida que aumenta essa altura, mais elevados deverão ser os níveis de eficiência dos sistemas de irrigação para resultar em um consumo energético satisfatório.

Os acessórios mais comuns são tampão final, haste de subida do aspersor, engate rápido para

aspersores com válvula de saída, curvas, válvulas de linha, joelhos de derivação, manômetros, registros de gaveta, derivação em “T”, válvula de retenção, válvula de pé, borrachas de vedação, entre outros.

### 3.2 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

Trata-se de um sistema que melhor se ajusta à irrigação do cafeeiro. Normalmente, é utilizada distribuindo-se a tubulação de polietileno ao lado da linha de plantio, sobre a superfície do solo (Figura 8).



**Figura 8.** Detalhe da irrigação localizada por *microspray* na cultura do café.

A irrigação localizada é baseada na aplicação de água em apenas uma fração da área cultivada, em alta frequência e baixo volume mantendo o solo na zona radicular das plantas sob alto regime de umidade. A área mínima molhada deve ser de aproximadamente 1/3 da área sombreada (ou projeção da copa das plantas). A área de solo molhado exposto à atmosfera fica bem reduzida e, conseqüentemente, é menor a perda de água por evaporação direta do solo. A água aplicada por esses sistemas penetra no solo e se redistribui, formando um bulbo molhado, cuja forma e

tamanho dependem da vazão aplicada, do tipo de emissor, da duração da irrigação e do tipo de solo. A infiltração ocorre em todas as direções, porém no sentido vertical, é mais pronunciada quando o solo apresenta características arenosas.

A principal diferença entre os sistemas de irrigação localizada e outros sistemas é que nos primeiros o balanço entre evapotranspiração e água aplicada é mantido em períodos compreendidos entre um e três dias (maior frequência de aplicação). O gotejamento, o *microspray* e a microaspersão são os principais representantes dos sistemas de irrigação localizada em uso comercial, no Estado do Espírito Santo. Existem outros tipos de sistemas de uso mais restrito, como tubos gotejadores, tubos porosos e tubulações perfuradas a laser.

É um sistema que exige filtragem da água para evitar o entupimento dos emissores. Os filtros são instalados no cabeçal de controle, onde também são instalados acessórios de controle de vazão e pressão, sistema de injeção de fertilizantes e outros acessórios de controle (Figura 9).



**Figura 9.** Componentes da estação de controle de um sistema de irrigação localizada.

A irrigação localizada oferece uma grande potencialidade de benefícios à planta, entretanto, por ser um método mais sofisticado, apresenta limitações operacionais e de manejo, que dependem de fatores técnicos, econômicos e agrônômicos.

Entre as principais características inerentes ao sistema de irrigação localizada, podem-se citar as seguintes:

- Economia e eficiência de aplicação de água: as razões atribuídas à economia de água incluem a irrigação de apenas uma fração da área cultivada



(principalmente em plantas arbóreas), a redução da evaporação na superfície do solo, o reduzido risco de escoamento superficial e a controlada perda por percolação profunda. Comparando-se com sistemas de aspersão, a economia de água pode atingir de 20 a 30%, porém fica claro que a quantidade necessária à cultura é a mesma, independentemente do processo de aplicação ou sistema. Uma vez que permite um maior controle da lâmina de água aplicada, e que as perdas são bastante reduzidas, resulta em elevada eficiência na aplicação e no uso desse recurso.

- Maior produção e melhor qualidade do produto: isso ocorre devido à alta frequência da irrigação, que evita a ocorrência de estresse hídrico na planta e, portanto, favorece o desenvolvimento da cultura com incremento da produção e melhor qualidade do produto.
- Menor risco do efeito de sais para as plantas: a minimização do risco da salinidade para as plantas por sistemas localizados pode ser atribuída a fatos, como diluição da concentração de sais na solução do solo em consequência da alta frequência de irrigação que mantém a umidade elevada na zona radicular, eliminação dos danos causados às folhas pela irrigação por aspersão com água salina e movimento dos sais além da região de atividade das raízes.
- Facilidade e eficiência na aplicação de fertilizantes: os sistemas localizados oferecem maior flexibilidade na fertirrigação e tornam mais eficiente o uso dos nutrientes, pois os fertilizantes são aplicados diretamente na água de irrigação, de forma frequente e em pequenas doses diretamente na zona radicular minimizando, assim, a lixiviação.
- Menor demanda de mão de obra e baixo consumo de energia: os sistemas podem ser facilmente automatizados, facilitando a operação quando a mão de obra é limitada ou de alto custo. Uma vez que operam com pressões e quantidades menores de água que em outros tipos de irrigação pressurizados, apresentam reduzido custo de energia para bombeamento.
- Adaptação a diferentes tipos de solos e topografia: como a aplicação de água é em pequena quantidade, a irrigação localizada adapta-se melhor a diferentes tipos de solo e topografia, além de facilitar as operações ou práticas culturais permitindo a fácil

movimentação de máquinas e trabalhadores.

- Sensibilidade ao entupimento: considerado o principal problema da irrigação localizada, a ocorrência de entupimento dos emissores pode afetar a distribuição da água e, com isso, prejudicar a produção da cultura. A baixa pressão de serviço, o pequeno diâmetro dos orifícios e a reduzida velocidade da água facilitam o entupimento, causado por processos físicos, químicos e biológicos. A manutenção preventiva (incluindo filtração da água e tratamento químico para lavagem das tubulações) é uma alternativa efetiva para evitar obstruções. Outros problemas tão importantes quanto à obstrução incluem rompimento nas tubulações, falhas em acessórios e equipamentos, animais roedores e insetos.
- Desenvolvimento do sistema radicular: devido à formação de um volume constante de solo umedecido (bulbo úmido), o sistema radicular tende a concentrar-se nessa região, diminuindo a estabilidade das plantas, podendo provocar o seu tombamento, quando sujeitas a ventos fortes.
- Custos: os sistemas de irrigação localizada são fixos e requerem grande quantidade de tubulações e acessórios. Consequentemente, os custos iniciais e anuais são altos, podendo ser comparados aos gastos com implantação de sistemas fixos de irrigação por aspersão. Os custos podem variar consideravelmente, dependendo da cultura, da quantidade necessária de tubulações, dos equipamentos de filtragem e de fertilização e do grau de automação desejado.

### 3.2.1 Descrição de um sistema de irrigação localizada

Um sistema completo de irrigação localizada é composto das seguintes partes: emissores (gotejadores, *microsprays*, microaspersores, microtubos), tubulações (linhas laterais, de derivação e principais) para distribuição da água e cabeçal de controle (conjunto motobomba, sistema de filtragem, injetores de fertilizantes, sistema de controle de pressão e vazão), além de acessórios e conexões indispensáveis para operação e manejo do sistema no campo.

Os emissores são os dispositivos que controlam a saída da água nas linhas laterais, em pontos



discretos e contínuos. Distinguem-se em miniaspersores (difusores ou microaspersores), gotejadores, mangueiras ou tubulações de gotejadores (tubo gotejador, mangueira porosa, mangueira perfurada) e o *microspray*, que é um emissor intermediário entre o gotejador e o microaspersor. As características fundamentais que devem apresentar um emissor e que definem sua escolha consistem em vazão uniforme e constante, reduzida sensibilidade a obstruções, elevada uniformidade de fabricação, resistência à agressividade química e ambiental, estabilidade da relação pressão-vazão, reduzida perda de carga nos sistemas de conexão, resistência ao ataque de insetos e/ou roedores e baixo custo de aquisição. Os emissores, dentro do custo total de um sistema, correspondem à parcela de 5 a 10%.

Em sistemas de irrigação localizada, as tubulações são normalmente de polietileno (baixa e média densidade) e de PVC (linha principal), de acordo com a ordem de funcionamento (Figura 10). Devem ser muito bem dimensionadas, atendendo às condições hidráulica e de operação requeridas.

No custo do sistema, correspondem à parcela de 60 a 70% do valor total. As linhas laterais são tubulações de última ordem no sistema, sobre as quais são conectados os emissores. Devem ser dimensionadas de forma a permitir que os emissores distribuam a água com um adequado grau de uniformidade minimizando a variação de vazão ao longo do seu comprimento.

Normalmente, as linhas laterais são de polietileno flexível de baixa densidade, com diâmetros internos regularmente comercializados com 13 ou 16 mm. As linhas de derivação são tubulações que alimentam as linhas laterais. Hidraulicamente são

iguais a estas últimas, pois são de múltiplas saídas. São dimensionadas e devem permitir uma pressão adequada no início de cada lateral derivando a vazão necessária para cada uma delas.

As linhas secundárias são aquelas que abastecem as de derivação. O dimensionamento deve-se basear em critérios econômicos, cujos diâmetros mais comuns são de 20 a 80 mm. Podem ser de polietileno ou PVC. A linha principal é a que conduz a água da motobomba passando pelo cabeçal de controle, até as linhas secundárias. Podem ser de PVC ou até mesmo de polietileno de alta densidade, dependendo das condições de pressão, a qual será submetida.

Denomina-se cabeçal de controle o conjunto de elementos que permite o tratamento da água de irrigação, sua filtragem, medição, controle de pressão e aplicação de fertilizantes. Sua composição pode variar em muitos casos. Por exemplo, há instalações em que os fertilizantes são aplicados a partir do cabeçal de controle, entretanto, em algumas instalações, as aplicações são realizadas nas unidades de irrigação. Muitas vezes a água apresenta alguns problemas de qualidade que limitam o seu uso em sistemas localizados, podendo provocar a obstrução dos emissores.

Em alguns casos, antes da filtragem, é necessário tratamento químico para eliminação de algas utilizando oxidantes, como hipoclorito de sódio. Outro caso é a aplicação de ácidos para evitar a formação de precipitados de cálcio.

Os filtros de areia são elementos típicos e indispensáveis para a eliminação de algas, impurezas orgânicas e vegetais e retenção de partículas minerais. Sempre é conveniente a



**Figura 10.** Sistema de irrigação localizada na cultura do café.

instalação de dois filtros para facilitar a limpeza sem parada de todo o sistema.

Os filtros de tela são sempre necessários logo após o equipamento de fertirrigação, para eliminar impurezas minerais que atravessam os filtros de areia e que são provenientes dos adubos dissolvidos. Dos filtros disponíveis no mercado, a maioria é provida de mecanismos que facilitam a limpeza. O equipamento de fertirrigação, obrigatoriamente, não poderá ser instalado antes dos filtros de areia.

Fernandes (2013) apresenta um levantamento detalhado sobre os custos de implantação de sistemas de irrigação utilizados na cafeicultura brasileira, que pode ser visto resumidamente na Tabela 7. Observa-se que os custos podem variar de R\$ 2.200,00 para o sistema de irrigação por aspersão convencional a R\$ 8.000,00 para o sistema de irrigação por gotejamento autocompensante em uma lavoura de café adensado.

**Tabela 7.** Custo de implantação (R\$ ha<sup>-1</sup>) para os sistemas de irrigação utilizados para o cafeeiro

Sistema de Irrigação	Custo de Implantação (R\$ ha <sup>-1</sup> )
Pivô Central	5.000,00
Pivô Central LEPA	5.500,00
Gotejamento Autocompensante em plantio adensado	8.000,00
Gotejamento Convencional em plantio adensado	7.000,00
Gotejamento Convencional	5.000,00
Aspersão em Malha	3.800,00
Aspersão Convencional	2.200,00

Fonte: Adaptado de Fernandes (2013).

### 3.2.2 Eficiência do sistema de irrigação localizada

A eficiência de um sistema de irrigação localizada pode ser definida como sendo a relação entre a quantidade de água armazenada no sistema radicular e quantidade total derivada da fonte. A eficiência de um sistema deve levar em consideração a uniformidade de aplicação ou distribuição de água e as perdas que podem ocorrer durante e após o funcionamento do sistema.

Entre as perdas que podem ocorrer, destacam-se aquelas por percolação, por evaporação e devido ao vazamento no sistema de condução de água, pois o uso eficiente da irrigação consiste no fornecimento de água necessária

ao desenvolvimento normal das culturas, de modo que a quantidade aplicada não exceda a capacidade de adsorção e de aproveitamento do sistema radicular da cultura, pois tanto o excesso quanto a deficiência hídrica causam prejuízos econômicos na agricultura.

### 3.2.3 Uniformidade de aplicação de água em sistema de irrigação localizada

De acordo com Silva, César e Silva, Cícero (2005), do volume total de água que é aplicada ao solo, apenas uma pequena parte é absorvida e aproveitada pelas culturas, pois normalmente ocorrem perdas por vazamento e percolação profunda, dependendo do manejo adotado e da uniformidade de aplicação de água do sistema. Por isso, torna-se necessária a determinação da uniformidade de aplicação de água em qualquer sistema de irrigação, pois esse parâmetro é utilizado para medir a variabilidade de água aplicada.

A uniformidade de distribuição de água de um sistema de irrigação é um dos principais parâmetros para o diagnóstico da situação de funcionamento do sistema, sendo, inclusive, um dos componentes para determinação do nível de eficiência, no qual o sistema trabalha e pelo qual a lâmina aplicada deverá ser corrigida para fornecer água de modo que a cultura irrigada tenha um pleno desenvolvimento (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2013).

Em sistemas de irrigação localizada, a uniformidade de aplicação de água pode ser expressa por meio de vários coeficientes, entre os quais se destacam o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e o Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE).

#### 3.2.3.1 Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC)

O Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), proposto por Christiansen (1942) e apresentado por Mantovani, Bernardo e Palaretti (2013), que considera o desvio médio absoluto como medida de dispersão, é determinado a partir da equação 11:

$$CUC = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Q_i - Q_m|}{n Q_m} \right\} \quad \text{eq. 11}$$

em que:

CUC = Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, em %;

$Q_i$  = vazão de cada emissor, em  $L\ h^{-1}$ ;

$Q_m$  = vazão média dos emissores, em  $L\ h^{-1}$ ; e

$n$  = número de emissores.

Esse coeficiente é considerado por muitos autores como um dos principais parâmetros técnicos que descrevem a uniformidade de aplicação de água de um sistema de irrigação, sendo o mais utilizado para determinar a variabilidade espacial da lâmina de água aplicada pelo sistema.

### 3.2.3.2 Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE)

O Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE) proposto por Criddle et al. (1956) e citado por Mantovani; Bernardo e Soares (2009), que correlaciona a média do menor quartil, ou seja, a média de 25% das observações com menores valores, com a média total, é expresso pela equação 12:

$$CUE = \frac{Q_{25\%}}{Q_m} 100 \quad \text{eq. 12}$$

em que:

CUE = Coeficiente de Uniformidade de Emissão, em %;

$Q_{25\%}$  = média de 25% dos menores valores de vazões observada, em  $L\ h^{-1}$ ; e

$Q_m$  = média de todas as vazões coletadas, em  $L\ h^{-1}$ .

A classificação do desempenho de sistemas de irrigação por gotejamento, em função dos valores do CUC e do CUE, está apresentada na Tabela 8.

**Tabela 8.** Classificação dos valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE), para sistemas de irrigação localizada

Classificação	CUC (%)	CUE (%)
Excelente	> 90	> 84
Bom	80 – 90	68 – 84
Razoável	70 – 80	52 – 68
Ruim	60 – 70	36 – 52
Inaceitável	< 60	< 36

**Fonte:** Adaptado de Mantovani, Bernardo e Palaretti (2013).

Vale destacar que a análise conjunta desses coeficientes de uniformidade é essencial para avaliar o desempenho de sistemas de irrigação por gotejamento.

A avaliação do desempenho de sistemas de irrigação constitui uma etapa fundamental no manejo da irrigação, pelo fato de fornecer informações sobre a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação em funcionamento. Constitui em um dos parâmetros técnicos utilizados para corrigir a lâmina aplicada pelo sistema de acordo com as exigências hídricas da cultura e com as condições edafoclimáticas da região.

Ao avaliar o desempenho de qualquer sistema de irrigação, deve-se determinar a Irrigação Real Necessária (IRN), a Lâmina aplicada (Lapl), Lâmina deficitária (Ldef), Lâmina percolada (Lper) e Lâmina armazenada (Larm) no solo de acordo com a metodologia descrita por Bernardo, Soares e Mantovani (2006).

Após a determinação dos coeficientes de uniformidade de aplicação de água e das lâminas, realiza-se um diagnóstico do funcionamento dos sistemas de irrigação localizada, por exemplo, por meio da determinação dos parâmetros técnicos: Porcentagem de área adequadamente irrigada (Pad), Coeficiente de *deficit* (Cd), Perdas por percolação (Pper), Eficiência de condução (Ec), Eficiência de Distribuição de projeto para área adequadamente irrigada (EDpad), Eficiência de irrigação para área adequadamente irrigada (Eipad) e Eficiência de aplicação (Ea), de acordo com a metodologia apresentada por Barreto, Silva e Bolfe (2004) e Bernardo, Soares e Montovani (2006).

A seguir, é apresentado um exemplo de como avaliar a uniformidade e a eficiência de aplicação de água de um projeto de irrigação por gotejamento na cultura do café conilon, de acordo com os resultados do teste de uniformidade obtidos em campo (Tabelas 9, 10, 11 e 12).

#### Dados do Projeto:

Local: Alegre-ES	Idade da cultura: 4 meses
$Q_m$ : 12 $L\ h^{-1}$	Tempo de irrigação: 3 h
Espaçamento entre gotejadores: 1,50	Espaçamento entre linhas laterais: 3,00 m
Profundidade do sistema radicular: 20 cm	Número de gotejadores por linha lateral: 24
Pressão de serviço: 98 KPa	Número de emissores por planta: 1
Eficiência de condução: 0,99	Pad: 90%
Diâmetro do coletor: 305 mm	Área do coletor: 0,0731 $m^2$
Capacidade de Campo (CC): 17,87%	Densidade do solo (Ds): 1,21 $g\ cm^{-3}$
Umidade atual (Ua): 14,79%	Kc = 0,40

**Tabela 9.** Resultado do teste de uniformidade de distribuição de água ( $L h^{-1}$ ) do Projeto de Irrigação Localizada por Gotejamento

	1ª Linha Lateral	1/3 Origem	2/3 Origem	Última Linha Lateral
Primeiro emissor da L.L.	12,64	12,46	12,50	12,56
Situado a 1/7 da L.L.	12,32	12,58	12,56	12,44
Situado a 2/7 da L.L.	11,18	12,52	12,46	12,36
Situado a 3/7 da L.L.	12,40	12,35	12,30	12,26
Situado a 4/7 da L.L.	11,28	12,34	12,18	11,98
Situado a 5/7 da L.L.	10,46	12,22	11,90	11,40
Situado a 6/7 da L.L.	12,34	11,62	11,35	11,22
Último emissor da L.L.	12,05	12,16	11,16	10,95

Fonte: Elaborada pelos autores.

**Tabela 10.** Resultado do teste de uniformidade de distribuição de água (mm) do Projeto de Irrigação Localizada por Gotejamento

	1ª Linha Lateral	1/3 Origem	2/3 Origem	Última Linha Lateral
Primeiro emissor da L.L.	2,88	2,84	2,85	2,86
Situado a 1/7 da L.L.	2,81	2,87	2,86	2,84
Situado a 2/7 da L.L.	2,55	2,85	2,84	2,82
Situado a 3/7 da L.L.	2,83	2,82	2,80	2,80
Situado a 4/7 da L.L.	2,57	2,81	2,78	2,73
Situado a 5/7 da L.L.	2,38	2,79	2,71	2,59
Situado a 6/7 da L.L.	2,81	2,65	2,59	2,56
Último emissor da L.L.	2,75	2,77	2,54	2,49

Fonte: Elaborada pelos autores.

**Tabela 11.** Valores dos desvios das vazões em relação à vazão média coletada ( $L h^{-1}$ )

	1ª Linha Lateral	1/3 Origem	2/3 Origem	Última Linha Lateral
Primeiro emissor da L.L.	0,62	0,44	0,48	0,54
Situado a 1/7 da L.L.	0,30	0,56	0,54	0,42
Situado a 2/7 da L.L.	-0,84	0,50	0,44	0,34
Situado a 3/7 da L.L.	0,38	0,33	0,28	0,24
Situado a 4/7 da L.L.	-0,74	0,32	0,16	-0,04
Situado a 5/7 da L.L.	-1,56	0,20	-0,12	-0,62
Situado a 6/7 da L.L.	0,32	-0,40	-0,67	-0,80
Último emissor da L.L.	0,03	0,14	-0,86	-1,07

Fonte: Elaborada pelos autores.

**Tabela 12.** Valores dos desvios das vazões em relação à vazão média coletada (mm)

	1ª Linha Lateral	1/3 Origem	2/3 Origem	Última Linha Lateral
Primeiro emissor da L.L.	0,14	0,10	0,48	0,11
Situado a 1/7 da L.L.	0,07	0,13	0,12	0,10
Situado a 2/7 da L.L.	-0,09	0,11	0,10	0,08
Situado a 3/7 da L.L.	0,09	0,08	0,06	0,05
Situado a 4/7 da L.L.	-0,17	0,07	0,04	-0,01
Situado a 5/7 da L.L.	-0,36	0,05	-0,03	-0,14
Situado a 6/7 da L.L.	0,07	-0,01	-0,15	-0,18
Último emissor da L.L.	0,01	0,03	-0,20	-0,24

Fonte: Elaborada pelos autores.



### 1. Determinação dos Coeficientes de Uniformidade do Sistema de Irrigação por Gotejamento:

a) Aplicando aos resultados do teste de uniformidade à equação de Christiansen, tem-se:

$$CUC = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Q_{i\text{m}} - Q_m|}{n Q_m} \right\} = 100 \left( 1 - \frac{15,30}{32 \cdot 12} \right) = 96,02\%$$

$$Q_{m\text{col}} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{12,64 + \dots + 10,95}{32} = 12,02 \text{ L h}^{-1}$$

b) Aplicando os dados na equação sugerida por Criddle et al. (1956), tem-se:

$$CUE = 100 \frac{Q_q}{Q_m} = 100 \frac{11,27}{12,02} = 93,76\% \cong 94\%$$

### 2. Determinação das lâminas de aplicação de água pelo sistema em estudo:

a) Irrigação Real Necessária (IRN):

$$IRN = \frac{C_c - U_a}{10} \cdot D_s \cdot Z \cdot E_{To} \cdot k_c \cdot 0,1 \cdot \sqrt{P}$$

$$IRN = \frac{17,87 - 14,79}{10} \cdot 1,21 \cdot 20 \cdot 4,80 \cdot 0,4 \cdot 0,1 \cdot \sqrt{21} = 6,55 \text{ mm}$$

b) Lâmina aplicada (Lapl):

$$L_{apl} = \frac{Q_m T}{E_1 E_2} = \frac{12 \cdot 3}{1,50 \cdot 3,00} = 8,00 \text{ mm}$$

c) Lâmina deficitária (Ldef):

$$L_{def} = \frac{\sum \text{Desvios negativos (mm)}}{n} = \frac{1,48}{11} = 0,13 \text{ mm}$$

d) Lâmina percolada (Lper):

$$L_{per} = \frac{\sum \text{Desvios positivos (mm)}}{n} = \frac{2,09}{21} = 0,10 \text{ mm}$$

e) Lâmina armazenada (Larm):

$$L_{arm} = IRN - L_{per} = 6,55 - 0,10 = 6,45 \text{ mm}$$

f) Coeficiente de Deficit (Cd):

$$Cd = \frac{100 \cdot L_{def}}{IRN} = \frac{100 \cdot 0,13}{6,55} = 1,98\%$$

g) Perdas por percolação (Pp):

$$P_p = \frac{100 \cdot L_{per}}{L_{col_{\hat{m}}}} = \frac{100 \cdot 0,10}{2,75} = 3,64\%$$

### 3. Determinação da Eficiência de Irrigação:

a) Eficiência de Distribuição de Projeto para Área Adequadamente Irrigada (EDpad):

$$ED_{pad} = 100 + ((606 - 24,9 \cdot Pad + 0,349 \cdot Pad^2 - 0,00186 \cdot Pad^3) \cdot (1 - (CUC/100)))$$

$$ED_{pad} = 100 + ((606 - 24,9 \cdot 90 + 0,349 \cdot 90^2 - 0,00186 \cdot 90^3) \cdot (1 - (96,02/100)))$$

$$(1 - (96,02/100)) = 93,47\%$$

b) Eficiência de Irrigação para Área Adequadamente Irrigada (Eipad):

$$E_{ipad} = ED_{pad} \cdot E_c \cdot 100 = 0,9347 \cdot 0,99 \cdot 100 = 92,53\%$$

c) Eficiência de Aplicação (Ea):

$$E_a(\%) = \frac{\text{Lâm. Armazenada}}{\text{Lâm. Aplicada}} \cdot 100 = \frac{6,45}{8,00} \cdot 100 = 80,63\%$$

Diante do exposto, conclui-se que o projeto de irrigação em estudo tem um CUE superior ao valor recomendado para sistemas de irrigação localizada, que é de 84%. Assim, classifica-se com desempenho excelente (CUE = 94%) quanto à uniformidade de emissão, apesar de possuir uma eficiência de aplicação de água inferior a 90%, valor preconizado pela literatura como o ideal para atender à demanda hídrica da cultura irrigada. Para diversos autores, entre os quais estão Mantovani, Bernardo e Palaretti (2013) isso é justificado pela ausência ou deficiência de manejo da irrigação.

## 4 REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; JENSEN, M. E.; WRIGHT, J. L.; BURMAN, R. D., Operational estimates of reference evapotranspiration. *Agronomy Journal*, v. 81, n. 4, p. 650-662, 1989.
- ALLEN, R. G.; SMITH, M.; PEREIRA, L. S.; PERRIER, A. An update for the calculation of reference evapotranspiration. *ICID Bull.* v. 43, p. 35-92, 1994.
- ARAÚJO, G. L.; REIS, E. F.; RODRIGUES, R. R.; ANDRADE, E. K. V.; Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre a transpiração do caféiro; In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA XVII. 2012, Guarapari: *Anais...* (CD Rom), 2011.

- BARRETO, A. N.; SILVA, A. A. G.; BOLFE, E. L. *Irrigação e drenagem na empresa agrícola: impacto ambiental versus sustentabilidade*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 418 p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. *Manual de irrigação*. 8. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 265 p.
- CAMARGO, A. P. Balanço hídrico no Estado de São Paulo. *Boletim Técnico*, IAC. n. 116, 1971, 24 p.
- CAMARGO, A. P. Necessidades hídricas do cafeeiro. *III Curso Prático Internacional de Agrometeorologia*. 1989. 22 p.
- DADALTO, G. G.; BARBOSA, C. A. *Zoneamento Agroecológico para a cultura do café no Espírito Santo*. Vitória, ES: Seag, 1997. 28 p.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. Crop water requirements. *FAO irrigation and drainage paper 24. Land and water development division*, FAO. Rome. p. 144, 1977.
- DRUMOND, L. C. D., FERNANDES, A. L. T. *Utilização da aspersão em malha na cafeicultura familiar*. Grifo Editora e Gráfica, 2004. 88 p.
- FERNANDES, A. L. T. *Como uniformizar a florada do cafezal com uso da irrigação?* - Parte 1. Café Point, 2011. Café Editora, 2011, 4 p.
- FERNANDES, A. L. T. *Cultivo do cafeeiro irrigado por gotejamento*. Café Point, 2011. Café Editora, 2013. 7 p.
- HARGREAVES, G. H. SAMANI, Z. A., Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature. Chicago. *American Society of Agricultural Engineering Meeting (Paper 85-2517)*, 1985.
- JENSEN, M. E.; BRUMAN, R. D.; ALLEN, R. G. *Evapotranspiration and irrigation water requirements*. New York, ASCE. 1990. 332 p. (Manuals and report 70).
- MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO E PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 4, 2001, Araguari, MG. In: MANTOVANI, E. C.; SOUZA, L. O. C.; SOARES, A. R. (Eds.). *Revista Engenharia na Agricultura (Boletim Técnico 4)*.
- MANTOVANI, E. C. Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café CBP&D/café: Núcleo de cafeicultura irrigada e a pesquisa de irrigação do cafeeiro. In: SANTOS, C. M. dos, et al. (Ed.). *Irrigação da Cafeicultura no Cerrado*. Uberlândia: UFU, p.179 -183. 2001a.
- MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. *Irrigação do cafeeiro: informações técnicas e coletânea de trabalhos*. Viçosa, MG: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, 2003. 260 p.
- MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A., Manejo de irrigação In: MANTOVANI, E. C.; COSTA, L. C. (Org.). In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE MANEJO INTEGRADO DAS CULTURAS E DOS RECURSOS HÍDRICOS, Brasília, 1998, *Anais...*, Brasília, DF: p. 49-76 1998.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. *Irrigação: princípios e métodos*; 3. ed. Viçosa: UFV, 2013, 355p.
- MARTINS, C. C.; SOARES, A. A.; BUSATO, C.; REIS, E. F. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Bioscience Journal*, Uberlândia: v. 23, n. 2, p. 61-69, 2007.
- MATIELLO, J. B. *O café - do cultivo ao consumo*. São Paulo: Globo. 1991, 320 p.
- OLIVEIRA, A. C. R.; PIZETTA, S. C.; REIS, E. F. Análise do desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon Cultivar Robusta Tropical submetido a déficit hídrico. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, Goiânia: v. 8, n. 15, p. 1090-1101, 2012.
- OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981.
- PARTELLI, F. B. Café: na história, na economia e no sangue do capixaba. *Revista Procampo*. Ano X, n. 55, p. 16-17, 2015.
- PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; BONOMO, R.; SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para a cultura do café conilon no Estado do Espírito Santo. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza: v. 41, n. 3, p. 341-348, 2010.
- RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C.; REIS, E. F.; GARCIA, G. O. Disponibilidade hídrica no solo no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon. *Coffee Science*. Lavras: v. 10, n. 1, p. 46-55, 2015.
- SALES, E. F.; PINTO, J. P. *Convivendo com a seca no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: Emcapa. 28 p. (Emcapa. Documentos, 97). 1998.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. *Irrigação na cultura do café*. Campinas: Arbore, 1996, 146 p.
- SARAIVA, J. S. T.; SILVEIRA, J. S. M. Irrigação do café. In: COSTA, E. B. da (Coord.). *Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: Seag, p. 111-120, 1995.
- SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia aplicada à irrigação; In: MIRANDA, J. H. de; PIRES, R. C. de M. (Eds.). *Irrigação*. Piracicaba: SBEA, v. 1, 2001.
- SILVA, C. A. da; SILVA, C. J. da. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*. Garça: n. 8, dez. 2005.
- SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S. Efeito da época de irrigação sobre o desenvolvimento do botão floral e floração do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 22., 1996, Águas de Lindóia, SP. *Anais... Águas de Lindóia*: p. 100-102. 1996.
- THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*. v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.







# Manejo Integrado de Plantas Daninhas

Cláudio Pagotto Ronchi, Felipe Paolinelli de Carvalho e Antonio Alberto da Silva

## 1 INTRODUÇÃO

O café conilon é implantado em espaçamentos relativamente amplos, geralmente de 3,0 x 1,0 m (ver capítulo 11 “Manejo da Cultura do Café Conilon: Plantio, Espaçamento, Podas e Desbrotas”), para permitir os tratos culturais e o adequado crescimento da copa durante a fase adulta da lavoura. Isso propicia, sobretudo na fase de implantação, mas também nos primeiros anos de formação da lavoura, baixo grau de cobertura do solo (Figura 1). Conseqüentemente, a germinação, o crescimento e o desenvolvimento de espécies de plantas daninhas são favorecidos. Além disso, nas regiões em que o conilon é cultivado, geralmente predominam altas temperaturas e altas irradiâncias, que aliadas à irrigação das lavouras ou mesmo ao período chuvoso do ano, intensificam o crescimento das plantas daninhas, agravando o efeito destas sobre a cultura. Assim, o manejo de plantas daninhas é uma prática imprescindível para garantir o crescimento, a produtividade e a longevidade da lavoura de café conilon.



**Figura 1.** Lavoura jovem de café conilon evidenciando grande exposição do solo, passível de infestação por plantas daninhas.

Foto: Romário Gava Ferrão.

Mesmo diante da grande importância do café conilon para o País, as pesquisas sobre o manejo de plantas daninhas nessa cultura são incipientes. Com efeito, o volume de informações sobre esse tema publicado na literatura nacional, nas duas últimas décadas é inexpressivo diante daquele sobre o manejo de plantas daninhas em outras culturas também de grande importância econômica para o País (e.g. soja, milho, cana-de-açúcar ou mesmo o café arábica). Muitas informações preciosas sobre métodos ou estratégias de controle, gerados e adotados nas propriedades por técnicos e produtores, infelizmente não são amplamente divulgadas, tampouco validadas pela pesquisa científica. Diante desse cenário de baixo embasamento científico, procurou-se sumariar, neste capítulo, os principais aspectos do manejo integrado de plantas daninhas no café conilon. Quando pertinente, algumas informações relativas ao café arábica foram extrapoladas para o café conilon. Não obstante, aspectos gerais sobre o manejo de plantas daninhas em café podem ser consultados em Ronchi, Silva e Ferreira (2001), Silva e Ronchi (2003, 2008) e Ronchi, Ferreira e Silva (2014).

## 2 BIOLOGIA E INTERFÊNCIAS DE PLANTAS DANINHAS

O conceito de plantas daninhas sempre se referiu à indesejabilidade dessas plantas em alguma atividade humana. Assim, na cafeicultura, planta daninha é aquela que ocorre na lavoura e que, em algum momento, interfere direta ou indiretamente na cultura, competindo por recursos como água, luz



e nutrientes, eliminando substâncias alelopáticas no ambiente e prejudicando práticas agrônômicas, como a colheita, adubações, tratamentos fitossanitários, entre outros. Ademais, as estratégias evolutivas das plantas daninhas deram a elas capacidade de se adaptar aos mais diversos sistemas de produção agrícola e conferiram características de agressividade e interferência nas culturas. São exemplos dessas características a alta produção de sementes, os diversos meios de propagação (semente, bulbo, tubérculo, rizoma e estolões), a fácil disseminação ou reinfestação da área, o rápido crescimento inicial com aquisição de recursos do meio e o crescimento significativo em condições de escassez de recursos (SILVA et al., 2007a).

As plantas daninhas apresentam, via de regra, grande capacidade de competição por nutrientes em relação ao cafeeiro (RONCHI et al., 2003; RONCHI; SILVA, 2006; RONCHI; TERRA; SILVA, 2007). Os nutrientes, ao serem absorvidos por elas, ficam momentaneamente indisponíveis à cultura. Assim, se essa competição se estabelece logo após o transplântio, na linha de plantio, por exemplo, a redução no crescimento do cafeeiro é severa (RONCHI; SILVA, 2006). Muitas espécies de plantas daninhas, como por exemplo *Bidens pilosa* (picão-preto), possuem capacidade elevada de aquisição de fósforo (P), nitrogênio (N) e micronutrientes do solo, além de utilização eficiente na conversão desses elementos em matéria seca (RONCHI et al., 2003; PROCÓPIO et al., 2004a, 2005). Considerando que as plantas de conilon possuem a maior concentração de raízes finas absorventes nas camadas superficiais do solo, sobretudo no sentido da entrelinha (detalhes sobre o sistema radicular do cafeeiro conilon podem ser consultados no capítulo 5 “Aspectos Fisiológicos do Café Conilon”, que trata dos aspectos fisiológicos da cultura), é de se esperar que a presença de espécies de plantas daninhas nas proximidades da saia do cafeeiro imprima forte competição por nutrientes.

A água é o recurso pelo qual quase sempre as plantas estão competindo devido à constante má distribuição da precipitação ao longo do ciclo da cultura, aumento da frequência e duração de veranicos, e cultivo em áreas marginais com restrição hídrica à cultura. Dessa forma, a competição por água requer maior atenção, assim como o manejo adequado da irrigação a fim de

disponibilizar água eficientemente à cultura. As plantas daninhas, não apenas por estarem em altas densidades na área, possuem maior capacidade de absorção de água que as plantas de café conilon, principalmente na fase inicial da lavoura, em virtude do seu sistema radicular agressivo. Particularmente aquelas da família Poaceae (gramíneas), sob condições de boa luminosidade, apresentam maior eficiência no uso da água, produzindo maior quantidade de biomassa por unidade de água absorvida. Algumas espécies são conhecidas pela maior capacidade de aquisição de água no solo, como por exemplo *Bidens pilosa*, que permanecem com alto grau de hidratação, mesmo quando submetidas a potenciais hídricos abaixo daqueles valores que induzem o ponto de murcha permanente em outras culturas (PROCÓPIO et al., 2004b).

Assim como o arábica, o café conilon apresenta crescimento inicial lento logo após o transplântio (BRANGANÇA, 2005; DaMATTA et al., 2007), mesmo porque é uma planta perene, que exhibe sazonalidade do crescimento. Consequentemente, as plantas daninhas anuais que ocorrem na linha de plantio facilmente apresentarão crescimento rápido em altura, em comparação àquele do cafeeiro, reduzindo a capacidade de absorção de luz pelo cafeeiro. É importante registrar que esse crescimento intenso das plantas daninhas na linha de plantio é potencializado pela alta disponibilidade de nutrientes, matéria orgânica e água (seja pela irrigação ou pelo plantio em época chuvosa). Não obstante a competição por nutrientes, a competição por luz será elevada de forma que o crescimento do cafeeiro naturalmente lento será drasticamente reduzido (RONCHI; SILVA, 2006). É por essa razão que o controle de plantas daninhas na linha de plantio, em lavouras recém-transplantadas e em formação deve ser realizado conforme será discutido adiante.

De acordo com relatos de técnicos e produtores do norte capixaba, algumas plantas daninhas possuem maior importância na cultura do café conilon, tais como trapoeraba (*Commelina benghalensis*), capim-amargoso ou capim-bandeira ou capim-açu (*Digitaria insularis*), buva (*Conyza bonariensis* ou *Conyza canadensis*), capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*), entre outras (MARIM, A. R.; MOTTA, A. P., comunicações pessoais) (Figura 2). Essas espécies, além de se perenizarem na

área, produzem grande quantidade de sementes, possuem rápido crescimento e facilidade de estabelecimento dentro do sistema de manejo de produção. Todavia, a característica principal de importância é a baixa susceptibilidade aos métodos de controle empregados pelos produtores, sobretudo ao controle químico tornando o método, quando utilizado de forma não adequada, ineficaz, o que favorece o estabelecimento e predominância dessas espécies na lavoura. Mais adiante, neste texto, serão discutidas algumas estratégias de manejo dessas espécies de plantas daninhas.

### 3 MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

As práticas de controle de plantas daninhas no conilon devem visar ao manejo e não à erradicação

de todas as espécies da área durante todo o ciclo da cultura. A melhor prática é sempre a integração dos diversos métodos de controle (preventivo, cultural, mecânico e químico), que, por sua vez, demanda programação e conhecimento dos fatores envolvidos. Isso porque as plantas daninhas podem acrescentar benefícios ao cafeeiro, seja pela proteção do solo contra erosão e aquecimento excessivo pelo sol, manutenção da matéria orgânica do solo, ciclagem de nutrientes ou por permitir maior infiltração de água no solo (Figura 3). Dessa forma, as estratégias de manejo devem ser programadas considerando todos os benefícios e prejuízos potenciais das plantas daninhas para o conilon, as características da cultura, o aproveitamento dos insumos e recursos, a redução nos custos de produção, a máxima segurança do aplicador e do ambiente e a sustentabilidade da produção cafeeira. Esse



**Figura 2.** Fotos de plantas daninhas tolerantes ao glyphosate, infestantes de lavouras capixabas de conilon. Trapoeraba (A); Capim-amargoso (B).

Foto: Cláudio Pagotto Ronchi.



programa holístico de manejo é denominado de manejo integrado de plantas daninhas (DANIEL; MACIEL, 2014). De qualquer forma, os impactos que os diferentes métodos de controle causam no ambiente devem ser levados em consideração para a definição daquele a ser empregado (MELLONI et al., 2013). Abaixo, descreve-se resumidamente alguns desses métodos de controle para o café conilon e, para maior detalhamento, o leitor pode consultar Silva e Ronchi (2003, 2008) e Ronchi, Ferreira e Silva (2014).



**Figura 3.** Manejo integrado de plantas daninhas em lavouras jovens de conilon.

**Fotos:** Luiz Augusto Lopes Serrano e Wander Ramos Gomes.

**Nota:** O controle é feito na linha de plantio e a vegetação natural é mantida e manejada na entrelinha. Evita-se a competição das plantas daninhas com a cultura ao mesmo tempo que se protege o solo na entrelinha.

### 3.1 MANEJO PREVENTIVO

No manejo preventivo, faz-se uso de práticas com o objetivo principal de impedir a introdução de espécies de plantas daninhas em áreas ainda não infestadas por essas espécies. Algumas práticas também podem reduzir a possibilidade de estabelecimento e disseminação de espécies para outras áreas (DANIEL; MACIEL, 2014). Nesse sentido, o conhecimento dos meios de propagação e disseminação de cada espécie de planta daninha é essencial. As principais medidas preventivas são: aquisição ou produção de mudas livres de sementes ou propágulos de plantas daninhas, sobretudo daquelas de difícil controle (e.g. tubérculos de Tiririca - *Cyperus rotundus*), limpeza de implementos na mudança ou transferência do maquinário entre áreas, utilização de esterco curtido livre de sementes de plantas daninhas, fiscalização e limpeza de canais de irrigação ou divisas de talhões, entre outras.

### 3.2 CONTROLE CULTURAL

O controle cultural surge do princípio de utilização das características ecológicas da própria cultura ou das plantas daninhas de forma a favorecer o cafeeiro em detrimento à comunidade infestante ou que resulte em supressão da germinação, crescimento ou desenvolvimento das plantas daninhas na lavoura, beneficiando a cultura na competição pelos recursos do ambiente e reduzindo o banco de sementes do solo (SILVA et al., 2007b). Assim, pode-se destacar as práticas que favorecem a cultura, como o adequado preparo do solo, correção da acidez, adubação equilibrada, manejo de pragas e doenças, uso de cultivares adaptadas, irrigação, plantio em época adequada, entre outras. Além disso, são de extrema importância, do ponto de vista do controle cultural, as práticas que desfavorecem as plantas daninhas na lavoura de conilon, como adensamento de plantas (maior número de plantas ou de hastes por hectare), cultivo da entrelinha (culturas intercalares plantadas ou de ocorrência natural) e formação de cobertura morta ou fresca.

O plantio adensado, sempre que possível e dentro de limites agronomicamente aceitáveis, constitui excelente prática para o controle das plantas daninhas nas lavouras adultas, uma vez que num

menor espaço de tempo ocorre o sombreamento do solo e menos área de solo fica livre para infestação (SILVA; RONCHI, 2008). Ressalte-se que o adensamento do café conilon é uma prática extremamente interessante para aumento de produtividade e está sendo adotada pelos produtores. Inclusive, alguns trabalhos de pesquisa apontam maiores produtividades em cultivos adensados de conilon (ver capítulo 11 “Manejo da Cultura do Café Conilon: Plantio, Espaçamento, Podas e Desbrotas”). Considerando que o adensamento reduz a germinação de sementes das plantas daninhas pela cobertura da área e redução da luminosidade na superfície do solo, o maior número de hastes e o seu posicionamento menos verticalizado também são fatores que contribuem positivamente para o manejo de plantas daninhas no conilon. Esses são aspectos que diferem significativamente da cafeicultura de arábica, sobretudo daquela em renques mecanizados, como no Cerrado, com amplos espaçamentos na entrelinha (ARAÚJO et al., 2012; RONCHI; FERREIRA; SILVA, 2014).

Visando ao controle cultural, outra prática que também pode ser utilizada são as coberturas vegetais (verdes ou mortas) nas entrelinhas do cafeeiro. Elas podem ser oriundas da própria vegetação daninha ou do plantio de espécies de controle relativamente fácil, como por exemplo leguminosas ou gramíneas (e.g. braquiária), recomendadas para essa finalidade. As leguminosas possuem a vantagem da fixação de N; as gramíneas, rápido estabelecimento na área. No caso de gramíneas, é importante mencionar que muitas lavouras são implantadas em áreas de pastagem e a braquiária (geralmente *Brachiaria decumbens*) é uma das principais plantas daninhas que ocorrem na lavoura (Figura 4). Além de promoverem a cobertura do solo, elas formam grande quantidade de biomassa e reciclam alta quantidade de nutrientes, que são posteriormente aproveitados pelo cafeeiro com o manejo adequado. Para isso, basta que se faça a dessecação, com herbicidas sistêmicos, roçadas manuais ou tratorizadas. Vale ressaltar que muitos trabalhos têm evidenciado, para o café arábica, que a manutenção da vegetação natural (ou cultivada) na entrelinha é altamente efetiva na melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo e da cultura (ALCÂNTARA; FERREIRA, 2000;

AGUILAR; STAVIER; MILBERG, 2003; SHIVAPRASAD et al., 2005; RONCHI; TERRA; SILVA, 2007; SANTOS; MARCHI, G.; MARCHI, E., 2008; ALCÂNTARA; NÓBREGA; FERREIRA, 2009; ARAÚJO et al., 2012). Destaca-se, entretanto, que, mesmo mantendo a cobertura vegetal na entrelinha, é importante conservá-la afastada da copa (ou saia) do cafeeiro (Figuras 5 e 6) para minimizar a competição por recursos, sobretudo por luz. Por isso, a exemplo do que é feito no café arábica (MAGALHÃES et al., 2012), o controle de plantas daninhas nas lavouras jovens de café conilon deve ser feito em faixas, na linha de plantio, de forma que sua largura aumente progressivamente com a idade do cafeeiro.



**Figura 4.** Implantação de lavoura de café conilon em área de pastagem.

**Foto:** Wander Ramos Gomes.

**Nota:** A braquiária deve ser mantida na entrelinha, distante das plantas jovens, e manejada através de roçadas ou herbicidas não seletivos em jato dirigido.

Particularmente no Espírito Santo, o consórcio do café conilon com árvores de sombra (teca, seringueira, cedro-australiano) e com frutíferas (cajeiro, coqueiro e mamoeiro) é uma prática comum, haja vista as inúmeras vantagens desse sistema de cultivo (para detalhes, ver capítulo 19 “O Café Conilon em Sistemas Agroflorestais”). Ressalte-se, entre esses sistemas consorciados, aquele do mamoeiro com o café conilon (Figura 6). Nesse consórcio, como o espaçamento na entrelinha de ambas as culturas coincidem, a lavoura de café é implantada na fileira do mamoeiro. Assim, considerando que a fase crítica da competição de plantas daninhas com a cultura do café conilon ocorre nas lavouras jovens, conforme observado no café arábica (RONCHI et al., 2003; RONCHI; SILVA, 2006; RONCHI; TERRA; SILVA, 2007; FIALHO et al., 2010, 2011, 2012; ARAÚJO et al., 2012; MAGALHÃES et al., 2012; RONCHI; FERREIRA, SILVA, 2014), ao



se fazer o manejo de plantas daninhas na cultura do mamoeiro, que é muito criterioso devido aos problemas fitossanitários da lavoura (RONCHI et al., 2008), o cafeeiro também se beneficia dessa operação, ficando livre dos efeitos danosos da competição. Nesse consórcio, o controle de plantas daninhas nas entrelinhas café/mamão é feito com glyphosate; enquanto na linha, com capinas manuais (Figura 6).



**Figura 5.** Manejo integrado de plantas daninhas em lavouras de conilon em formação.

**Foto:** Wander Ramos Gomes.

**Nota:** A vegetação natural na entrelinha é manejada adequadamente para evitar a competição por recursos, sobretudo competição por luz.



**Figura 6.** Manejo integrado de plantas daninhas em lavouras fertirrigadas de conilon, consorciadas com o mamoeiro, na região de Linhares-ES.

**Foto:** Cesar José Fanton.

**Nota:** O controle é feito com glyphosate nas entrelinhas e com capinas manuais na linha de plantio.

### 3.3 CONTROLE MECÂNICO

O controle mecânico é o método mais antigo de manejo de plantas daninhas e ainda é muito utilizado na agricultura moderna. O arranquio manual de plantas daninhas em viveiros, a capina

manual com uso de enxada na linha de plantio (comum em lavouras jovens de café conilon) e o uso de cultivadores são exemplos de métodos de controle mecânico. Outras técnicas muito empregadas na cafeicultura são a aração e a gradagem por ocasião do preparo do solo para o plantio; o uso de roçadeira ou trincha no manejo das plantas daninhas, na entrelinha ou bem próximo à linha de plantio; a trincha de regulagem versátil ou a “roçadeira ecológica”, que ainda permite o direcionamento do material vegetal cortado à linha de plantio ou na sobreposição da copa das plantas.

Todos os métodos mecânicos possuem boa eficiência no controle de espécies jovens, em condições do solo mais seco, e alguns são sempre utilizados em todas as propriedades cafeeiras, como a roçadeira. Entretanto, a capina ou o cultivador possuem limitações que comprometem a eficiência do método. No cafeeiro, as restrições consistem na dificuldade de controle das plantas daninhas próximas ao caule da cultura, a baixa eficiência quando realizado no período chuvoso e em áreas com presença de plantas de propagação vegetativa (SILVA et al., 2007b). Essas práticas ainda podem danificar o sistema radicular superficial da cultura, prejudicando a absorção de nutrientes e promovendo meios de infecção de patógenos do solo.

### 3.4 CONTROLE QUÍMICO

O controle químico é o método que se utiliza da pulverização de herbicidas que causam a diminuição do crescimento ou a morte das plantas daninhas por interferirem em processos bioquímicos e fisiológicos vitais às plantas. Apesar de muito eficientes, são apenas uma ferramenta adicional no manejo integrado de plantas daninhas e, se utilizados de forma inadequada, podem causar desde a perda de eficiência do produto até a intoxicação do aplicador, do cafeeiro e a contaminação do ambiente. Além da eficiência, os herbicidas apresentam praticidade e rapidez de controle, independentemente do tamanho da área, controlam espécies de propagação vegetativa, são de baixo custo por área tratada e podem ser utilizados numa ampla faixa de condições. Existem diversos herbicidas que possuem registro e podem ser utilizados na cafeicultura (RODRIGUES;

ALMEIDA, 2011). Algumas poucas características, classificação e cuidados no manuseio, modo de aplicação, dosagem e condições climáticas para pulverização desses produtos serão destacados neste texto. De qualquer forma, as principais vantagens e desvantagem precisam ser conhecidas antes da escolha desse método.

Todos os produtos possuem algum nível de toxicidade ao aplicador, à cultura e ao meio ambiente. Para a aplicação, é essencial a qualificação do aplicador/operador e o uso de equipamentos de aplicação e proteção adequados. Qualquer descumprimento desses fatores é causa de intoxicação e insucesso no controle. O potencial de intoxicação, a seletividade do herbicida, o comportamento do produto no ambiente e a tecnologia de aplicação apropriada são fundamentais e não podem ser negligenciados. Dessa forma, esses aspectos precisam ser levados em consideração e ser de domínio e conhecimento do técnico e do aplicador antes da tomada de decisão pelo uso de herbicidas na lavoura de café conilon.

A recomendação eficiente do controle químico se inicia na escolha do herbicida, na sua dose e época de aplicação. Para isso, a identificação do alvo, ou seja, das espécies de plantas daninhas presentes na área, seu estágio de desenvolvimento e as condições ambientais são fundamentais. Quando o produto for aplicado ao solo, o conhecimento de suas características físicas e químicas também são de grande importância, principalmente o pH, a textura e o teor de matéria orgânica, sendo as duas últimas determinantes na escolha da dose. A menor toxicidade ao homem e ao ambiente deve ser considerada, sempre que possível, na escolha do herbicida pelo técnico responsável.

Os herbicidas registrados para uso não causarão problemas (intoxicação) ao cafeeiro desde que respeitadas as doses (para as moléculas seletivas) e utilizadas as tecnologias adequadas para sua pulverização, principalmente no caso da aplicação em jato dirigido de produtos não seletivos. Neste último tipo de aplicação, é comum a utilização de barreiras físicas a fim de evitar o contato do herbicida com o cafeeiro (RODRIGUES et al., 2003), como por exemplo o chapéu-de-napoleão e as barras protegidas para aplicação sob a copa (saia) da lavoura ou somente na entrelinha.

Os herbicidas podem ser aplicados antes ou após a emergência das plantas daninhas. Nas aplicações em pré-emergência, é comum, por exemplo, a utilização de oxyfluorfen em jato dirigido ao solo, em faixas na linha de plantio, imediatamente após o transplântio. É importante levar em consideração o histórico de plantas daninhas na área e as características químicas do solo na escolha e na dose. A aplicação em pós-emergência, por sua vez, pode ser realizada antes da implantação da cultura, no caso de dessecação em área total, ou após a implantação da cultura, nas entrelinhas, levando em consideração as espécies que ocorrem na área e seu estágio de desenvolvimento, entre outros fatores, para escolha do herbicida e das doses. Em pós-emergência, recomenda-se seguir as recomendações da bula do produto e programar a aplicação nos estádios jovens da planta daninha, sempre que possível, garantindo a eficiência dos herbicidas e a escolha de menores doses do produto.

Em lavouras em produção, herbicidas podem ser usados para o controle de plantas daninhas nas ruas ou entrelinhas do cafezal. A necessidade é maior em lavouras menos adensadas ou que ainda não fecharam toda a área e naquelas que foram podadas, em que o solo fica mais exposto. O manejo (dessecação) é feito principalmente com herbicidas aplicados em pós-emergência das plantas daninhas. As épocas de manejo concentram-se no período que vai do início da estação chuvosa e quente até a fase de pré-colheita. As aplicações de dessecação são realizadas em faixas próximas à saia do cafeeiro (mantendo a vegetação no centro da entrelinha) ou em toda a entrelinha, sobretudo na época de pré-colheita.

Em várias ocasiões, produtores de café fazem o controle na linha de plantio com herbicidas seletivos aplicados em pós-emergência das plantas daninhas, como os inibidores da ACCase (e.g. fluazifop-p-butil), obviamente para controle apenas de gramíneas. O uso de herbicida não seletivo em aplicação dirigida à linha de plantio (por exemplo, glyphosate) também é recomendado, desde que se faça uso de tecnologia de aplicação adequada, sem deriva à planta de café. É importante também que as plantas daninhas estejam jovens para que as doses utilizadas sejam reduzidas e para que não haja contato entre as copas das plantas (tratadas e

não tratadas). Apesar da possibilidade do uso do glyphosate na linha de plantio do cafeeiro, alguns trabalhos realizados com mudas de café arábica têm demonstrado que a deriva do glyphosate pode comprometer o crescimento, o *status* nutricional e a atividade fotossintética do cafeeiro jovem devido à intoxicação das mudas (FRANÇA et al., 2010a, 2010b, 2013; CARVALHO et al., 2013). Mas essa resposta não é consenso (CARVAHO et al., 2012). As plantas jovens de café conilon também exibem maior sensibilidade à interferência de plantas daninhas e, da mesma forma, mostram maior sensibilidade aos herbicidas. Segundo Yamashita et al. (2013), plantas de café conilon com dez folhas verdadeiras foram sensíveis à deriva dos herbicidas glyphosate, 2,4-D e oxyfluorfen, uma vez que eles causaram sintomas de intoxicação e comprometeram o desenvolvimento em *Coffea canephora*. No entanto, seguindo corretamente os cuidados da recomendação dos respectivos herbicidas, a deriva não ocorrerá e tampouco os danos à cultura.

### 3.4.1 Manejo de espécies tolerantes ao glyphosate

O glyphosate é o herbicida mais utilizado (isoladamente ou em mistura) no Brasil e no Mundo, pois apresenta ação total e é de baixo custo, proporciona controle rentável e prático de muitas espécies de plantas daninhas. O seu registro é para recomendação do controle de mais de 150 espécies de plantas, incluindo monocotiledôneas e dicotiledôneas, anuais e perenes. O herbicida possui ação sistêmica em aplicação em pós-emergência das plantas e largo espectro de controle de plantas daninhas (FRANZ; MAO; SIKORSKI, 1997), mas não é seletivo para o cafeeiro, devendo, portanto, ser aplicado em jato dirigido, com auxílio de proteção do bico de pulverização. A absorção ocorre preferencialmente pelas folhas, mas também pelas demais partes vivas da planta, sendo o processo influenciado por vários fatores, como espécie, idade da planta, condições ambientais, concentração do herbicida e surfactante utilizado (MONQUEIRO et al., 2004).

Após atingir a planta e ser absorvido pelas folhas, o glyphosate é translocado para os tecidos meristemáticos (pontos de crescimento). A eficácia depende da retenção da molécula na superfície

das folhas, da penetração, da absorção foliar e da translocação na planta até os sítios de ação onde atua (KIRWOOD; MCKAY, 1994). Qualquer espécie de planta daninha que apresente características que dificultem esses processos poderá não ser controlada adequadamente, desfavorecendo, portanto, a eficiência do controle. A aplicação repetitiva do herbicida glyphosate gera mudanças na comunidade de plantas daninhas da área, como resultado da pressão de seleção sobre as espécies de plantas daninhas capazes de tolerarem o herbicida. Relatos de técnicos descrevem que algumas espécies sobressaem ao controle químico após o uso prolongado e intensivo do glyphosate, isolado ou em mistura com 2,4-D. Muitas dessas espécies, conforme mencionado no início deste texto, ocorrem nas lavouras de café conilon e são de difícil manejo.

As espécies de trapoeraba (*C. benghalensis* e *Commelina diffusa*) possuem alta capacidade de tolerar doses de glyphosate que normalmente controlariam uma população sensível. Essa característica de tolerância aparentemente decorre das reservas de amido nos caules dessas espécies, que dificultam a translocação do herbicida para seu sítio ativo (SANTOS et al., 2002b). Ademais, existem tolerâncias diferenciais entre as espécies, uma vez que a dose que controlou a espécie *C. diffusa* foi três vezes superior àquela que controlou eficientemente a espécie *C. benghalensis* (SANTOS et al., 2001). Para seu controle, usa-se a mistura de tanque do glyphosate com 2,4-D ou a aplicação isolada de 2,4-D, sendo ambas muito eficientes (SANTOS et al., 2002a).

Os herbicidas carfentrazone-ethyl, flumioxazin e sulfentrazone também mostraram potencial de controle de trapoeraba, independentemente da mistura com glyphosate (MONQUEIRO; CHRISTOFFOLETI; SANTOS, 2001). Tratamentos sequenciais das misturas de paraquat+diuron com carfentrazone-ethyl+glyphosate e duas aplicações de paraquat+diuron com intervalo de 21 dias mostraram-se mais eficientes no controle das duas espécies de trapoeraba (RONCHI et al., 2002a). A identificação da espécie é imprescindível no manejo adequado, que deve também ser realizado antes do florescimento (RONCHI et al., 2002b), mesmo porque a planta daninha adquire maior tolerância nos estádios de maior desenvolvimento (DIAS;



CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2013). Uma vez que produzam sementes e reservas, a capacidade de rebrota e reinfestação por sementes (inclusive sementes subterrâneas no caso da *C. benghalensis*) aumentam, e a eficiência do controle em longo prazo é prejudicada.

O capim-amargoso ou capim-bandeira (*D. insularis*) suporta doses elevadas de glyphosate e sua brotação é rápida após o efeito do herbicida. A escolha de herbicidas alternativos leva em consideração o potencial graminicida do produto. O quizalofop-p-tefuril, combinado à aplicação sequencial de glyphosate 15 dias após, melhora o controle de *D. insularis* (CORREIA; DURIGAN, 2009). Ensaio recentes também evidenciaram controle eficiente de diferentes populações de *D. insularis* com a mesma associação de herbicidas, mostrando o potencial da combinação do glyphosate com quizalofop a fim de aumentar o controle dessa planta daninha (CORREIA; ACRA; BALIEIRO, 2015). Barroso et al. (2014), avaliando a mistura de glyphosate com quizalofop-p-tefuril, cletodim, setoxydim e haloxyfop, observaram que todas as misturas foram eficazes no controle de *D. insularis* nos estádios iniciais de desenvolvimento. Contudo, nos estádios mais desenvolvidos da planta daninha, pode ocorrer efeito antagônico da mistura. Assim, a associação com outros métodos de controle e a aplicação de outros herbicidas de forma sequencial são importantes para o controle de *D. insularis*.

A buva ou voadeira (*C. bonariensis* ou *C. canadensis*) infesta diversas culturas anuais e perenes, tornando-se de difícil controle, pois pode apresentar perda de susceptibilidade ao glyphosate e também ao 2,4-D e possui a capacidade de suportar a mistura e apresentar brotações após ação desses herbicidas. Tanto é que ela tem sido umas das plantas daninhas de difícil controle nas lavouras capixabas de café conilon (Figura 7). Nesse sentido, a rotação com herbicidas de diferentes mecanismos de ação resulta em adequada opção no manejo de *C. bonariensis*. A aplicação de amônio-glufozinato e as misturas de glyphosate com amônio-glufozinato, bentazon, chorimuron-ethyl e metribuzin foram efetivos no controle dessa espécie (INACIO; MONQUEIRO, 2013). Moreira et al. (2010) também destacam o herbicida amônio-glufozinato, aplicado em estádios mais desenvolvidos da planta daninha, com eficiente controle. Todavia, devem-se

tomar os cuidados necessários para não intoxicar o cafeeiro durante a aplicação, o que se constata frequentemente em condições de campo.



**Figura 7.** Lavoura de café conilon evidenciando a presença da buva (*Conyza* spp.), que tem apresentado tolerância ao manejo com glyphosate.

**Foto:** Antônio de Pádua Motta.

### 3.4.2 Calibração de pulverizador hidráulico costal

O insucesso no controle de plantas daninhas em lavouras de café, na grande maioria das vezes, está associado à aplicação de doses inadequadas de herbicidas. Quando são aplicadas em quantidades acima daquelas requeridas (recomendadas) para o controle eficaz, a intoxicação da lavoura, via de regra, ocorre, sobretudo em casos de deriva. Adicionalmente, pode haver contaminação do solo e de áreas adjacentes. Nos casos em que se aplicam doses inferiores às recomendadas, o controle é ineficiente, necessitando-se muitas vezes de reaplicações. Em ambas as situações, o custo de controle aumenta, reduzindo o lucro do cafeicultor. Essa ineficiência do uso de herbicidas ocorre, geralmente, não pela recomendação errada da dose necessária para controle, mas, sim,



pela deficiência na tecnologia de aplicação dos herbicidas, particularmente devido à não calibração dos pulverizadores (RONCHI; FERREIRA; SILVA, 2014).

Calibrar implica determinação do volume de calda ou volume de aplicação (água + herbicida) a ser aplicado por hectare, para uma determinada condição de trabalho e de equipamentos (RAMOS; PIO, 2003; FERREIRA, L.; FERREIRA, F.; MACHADO, 2007). Após montado o pulverizador, com barra e ponta de pulverização, e abastecido com água, antes de iniciar a calibração, deve-se verificar o seu funcionamento, se não há eventuais vazamentos e se os equipamentos estão funcionando perfeitamente.

A seguir, exemplifica-se a calibração de pulverizador hidráulico costal para duas situações: aplicação de herbicidas não seletivos em pós-emergência, em lavouras de café conilon adultas (dessecação) e aplicação de herbicidas em pré-emergência, na linha de plantio, em lavoura recém-implantada. Para detalhamento sobre tecnologias de aplicação de herbicidas recomenda-se a leitura de Ferreira, L., Ferreira, F. e Machado (2007) e Nicolai e Christoffoleti (2014).

### 3.4.2.1 Calibração do pulverizador costal para aplicação de herbicida em pós-emergência, na entrelinha de lavoura adulta

Seguem abaixo os passos:

1) Marcar na lavoura (Figura 8), em uma rua (ou entrelinha) representativa do talhão a ser tratado, uma distância conhecida (ex.: 50,0 m);



**Figura 8.** Área demarcada (AD) dentro da lavoura adulta para calibração do pulverizador costal e aplicação de herbicida não seletivo (dessecação).

**Foto:** Cláudio Pagotto Ronchi.

2) Medir a largura média livre da rua, ou seja, a largura da faixa de aplicação (ex.: 1,0 m);

3) Calcular a área demarcada (AD) dentro da lavoura (ex.:  $AD = 50,0 \times 1,0 = 50,0 \text{ m}^2$ );

4) Colocar uma quantidade de água conhecida no pulverizador (ex.: 4,0 L);

5) Uma vez definido o conjunto de pulverização (pulverizador, barra, reguladores de pressão, filtros e ponta de pulverização) e a pessoa que irá aplicar (operador), pulverizar água na AD, caminhando à velocidade normal de trabalho;

6) Medir o volume de água que sobrou no pulverizador (ex.: 3,0 L);

7) Calcular o volume gasto de água (ex.: volume gasto =  $4,0 - 3,0 = 1,0 \text{ L}$ );

8) Calcular o volume de calda (VC) necessário para aplicação em 1,0 ha ( $10.000 \text{ m}^2$ ):

$$VC (L \text{ ha}^{-1}) = \frac{\text{Volume gasto na AD (L)} \times 10.000,0 (m^2)}{AD (m^2)} \quad (\text{eq. 1})$$

$$VC (L \text{ ha}^{-1}) = \frac{1,0 \times 10.000,0}{50,0} = 200,0 L \text{ ha}^{-1}$$

9) Para calcular o volume de herbicida (VH) a ser colocado em 20,0 L (capacidade do pulverizador costal), é preciso saber qual a dose recomendada tecnicamente do produto. Ex.: *Roundup Original* ( $2,0 L \text{ ha}^{-1}$ ):

$$VH = \frac{\text{Dose recomendada (L ha}^{-1}) \times 20,0 (L)}{VC (L)} \quad (\text{eq. 2})$$

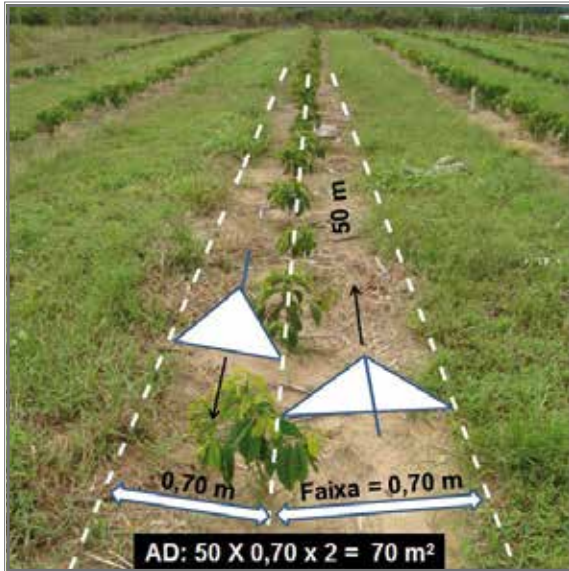
$$VH = \frac{2,0 \times 20,0}{200,0} = 0,2 L = 200,0 \text{ mL de Roundup para cada bomba de } 20,0 L$$

**Observação:** como o ritmo de trabalho ou de caminhada dentro da lavoura varia de um aplicador para outro, é necessário realizar esses procedimentos de calibração para cada aplicador. Dessa forma, havendo variação no VC entre aplicadores, o VH a ser colocado em cada pulverizador costal será também diferente entre aplicadores; todavia, todos eles aplicarão a dose recomendada, no caso, 2,0 L/ha.

### 3.4.2.2 Calibração do pulverizador costal para aplicação de herbicida em pré-emergência, na linha de plantio, em lavoura recém-implantada

Seguem abaixo os passos:

1) Medir e demarcar uma distância conhecida na linha de plantio (ex.: 50,0 m), na lavoura (Figura 9);



**Figura 9.** Área demarcada (AD) dentro da lavoura jovem para calibração do pulverizador costal e aplicação de herbicida em pré-emergência das plantas daninhas.

2) Escolher a ponta de pulverização, pressão de trabalho e altura da barra adequadas para a aplicação de oxyfluorfen em pré-emergência das plantas daninhas, numa faixa de 0,70 m de cada lado da linha de plantio (ex.: ponta de pulverização *Turbo FloodJet*, pressão de trabalho igual a 2,0 kgf cm<sup>-2</sup> e altura de barra igual a 0,20 m proporcionam faixa de aplicação de aproximadamente 0,70 m);

3) Calcular a área demarcada (AD) considerando uma faixa de aplicação de 0,70 m de cada lado da linha de plantio (ex.: AD = 50,0 x 0,70 x 2,0 = 70,0 m<sup>2</sup>);

4) Colocar uma quantidade de água conhecida no pulverizador (ex.: 4,0 L);

5) Definir o operador e percorrer o trecho demarcado pulverizando os dois lados da fileira, um de cada vez. Esse procedimento deve ser executado individualmente para cada operador;

6) Em seguida, medir o volume de água que sobrou

no pulverizador (ex.: 2,6 L);

7) Calcular o volume gasto de água (ex.: volume gasto = 4,0 – 2,6 = 1,4 L);

8) Calcular o volume de calda (VC) utilizando a **eq. 1**:

$$VC (L ha^{-1}) = \frac{1,4 \times 10.000,0}{70,0} = 200,0 L ha^{-1}$$

9) Calcular o VH a ser colocado no tanque do pulverizador costal (20 L) considerando a recomendação de 2,5 L ha<sup>-1</sup> de Goal (oxyfluorfen) e a **eq. 2**:

$$VH = \frac{2,5 \times 20,0}{200,0} = 0,25 L = 250,0 mL \text{ de Goal para cada bomba de } 20 L$$

## 4 CUSTO DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E A RENTABILIDADE DA LAVOURA

A rentabilidade da atividade cafeeira está associada a diversos fatores, entre eles a eficiência produtiva das lavouras. Assim, a produtividade impacta, em grandes proporções, os lucros obtidos pelas propriedades produtoras de café. Da mesma forma, a redução dos custos de produção através da melhor utilização dos recursos disponíveis é um fator que contribui para o sucesso da atividade. Nesse contexto, insere-se o controle das plantas daninhas, que deve ser realizado a custos equilibrados e eficientes, não permitindo que elas possam reduzir a produtividade devido à competição ou ao comprometimento da condução das lavouras (RONCHI; FERREIRA; SILVA, 2014).

O detalhamento do custo de produção do café conilon que, por sua vez inclui os custos envolvidos nas operações de manejo de plantas daninhas, pode ser consultado no capítulo 30 "Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Café Conilon no Espírito Santo". De forma geral, na região do norte capixaba, o manejo de plantas daninhas nas entrelinhas das lavouras adultas é feito, sobretudo, com herbicidas à base de glyphosate (duas a três aplicações na dose de 3,0 L/ha) ou paraquat (duas aplicações na dose de 1,5 L/ha, mais eventual aplicação localizada). Capinas manuais e roçadas não são muito utilizadas em lavouras adultas, de forma que seu uso restringe-se a lavouras recém-transplantadas, em pequenas propriedades (informação verbal)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Comunicação pessoal - R. Serpa.

Gastos com os recursos utilizados para o controle das plantas daninhas, ou seja, como mão de obra, herbicidas, óleo diesel ou manutenção de implementos, como roçadoras, trinchas ou aplicadores de herbicidas, acabam sendo baixos quando comparados com a perda da produtividade das lavouras por consequência da sua má utilização. Em outras palavras, a baixa participação nos custos de produção não reflete os danos causados pelo erro no controle de plantas daninhas e consequentes prejuízos aos cafezais. Logo, espera-se uma redução significativa do custo da saca de café em lavoura livre de competição em relação àquela com convivência, devido a prováveis melhores produtividades obtidas pela primeira situação (RONCHI; FERREIRA; SILVA, 2014).

Adicionalmente às decisões técnicas (escolha correta do herbicida, identificação das plantas daninhas, adequação da tecnologia de aplicação), deve-se incluir o planejamento técnico e financeiro para a condução da atividade. Nele, devem estar contemplados todos os recursos necessários, assim como a forma e momentos corretos de serem empregados para que a atividade seja lucrativa e as ações para o controle das plantas daninhas na lavoura de conilon sejam eficientes (RONCHI; FERREIRA; SILVA, 2014).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme pode ser observado no texto supracitado, o manejo integrado de plantas daninhas nas lavouras de café conilon é essencial para se garantir o crescimento adequado da cultura, obter produtividades elevadas e, principalmente, reduzir os custos de produção. Todavia, os benefícios do manejo integrado de plantas daninhas no conilon não decorrem apenas desses aspectos, mas também da utilização inteligente e sustentável da presença das plantas daninhas nas lavouras, em determinadas fases da cultura. Por exemplo, é possível preservar e manejar a vegetação natural nas entrelinhas das lavouras jovens, sobretudo em terrenos inclinados, e fazer o controle em faixas, na linha de plantio. É importante ressaltar que diferentes formas de condução da lavoura são adotadas pelos produtores, em funções do seu nível tecnológico e cultural ou mesmo das condições edafoclimáticas locais. Logo, é de se esperar que o manejo de plantas daninhas

varie consideravelmente entre lavouras e entre regiões, e os métodos de controle e estratégias de manejo devem ser cuidadosamente recomendados analisando-se cada situação. Infelizmente, nas últimas décadas, foram insuficientes as pesquisas científicas realizadas com o café conilon no que respeita aos diversos aspectos do manejo integrado de plantas daninhas, o que limitou, sobretudo, a redação deste texto. Por essa mesma razão, muitas informações apresentadas e discutidas acima foram extraídas de resultados obtidos em pesquisas com café arábica. De qualquer forma, essa lacuna específica de conhecimento na cultura do conilon poderá ser superada, futuramente, com investimentos em pesquisas científicas na área de plantas daninhas.

## 6 REFERÊNCIAS

- AGUILAR, V.; STAYER, C.; MILBERG, P. Weed vegetation response to chemical and manual selective ground cover management in a shaded coffee plantation. *Weed Research*, v. 43, p. 68-75, 2003.
- ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade física do solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 24, n. 4, p. 711-721, 2000.
- ALCÂNTARA, E. N.; NÓBREGA, J. C. A.; FERREIRA, M. M. Métodos de controle de plantas daninhas no cafeeiro afetam os atributos químicos do solo. *Ciência Rural*, v. 39, n. 3, p. 749-757, 2009.
- ARAÚJO, F. C.; RONCHI, C. P.; ALMEIDA, W. L.; SILVA, M. A. A.; MAGALHAES, C. E. O.; GOD, P. I. V. G. Optimizing the width of strip weeding in arabica coffee in relation to crop age. *Planta Daninha*, v. 30, n. 1, p. 129-138, 2012.
- BARROSO, A. A. M.; ALBRECHT, A. J. P.; REIS, F. C.; FILHO, R. V. Interação entre herbicidas inibidores da ACCase e diferentes formulações de glyphosate no controle de capim-amargoso. *Planta daninha*, v. 32, n. 3, p. 619-627, 2014.
- BRAGANÇA, S. M. *Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (Coffea canephora Pierre)*. 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.
- CARVALHO, F. P.; FRANÇA, A. C.; LEMOS, V. T.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B. dos; SILVA, A. A. Photosynthetic activity of coffee after application

- of glyphosate subdoses. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 35, n. 1, p. 109-115, 2013.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* com glyphosate isolado e em mistura com chlorimuron-ethyl ou quizalofop-p-tefuril em área de plantio direto. *Bragantia*, v. 68, n. 3, p. 689-697, 2009.
- CORREIA, N. M.; ACRA, L. T.; BALIEIRO, G. Chemical control of different *Digitaria insularis* populations and management of a glyphosate-resistant population. *Planta Daninha*, v. 33, n. 1, p. 93-101, 2015.
- DaMATTa, F. M.; RONCHI, C. P.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007.
- DANIEL, C.; MACIEL, G. Métodos de controle de plantas daninhas. In: MONQUERO, P. A. (Org.). *Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas*. São Carlos: RiMa Editora, p. 127-144, 2014.
- DIAS, A. C. R.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Fenologia da trapoeraba como indicador para tolerância ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha*, v. 31, n. 1, p. 185-191, 2013.
- FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. F.; MACHADO, A. F. L. Tecnologia de aplicação de herbicidas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Viçosa, MG: UFV, p. 325-367, 2007.
- FIALHO, C. M. T.; SILVA, G. R.; FREITAS, M. A. M.; FRANÇA, A. C.; MELO, C. A. D.; SILVA, A. A. Competição de plantas daninhas com a cultura do café em duas épocas de infestação. *Planta Daninha*, v. 28, p. 969-978, 2010. Número especial.
- FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; FARIA, A. T.; TORRES, L. G.; ROCHA, P. R. R.; SANTOS, J. B. Teor foliar de nutrientes em plantas daninhas e de café cultivadas em competição. *Planta Daninha*, v. 30, n. 1, p. 65-73, 2012.
- FIALHO, C. M. T.; FRANÇA, A. C.; TIRONI, S. P.; RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; Interferência de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de *Coffea arabica* L. *Planta Daninha*, v. 29, n. 1, p. 137-147, 2011.
- FRANÇA, A. C.; FREITAS, M. A. M.; D'ANTONINO, L.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; REIS, M. R.; RONCHI, C. P. Teores de nutrientes em cultivares de café arábica submetidos à deriva de glyphosate. *Planta Daninha*, v. 28, n. 4, p. 877-885, 2010a.
- FRANÇA, A. C.; FREITAS, M. A. M.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; REIS, M. R.; GALON, L.; VICTORIA FILHO, R. Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. *Planta Daninha*, v. 28, n. 3, p. 599-607, 2010b.
- FRANÇA, A. C.; CARVALHO, F. P.; FIALHO, C. M. T.; D'ANTONINO, L.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, L. R. Deriva simulada do glyphosate em cultivares de café Acaia e Catucaí. *Planta Daninha*, v. 31, n. 2, p. 443-451, 2013.
- FRANZ, J. E.; MAO, M. K.; SIKORSKI, J. A. *Glyphosate: a unique global herbicide*. Washington, DC: American Chemical Society, 1997. 678 p.
- INACIO, E. M.; MONQUEIRO, P. A. Controle químico e caracterização da superfície foliar de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* (Asteraceae). *Revista Brasileira de Herbicida*, v. 12, n. 3, p. 220-231, 2013.
- KIRKWOOD, R. C.; MCKAY, I. Accumulation and elimination of herbicides in select crop and weed species. *Pesticides Science*, v. 42, n. 2, p. 241-249, 1994.
- MAGALHÃES, C. E. O.; RONCHI, C. P.; RUAS, R. A. A.; SILVA, M. A. A.; ARAÚJO, F. C. I.; ALMEIDA, W. L. Seletividade e controle de plantas daninhas com oxyfluorfen e sulfentrazone na implantação de lavoura de café. *Planta daninha*, v. 30, n. 3, p. 607-616, 2012.
- MELLONI, R.; BELLEZE, G.; SILVA PINTO, A. M.; DIAS, L. B. P.; SILVA, L. M.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; ALCÂNTARA, E. N. Métodos de controle de plantas daninhas e seus impactos na qualidade microbiana de solo sob cafeeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, n. 1, p. 66-75, 2013.
- MONQUEIRO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SANTOS, C. T. D. Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas. *Planta Daninha*, v. 19, n. 3, p. 375-380, 2001.
- MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; OSUNA, M. D.; DE PRADO, R. A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. *Planta Daninha*, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004.
- MOREIRA, M. S.; MELO, M. S. C.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; CRISTOFFOLETI, P. J. Herbicidas alternativos para o controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* resistentes ao glyphosate. *Planta Daninha*, v. 28, n. 1, p. 167-175, 2010.
- NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Tecnologia de aplicação de herbicidas. In: MONQUERO, P. A. (Org.).



- Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas.* São Carlos: RiMa Editora, p. 307-350. 2014.
- PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; PIRES, F. R.; SILVS, A. A.; MENDONÇA, E. S. Absorção e utilização de nitrogênio pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. *Planta Daninha*, v. 22, n. 3, p. 365-374, 2004a.
- PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; DONAGEMMA, G. K.; MENDONÇA, E. S. Ponto de murcha permanente de soja, feijão e plantas daninhas. *Planta Daninha*, v. 22, n. 1, p. 35-41, 2004b.
- PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; PIRES, F. R.; SILVA, A. A.; MENDONÇA, E. S. Absorção e utilização do fósforo pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 6, p. 911-921, 2005.
- RAMOS, H. H.; PIO, L. C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z. da.; SANTIAGO, T. (Eds.). *O que engenheiros Agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários*. Viçosa, MG: UFV. p. 133-202, 2003.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. *Guia de herbicidas*. 6. ed. Londrina: Edição dos Autores, 2011. 700 p.
- RODRIGUES, G. J.; TEIXEIRA, M. M.; FERREIRA, L. R.; FERNANDES, H. C. Eficiência de uma barra de pulverização para aplicação de herbicida em lavouras de café em formação. *Planta Daninha*, v. 21, n. 3, p. 459-465, 2003.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. *Planta Daninha*, v. 24, n. 3, p. 415-423, 2006.
- RONCHI, C. P.; FERREIRA, R. T.; SILVA, M. A. A. da. Manejo de plantas daninhas na cultura do café. In: MONQUERO, P. A. (Org.). *Manejo de Plantas Daninhas nas Culturas Agrícolas*. São Carlos: RiMa Editora. 132-154, 2014.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. *Manejo de plantas daninhas em lavoura de café*. Viçosa, MG: Suprema Gráfica & Editora, 2001. 94 p.
- RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. *Planta Daninha*, v. 25, n. 4, p. 679-687, 2007.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; TERRA, A. A. Carfentrazone-ethyl, isolado e associado a duas formulações de glyphosate no controle de duas espécies de trapoeraba. *Planta Daninha*, v. 20, n. 1, p. 103-113, 2002a.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; MIRANDA, G. V.; FERREIRA, L. R.; TERRA, A. A. Misturas de herbicidas para o controle de plantas daninhas do gênero *Commelina*. *Planta Daninha*, v. 20, n. 2, p. 311-218, 2002b.
- RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. *Planta Daninha*, v. 21, n. 2, p. 219-228, 2003.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F.; SANTANA, E. N.; FERREGUETTI, G. A. Manejo de plantas daninhas na cultura do mamoeiro. *Planta Daninha*, v. 26, n. 4, p. 937-947, 2008.
- SANTOS, I. C.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, L. D. T. Eficiência de 2,4-D aplicado isoladamente e em mistura com glyphosate no controle da trapoeraba. *Planta Daninha*, v. 20, n. 2, p. 299-309, 2002a.
- SANTOS, I. C.; MEIRA, R. M. S. A.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, L. D. T.; MIRANDA, G. V. V. Caracteres anatômicos de duas espécies de trapoeraba e a eficiência do glyphosate. *Planta Daninha*, v. 20, n. 1, p. 1-8, 2002b.
- SANTOS, I. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; MIRANDA, G. V.; PINHEIRO, R. A. N. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. *Planta Daninha*, v. 19, n. 1, p. 135-143, 2001.
- SANTOS, J. C. F.; MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S. *Cobertura do solo no controle de plantas daninhas do café*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 56 p. (Documentos/ Embrapa Cerrados).
- SHIVAPRASAD, P.; BIRADAR, I. B.; SALAKINKOP, S. R.; RAGHURAMULU, Y.; D'SOUZA, M. V.; HARIYAPPA, N.; HAREESH, S. B.; MURTHY, M. A. Influence of soil cultivation methods in young coffee on soil moisture, weed suppression and organic matter. *Journal of Coffee Research* v. 33, n. 1/2, p. 1-14, 2005.
- SILVA, A. A.; RONCHI, C. P. Avanços nas pesquisas sobre o controle de plantas daninhas na cultura do café. In: ZAMBOLIM, L. (Eds.). *Produção integrada de café*. Viçosa, MG: UFV, p. 103-132. 2003.
- SILVA, A. A.; RONCHI, C. P. Manejo e controle de plantas daninhas em café. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.). *Manual de manejo e controle de plantas daninhas*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva/Vinho, p. 417-476. 2008.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Viçosa, MG: UFV, p.17-62. 2007a.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). *Tópicos em Manejo de Plantas Daninhas*. Viçosa, MG: UFV, p. 63-82. 2007b.

YAMASHITA, O. M.; ORSI, J. V. N.; RESENDE, D. D.; MENDONÇA, F. S.; CAMPOS, O. R.; MASSAROTO, J. A.; CARVALHO, M. A. C. Deriva simulada de herbicidas em mudas de *Coffea canephora*. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 12, n. 2, p. 148-156, 2013.





# Manejo de Pragas do Café Conilon

Maurício José Fornazier, David dos Santos Martins, César José Fanton e Vera Lúcia Rodrigues Machado Benassi

## 1 INTRODUÇÃO

As pragas do cafeeiro conilon apresentam comportamentos regulados por fatores intrínsecos do ambiente, como clima, microclima, disponibilidade de alimentos e presença de inimigos naturais. A alteração desses fatores reguladores leva à instabilidade do equilíbrio e ocasiona alterações bruscas das populações presentes no ecossistema.

Os ambientes agrícolas substituem a diversidade natural por reduzido número de plantas cultivadas em extensas áreas, o que caracteriza os monocultivos. Estes buscam a produção em escala e a produtividade por meio da utilização intensiva de tecnologia e insumos externos, como agrotóxicos, fertilizantes inorgânicos, irrigação e material genético de alto rendimento.

O desequilíbrio no sistema induz a alterações na relação dos seres vivos e seus inimigos naturais e isso pode proporcionar o aparecimento de altas populações de bactérias, fungos, insetos e plantas espontâneas. Esses organismos competem por água, espaço, luz e nutrientes com as plantas de interesse econômico ou atacam suas partes vegetais em busca do alimento necessário à sua sobrevivência. Isso pode reduzir a produtividade e causar danos econômicos. Assim, esses organismos passam a ser denominados pragas.

Neste capítulo, serão apresentadas pragas, como insetos e ácaros de importância agrícola que regularmente causam danos ou sejam potenciais causadores de prejuízos à cultura do café conilon e que demandam monitoramento e/ou intervenções para seu manejo integrado.

Pragas podem ocorrer de forma sistemática ou esporádica nos cultivos (MARTINS; FONTES; FORNAZIER, 2013; MARTINS; FORNAZIER; FANTON, 2013). Quando ocorrem esporadicamente e causam perdas significativas, são chamadas de pragas secundárias. Aquelas que ocorrem sistematicamente, toda vez que se implanta uma lavoura e normalmente causam danos econômicos quantitativos e/ou qualitativos, são chamadas de pragas-chave. Para o controle dessas pragas, é usual a recomendação de produtos químicos visando à rápida redução de sua população. A utilização de tais produtos de forma preventiva também é utilizada para evitar que as pragas se instalem nas lavouras e venham a provocar futuros danos. Esse tipo de procedimento, quando utilizado de forma frequente e como única ou principal forma de controle, pode induzir à resistência das pragas aos grupos químicos usados ou a outros grupos. O impacto ambiental com a contaminação do solo e dos recursos hídricos aumenta o perigo de intoxicação direta dos trabalhadores rurais expostos aos agrotóxicos, possibilidade da comercialização de frutos com níveis de resíduo acima do tolerado e elevação do custo de produção são outros riscos advindos do excessivo uso de agrotóxicos nas lavouras (MARTINS; FORNAZIER, 2006).

A composição do complexo de pragas associadas ao cafeeiro conilon na região produtora do Espírito Santo, a exemplo do que ocorre em outras culturas, é influenciada pelas condições ambientais e pelo conjunto das práticas agrícolas adotadas pelos produtores. A severidade de ataque é favorecida ou atenuada pela combinação dos fatores climáticos



(precipitação, temperatura, umidade relativa etc.), bem como pelo emprego correto e adequado das boas práticas agrícolas (adubação, irrigação, medidas de controle, entre outras).

A correta identificação das pragas, o conhecimento dos fatores que favorecem sua ocorrência e a determinação de seus níveis populacionais são

importantes para que técnicos e produtores tenham segurança na adoção das medidas de controle, quando se fizerem necessárias. Na literatura especializada, são relatadas várias espécies de insetos e ácaros que causam danos aos cafés arábica e conilon (Quadro 1).

**Quadro 1.** Relação de artrópodes fitófagos registrados em cafeeiros arábica e conilon, no Brasil

(continua)

Classificação taxonômica	Referências
<b>ÁCAROS</b>	
<b>Acaridae</b> <i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Scrank, 1781)	Fornazier et al. (2007)
<b>Ascidae</b> <i>Aceodromus convolvuli</i> Muma, 1961 <i>Blattisocius tarsalis</i> Berlese, 1918	Reis e Zacarias (2007) Reis e Zacarias (2007)
<b>Cheyletidae</b> <i>Paracheyletia</i> aff. <i>wellsi</i> (Baker, 1949)	Reis e Zacarias (2007)
<b>Tarsonemidae</b> <i>Fungitarsionemus</i> aff. <i>pulvirosus</i> Attiah, 1970 <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks, 1904) <i>Tarsonemus confusus</i> Ewing, 1939	Reis e Zacarias (2007) Matiello et al. (2010) Reis e Zacarias (2007)
<b>Tenuipalpidae</b> <i>Brevipalpus phoenicis</i> (Geijskes, 1939)	Matiello et al. (2010)
<b>Tetranychidae</b> <i>Oligonychus ilicis</i> (McGregor, 1917) <i>Tetranychus urticae</i> Koch, 1836 <i>Eutetranychus banksi</i> (McGregor, 1914)	Fonseca, Sakiyima e Borém (2015) Silva et al. (2009) Reis e Zacarias (2007)
<b>Tydeidae</b> <i>Tydeus</i> aff. <i>costensis</i> Baker, 1970 <i>Lorrya formosa</i> Cooreman, 1958 <i>Parapronematus acaciae</i> Baker, 1965	Reis e Zacarias (2007) Reis e Zacarias (2007) Reis e Zacarias (2007)
<b>INSETOS</b>	
Coleoptera	
<b>Anobiidae</b> <i>Lasioderma serricorne</i> (Fabricius, 1792)	Silva et al. (1968)
<b>Anthribidae</b> <i>Araecerus fasciculatus</i> DeGeer, 1775	Matiello et al. (2010)
<b>Bostrichidae</b> <i>Apate terebrans</i> Pallens, 1772	Fornazier et al. (2007)
<b>Cerambycidae</b> <i>Migdolus fryanus</i> Westwood, 1863 <i>Dorcacerus barbatus</i> (Olivier, 1790)	Matiello et al. (2010) Silva et al. (1968)
<b>Cetoniidae</b> <i>Euphoria lurida</i> (Fabricius, 1775)	Silva et al. (1968)
<b>Chrysomelidae</b> <i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824) <i>Euryscopa terebellum</i> Lacordaire, 1848 <i>Pygomolpus opacus</i> Bechyne, 1949 <i>Canistra plagosa</i> Boheman, 1850 <i>Paraulaca dives</i> (Germar, 1924)	Reis, Souza e Melles (1984) Fornazier et al. (2007) Fornazier et al. (2007) Silva et al. (1968) Silva et al. (1968)

(continuação)

Classificação taxonômica	Referências
INSETOS	
Coleoptera	
<b>Curculionidae</b>	
<i>Corthylus affinis</i> Fonseca, 1927	Silva et al. (1968)
<i>Corthylus flagellifer</i> Blandford, 1904	Silva et al. (1968)
<i>Entimus nobilis</i> Boheman & Schönherr, 1833	Reis, Souza e Melles (1984)
<i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari, 1867)	Fonseca, Sakiyma e Borém (2015)
<i>Hypothenemus obscurus</i> Wood & Bright, 1992	Silva et al. (1968)
<i>Hypothenemus opacus</i> Wood & Bright, 1992	Silva et al. (1968)
<i>Hypothenemus heterolepis</i> Costa Lima, 1928b	Silva et al. (1968)
<i>Hypothenemus hispidulus</i> (Le Conte, 1868)	Silva et al. (1968)
<i>Hypothenemus fuscicollis</i> Wood & Bright, 1992	Silva et al. (1968)
<i>Naupactus cervinus</i> Boheman, 1840	Gallo et al. (2002)
<i>Naupactus rivulosus</i> Boheman & Schönherr, 1840	Gallo et al. (2002)
<i>Naupactus curtus</i> Boheman, 1833	Matiello et al. (2010)
<i>Pantomorus cervinus</i> (Boheman, 1840)	Silva et al. (1968)
<i>Pantomorus leucoloma</i> Buchanan, 1939	Matiello, (1981)
<i>Xyleborus brasiliensis</i> Eggers, 1928c	Silva et al. (1968)
<i>Xylosandrus compactus</i> Wood & Bright, 1992	Fonseca, Sakiyma e Borém (2015)
<i>Xylosandrus curtulus</i> Wood & Bright, 1992	Fornazier et al. (2007)
<i>Xyleborus retusus</i> Eichhoff, 1868	Silva et al. (1968)
<b>Meloidae</b>	
<i>Epicauta atomaria</i> (Germar, 1821)	Reis, Souza e Melles (1984)
<i>Epicauta excavata</i> (Klug, 1825)	Reis, Souza e Melles (1984)
<b>Melolonthidae</b>	
<i>Macroductylus suturalis</i> Mannerheim, 1829	Reis, Souza e Melles, 1984
<i>Macroductylus dorsatus</i> Burmeister, 1855	Silva et al., 1968
<i>Macroductylus pumilio</i> Burmeister, 1855	Reis, Souza e Melles, 1984
<b>Rutelidae</b>	
<i>Bolax flavolineata</i> (Mannerheim, 1829)	Reis, Souza e Melles (1984)
<b>Scarabeidae</b>	
<i>Pinotus</i> sp.	Silva et al. (1968)
<b>Silvanidae</b>	
<i>Cathartus quadricollis</i> (Guérin-Méneville, 1844)	Silva et al. (1968)
<b>Tenebrionidae</b>	
<i>Epitragus</i> sp.	Silva et al. (1968)
<i>Lagria villosa</i> (Fabricius, 1781)	Reis, Souza e Melles (1984)
Diptera	
<b>Lonchaeidae</b>	
<i>Lonchaea</i> spp.	Silva et al. (1968)
<i>Neosilba pendula</i> (Bezzi, 1919)	Silva et al. (1968)
<b>Stratiomyidae</b>	
<i>Barbiellinia</i> sp.	Matiello et al. (2010)
<i>Chiomyza vittata</i> Wiedmann, 1820	Matiello et al. (2010)
<b>Tephritidae</b>	
<i>Anastrepha fraterculus</i> (Wiedmann, 1830)	Zucchi (2008)
<i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart, 1835)	Zucchi (2008)
<i>Anastrepha sororcula</i> Zucchi, 1979	Zucchi (2008)
<i>Anastrepha serpentina</i> (Wiedmann, 1830)	Zucchi (2008)
<i>Ceratitis capitata</i> (Wiedmann, 1824)	Guimarães, Mendes e Baliza (2010)
Hemiptera	
Subordem Auchenorrhyncha	
<b>Aethalionidae</b>	
<i>Aethalion reticulatum</i> (Linnaeus, 1767)	Matiello et al. (2010)

Classificação taxonômica	Referências
<b>INSETOS</b>	
Hemiptera	
Subordem Auchenorrhyncha	
<b>Cicadellidae</b>	
<i>Acrocampsia diminuta</i> (Walker, 1851)	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Acrogonia terminalis</i> Young, 1968	Fornazier et al. (2007)
<i>Acrogonia virescens</i> (Metcalf, 1949)	Meneguim et al. (2000)
<i>Acrogonia citrina</i> Marucci & Cavichioli, 2002	Silva et al. (2007)
<i>Bahita infuscatus</i> Osborn, 1923	Lara, Perioto e Freitas (2007)
<i>Bucephalagonia xanthophis</i> (Berg, 1879)	Silva et al. (2007)
<i>Coelidiana diminuta</i> Chiamolera & Cavichioli, 2005	Lara, Perioto e Freitas (2007)
<i>Deselvana excavata</i> (Lepelletier & Serville, 1825)	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Deselvana pervigata</i> (Amyot & Serville, 1843)	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Dilobopterus costalimai</i> Young, 1977	Silva et al. (2007)
<i>Docalidia bifurcata</i> Nielson, 1979	Lara, Perioto e Freitas (2007)
<i>Erythrogonia sexguttata</i> (Fabricius, 1803)	Robles, Cruz (2008)
<i>Ferrariana trivittata</i> (Signoret, 1854)	Meneguim et al. (2000)
<i>Fingeriana reflexa</i> Carvalho & Cavichioli, 2012	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Fonsecaiulus flavovittata</i> (Stål, 1859)	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Graphocephala</i> sp.	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Homalodisca ignorata</i> Melichar, 1924	Meneguim et al. (2000)
<i>Juliaca chapini</i> Young, 1977	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Juliaca pulla</i> Young, 1977	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Joruma</i> sp.	Lara, Perioto e Freitas (2007)
<i>Labocurtidia</i> sp.	Lara, Perioto e Freitas (2007)
<i>Lebaziella renatae</i> Cavichioli, 2010	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Lebaziella viridis</i> Cavichioli, 2010	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Macugonalia leucomelas</i> (Walker, 1851)	Meneguim et al. (2000)
<i>Macugonalia cavifrons</i> Stål, 1862	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Macugonalia sobrinha</i> (Stål, 1862)	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Microgoniella pudica</i> Fabricius, 1803	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Molomea consolidata</i> Schröder, 1959	Fornazier et al. (2007)
<i>Oncometopia facialis</i> (Signoret, 1854)	Silva et al. (2007)
<i>Parathona gratiosa</i> Blanchard, 1840	Lovato et al. (2001)
<i>Paratubana vittifacies</i> (Signoret, 1855)	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Plesiommata corniculata</i> Young, 1977	Marucci, Cavichioli e Zucchi (1999)
<i>Scaphytopius irrorellus</i> DeLong, 1944	Lara, Perioto e Freitas (2007)
<i>Ruppeliana</i> sp.	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Sonesimia grossa</i> (Signoret, 1854)	Silva et al. (2007)
<i>Scopogonalia paula</i> Young, 1977	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<i>Versigonalia ruficauda</i> (Walker, 1851)	Carvalho, Lopes e Rodrigues (2015)
<b>Cicadidae</b>	
<i>Bergalna pullata</i> (Berg, 1879)	Matiello et al. (2010)
<i>Carineta fasciculata</i> (Germar, 1821)	Matiello et al. (2010)
<i>Carineta matura</i> Distant, 1892	Gallo et al. (2002)
<i>Carineta spoliata</i> (Walker, 1858)	Gallo et al. (2002)
<i>Dorisiana drewseni</i> (Stål, 1854)	Matiello et al. (2010)
<i>Dorisiana viridis</i> (Olivier, 1790)	Gallo et al. (2002)
<i>Fidicina mannifera</i> (Fabricius, 1803)	Matiello et al. (2010)
<i>Fidicinoides pronoe</i> (Walker, 1850)	Matiello et al. (2010)
<i>Quesada gigas</i> (Olivier, 1790)	Matiello et al. (2010)
<i>Quesada sodalis</i> (Walker, 1850)	Matiello et al. (2010)
Subordem Heteroptera	
<b>Cydnidae</b>	
<i>Scaptocoris divergens</i> Froeschner, 1960	Fornazier et al. (2007)
<b>Pentatomidae</b>	
<i>Edessa mediatubunda</i> (Fabricius, 1974)	Fornazier et al. (2007)
<b>Pyrrhocoridae</b>	
<i>Euryophthalmus humilis</i> (Drury, 1782)	Reis, Souza e Melles (1984)

(continuação)

Classificação taxonômica	Referências
INSETOS	
Hemiptera	
Subordem Sternorrhyncha Superfamília Aleyrodoidea	
<b>Aleyrodidae</b> <i>Aleurothrix floccosus</i> (Maskell, 1896)	Matiello et al. (2010)
Superfamília Aphidoidea	
<b>Aphididae</b> <i>Aphis (Toxoptera) aurantii</i> Boyer de Fonscolombe, 1841	Matiello et al. (2010)
Superfamília Coccoidea	
<b>Coccidae</b> <i>Alecanochiton marquesi</i> Hempel, 1921 <i>Ceroplastes ceriferus</i> (Fabricius, 1798) <i>Ceroplastes floridensis</i> Comstock, 1881 <i>Coccus africanus</i> (Newstead, 1898) <i>Coccus alpinus</i> De Lotto, 1960 <i>Coccus brasiliensis</i> Fonseca, 1957 <i>Coccus celatus</i> De Lotto, 1960 <i>Coccus hesperidum</i> Linnaeus, 1758 <i>Coccus lizeri</i> (Fonseca, 1957) <i>Coccus longulus</i> (Douglas, 1887) <i>Coccus viridis</i> (Green, 1889) <i>Milviscutulus mangiferae</i> (Green, 1889) <i>Parasaissetia nigra</i> (Nietner, 1861) <i>Paralecanium marianum</i> Cockerell, 1902 <i>Pulvinaria psidii</i> Maskell, 1893 <i>Saissetia coffeae</i> (Walker, 1852)	Silva et al. (1968) Ben-Dov, Miller e Gibson (2015) Ben-Dov, Miller e Gibson (2015) Rena et al. (1986) Granara de Willink, Pirovani e Ferreira (2010) Granara de Willink, Pirovani e Ferreira (2010) Granara de Willink, Pirovani e Ferreira (2010) Ben-Dov, Miller e Gibson (2015) Granara de Willink, Pirovani e Ferreira (2010) Ben-Dov, Miller e Gibson (2015) Partelli, Giles e Silva (2015) Silva et al. (1968) Silva et al. (1968) Silva et al. (1968) Silva et al. (1968) Matiello et al. (2010)
<b>Cerococcidae</b> <i>Cerococcus catenarius</i> Fonseca, 1957 <i>Cerococcus parahybensis</i> Hempel, 1927	Matiello et al. (2010) Matiello (1981)
<b>Diaspididae</b> <i>Abgrallaspis cyanophylli</i> (Signoret, 1869) <i>Hemiberlesia lataniae</i> (Signoret, 1869) <i>Howardia biclavis</i> (Comstock, 1883) <i>Ischnaspis longirostris</i> (Signoret, 1882) <i>Pinnaspis aspidistrae</i> (Signoret, 1869) <i>Pseudaonidia trilobitiformis</i> (Green, 1896) <i>Selenaspis articulatus</i> (Morgan, 1889)	Silva et al. (1968) Culik et al. (2008) Claps, Wolff e González (2001) Silva et al. (1968) Gallo et al. (2002) Culik et al. (2008) Claps, Wolff e González (2001)
<b>Eriococcidae</b> <i>Eriococcus coffeae</i> Hempel, 1919	Ben-Dov, Miller e Gibson (2015)
<b>Ortheziidae</b> <i>Insignorthezia insignis</i> (Browne, 1887) <i>Mixorthezia reynei</i> (Laing, 1925) <i>Praelongorthezia praelonga</i> (Douglas, 1891)	Culik et al., 2011 Ben-Dov, Miller e Gibson (2015) Partelli, Giles e Silva 2015



Classificação taxonômica	Referências
<b>INSETOS</b>	
Hemiptera	
Superfamília Coccoidea	
<b>Pseudococcidae</b>	
<i>Dysmicoccus bispinosus</i> Beardsley, 1965	Ben-Dov, Miller e Gibson (2015)
<i>Dysmicoccus brevipes</i> (Cockerell, 1893)	Santa-Cecília e Souza (2014)
<i>Dysmicoccus gracilis</i> Granara de Willink, 2009	Santa-Cecília e Souza (2014)
<i>Dysmicoccus grassii</i> (Leonardi, 1913)	Granara de Willink (2009)
<i>Dysmicoccus neobrevipes</i> Beardsley, 1959	Granara de Willink (2009)
<i>Dysmicoccus radialis</i> (Green, 1933)	Silva et al. (1968)
<i>Dysmicoccus texensis</i> (Tinsley, 1900)	Fonseca, Sakiymam e Borém (2015)
<i>Ferrisia virgata</i> (Cockerell, 1893)	Santa-Cecília e Souza (2014)
<i>Geococcus coffeae</i> Green, 1933	Santa-Cecília e Souza (2014)
<i>Hypogeococcus boharti</i> Miller, 1983	Fornazier et al. (2007)
<i>Maconellicoccus hirsutus</i> (Green, 1908)	Culik et al. (2013a, 2013b)
<i>Neochavesia caldasiae</i> (Balachowsky, 1957)	Ben-Dov, Miller e Gibson (2015)
<i>Nipaecoccus coffeae</i> (Hempel, 1919)	Santa-Cecília e Souza (2014)
<i>Planococcus citri</i> (Risso, 1813)	Fonseca, Sakiyma e Borém (2015)
<i>Planococcus halli</i> Ezzat & McConnell, 1956	Santa-Cecília e Souza (2014)
<i>Planococcus minor</i> (Maskell, 1897)	Fonseca, Sakiyma e Borém (2015)
<i>Pseudococcus comstocki</i> (Kuwana, 1902)	Silva et al. (1968)
<i>Pseudococcus cryptus</i> Hempel, 1918	Santa-Cecília e Souza (2014)
<i>Pseudococcus elisae</i> Borchsenius, 1947	Culik e Martins (2006); Culik, Ventura e Martins (2009)
<i>Pseudococcus jackbeardsleyi</i> Gimpel & Miller, 1996	Culik et al. (2007)
<i>Pseudococcus landoi</i> (Balachowsky, 1959)	Ben-Dov, Miller e Gibson (2015)
<i>Pseudococcus longispinus</i> (Targioni Tozzetti, 1867)	Santa-Cecília, Souza (2014)
<i>Rhizoecus caladii</i> Green, 1933	Silva et al. (1968)
<i>Rhizoecus coffeae</i> Laing, 1925	Santa-Cecília, Souza (2014)
Hymenoptera	
<b>Formicidae</b>	
<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)	Silva et al. (1968)
<i>Atta sexdens rubropilosa</i> Forel, 1908	Silva et al. (1968)
<i>Atta cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	Silva et al. (1968)
<i>Atta laevigata</i> (Smith, 1858)	Silva et al. (1968)
<i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939	Silva et al. (1968)
Isoptera	
<b>Rhinotermitidae</b>	
<i>Coptotermes gestroi</i> Wasmann, 1896	Matiello et al. (2010)
Lepidoptera	
<b>Arctiidae</b>	
<i>Bertholdia brasiliensis</i> (Hampson, 1901)	Reis, Souza e Melles (1984)
<i>Thalesa citrina</i> (Sepp, 1848)	Reis, Souza e Melles (1984)
<i>Antarctia fusca</i> (Walker, 1812)	Silva et al. (1968)
<b>Blastobasidae</b>	
<i>Auximobasis coffeaella</i> Busck, 1925	Matiello et al. (2010)
<b>Dalceridae</b>	
<i>Acraga moorei</i> Dyar, 1898	Silva et al. (1968)
<i>Dalcera abrasa</i> Herrich-Schäffer, 1854	Matiello et al. (2010)
<i>Zadalcera fumata</i> Schaus, 1894	Matiello et al. (2010)
<b>Gelechiidae</b>	
<i>Gnorimoschema operculella</i> (Zeller, 1873)	Silva et al. (1968)
<b>Geometridae</b>	
<i>Glana</i> sp.	Reis, Souza e Melles (1984)
<i>Oxydia saturniata</i> Guenee, 1858	Matiello et al. (2010)
<i>Thyrinteina arnobia</i> Stoll, 1782	Reis, Souza e Melles (1984)
<b>Limacodidae</b>	
<i>Phobetron hipparchia</i> Cramer, 1777	Matiello et al. (2010)
<i>Parasa cucumenica</i> Dyar, 1926	Silva et al. (1968)
<i>Euclea</i> sp.	Reis, Souza e Melles (1984)

(conclusão)

Classificação taxonômica	Referências
INSETOS	
Lepidoptera	
<b>Lyonetiidae</b> <i>Leucoptera coffeella</i> (Guérin-Méneville, 1842)	Fonseca, Sakiyma e Borém (2015)
<b>Megalopygidae</b> <i>Megalopyge lanata</i> Stoll, 1780 <i>Podalia</i> sp.	Matiello et al. (2010) Matiello et al. (2010)
<b>Noctuidae</b> <i>Agrotis ipsilon</i> Hufnagel, 1766 <i>Mocis latipes</i> (Guenée, 1852) <i>Spodoptera frugiperda</i> Smith & Abbot, 1797 <i>Spodoptera dolichos</i> Fabricius, 1794 <i>Plusia nu</i> Guenée, 1852	Guimarães, Mendes e Baliza (2010) Silva et al. (1968) Silva et al. (1968) Silva et al. (1968) Silva et al. (1968)
<b>Nymphalidae</b> <i>Caligo memnon telamonius</i> Felder, 1862	Silva et al. (1968)
<b>Oecophoridae</b> <i>Stenoma</i> spp. <i>Timocratica albella</i> Zeller, 1839	Silva et al. (1968) Silva et al. (1968)
<b>Phycitidae</b> <i>Ectomyelois decolor</i> (Zeller, 1881) <i>Paramyelois transitella</i> (Walker, 1863)	Silva et al. (1968) Silva et al. (1968)
<b>Psychidae</b> <i>Oiketicus kirbyi</i> (Guiling, 1927) <i>Oiketicus geyeri</i> (Berg, 1877)	Matiello et al. (2010) Matiello et al. (2010)
<b>Pyralidae</b> <i>Anagasta cautella</i> Walker, 1863 <i>Corcyra cephalonica</i> Stainton, 1866 <i>Cryptoblabes gnidiella</i> Millière, 1867 <i>Ephestia</i> sp. <i>Plodia interpunctella</i> Hübner, [1813] <i>Pococera atramentalis</i> (Lederer, 1863)	Matiello et al. (2010) Matiello et al. (2010) Fonseca, Sakiyma e Borém (2015) Silva et al. (1968) Matiello et al. (2010) Silva et al. (1968)
<b>Saturniidae</b> <i>Automeris complicata</i> (Walker, 1855) <i>Automeris coresus</i> Boisduval, 1859 <i>Automeris naranja</i> Schaus, 1898 <i>Automeris illustris</i> Walker, 1855 <i>Automeris irene</i> (Cramer, 1780) <i>Eacles imperialis magnifica</i> Walker, 1856 <i>Eacles penelope ducalis</i> Walker, 1855 <i>Lonomia circumstans</i> (Walker, 1855) <i>Lonomia cluacina</i> Druce, 1877 <i>Rothschildia hesperus</i> Linnaeus, 1758	Reis, Souza e Melles (1984) Reis, Souza e Melles (1984) Specht, Formentini e Corseuil (2007) Reis, Souza e Melles (1984) Silva et al. (1968) Matiello et al. (2010) Fornazier et al. (2007) Gallo et al. (2002) Silva et al. (1968) Silva et al. (1968)
<b>Sphingidae</b> <i>Perigonia lusca</i> Fabricius, 1777	Costa et al. (1995)
Orthoptera	
<b>Tettigoniidae</b> <i>Picnopalpa bicordata</i> Serville, 1825	Reis, Souza e Melles (1984)
Psocodea	
<b>Troctopsocidae</b> <i>Plaumannia</i> sp.	Fornazier et al. (2007)
Thysanoptera	
<b>Thripidae</b> <i>Heliothrips haemorrhoidalis</i> (Bouché, 1833) <i>Retithrips syriacus</i> (Mayet, 1890)	Matiello et al. (2010) Matiello et al. (2010)

O uso incorreto dos agrotóxicos (inseticidas e acaricidas) e a utilização sistemática de um mesmo produto comercial, princípio ativo ou grupo químico tem resultado no desenvolvimento acelerado da resistência de insetos e ácaros aos agrotóxicos. Isso traz sérias consequências para toda a cadeia do agronegócio, com uso mais frequente e de maiores doses dos agrotóxicos devido à perda de sua eficiência. Para prevenir ou retardar esses problemas, inclusive minimizando o uso de agrotóxicos e os riscos de contaminação ambiental e da saúde humana, foi introduzido o conceito do Manejo Integrado de Pragas. Ele é caracterizado como a adoção de estratégias e táticas quanto à aplicação racional e integrada de várias ações e/ou práticas para o controle de pragas no contexto do ambiente em que a praga se encontra ou possa vir a se instalar. Isso vem complementar e facilitar a ação dos agentes naturais de controle biológico, levando em consideração os aspectos econômicos, toxicológicos, ambientais e sociais, tais como:

I - Controle Legislativo: normatização quanto à eliminação obrigatória de lavouras improdutivas; implantação do monitoramento e inspeções de população das pragas; normatizações e rigorosa fiscalização quanto à produção, trânsito de partes vegetais e zoneamento de áreas livres das pragas; respeito às legislações federais, estaduais e municipais em relação às práticas ligadas às culturas e pragas;

II - Controle Cultural: produção de mudas em viveiros protegidos; plantio de mudas selecionadas e sadias; uso de barreiras vivas; uso de armadilhas com atrativos alimentares e/ou com feromônios para monitoramento e controle; manejo racional de plantas espontâneas; eliminação de restos culturais infestados; uso de coberturas mortas; ambientes, época e locais adequados de produção; utilização de formulações de adubos de menor solubilidade; manejo da matéria orgânica remanescente, uso da compostagem dos resíduos orgânicos e uso de adubos verdes; pousio das áreas para implantação de novas lavouras de café; utilização dos princípios da rotação de culturas etc. Esse aspecto também inclui o controle genético, através da utilização de materiais genéticos resistentes e a indução direta e/ou indireta da resistência;

III - Controle Químico: correta identificação das pragas e do complexo de seus inimigos naturais;

monitoramento de pragas e uso de agrotóxicos de diferentes grupos químicos e modos de ação, de forma racional e localizada; uso de agrotóxicos registrados para a cultura/praga nos órgãos federais e cadastrados nos órgãos estaduais competentes; recomendação por meio de receituário agrônomo; uso de equipamentos de proteção individual; correta utilização das tecnologias de aplicação de agrotóxicos; restrição a aplicações preventivas de inseticidas e acaricidas e seu uso com largo espectro de ação;

IV - Controle Biológico: preservação e utilização do potencial dos agentes naturais de controle, como bactérias, fungos, parasitoides e predadores através dos manejos culturais e da correta utilização de agrotóxicos seletivos (conservativo) e/ou sua criação; liberação de forma massal desses agentes no ambiente de cultivo;

V - Ações Educativas: treinamento e conscientização de técnicos, produtores e trabalhadores rurais; promoção de treinamento de cafeicultores na prática do monitoramento e identificação de pragas e inimigos naturais na lavoura de café conilon.

Baseado no fato de que as plantas suportam determinados níveis de infestação de pragas de forma a não causar danos econômicos, utiliza-se o princípio da amostragem de pragas antes de se realizar as aplicações de agrotóxicos. Esse procedimento é fundamental para o sucesso do Manejo Integrado de Pragas. Para tanto, se faz necessário o conhecimento da fenologia das plantas, bioecologia das pragas e relação entre elas e seu complexo de inimigos naturais. É necessária a determinação dos níveis de dano econômico, tamanho dos talhões a serem amostrados, a fase do inseto, local e frequência da amostragem para implantação do monitoramento das pragas, principalmente das pragas-chave. A formação e treinamento dos inspetores de pragas, comumente denominados de pragueiros também é importante. Dentro do contexto do Manejo Integrado de Pragas, o controle químico passa a ser outra importante alternativa a ser utilizada na redução da infestação, principalmente quando observados e utilizados os conceitos da seletividade ecológica e fisiológica aos inimigos naturais e do manejo da resistência das pragas aos agrotóxicos. A seletividade ecológica pode ser alcançada com a modificação do sistema de aplicação dos agrotóxicos, baseado na

bioecologia das pragas e de seus inimigos naturais e direcionando para os focos das pragas e uso de produtos via solo. A seletividade fisiológica está relacionada à maior ou menor tolerância de cada um dos indivíduos que fazem parte do complexo dos organismos presentes na área, quando expostos ao mesmo produto químico, ocorrendo a morte das espécies-pragas e a preservação dos insetos benéficos. O manejo da resistência aos agrotóxicos está baseado na rotação dos inseticidas e acaricidas utilizados pelo seu modo de ação, que é o processo bioquímico, pelo qual as moléculas dos agrotóxicos interagem com o seu alvo, causando alterações em processos fisiológicos normais da praga que levam à sua morte. A grande maioria dos inseticidas interage com alvos específicos no sistema nervoso e são denominados neurotóxicos. Existem ainda aqueles que interferem no processo bioquímico de síntese de quitina, no sistema endócrino (reguladores de crescimento) e nos metabolismos energético e respiratório, além de outros que são fagodeterrentes, desintegradores do mesêntero ou feromônios sexuais. Para que se possa aplicar o princípio do manejo da resistência das pragas aos agrotóxicos, é preciso que estejam disponibilizados produtos químicos registrados com diferentes modos de ação na grade de agroquímicos da cultura do café.

A utilização do conceito do Manejo Integrado de Pragas pode levar à sustentabilidade econômica e ambiental do cultivo de determinada espécie em áreas onde já existam sérios problemas de resistência de pragas aos agrotóxicos. Entretanto, faz-se necessário trabalho de conscientização e mudança de paradigmas, não somente com os agricultores, mas prioritariamente com o corpo técnico que atua na assistência técnica e extensão rural regional, tanto do setor público quanto do privado.

Dentro do processo de globalização, os mercados têm se tornado extremamente exigentes em qualidade e segurança alimentar, caminhando para a comercialização de cafés superiores e especiais certificados de acordo com regulamentações próprias. As melhorias da qualidade de vida e o bem-estar são pontos de demanda da população e, no processo produtivo agrícola, isso se reflete na valorização de alimentos que priorizem a saúde e o respeito ao meio ambiente. Em mercados em que

se agigantam as barreiras sanitárias internacionais em substituição às barreiras econômicas e tarifárias, torna-se inadmissível a indiscriminada utilização de agrotóxicos no processo produtivo. Isso contraria as normatizações e exigências internacionais demandadas pelos consumidores, o que pode comprometer o esforço conjunto e solidário empreendido no sentido de se caminhar para o conceito de produção exigido pelo mercado e os processos de certificação da produção (ZAMBOLIM, 2007).

## 2 PRAGAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA PARA O CAFÉ CONILON

### 2.1 BROCA-DO-CAFÉ

*Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae)

#### Descrição e Biologia

Originária da África, a broca-do-café é a principal praga do conilon, pois tem capacidade de atacar os frutos em todos os estágios de maturação, de verde até maduro (cereja) ou seco. Essa praga foi constatada pela primeira vez no Brasil, em 1913, no Município de Campinas, Estado de São Paulo (BERTHET, 1913). Entretanto, sua presença foi registrada oficialmente somente em 1924, quando causou grandes prejuízos.

O adulto da broca-do-café é um pequeno coleóptero preto, com o corpo cilíndrico e ligeiramente recurvado para a região posterior. Os élitros são revestidos de cerdas e escamas piriformes características. Os machos são semelhantes às fêmeas, mas são menores, medindo cerca de um terço do corpo daquelas e dotados de asas rudimentares. Por essa razão, os machos não voam e não saem dos frutos de onde se originaram. A proporção na população é de um macho para dez fêmeas (BERGAMIN, 1943; BENASSI; CARVALHO, 1994).

O acasalamento ocorre dentro do fruto onde a fêmea foi originada. Logo depois, ela procura outro fruto e o perfura, geralmente na região da coroa, iniciando a escavação de uma galeria até atingir o pergaminho da semente (Figura 1). A fêmea



leva cerca de sete horas para penetrar totalmente no fruto e pode atacar os frutos desde a fase de chumbinho.



**Figura 1.** Roseta com sintoma de ataque da broca-do-café (A); e detalhe do furo da praga na região da coroa do fruto (B).

Entretanto, somente quando o fruto de café atinge teor de umidade/matéria seca adequada, isto é, passado o período de “água” (estágio de “chumbão verde”), as fêmeas iniciam a oviposição. No interior da semente, ela alarga a galeria e inicia a postura. Os ovos são pequenos, brancos, elípticos e brilhantes. A fêmea deposita inicialmente, em média, dois ovos por dia. Depois de 10 a 20 dias, passa a depositar um ovo por dia, durante período de 10 a 12 dias; a partir daí, um ovo a cada dois dias. Uma fêmea pode ter longevidade de 156 dias e pode ovipositar de 31 a 119 ovos. As larvas nascem depois de 4 a 10 dias da postura do ovo e passam a se alimentar da semente, desagregando pequenas partículas das paredes da câmara onde nasceram. Após alguns dias e sob condições favoráveis para a postura da fêmea e eclosão das larvas, a semente pode ser totalmente consumida. O período larval dura, em média, 14 dias e as larvas transformam-se em pupa. Nessa fase, aparecem os vestígios de asas, antenas, olhos, peças bucais e pernas do futuro adulto. A coloração inicial da pupa é branca e com o decorrer do tempo, as antenas, asas e peças bucais escurecem e passam a apresentar coloração castanho-clara. O período de pupa dura, em média, sete dias; o adulto é de coloração amarelo-escuro nos primeiros dias e escurece até a coloração preta definitiva. A evolução completa de ovo a adulto ocorre entre 22 e 32 dias e é dependente da temperatura (BERGAMIN, 1943; SOUZA; REIS, 1997; LAURENTINO; COSTA, 2004).

Os adultos e as formas imaturas sobrevivem de uma safra para outra, em grãos de café caídos no solo

ou retidos nas plantas, desde que haja condições propícias de umidade para sua sobrevivência. Assim, chuvas após a colheita propiciam condições ideais de sobrevivência da broca, principalmente se associadas a veranicos intensos nos meses de janeiro e fevereiro. A desuniformidade da floração também favorece a multiplicação da broca por proporcionar a existência de frutos adequados para sua alimentação por maior período.

### Prejuízos

Temperaturas elevadas associadas a fatores hídricos nas regiões de cultivo do conilon propiciam condições favoráveis ao maior desenvolvimento de populações da broca-do-café e permitem que a praga seja responsável por grandes perdas na produtividade (BENASSI; CARVALHO, 1994). Depois de a fêmea perfurar o fruto e cavar as galerias com a respectiva câmara de postura, surgem as larvas que, ao se alimentar, destroem parcial ou totalmente a semente (Figura 2).



**Figura 2.** Grãos de café danificados pela broca-do-café em diferentes estádios de maturação.

No beneficiamento do café colhido podem ocorrer as seguintes situações decorrentes da severidade com que a semente foi danificada: presença de grãos perfeitos ou sadios, não afetados pela broca; grãos broqueados, nos quais se podem observar as perfurações das galerias da broca; e café escolha, resultante da quebra dos grãos mais danificados pela broca.

Altas infestações desse inseto na fase de produção diminuem a porcentagem de grãos perfeitos e aumentam a de grãos perfurados, escolha e

quebrados. Assim, os danos causados pela broca podem ser verificados diretamente na perda de peso do café beneficiado, pois os grãos completamente destruídos ou muito danificados saem junto com a escolha e indiretamente devido à presença de grãos broqueados e na depreciação do valor do café beneficiado, uma vez que a cada cinco grãos perfurados, considera-se um defeito na classificação por tipo (NAKANO et al., 1976; YOKOYAMA et al., 1978; LUCAS et al., 1989). Outro agravante quanto à qualidade do café é a presença de resíduos, compostos por fezes e parte dos insetos adultos, larvas e ovos que permanecem no café torrado e moído.

Levantamentos realizados no Estado do Espírito Santo mostraram que em anos propícios à infestação, a broca-do-café causa prejuízos superiores a R\$ 40 milhões anuais (De MUNER et al., 2000). Fornazier et al. (2000a, 2000b, 2000c, 2000d, 2000e, 2000f, 2001b) e Fornazier, Martins e De Muner (2001); Fornazier et al. (2001b) mostraram infestações de broca em café conilon no Espírito Santo superiores a 25% de grãos brocados, após o beneficiamento. Foram amostradas as infestações de campo em todos os municípios produtores de café conilon, o que motivou o lançamento da Campanha Estadual para Manejo da Broca-do-Café (SOARES et al., 2001). Como resultado dessa campanha, conseguiu-se tipificar o café conilon produzido nas regiões norte e sul do Espírito Santo. Observou-se a grande influência da broca-do-café na redução da produtividade das lavouras, principalmente daquelas menos tecnificadas, da qualidade intrínseca do café conilon e no aumento sensivelmente da incidência de defeitos dos grãos (FORNAZIER et al., 2000a, 2000b, 2000c, 2000d, 2000e, 2000f, 2001b; FORNAZIER; MARTINS; De MUNER, 2001; FORNAZIER et al., 2001b).

### **Infestação e Amostragem**

Apesar de atacar os frutos em todos os estágios de maturação, a broca-do-café só inicia a perfuração dos frutos quando as sementes atingem o teor de umidade e o peso da matéria seca adequados à postura dos ovos pelas fêmeas. Quando a broca ataca frutos ainda no estágio de chumbinho ou muito aquosos, eles param seu desenvolvimento e caem posteriormente. No conilon, esses frutos ainda pouco desenvolvidos ao serem perfurados,

além da paralisação do crescimento, apresentam mudança de coloração, que varia de amarelada a levemente avermelhada antes de cair. Quando o ataque ocorre após o estágio de chumbinho, os frutos infestados continuam a se desenvolver, mas a broca se aloja na coroa do fruto, sem dar continuidade à escavação da galeria, aguardando seu desenvolvimento até que as sementes atinjam o teor de umidade/matéria seca adequado à postura dos ovos. A identificação pelo produtor desse período em que a broca se aloja na coroa e não penetra no fruto geralmente ocorre entre outubro e dezembro, no Espírito Santo e é o fator determinante no sucesso da adoção de medidas de controle químico. É nesse período que o produtor deve iniciar os procedimentos de amostragem e cálculos de infestação (SOARES et al., 2001; FORNAZIER et al., 2005c). No Estado de Rondônia, as infestações de campo variaram de 33 a 40% (COSTA et al., 2002).

Não tem sido fácil estabelecer critério prático para se determinar com precisão o grau de infestação da praga na lavoura cafeeira porque a broca não se distribui uniformemente nos talhões e nos frutos de uma mesma planta. Todavia, o critério adotado na prática consiste em colher, ao acaso, de cada talhão, certa quantidade de frutos de determinado número de plantas iniciando-se em outubro-novembro, quando os grãos estão ainda verdes.

Para o levantamento de infestação da broca em café arábica, tem sido recomendado que sejam amostradas 50 plantas por talhão, bem distribuídas portoda a área; colher 100 frutos por planta retirando-se, ao acaso, 25 de cada face da planta, totalizando 5 mil frutos por talhão (REIS et al., 2010). Para facilitar, os frutos poderão ser misturados, formando amostra única e contados separando-se os broqueados (com presença de insetos vivos) daqueles sadios, obtendo-se a porcentagem de infestação. Procedese da mesma forma para todos os talhões e se determina a média que fornecerá a infestação. A indicação da porcentagem de infestação é muito importante, pois é baseada exclusivamente nela que se pode recomendar o tratamento do cafezal. Entretanto, sempre que possível, o controle deverá ser realizado por talhão e/ou clone de café quando atingidos os níveis de controle. Amostragem nos municípios capixabas produtores de café conilon foi realizada com 500 frutos, em talhões de 3 mil a 5 mil plantas, onde obtiveram-se excelentes resultados

práticos (De MUNER et al., 2000; FORNAZIER et al., 2000a, 2000b, 2000c, 2000d, 2000e, 2000f, 2001b ; FORNAZIER; MARTINS; De MUNER, 2001; FORNAZIER et al., 2001b).

### Métodos de controle

#### Cultural

O controle cultural através do “repassé”, isto é, da catação dos grãos de café que ficam no solo ou retidos na planta após a colheita visa a reduzir focos de infestação da praga na lavoura. É um dos métodos mais eficientes de se combater a broca-do-café utilizando tecnologia “mais amigável” para o manejo. A retirada da fonte de alimento e dos insetos remanescentes da safra anterior favorece muito a redução da população da praga em lavouras comerciais. Lavouras abandonadas devem ser erradicadas para não servirem como foco de multiplicação e disseminação do inseto. Os frutos muito verdes da safra anterior, provenientes de floradas tardias, também devem ser retirados, pois quando eles se desenvolvem podem ser utilizados para multiplicação da broca na entressafra. O adensamento de lavouras está se tornando cada vez mais frequente na cafeicultura capixaba de conilon e pode favorecer a infestação da broca em períodos favoráveis ao seu desenvolvimento. Para o armazenamento dos grãos colhidos, é necessário que se proceda à correta secagem para se evitar que a broca continue a sua multiplicação, principalmente no café armazenado em coco (FORNAZIER; BENASSI; MARTINS, 1995; FORNAZIER et al., 2000c; De MUNER et al., 2000).

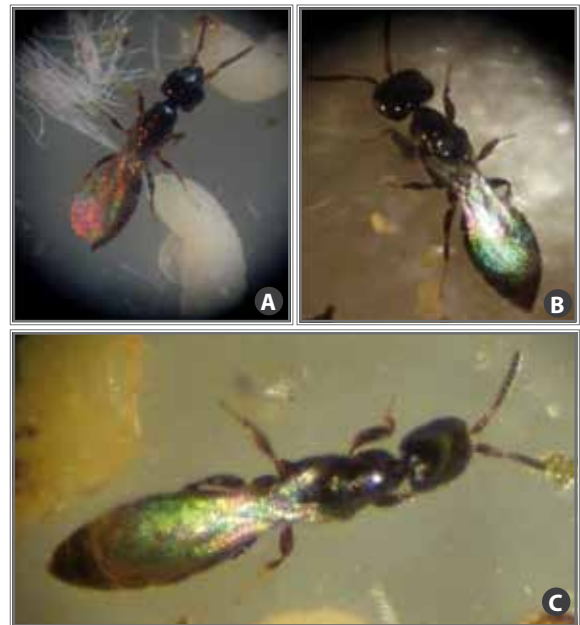
#### Biológico

Como principais inimigos naturais da broca, destacam-se os parasitoides africanos: *Prorops nasuta* Waterston, conhecido como vespa-de-Uganda; *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, vespa-da-costa-do-marfim; *Heterospillus coffeicola* Schemied e *Phymastichus coffea* La Salle, vespa-do-togo. Além dessas espécies, foi registrada a presença de *Cephalonomia hyalinipennis* Ashmead no México (PÉREZ-LACHAUD, 1998; PÉREZ-LACHAUD; HARDY, 1999) e no Brasil, no Estado de São Paulo, Municípios de Ribeirão Preto, Mococa e Campinas (BENASSI, 2007) e no Espírito Santo,

Município de Sooretama.

*Prorops nasuta* foi introduzida no Brasil, por Hempel, em 1929, multiplicada em laboratório e liberada em diversos municípios do Estado de São Paulo. Com a utilização dos produtos químicos, a partir da década de 1940, o controle biológico utilizando essa vespa foi desprezado. Atualmente, esse parasitoide pode ser encontrado em alguns estados brasileiros, como Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná e São Paulo. A vespa-da-costa-do-marfim ocorre naturalmente em diversos municípios do Espírito Santo, Minas Gerais, Rondônia e São Paulo (BENASSI, 1996; SOUZA et al., 2006). Levantamentos realizados em 19 municípios do Espírito Santo, durante o período de 2001 a 2003 detectaram a sua presença em 18 deles, com índice de parasitismo no campo variando de 1,3% a 83,0% no período de entressafra (BENASSI, 2007).

Os adultos das três espécies *P. nasuta* (Figura 3A), *C. hyalinipennis* (Figura 3B) e *C. stephanoderis* (Figura 3C) são da família Bethyridae (Hymenoptera) e se assemelham na cor e no tamanho: são pretos e medem aproximadamente 2,5 mm de comprimento. Podem ser diferenciados facilmente pelo formato da cabeça, que é triangular na vespa-de-uganda, quadrangular na vespa-da-costa-do-marfim e retangular em *C. hyalinipennis* (Figura 3).



**Figura 3.** *Prorops nasuta* - vespa-de-uganda (A); *C. stephanoderis* - vespa-da-costa-do-marfim (B); e *C. hyalinipennis* (C).

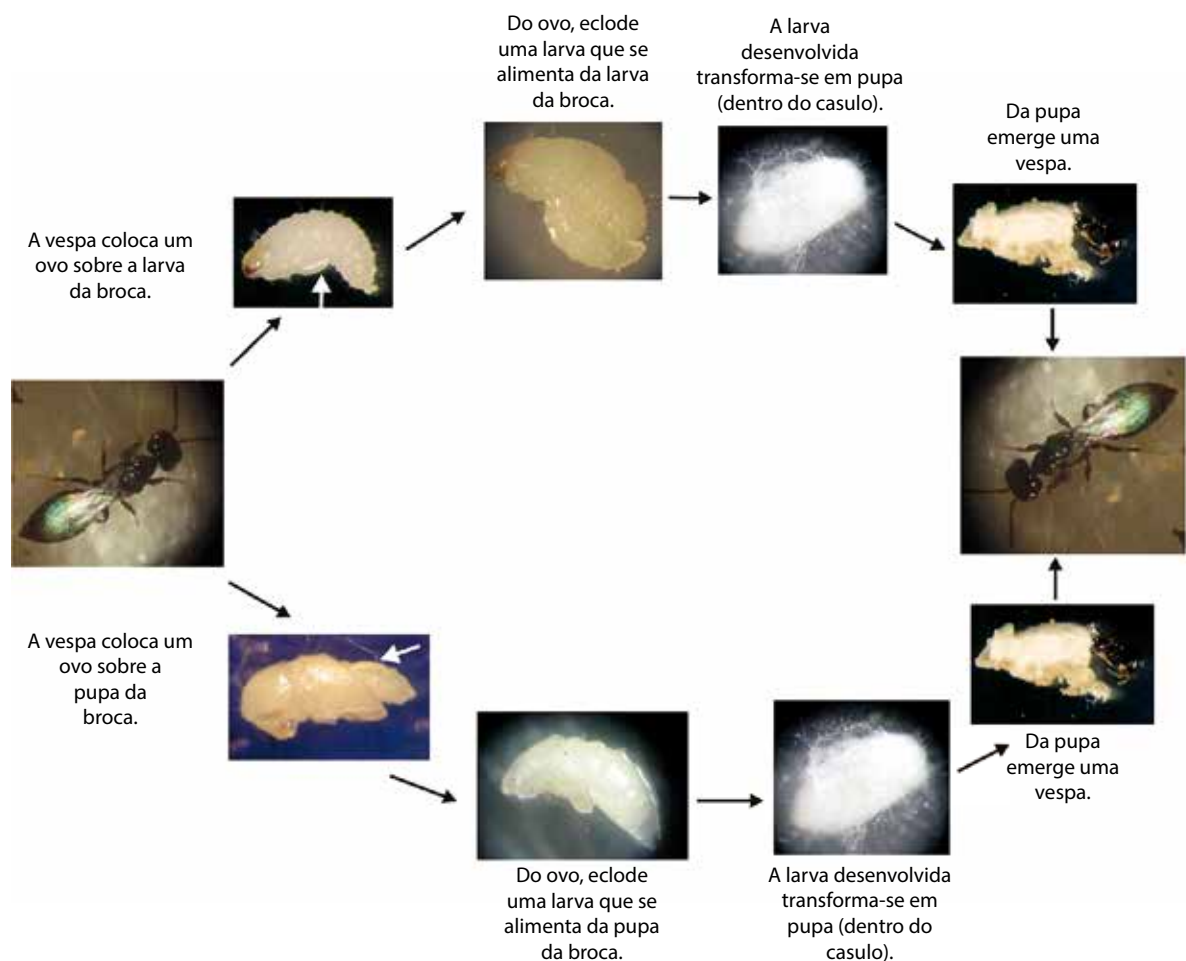
O período de duração das fases do desenvolvimento das duas espécies é semelhante e dependente da temperatura, variando o período de ovo de dois a seis dias, e de larva de quatro a oito dias (BENASSI, 1996, 2000). Após esse período, a larva tece um casulo, no interior do qual empupa, emergindo depois o adulto. Toda a atividade das duas espécies ocorre no interior dos frutos de café, onde os adultos penetram através da galeria feita pela broca. As fêmeas, encontrando as larvas desenvolvidas e pupas da broca, as paralisam através de injeção de veneno e colocam, na maioria das vezes, apenas um ovo na região ventral das larvas ou na região dorsal das pupas. Após a eclosão, as larvas da vespa penetram no interior da larva da broca (parte do corpo delas fica exposta) e sugam todo seu conteúdo (Figura 4). O período de desenvolvimento de *P. nasuta* e *C. stephanoderis* é semelhante e dependente da temperatura. O período de ovo varia de dois a

seis dias e o larval de quatro a oito dias (BENASSI, 1996, 2000, 2007).

Além do parasitismo pelas larvas, os adultos têm a característica predatória e se alimentam dos ovos, larvas pequenas e adultos da broca-do-café. Quando os adultos da broca são atacados, geralmente têm sua cabeça arrancada (BENASSI, 2007) (Figura 5).

Essas espécies de parasitoides tanto se reproduzem sexualmente como assexuadamente, por partenogênese arrenótoca, dando origem apenas a indivíduos machos. Quando esse tipo de reprodução ocorre, os machos acasalam-se com as mães dando origem novamente à nova geração com fêmeas e machos (BENASSI, 2007).

Essas vespas podem ser criadas em frutos de café brocados e posteriormente liberadas no cafezal para o controle da broca. O Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural



**Figura 4.** Etapas do parasitismo da vespa-da-costa-do-marfim, *Cephalonomia stephanoderis* a partir da larva da broca (parte superior da figura) e da pupa da broca (parte inferior).

Fonte: Benassi (1996).



(Incaper) tem desenvolvido há vários anos estudos sobre o controle biológico com os parasitoides da broca, principalmente com a vespa-da-costa-do-marfim, multiplicando-a em laboratório e liberando-a em cultivos de *Coffea canephora*, na região norte do Espírito Santo.



**Figura 5.** Broca-do-café degolada pela vespa-da-costa-do-marfim.

O Programa de Controle Biológico da Broca-do-café foi lançado no Estado do Espírito Santo, no ano de 1996, visando a incentivar associações, cooperativas e secretarias municipais de agricultura à instalação de laboratórios para a multiplicação da vespa-da-costa-do-marfim.

Além dos parasitoides, outro agente natural de controle é o fungo *Beauveria bassiana*. Entretanto, a aplicação desse entomopatógeno, disponível em formulações comerciais no mercado, é dependente de condições climáticas para exercer controle sobre a broca. Cuidado especial com o momento da aplicação deve ser observado, pois ela deve coincidir com o período de maturação dos frutos da primeira florada, no qual a broca se encontra alojada na coroa do fruto.

O emprego desses agentes de controle biológico pode ser medida complementar de programa de manejo integrado da broca, auxiliar na redução de sua população e do consequente prejuízo causado por essa praga.

### Químico

A decisão sobre o uso de inseticidas no controle químico da broca deve levar em consideração a fenologia da planta (dinâmica da maturação dos frutos) e o ciclo biológico da praga. Assim, entre três e quatro meses após a primeira florada – que é variável entre as diferentes regiões produtoras de café –, deve-se iniciar o monitoramento da praga

para verificar sua presença nos frutos de café (REIS et al., 2010). Armadilhas de monitoramento, já disponíveis com o atraente específico da broca-do-café, também podem indicar o início da revoada, época de trânsito, dos adultos que saem dos frutos em que se desenvolveram e procuram os frutos da safra nova para fazer a postura de seus ovos. É importante a identificação desse período inicial da época de trânsito, pois as brocas não penetram imediatamente nos frutos e permanecem na sua superfície e passíveis de ser atingidas por inseticidas aplicados nesse momento estratégico.

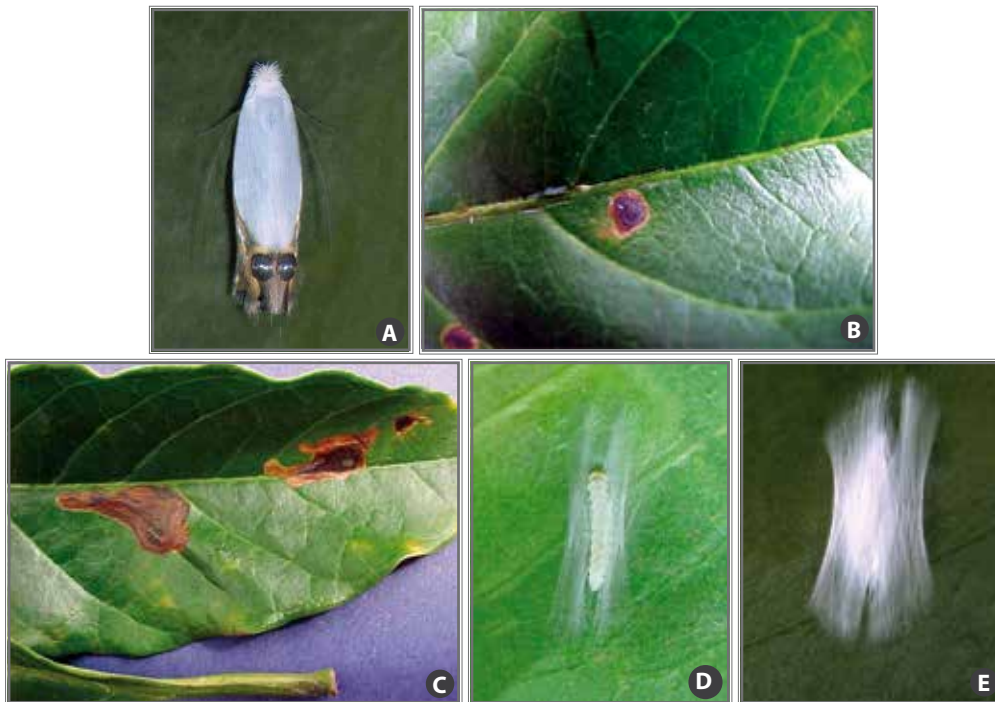
### 2.2 BICHO-MINEIRO

*Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842 (Lepidoptera: Lyonetiidae)

#### Descrição e Biologia

O continente africano é apontado como a região de origem do bicho-mineiro, que daí se disseminou pelo mundo inteiro e está presente em todas as regiões onde o café é cultivado. No Brasil, a presença do bicho-mineiro foi constatada a partir de 1850 (GALLO et al., 2002).

A mariposa é bem pequena, apresentando 6,5 mm de envergadura; as asas são de coloração branco-prateada na parte dorsal com uma mancha escura circular de halo amarelo nas extremidades (Figura 6A). Durante o dia, ocultam-se na página inferior das folhas e ao entardecer, abandonam o esconderijo e iniciam suas atividades. A postura é efetuada na face superior das folhas (MORAES, 1998), e a média por noite é de sete ovos. Em um mesmo local, não costumam colocar mais de um ovo. Assim, diversos pontos de uma mesma folha ou de folhas diferentes são visitados pela fêmea. A eclosão das lagartas leva, em média, de 5 a 21 dias, conforme as condições de temperatura e umidade. Elas penetram diretamente no mesófilo foliar sem entrar em contato com o meio exterior; alojam-se entre as duas epidermes, causando a destruição do parênquima, formando a “mina”. As regiões destruídas vão secando, e a área atacada aumenta com o desenvolvimento das lagartas e a junção das diversas “minas”. As partes secas são facilmente destacáveis, sendo comum encontrar grande número de lagartas na mesma folha (Figura 6B e 6C).



**Figura 6.** Mariposa (A); danos na folha do café (B e C); lagarta em início de pupação (D); e casulo característico em forma de "X" do bicho-mineiro do cafeeiro (E).

O período larval tem duração variável e oscila entre 9 e 40 dias. Ao final desse período, as lagartas abandonam o interior das folhas, saindo pela página inferior, onde tecem fio de seda e descem para a "saia" do cafeeiro, onde irão fazer casulo característico em forma de "X" (Figura 6D e 6E). Nesse local, que oferece ao inseto a umidade adequada, ocorre a transformação em pupa de grande parte das lagartas. O estágio pupal tem a duração de 5 a 26 dias. Após seu término, surgem novas mariposas, cuja longevidade média é de 15 dias. O ciclo evolutivo varia de 19 a 87 dias, podendo-se obter de 7 a 9 gerações anuais. O clima exerce grande influência sobre a população do bicho-mineiro. Temperaturas mais elevadas e períodos de veranico favorecem seu desenvolvimento. Esses fatores fazem com que haja grande variação das infestações da praga de ano para ano e na mesma lavoura (SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998).

### Prejuízos

Até 1970, o bicho-mineiro era considerado problema apenas no período seco do ano, e os cafeicultores conviviam com o inseto sem grandes problemas. Entretanto, a partir de então, a praga passou a ocorrer indiscriminadamente no

período seco e chuvoso. Os insetos chegaram em determinadas áreas de São Paulo, a causar sérios prejuízos e passaram a ser a principal praga do cafeeiro em determinadas regiões. Seus prejuízos resultam da redução da capacidade fotossintética pela destruição das folhas e, principalmente, por sua queda. Os sintomas são mais visíveis na parte alta da planta, onde se observa grande desfolhamento quando o ataque é intenso. As desfolhas drásticas do cafeeiro causadas por altas infestações da praga podem afetar a frutificação, com má-formação dos botões florais e baixo vingamento dos frutos. É considerada uma das principais pragas do café robusta no Estado de Rondônia, onde foram constatados 77% das folhas do terço superior infestadas pelo bicho-mineiro (COSTA et al., 2001). Entretanto, o café conilon é considerado moderadamente resistente à praga, e o nível de dano econômico, definido em 30% de folhas minadas com lagartas vivas, para café arábica (REIS et al., 2010), dificilmente é atingido em plantações comerciais de café conilon (MEDINA FILHO; CARVALHO; MONACO, 1977; FERREIRA; MATIELLO; PAULINI, 1979; AVILÉS et al., 1983; PAULINO et al., 1984). Cafeeiros conduzidos em espaçamentos mais largos têm tendência de maior infestação. Têm-se observado maiores infestações

associadas a veranicos acentuados, comuns nos meses de janeiro e fevereiro. O clima quente e seco, característico da região norte do Espírito Santo pode favorecer o aumento da população da praga durante todo o ano acentuando-se nos meses de seca prolongada. Porém, os adensamentos de lavouras que vêm sendo adotados no Estado favorecem a manutenção de umidade mais elevada e podem desfavorecer o desenvolvimento populacional dessa praga. Entretanto, até agora não foram encontrados relatos de danos econômicos ocasionados pelo bicho-mineiro em café conilon no Brasil.

## Métodos de controle

### Cultural

Faixas de vegetação entre talhões permitem aumento da população de inimigos naturais, sendo recomendado o manejo racional do mato, utilização de cobertura morta e de culturas intercalares na formação das lavouras de café conilon, entre outras orientações baseadas nos princípios da agroecologia. A resistência de plantas é método genético de controle de pragas e fator que tem sido observado pelo Incaper na avaliação de materiais genéticos disponíveis de *C. canephora* para identificação de fontes de resistência que possam ser utilizadas no melhoramento do conilon capixaba.

### Biológico

O bicho-mineiro é parasitado por grande número de insetos, entretanto, o uso indiscriminado de inseticidas pode alterar o complexo de parasitoides e predadores e, conseqüentemente, causar explosões populacionais de *L. coffeella*.

Os principais parasitoides relatados associados ao bicho-mineiro pertencem às famílias Braconidae [*Colastes letifer* (Mann), *Eubadizon punctatus* (Redolfi), *Mirax* sp.] e Eulophidae [*Closterococcus coffeellae* (Ihering), *Citrospilus* sp., *Horismenus aeneicollis* (Ashmead), *Neochrysocharis coffeae* (Ihering) e *Tetrastichus* sp.] (REIS; SOUZA; VENZON, 2002).

Os principais predadores são da família Vespidae [*Brachygastra lecheguana* (Latreille), *Eumenes* sp.,

*Polybia occidentalis* (Olivier), *P. paulista* Ihering, *P. scutellaris* (White), *Protonectarina sylveirae* (Saussure) e *Synoeca surinama* (L.)]. Essas espécies de predadores são insetos sociais que destroem as galerias de *L. coffeella* para se alimentar das suas lagartas. *Brachygastra lecheguana* é a espécie mais frequente e chega, em determinados locais, a exercer bom controle da praga (SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998).

### Químico

Para realizar qualquer tipo de tratamento químico para controle do bicho-mineiro é necessário conhecer a infestação da praga e de seus inimigos naturais na área plantada com café.

Amostragem da população:

- A área deve ser dividida em talhões homogêneos de 3 mil a 5 mil plantas e, quinzenalmente, principalmente nos períodos de veranico, a coleta aleatória de cerca de 200 folhas em 20 covas, entre o segundo e o quinto pares de folhas dos terços médio e superior dos cafeeiros;

- Após a coleta, deve-se contar o número total de folhas amostradas e o número de folhas minadas, determinando-se a porcentagem daquelas que foram atacadas, com presença de lagartas vivas. Observar o número de minas predadas e o parasitismo nas amostras.

Pulverização:

As lavouras em formação devem ser monitoradas para identificação de focos iniciais da praga, que devem ser rapidamente combatidos. O controle pode ser realizado utilizando-se diversos inseticidas após a constatação de índice de infestação superior a 25-30% de folhas infestadas com lagartas vivas. Em viveiros de mudas e em lavouras até dois anos de idade, o controle do bicho-mineiro deve ser iniciado quando do aparecimento dos sintomas de ataque com presença de lagartas vivas, nos focos em que se constatar o desenvolvimento inicial da população da praga.

Sistêmico via solo:

Os inseticidas granulados sistêmicos aplicados via solo possuem eficiência para controle do bicho-mineiro; porém, sua utilização foi extremamente reduzida com o surgimento do grupo dos inseticidas neonicotinoides que possuem maior

segurança para o aplicador e o meio ambiente e são eficientes para o controle de diversas pragas associadas ao cafeeiro. A formulação WG desses novos produtos permite a aplicação em *drench*, via líquida. A utilização de inseticidas via solo de forma preventiva requer perfeito conhecimento do histórico da praga e seus prejuízos aos talhões a serem tratados, a fim de evitar que seu uso se torne antieconômico. A mínima utilização de inseticidas e de forma localizada, auxiliará a preservação da entomofauna benéfica que atua eficientemente no controle natural do bichomineiro.

### 2.3 COCHONILHAS

Cochonilha-verde – *Coccus viridis* (Green, 1889)  
(Hemiptera: Coccidae)

Cochonilha-parda – *Saissetia coffeae* (Walker, 1852)  
(Hemiptera: Coccidae)

Cochonilha-de-cadeia – *Cerococcus catenarius*  
Fonseca, 1957 (Hemiptera: Cerococcidae)

Cochonilha-da-roseta – *Planococcus citri* (Risso, 1813); *P. minor* (Maskell, 1897) (Hemiptera: Pseudococcidae)

Cochonilha-da-raiz – *Dysmicoccus texensis* (Tinsley, 1900), *D. brevipes* (Cockerell, 1893) (Hemiptera: Pseudococcidae)

Cochonilha-farinha – *Pinnaspis aspidistrae*  
(Signoret, 1869) (Hemiptera: Diaspididae)

Cochonilha-de-placa – *Praelongorthezia praelonga*  
(Douglas, 1891) (Hemiptera: Ortheziidae)

#### Descrição e Biologia

*Coccus viridis*: são insetos de forma oval, achatados, com comprimento de 2 a 3 mm, de coloração verde e que sugam a seiva das plantas. Fixam-se nos ramos novos e nas folhas, mais notadamente na nervura principal. Apresentam intensidade maior de ataque em plantas novas, em viveiros e até o primeiro ano de plantio, quando sua presença é facilmente constatada por estar geralmente associada a formigas. As formas jovens possuem pernas e antenas que, com o tempo, vão se atrofiando, pois vivem em quase completa imobilidade. Embora se reproduzam partenogeneticamente, pode ocorrer

também a sexuada, sendo que os dois tipos de reprodução podem acontecer simultaneamente ou de forma isolada. As formas jovens, de estrutura frágil, somente se locomovem nas plantas depois do endurecimento de sua pele. Após sua fixação, o inseto perfura as folhas com o seu aparelho bucal e inicia a sucção da seiva. A sua ocorrência é mais frequente nos meses de novembro a janeiro, nas épocas de chuva e em terrenos sombreados. A postura é constituída de ovos aglomerados, de tamanho reduzido. O período de oviposição é de 50 dias, em média. Uma fêmea põe em torno de dois a três ovos por dia e 150 durante a sua vida. É importante praga em viveiro de mudas.

*Saissetia coffeae*: são insetos de forma hemisférica medindo aproximadamente 3,5 mm de comprimento por 2 mm de altura e 2 mm de largura. A carapaça é formada pelos resíduos de excreções, de coloração avermelhada a marrom, é cerosa nos adultos. As fêmeas são geralmente lisas e brilhantes, tendo por hábito se localizar em ramos e folhas do cafeeiro. Os ovos são colocados sob a própria carapaça. Após a eclosão, as ninfas se fixam nas plantas e sugam a seiva. Podem apresentar até três gerações anuais.

*Cerococcus catenarius*: são coccídeos semelhantes à espécie anterior, porém possuem carapaça hemisférica de menor convexidade e lisa. A postura é feita sob a carapaça, de onde eclodem as ninfas formando filas; daí a denominação 'catenarius'. Essas ninfas se fixam em fendas da casca. Sua capacidade de oviposição é muito elevada e cada fêmea pode colocar até 800 ovos.

*Planococcus citri* e *P. minor*: são espécies muito semelhantes e fazem parte de um complexo de cochonilhas conhecidas como cochonilha-da-roseta do café conilon. As fêmeas apresentam formato ovalado, com comprimento de 3 a 5 mm, as formas jovens possuem coloração rosada; as adultas são castanho-amareladas e têm o corpo recoberto por secreção pulverulenta esbranquiçada. Caracterizam-se por apresentar lateralmente 18 apêndices, de coloração branca pulverulenta de cada lado e mais dois apêndices terminais, maiores do que os laterais. Ao longo da vida, esses coccídeos podem colocar cerca de 400 ovos durante 90 dias. Secretam uma substância lanuginosa branca que serve para proteger os ovos junto ao corpo do inseto. Os ovos são de coloração amarelo-alaranjada e as ninfas surgem após período de 10 a 20 dias da



postura. Habitando um pequeno casulo, atingem a fase adulta em cerca de dez dias. Vivem em colônias constituídas por indivíduos em vários estágios de desenvolvimento. Tanto as ninfas quanto os adultos sugam seiva em botões florais e frutos em desenvolvimento (Figura 7). O ciclo evolutivo completo é de 25 dias, em média. São relatadas no café conilon, em diferentes regiões agroecológicas do Estado do Espírito Santo (FORNAZIER et al., 2000g, 2001a; SANTA-CECÍLIA; REIS; SOUZA, 2002; SANTA-CECÍLIA et al., 2005), onde sua constatação se deu na década de 1970, causando perdas de até 100% da produção de café (PAULINI et al., 1977).

*Dysmicoccus texensis*: São insetos com fêmeas adultas ápteras, corpo ovalado e coloração rosada, recoberto com cerosidade branca finamente granulada, o que lhe confere o aspecto de farinha e cerca de 2,5 mm de comprimento. Possuem 34 apêndices filamentosos ao redor do corpo, com 17 de cada lado, sendo os dois últimos mais longos (SANTA-CECÍLIA et al., 2007). Sua reprodução é partenogenética, podendo gerar até 253 indivíduos durante período de 52 a 87 dias. A temperatura mais favorável ao desenvolvimento populacional é de 20 a 25 °C e associada à umidade relativa elevada, com até cinco gerações anuais (NAKANO, 1972). As primeiras infestações surgem em pequenas colônias logo abaixo do colo de plantas novas. Com o desenvolvimento da população, o inseto vai se disseminando para as raízes da planta, formam nodosidades denominadas criptas, no interior das quais vivem suas formas jovens e adultas associadas a fungo do gênero *Bornetina*, que confere um aspecto de placa sobre as raízes (Figura 8).

*Dysmicoccus brevipes*: conhecida como cochonilha-do-abacaxi. Espécie polífaga, menos frequente em cafeeiro, pode ser encontrada nas raízes e também nas rosetas de ramos que tocam o solo. Ninfas de primeiro instar, podem se locomover a grandes

distâncias. O período ninfal é de cerca de 40 dias. Fêmeas adultas possuem cor rosada, corpo oval e recoberto por cera branca e podem colocar cerca de 240 ovos (MENEZES, 1973). Essas colônias podem estar associadas a pequenos ninhos de formigas simbióticas. Surto podem ocasionar problema. Essa espécie não induz à formação de criptas.

*Pinnaspis aspidistrae*: é uma cochonilha de aspecto pulverulento branco, vivem em grandes colônias e podem recobrir totalmente partes da planta, como galhos e folhas. A fêmea possui forma oval, mede 3 mm de comprimento; enquanto o macho, apenas 1 mm. As ninfas recém-nascidas são de coloração rosa pálida. O folículo (escama) da fêmea apresenta-se marrom-claro e o do macho é de cor amarelo-pálida. A capacidade de oviposição é de cerca de 400 ovos. Eles são colocados em abrigo de natureza lanígera secretado pela fêmea. As formas jovens do inseto surgem de 15 a 20 dias após a postura, atingindo o seu completo desenvolvimento depois de 30 dias, em média. Findo o período larval, as fêmeas já estão aptas à reprodução, acasalando-se com os machos que surgem dos casulos.

*Praelongorthezia praelonga*: Também conhecida como cochonilha ortézia. A fêmea adulta mede cerca de 2,5 mm e possui o corpo coberto por placas de cera branca, apresentando no dorso duas pequenas áreas esverdeadas sem cera. A cabeça é coberta por duas placas salientes. Na parte posterior do corpo são encontrados diversos bastonetes alongados de cera que se unem para formar o ovissaco onde as fêmeas alojam os ovos e as ninfas recém-eclodidas (Figura 9A). Tanto as fêmeas adultas quanto as ninfas se movimentam na planta. No ano de 1988, foi constatado grande surto, com disseminação da praga na maioria dos municípios da região norte do Espírito Santo (MARTINS et al., 1989; MARTINS; PAULINI; GALVÃO, 1989). Períodos secos e frios, em anos consecutivos de baixa precipitação, favorecem



**Figura 7.** Botão floral (A), ramos (B) e roseta (C) do cafeeiro infestados com a cochonilha-da-roseta.

seu desenvolvimento populacional. Em altas infestações, as folhas ficam recobertas de fumagina (Figura 9B) e a praga pode causar a morte da planta (MARTINS et al., 1989; MARTINS; PAULINI; GALVÃO, 1989) (Figura 9C).



**Figura 8.** Cochonilha-da-raiz do café, *Dysmicoccus texensis*.



**Figura 9.** Colônia de Ortézia (*Praelongorthezia praelonga*) em folhas de café (A); folha coberta com fungo de coloração escura, denominado vulgarmente de fumagina (B); e planta de café com alto desfolhamento ocasionada pela praga (C).

### Prejuízos

As cochonilhas causam prejuízos diretos pela sucção contínua de seiva, contribuindo para o depauperamento da planta. Prejuízos indiretos também são causados, pois são insetos sugadores de seiva e o excesso de secreção açucarada que cobre as folhas propicia a ocorrência de fumagina. Esse fungo reveste a folhagem em camada preta, prejudicando a fotossíntese e a respiração da

planta, principalmente nos viveiros. Além disso, fornecem alimento às formigas que lhes dão proteção, podendo às vezes danificar a raiz do café com a construção do formigueiro. As picadas sucessivas nas plantas também podem favorecer a penetração de microorganismos. As cochonilhas-verdes causam retardamento do crescimento das mudas no viveiro e nas recém-plantadas. No caso da cochonilha-de-cadeia, além dos prejuízos já citados, pode provocar o secamento dos ponteiros do café.

A cochonilha-da-raiz forma nodosidades e suga seiva nas raízes do café, causa o definhamento das plantas, amarelecimento e queda quase total das folhas, podendo ser necessário o replantio da área afetada. O reconhecimento é feito escavando-se parte do solo ao redor do colo da planta, de onde surgem colônias dessa cochonilha de coloração branca, quando a infestação é recente ou também devido à formação de criptas em colônias instaladas há muito tempo. Nota-se que as raízes principais se encontram cobertas por envoltório coriáceo, inicialmente de coloração amarelada e, posteriormente, marrom-escura, causado por fungo que se desenvolve às custas da substância açucarada secretada pelas cochonilhas. As raízes apresentam série de nodosidade formada pela sucessão de criptas ou pipocas em cujo interior se aloja o inseto.

As cochonilhas-da-roseta têm aumentado sua importância pelos prejuízos diretos à produtividade do café conilon (FORNAZIER et al., 2004). Seu ataque ocorre diretamente aos botões florais e aos frutos em formação e crescimento, ocasionando sua acentuada queda. Provoca o chochamento de frutos mais desenvolvidos (FORNAZIER et al., 2000g, 2001a).

### Métodos de controle

#### Cultural

O controle cultural é feito por meio da observação da infestação da praga nas mudas adquiridas refugando lotes que possam apresentar infestação.

#### Biológico

Existem diversos inimigos naturais que podem

controlar eficientemente os coccídeos. Dentre eles destacam-se larvas de joaninhas dos gêneros *Scymnus* e *Hyperaspis* (Coleoptera: Coccinellidae) e larvas de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) (FORNAZIER et al., 2006) e os micro-himenópteros parasitoides *Leptomastidea abnormis* Girault e *Leptomastix dactylopii* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) (PRADO; SANTA-CECÍLIA; FLOREZI FILHO, 2008).

### Químico

Para o controle químico da cochonilha-da-raiz, a aplicação de inseticida neonicotinoide quando da constatação das primeiras infestações, de forma localizada nas “reboleiras” e diretamente no ponto de inserção da planta com o solo, via líquida, mostra-se eficiente (FORNAZIER; LIMA; ROCHA, 2000; SOUZA; RIBEIRO, 2003).

Para as cochonilhas-da-roseta, pesquisas desenvolvidas pelo Incaper (FORNAZIER; MARTINS, 2002, 2003a, 2003b, 2003c, 2003d; FORNAZIER et al., 2005a, 2005b, 2005d; FORNAZIER; FREITAS; De MUNER, 2005; FORNAZIER, 2006) mostraram que é necessária a utilização de alto volume de calda (superior a 1.000 L/ha), uso de produtos químicos adequados e o acompanhamento da infestação para constatação da presença da praga se locomovendo ou instalada nas rosetas. Para controle emergencial, Reis et al. (2010) recomendam a utilização de diferentes produtos químicos, tais como methidathion e clorpyrifos etil, registrados para outras pragas do cafeeiro, por meio de pulverização foliar. Na constatação do aumento das populações, efetuar o controle químico, de preferência por talhão. Em lavouras onde o plantio é realizado com os clones componentes das variedades em linha, recomenda-se o monitoramento da incidência das cochonilhas nos clones evitando a aplicação indiscriminada em toda a área. Não é aconselhável a intervenção química preventiva com produtos aplicados via foliar pela irregularidade do aparecimento da cochonilha nas lavouras. Produtos aplicados via solo têm apresentado variação na eficiência agrônômica para controle da praga (FORNAZIER; MARTINS, 2002, 2003a, 2003b, 2003c, 2003d). Produtos químicos aplicados via tronco se mostraram ineficazes para controle dessa

cochonilha (FORNAZIER; MARTINS, 2003a).

### 2.4 LAGARTA-DOS-CAFEZAIS

*Eacles imperialis magnifica* Walker, 1856  
(Lepidoptera: Saturniidae)

#### Descrição e Biologia

Adultos das lagartas-dos-cafezais são mariposas amarelas com numerosos pontos escuros nas asas, cortadas por duas faixas de cor violáceros-escuro apresentando ainda duas manchas circulares da mesma cor. Apresentam dimorfismo sexual, sendo as fêmeas maiores (135 mm de envergadura) e com as asas menos manchadas do que os machos (Figura 10). Cada fêmea coloca cerca de 250 ovos, os quais são depositados em grupos sobre as folhas, de onde eclodem as lagartas. O período de incubação é de 6 a 12 dias e as lagartas, que podem atingir de 80 a 100 mm de comprimento, apresentam coloração variável de verde, alaranjado, amarelo e marrom. Essa fase larval tem uma duração variável de 30 a 37 dias, e a transformação em crisálida ocorre no solo. Em condições favoráveis, este último estágio dura de 30 a 40 dias, podendo prolongar-se por alguns meses em condições adversas.



**Figura 10.** Mariposa da lagarta-dos-cafezais, espécie *Eacles imperialis magnifica*.

#### Prejuízos

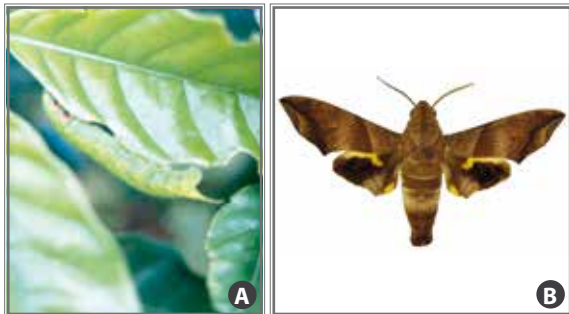
Essa praga destrói o limbo foliar, podendo desfolhar completamente a planta. Entretanto, os danos à produtividade não foram determinados.



## 2.5 LAGARTA-VERDE

*Perigonia lusca* Fabricius, 1777 (Lepidoptera: Sphingidae)

No Brasil, essa espécie foi registrada pela primeira vez atacando café na região norte do Espírito Santo, em 1988 (MARTINS; BRAGANÇA, 1989). As lagartas, quando desenvolvidas, medem cerca de 60 mm, são de coloração verde-clara intensa e apresentam duas faixas transversais claras e dois espiráculos de cor vermelha por segmento abdominal. Apresentam no dorso uma faixa de coloração amarelo-palha ao longo do corpo e um filamento pronunciado de cerca de 10 mm localizado na parte superior, próximo à extremidade abdominal. Os adultos são mariposas de coloração predominante marrom-escuro e medem cerca de 60 mm de envergadura (Figura 11). Apresentam hábito noturno e são facilmente atraídas pela luz. Apresentam surtos esporádicos e quando não controladas a tempo, podem causar desfolha total nas lavouras de café conilon.



**Figura 11.** Formas jovem (A) e adulta (B) da lagarta-verde-do-cafeeiro.

## 2.6 LAGARTA-DAS-ROSETAS

*Cryptoblabes gnidiella* Millière, 1867 (Lepidoptera: Pyralidae)

### Descrição e Biologia

As lagartas apresentam coloração castanho-escuro e vivem reunidas em pequenos grupos tecendo pequena teia de seda entre os frutos e sobre as rosetas do café conilon; chegam a emaranhar os resíduos remanescentes da floração (Figura 12). Atingem de 10 a 11 mm de comprimento. Os adultos são pequenas mariposas de 7,5 a 8 mm de envergadura, de cor predominante cinza-escuro.

Ocorrem durante todo o ciclo produtivo, da emissão dos botões florais até próximo à colheita.

### Prejuízos

As lagartas danificam principalmente a casca da base e o pedúnculo dos frutos, causando a sua queda. Tem sido importante praga na cafeicultura de conilon do Espírito Santo (FORNAZIER et al., 2000d).

### Método de controle

O controle das lagartas deve ser realizado quando elas estão pequenas, em instares iniciais, pois à medida que se tornam maiores, o seu controle é bastante difícil. Na fase inicial, tem-se conseguido resultados satisfatórios com o inseticida microbiano à base de *Bacillus thuringiensis* (0,5 kg/ha).



**Figura 12.** Forma jovem e pupa da lagarta-da-roseta e danos na roseta do cafeeiro.



Para eficiente controle da lagarta-das-rosetas, deve-se estar atento à sua ocorrência, principalmente nas fases iniciais da floração e do desenvolvimento dos frutos para se proceder à pulverização nos talhões atacados. A tecnologia de aplicação se reveste de fundamental importância, pois essa lagarta se encontra protegida entre os grãos e pela teia de seda que envolve os resíduos florais. É importante que seja utilizado alto volume de calda a fim de se colocar o produto em contato com o inseto (MARTINS; FORNAZIER, 2002).

## 2.7 CARNEIRINHOS

*Pantomorus leucoloma* Buchanan, 1939 (Coleoptera: Curculionidae)

*Naupactus rivulosus* (Olivier, 1790) (Coleoptera: Curculionidae)

### Descrição e Biologia

*Pantomorus leucoloma*: insetos adultos medem cerca de 8 mm de comprimento, possuem coloração marrom-clara com manchas brancas nos élitros e rostró característico da família Curculionidae. As larvas são ápodas de coloração branca e vivem no solo.

*Naupactus rivulosus*: os adultos apresentam 18 mm de comprimento, região abdominal bem volumosa, chegando a 5 mm de largura. Têm coloração escura, com estrias longitudinais brancas, róseas ou esverdeadas. As larvas são ápodas e vivem no solo.

Existem outras espécies de *Naupactus* e *Pantomorus* com tamanhos e colorações variáveis que atacam os cafeeiros, cujas espécies ainda não foram identificadas.

### Prejuízos

Os insetos adultos se alimentam destruindo o bordo de folhas novas, dando-lhes um aspecto serrilhado. Ocorrem no verão e em ataques severos, chegam a causar a morte das plantas pela destruição de folhas e brotos.

### Método de controle

Insetos de ocorrência ocasional, raramente

requerem controle.

## 2.8 ÁCAROS

### 2.8.1 Ácaro-vermelho

*Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae)

### Descrição e Biologia

As fêmeas do ácaro-vermelho-do-cafeeiro medem cerca de 0,4 mm de comprimento e têm as pernas e o corpo de coloração alaranjada, porém com grandes manchas escuras na parte posterior do corpo. Os machos são menores que as fêmeas, de coloração mais clara e ocorrem em menor número. Os ovos, de coloração vermelha intensa, brilhantes, quase esféricos, levemente achatados, são colocados em grupo de 10 a 15 na face superior das folhas. As larvas eclodem após período de seis a dez dias, podendo tornar-se adultas em apenas sete dias. Entretanto, a principal forma de reprodução dessa espécie é a partenogênese telítoca, em que a descendência é constituída apenas de fêmeas. Seu ciclo biológico se completa num intervalo de 11 a 17 dias (REIS; ALVES; SOUZA, 1997). Vivem na face superior das folhas do cafeeiro, onde se abrigam sob fina camada de teia. Períodos de estiagem mais prolongada favorecem a sua ocorrência, pois em épocas chuvosas, o ácaro é facilmente lavado.

### Prejuízos

Em ataques intensos, as folhas perdem o brilho característico e se tornam inicialmente amareladas até se tornarem bronzeadas (Figura 13). Em anos de inverno seco e mais quente ou em veranicos pronunciados, os ácaros podem causar desfolhamento do cafeeiro. Os ataques desse ácaro ocorrem normalmente em “reboleiras” de onde se dispersam por toda a lavoura. Até agora, não foi encontrado trabalho relatando efeito desse ataque na produtividade do cafeeiro conilon. Para o café arábica esse dano pode chegar a 65% da produtividade (SAN JUAN et al., 2007). Em condições de campo, o

desenvolvimento de populações desse ácaro é rápido, principalmente em lavouras em formação, em veranico. Esse ataque chega a provocar desfolha total das plantas, com conseqüente retardamento na formação da lavoura de conilon.

### Método de controle

O controle se faz pelo uso de acaricidas específicos nas “reboleiras” (COSTA et al., 2003). É importante a inspeção dos talhões para detectar a infestação da praga, principalmente em períodos que favoreçam seu desenvolvimento populacional. Os fungicidas cúpricos aplicados para combater a ferrugem-do-cafeeiro *Hemileia vastatrix* Berk & Br. podem contribuir para aumentar a população desse ácaro (REIS; SILVA; CARVALHO, 1974).

### 2.8.2 Ácaro-branco

*Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae)

### Descrição e Biologia

Esse ácaro foi relatado ocorrendo em cafeeiro

pela primeira vez no Brasil, no Espírito Santo (CHIAVEGATO et al., 1974). É conhecido como ácaro-da-rasgadura, ácaro-tropical ou ácaro-branco. É de coloração branca e mede 0,17 mm de comprimento. Seus ovos são de coloração branca e colocados isolados na face inferior das folhas novas, onde passam toda a sua vida. Essa espécie não tece teia e o seu desenvolvimento populacional é favorecido por temperaturas elevadas e tempo chuvoso, podendo completar uma geração no período de três a cinco dias.

### Prejuízos

Como consequência do ataque desse ácaro, as folhas novas tornam-se coriáceas e deprimidas na parte central com os bordos voltados para baixo (Figura 14), devido ao crescimento desuniforme do limbo foliar, evoluindo para necroses e rasgaduras. Quando estes sintomas se manifestam, não se encontram mais ácaros nessas folhas. É importante em viveiros com excesso de irrigação e em plantios, nos quais as mudas se encontram infestadas pela praga.



Figura 13. Planta atacada pelo ácaro-vermelho (A); e detalhe da perda do brilho característico da folha infestada (B).



Figura 14. Folhas do cafeeiro com sintomas de ataque de ácaro-branco.

### Método de controle

O ácaro-branco é polífago e pode ser encontrado em culturas plantadas consorciadas com o cafeeiro conilon, principalmente em feijoeiro e mamoeiro (GALLO et al., 2002). Assim, plantios consorciados de conilon com mamoeiro podem implicar maiores níveis de dano para ambas as culturas, principalmente para o mamoeiro por ser mais sensível ao ataque dessa praga.

O controle químico pode ser realizado com acaricidas específicos em aplicação localizada.

### 2.9 BROCA-DAS-HASTES

*Xylosandrus compactus* (Eichhoff, 1875) (Coleoptera: Curculionidae)

Conhecido nos países de língua inglesa como *black ambrosia beetle* (Figura 15), é praga polífaga originária da Ásia e ataca mais de 200 espécies arbustivas e arbóreas, cultivadas e silvestres, e é um dos poucos besouros de ambrosia que infesta

plantas saudáveis (COGNATO, 2005).

Sua distribuição mundial foi relatada por Tenbrink e Hara (2006), está disseminada em todas as áreas de cultivo de café no mundo, sendo considerada séria praga na Guiana Francesa. Também está amplamente distribuída em áreas tropicais da África Ocidental e Oriental, Ilhas Fiji, Índia, Java, Madagascar, Malásia e Sumatra (DAVIS, 1963; NELSON; DAVIS, 1972), inclusive Brasil e Cuba (DIXON; WOODRUFF, 1982). Os principais hospedeiros são abacate, antúrio, cacau, café arábica, citros, cipreste, eucalipto, goiaba, hibisco, lichia, macadâmia, manga, mogno e orquídeas (TENBRINK; HARA, 2006). No Brasil, *X. compactus* é relatado entre as principais espécies de escolitídeos em floresta primária no Estado do Amazonas (ABREU, FONSECA; MARQUES, 1997). É relatada ocorrendo em cafeeiros robusta no sul do Estado da Bahia (MATIELLO; NEVES; SILVA, 1999) e em café conilon na região norte do Espírito Santo (DARÉ; FORNAZIER, 2005; MATIELLO; FREITAS, 2005). No café conilon, a praga ataca os ramos e causa seu secamento (Figura 16).



**Figura 15.** Inseto adulto da broca-da-haste-do-cafeeiro.



**Figura 16.** Ramos do cafeeiro atacados pela broca-das-hastes-do-cafeeiro.



## 2.10 CUPIM-SUBTERRÂNEO

*Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) (= *C. havilandi* Holmgren) (Isoptera: Rhinotermitidae)

Os térmitas ou cupins abrangem mais de 2 mil espécies descritas no mundo, e no Brasil, há cerca de 200 espécies. Embora se conheça mundialmente a importância dos cupins, principalmente no que tange à fauna das regiões neotropicais, pouca atenção ou quase nenhuma tem sido dada no sentido de estimar numericamente suas populações e hábitos de comportamento (forrageamento). Estudos referentes à biologia, ecologia e dinâmica populacional têm sido conduzidos em quase todo o mundo, entretanto o nosso país, um dos maiores locais de ocorrência da ordem Isoptera, carece de estudos básicos e aplicados.

Conhecido como cupim-de-concreto, o cupim-subterrâneo pode ser encontrado principalmente em áreas urbanas, ataca prioritariamente madeiras e móveis de edificações, porém não ataca somente madeira morta. A espécie atinge inúmeros tecidos vivos de plantas, como abacateiro, angico-branco, cajueiro, cana-de-açúcar, casuarina, eucalipto, palmeira-imperial, pau-ferro, oiti, sombreiro e diversas outras plantas em áreas urbanas e rurais. Foi relatado pela primeira vez por Mattos et al. (2001) em ataque a raízes de cafeeiro conilon, em área rural na região norte do Espírito Santo.

Diferentemente dos cupins-de-montículo, constroem suas colônias em locais inacessíveis e têm o hábito de forrageamento no subsolo. Atacam as raízes do cafeeiro conilon desde mudas recém-plantadas até plantas de cerca de dois anos de idade, causando o seu tombamento. Ataques dessa praga podem levar à morte das plantas, inclusive as mais velhas, com destruição das raízes e do cerne. Os sintomas de seu ataque podem ser confundidos com deficiência nutricional ou ataque de outras pragas subterrâneas, sendo necessário o cuidadoso arranquio das plantas e exame das raízes para constatação de sua ocorrência.

## 2.11 FORMIGAS

Saúvas – *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae)

Quenquéns – *Acromyrmex* spp. (Hymenoptera: Formicidae)

### Descrição e Biologia

As saúvas diferem das quenquéns por serem maiores, possuírem três pares de espinhos no dorso do tórax e ter seus ninhos compostos por número variado de câmaras interligadas por canais. As quenquéns são formigas menores que as saúvas, possuem quatro pares de espinhos no dorso do tórax e apresentam formigueiros pequenos e geralmente, constituídos de uma única panela.

### Prejuízos

As formigas cortam as folhas das plantas, principalmente de mudas recém-plantadas no campo, atrasando o desenvolvimento ou mesmo provocando sua morte. Essa é a fase crítica de sua ocorrência, pois pode induzir ao replantio de número significativo de mudas.

### Método de controle

O combate às formigas-cortadeiras em cafezais deve ser preventivo e mais intenso no período que antecede à implantação das lavouras, devendo ser realizado de forma sistemática. Pode ser feito utilizando iscas tóxicas ou com uso de formicidas gasosos ou termonebulização direta visando sempre à destruição do formigueiro onde se encontra a rainha. O controle com a utilização de iscas formicidas granuladas tem se mostrado eficiente e de baixo custo. Devem ser aplicadas ao entardecer, em local seco e protegido de umidade.

## 3 PRAGAS DO CAFÉ ARMazenado

Perdas de peso, presença de fragmentos de insetos nos subprodutos alimentares, deterioração da massa de grãos, possibilidade de contaminação fúngica e presença de micotoxinas podem causar efeitos na saúde humana e dificuldades para a exportação de produtos e subprodutos. Podem se tornar empecilhos



às barreiras sanitárias internacionais para a exportação devido ao potencial de risco alimentar associado ao ataque de pragas nos frutos de café, ocasionado pelo descuido no processamento ou no armazenamento. Torna-se necessário que se conheça as principais pragas, seus danos e manejo no armazenamento do café.

A principal praga do café armazenado é a broca-do-café, já tratado em item anterior. Outras duas pragas que podem ser encontradas nas tulhas e armazéns de café são o caruncho e as traças, sempre associadas ao descuido na manipulação dos grãos, no processo de produção e no armazenamento.

### 3.1 CARUNCHO-DAS-TULHAS

*Araecerus fasciculatus* DeGeer, 1775 (Coleoptera: Anthribidae)

#### Descrição e Biologia

Trata-se de praga cosmopolita, distribuída nas regiões tropicais e que causa danos em muitos produtos armazenados. Constitui-se em importante praga do café armazenado e ataca tanto grãos em coco quanto café beneficiado. Seu ataque inicial pode acontecer na lavoura, em frutos em fase de

secamento e persistir no armazenamento.

O adulto é um besouro de coloração castanho-clara a acinzentado ou parda, revestido de pilosidade brilhante e sedosa. Apresenta três manchas amareladas alongadas nos élitros, além de manchas punctiformes claras e escuras em alinhamento mal definido. Esse besouro mede cerca de 5 mm de comprimento e 3 mm de largura e é diferente da broca-do-café por ser muito maior (Figura 17). Cada fêmea pode colocar de 130 a 140 ovos, os quais são colocados na polpa melosa ou já seca do café, no campo ou na tulha, de onde eclode a larva que se alimenta da mucilagem e depois penetra na semente. As larvas são de coloração branca, ápodas e de formato cilíndrico. Quando completamente desenvolvidas, medem cerca de 5 mm de comprimento e 2,5 mm de largura. A fase de pupa ocorre dentro da semente, de onde o adulto emerge por um orifício de cerca de 2 a 3 mm de diâmetro. Seu ciclo varia de 46 a 62 dias, com cerca de cinco a oito dias até a eclosão das larvas, 35 a 45 dias de larva a pupa e seis a nove dias para emergência dos adultos. O inseto continua sua reprodução, quando o café é deixado muito tempo armazenado e ocasiona sérios prejuízos. Pode apresentar de seis a sete gerações anuais (GALLO et al., 2002).



Figura 17. Caruncho-das-tulhas, *Araecerus fasciculatus*.

### Prejuízos

Danifica uma parte dos grãos secos de café em todas as suas formas: coco, despolpado e beneficiado, podendo causar perda de até 30% no peso.

### 3.2 TRAÇAS-DO-CAFÉ

*Corcyra cephalonica* Stainton, 1865 (Lepidoptera: Pyralidae)

### Descrição e Biologia

Entre as traças que podem ser encontradas atacando o café armazenado, a principal é a *C. cephalonica*. Seu adulto é uma mariposa com cerca de 19 mm de envergadura e 9 mm de comprimento, o corpo e as asas anteriores cinza. Possuem hábito noturno e não são hábeis voadoras. Cada fêmea pode colocar cerca de 180 ovos esbranquiçados, elípticos e que são colocados dispersos ou em grupos sobre o café ou nas paredes dos armazéns. As lagartas são de coloração branco-suja, cilíndricas e apresentam cabeça, escudo torácico e último segmento abdominal castanhos. Atingem 12 mm de comprimento, quando completamente desenvolvidas (Figura 18). O ciclo varia de 45 a 50 dias. Durante a tarde, é possível observar as mariposas voando entre as pilhas de sacaria, nos armazéns.



**Figura 18.** Lagarta de *C. cephalonica*.

### Prejuízos

A sacaria fica toda perfurada quando a infestação é severa, e é necessária sua renovação. A presença de lagartas, casulos e fezes no café e nas sacarias prejudica a qualidade do produto para exportação (Figura 19).



**Figura 19.** Danos causados por *C. cephalonica*.

### Método de controle

Uma série de medidas deve ser tomada para evitar a presença de insetos ou restos de insetos no produto armazenado. Abrange desde a conscientização dos envolvidos na cadeia produtiva para a importância da presença de insetos nos produtos considerando-se as barreiras sanitárias internacionais para a exportação até a tomada de medidas profiláticas para o controle das pragas.

O manejo das pragas no armazenamento do café inicia-se com o correto manejo da broca-do-café e do caruncho-das-tulhas no processo produtivo e na colheita adotando-se as medidas para a efetiva redução de suas populações. A observação da umidade e das condições apropriadas recomendadas para o armazenamento dos grãos do café desfavorece o desenvolvimento populacional dos insetos. Deve-se, ainda, observar as variações da umidade dos grãos e tomar as devidas providências para que elas possam permanecer ao redor de 11%.

Medidas preventivas como a higienização da unidade armazenadora devem ser observadas procedendo-se à limpeza e desinfestação das

tulhas e dos armazéns com a antecedência necessária, antes de se iniciar o processo de colheita.

A correta identificação dos insetos-praga é fator fundamental para se saber as razões e a origem das infestações, o que permite tomada de medidas preventivas para evitar a continuidade das infestações.

A vistoria periódica dos armazéns deve ser realizada, especialmente nas regiões quentes e úmidas e no período de outubro a abril, quando se constata as melhores condições para o desenvolvimento da população das pragas de café armazenado. Em se constatando infestações já instaladas, medidas profiláticas devem ser tomadas, como o expurgo da massa de grãos e a sua proteção com inseticidas recomendados. A desinfestação da unidade armazenadora também deve ser realizada utilizando a nebulização.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos insetos e ácaros estão associados à cafeicultura no Brasil. Entretanto, poucos podem ser considerados pragas primárias do café conilon.

Condições climáticas associadas a adequadas técnicas de manejo fitossanitário permitem que as populações dessas pragas fiquem abaixo do nível de dano econômico nas lavouras. Isso proporciona significativa redução do uso de agrotóxicos e incremento na segurança do alimento produzido. Entretanto, a cochonilha-da-roseta, *P. citri*, e a broca-do-café, *H. hampei*, necessitam de monitoramento contínuo pelos danos sistemáticos que têm causado à cafeicultura de conilon no Estado do Espírito Santo. Além disso, essas duas pragas requerem contínuo desenvolvimento tecnológico visando à melhoria das técnicas de manejo, principalmente pelo fato de o controle químico ser o principal método para redução de suas infestações no campo.

Outra importante praga que deve ser monitorada para evitar danos, especialmente em lavouras de até três anos, é o ácaro-vermelho, associado a períodos de veranico que favorecem desequilíbrios acentuados de sua população.

Portanto, é necessário o desenvolvimento

sistemático de pesquisas que possam continuar dando suporte ao correto manejo fitossanitário implantado no café conilon, principalmente voltado ao estabelecimento de técnicas de controle biológico. Ainda, é preciso que técnicos e produtores se apropriem dessas informações na mesma velocidade em que são desenvolvidas, por meio de treinamentos específicos visando à sustentabilidade e viabilidade da produção de conilon.

#### 5 REFERÊNCIAS

- ABREU, R. L. S.; FONSECA, R. V.; MARQUES, E. N. Análise das principais espécies de Scolytidae coletadas em floresta primária no estado do Amazonas. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 26, n. 3, p. 527-535. 1997.
- AVILÉS, D. P.; MATIELLO, J. B.; PAULINI, A. E.; PINHEIRO, M. R. Infestação de bicho mineiro em Catuaí e Conilon em lavouras intercaladas e isoladas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 10., *Anais...* Poços de Caldas, MG: p. 324-325, 1983.
- BEN-DOV, Y.; MILLER, D. R.; GIBSON, G. A. P. ScaleNet, Scales in a country query results. Disponível em: <http://www.sel.barc.usda.gov/scalecgi/scaleson.exe?family=Rubiaceae&scalefamily=All&genus=Coffea&scalegenus=&species=arabica>. Acesso em: 20 Jun 2015.
- BENASSI, V. L. R. M. *Criação massal da vespa de Uganda e vespa da Costa do Marfim, parasitoides da broca-do-café*. Vitória: EMCAPA. 1996. 20p. (EMCAPA. Documentos, 91).
- BENASSI, V. L. R. M. Metodologia de criação da *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, 1961 (Hymenoptera: Bethyridae), parasitoide da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., *Anais...* Brasília, DF: p. 1268-1270, 2000.
- BENASSI, V. L. R. M. *Biologia em diferentes temperaturas e ocorrência de Prorops nasuta* Wat. e *Cephalonomia stephanoderis* Betr. (Hymenoptera: Bethyridae) parasitando *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae). 2007. 90 p. Tese (Doutorado em entomologia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2007.
- BENASSI, V. L. R. M.; CARVALHO, C. H. S. Preferência de ataque a frutos de *Coffea arabica* e *Coffea*

- canephora* pela broca-do-café (*Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) Coleoptera, Scolytidae). *Revista de Agricultura*, v. 69, p. 102-112, 1994.
- BERGAMIN, J. Contribuição para o conhecimento da biologia da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Col. Ipidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 14, p. 31-72, 1943.
- BERTHET, J. A. Caruncho do café. *Boletim de Agricultura*. São Paulo, SP: v.14, n.5, p.312-313, 1913.
- CARVALHO, R. A.; LOPES, M. M.; RODRIGUES, L. G. N. Espécies de cigarrinhas em cultivo de café no Município de Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil (Hemiptera, Cicadellidae, Cicadellinae). *Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)*, v. 55, n. 13, São Paulo, 2015.
- CHIAVEGATTO, L. G.; PAULINI, A. E.; ARAGÃO, P. F.; PARRA, J. R. P. Ocorrência do ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) Beer & Nucifora, 1965, em cafeeiros no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 2. Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas, MG: p. 12, 1974.
- CLAPS, L. E.; WOLFF, V. R. S.; GONZÁLEZ, R. H. Catálogo de las Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) exóticas de la Argentina, Brasil y Chile. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, v. 60, p. 9-34, 2001.
- COGNATO, A. *Xylosandrus compactus*. Disponível em: <<http://www.ivengisd.org/gisd/species.php?sc=175>>. Atualizado em: 24 Jun. 2005. Acesso em: 20 fev. 2014.
- COSTA, J. N. M.; RIBEIRO, P. A.; SILVA, R. B.; TREVISAN, O.; SANTOS, J. C. F. Incidência do bicho-mineiro *Perileuoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) em café Conilon no estado de Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 2., *Anais...* Vitória, ES: p. 134. 2001
- COSTA, J. N. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; RIBEIRO, P. A.; SILVA, R. B.; SILVA, D. A. *Flutuação da infestação da broca-do-café Hypothenemus hampei* (Ferrari) em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 11 p. 2002. (Embrapa Rondônia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11).
- COSTA, J. N. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; GARCIA A.; SOUZA, M. S.; GAMA, F. C. *Eficiência de acaricidas no controle do ácaro-vermelho em café Conilon*. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 2003. 4 p. (EMBRAPA - CPAF Rondônia. Comunicado Técnico, 270).
- CULIK, M. P.; MARTINS, D. S.; GULLAN P. J. First records of two mealybug species in Brazil and new potential pests of papaya and coffee. *Journal of Insect Science*, [www. Insectscience.org](http://www.insectscience.org); Article 23, v. 2006.
- CULIK, M. P.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. S. Scale insects (Hemiptera: Coccoidea) of pineapple in the State of Espírito Santo, Brazil. *Acta Horticulturae*, v. 822, p. 215-218, 2009.
- CULIK, M. P.; MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A.; PERONTI, A. L. B. G.; GULLAN, P. J.; KONDO, T. Coccidae, Pseudococcidae, Orthozoidae, and Monophlebidae (Hemiptera: Coccoidea) of Espírito Santo, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 7, n. 3. p. 61-65, 2007. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn00507032007>>.
- CULIK, M. P.; MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A.; WOLFF, V. R. S. Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) of Espírito Santo, Brazil. *Journal of Insect Science*, v. 8. Article 17, 2008. Disponível em: <<http://www.insectscience.org/8.17>>.
- CULIK, M. P.; WOLF, V. R. S.; PERONTI, A. L. B. G.; BEN-DOV, Y.; VENTURA, J. A. Hemiptera, Coccoidea: Distribution extension and new records for the states of Espírito Santo, Ceará, and Pernambuco, Brazil. *Check List*, v. 7, p. 567-570, 2011.
- CULIK, M. P.; MARTINS, D. S.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; FORNAZIER, M. J.; VENTURA, J. A.; PERONTI, A. L. B. G.; ZANUNCIO, J. C. The invasive hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) and its recent range expansion in Brazil. *Florida Entomologist*, v. 96, n. 2, p. 638-640, June, 2013a.
- CULIK, M. P.; FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. S.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; VENTURA, J. A.; PERONTI, A. L. B. G.; ZANUNCIO, J. C. The invasive mealybug *Maconellicoccus hirsutus*: lessons for its current range expansion in South America and invasive pest management in general. *Journal of Pest Science*. July 2013b.
- DARÉ, J. C.; FORNAZIER, M. J. Ocorrência de coleobrocas (Coleoptera: Scolytidae) em ramos de cafeeiros Conilon (*Coffea canephora*) na região central do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 31, 2005, Guarapari. *Anais...* Guarapari, ES: p.214-215. 2005.
- DAVIS, C. J. Notes and Exhibitions. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, v. 23, n. 2, p. 197, 1963.



DIXON, W. N.; WOODRUFF, R. E. *The black twig borer, Xylosandrus compactus* (Eichhoff) (Coleoptera: Scolytidae). Florida Dept. Agric. & Consumer Serv. Division of Plant Industry. Entomology Circular n. 250, 1982.

De MUNER, L. H.; MARTINS, D. S.; FORNAZIER, M. J.; ARLEU, R. J.; BENASSI, V. L. R. M. *Programa de manejo da broca-do-café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: Emcaper, 2000. 6p. (Emcaper – folder).

FERREIRA, A. J.; MATIELLO, J. B.; PAULINI, A. E. Provável resistência do cultivar Kouillou (*Coffea canephora*) à infestação do bicho mineiro - Perileucoptera coffeella (Guérin-Mèneville, 1842). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7., *Anais...*, Araxá, MG: p. 330-331, 1979.

FONSECA, A.; SAKIYMA, N.; BORÉM, A. *Café Conilon do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV, 2015. 257 p.

FORNAZIER, M. J. *Cochonilha-da-roseta do café Conilon*. Disponível em: <www.cafepoint.com.br-radares técnicos - proteção de plantas>. Acesso em: 20 jul. 2006.

FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. dos S. Controle da cochonilha branca da roseta, *Planococcus minor* Maskell, 1897 (Hemiptera: Pseudococcidae), em café Conilon irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 2002, Manaus, AM. *Anais...* Manaus, AM: p. 107, 2002.

FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. dos S. Aplicação de inseticidas via tronco para controle da cochonilha da roseta em café Conilon no estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 29., 2003, Araxá, MG. *Anais...* Araxá, MG: p. 45-46, 2003a.

FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. dos S. Controle da cochonilha branca da roseta em café Conilon via pulverização foliar. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, p. 329-330, 2003b.

FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. dos S. Controle, via solo, da cochonilha da roseta em café Conilon irrigado no estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 29., 2003, Araxá, MG. *Anais...* Araxá, MG: p. 42-43, 2003c.

FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. dos S. Época de aplicação de produtos químicos via solo para controle da cochonilha da roseta em café Conilon irrigado no estado do Espírito Santo.

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 29., 2003, Araxá, MG. *Anais...* Araxá, MG. p. 43-44, 2003d.

FORNAZIER, M. J.; BENASSI, V. L. R. M.; MARTINS, D. dos S. Pragas. In: COSTA, E. B. da (Coord.). *Manual Técnico para a cultura do café no estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: SEAG-ES. p. 68-89, 1995.

FORNAZIER, M. J.; FREITAS, J. L.; De MUNER, L. H. Adjuvantes e produtos químicos no controle da cochonilha da roseta em café Conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31., 2005, Guarapari, ES. *Anais...* Guarapari, ES: p. 103, 2005.

FORNAZIER, M. J.; LIMA, G. C.; ROCHA, A. C. Incidência da cochonilha das raízes, *Dysmicoccus cryptus* (Hempel, 1918) em café arábica na região das montanhas do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 26., 2000, Marília, SP. *Anais...* Marília, SP: p. 163, 2000.

FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. dos S.; De MUNER, L. H., broca-do-café no Espírito Santo – Safra Agrícola 2000/2001. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba, MG. *Anais...* Uberaba, MG. p. 240-242, 2001.

FORNAZIER, M. J.; De MUNER, L. H.; MARTINS, D. dos S.; ARLEU, R. J.; BENASSI, V. L. R. M.; FONSECA, A. F. A. da; ALMEIDA, L. F.; PAGIO, V. Tipificação do café Conilon produzido no Estado do Espírito Santo – safra 98/99. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. *Resumos expandidos...* Brasília; Embrapa Café e MINASPLAN, p. 759-761, 2000a.

FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. dos S.; ARLEU, R. J.; BENASSI, V. L. R. M.; De MUNER, L. H. Caracterização da infestação de campo da broca-do-café, em café arábica e conilon, no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. *Resumos expandidos...* Brasília: Embrapa Café e MINASPLAN, p. 1157-1160, 2000b.

FORNAZIER, M. J.; BENASSI, V. L. R. M.; ARLEU, R. J.; MARTINS, D. dos S.; SOUZA, J. C.; FONSECA, A. F. A. da; De MUNER, L. H. *Manejo da broca-do-café*. Vitória, ES: Emcaper, 2000c. 6p. (Emcaper. Documentos, 104).

FORNAZIER, M. J.; BENASSI, V. L. R. M.; PERINI, J. L.; De MUNER, L. H.; MARTINS, D. dos S.; MAZZO, G. Ocorrência da lagarta das rosetas do cafeeiro, *Cryptoblabes gnidiella* (Millière, 1864) em *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo.

- In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 26., 2000, Marília, SP. *Anais...* Marília, SP: p. 161, 2000d.
- FORNAZIER, M. J.; De MUNER, L. H.; SUNDERHUS, A. B.; BAUTZ, A. Amostragem de campo da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferr., 1867), em pós-colheita de café arábica (*Coffea arabica*) e conilon (*Coffea canephora*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 26., 2000, Marília, SP. *Anais...* Marília, SP: p. 179-180, 2000e.
- FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. dos S.; De MUNER, L. H.; ARLEU, R. J.; BENASSI, V. L. R. M.; PAGIO, V.; ALMEIDA, L. F. Danos da broca-do-café em café armazenado em nível de propriedade agrícola no Estado do Espírito Santo – Safra agrícola 98/99. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000. Poços de Caldas, MG. *Resumos expandidos...* Brasília: Embrapa Café MINASPLAN, p. 1164-1166, 2000f.
- FORNAZIER, M. J.; PERINI, J. L.; De MUNER, L. H.; BENASSI, V. L. R. M.; MAZZO, G.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; DAUN, S. C. Cochonilha branca da roseta em café Conilon (*Coffea canephora*) no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 26., 2000, Marília, SP. *Anais...* Marília, SP: p.176-177, 2000g.
- FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. dos S.; CARMO, G. O.; De MUNER, L. H.; SANTA CECÍLIA, L. V. C. Ocorrência de *Planococcus minor* Maskell, 1897 (Hemiptera: Pseudococcidae) em café na região sul do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001. Uberaba, MG. *Anais...* Uberaba, MG: p. 250-251, 2001a.
- FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. dos S.; De MUNER, L. H.; ARLEU, R. J.; BENASSI, V. L. R. M.; OLIVEIRA, G. M. Danos da broca-do-café em café Conilon, em nível de propriedade agrícola, no estado do Espírito Santo – Safra Agrícola 99/00. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001. Vitória, ES. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, 2002. CD-ROM: Consórcio Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, p. 1466-1470, 2001b.
- FORNAZIER, M. J.; FANTON, C. J.; MARTINS, D. dos S.; GOMES, W. R.; GOMES, M. A. *Guia do cafeicultor: cochonilha da roseta do café Conilon*. COOABRIEL - Órgão Informativo da Cooperativa de São Gabriel. São Gabriel da Palha, ES: p. 7, 2004.
- FORNAZIER, M. J.; FANTON, C. J.; GOMES, W. R.; MARTINS, D. dos S. Controle da cochonilha da roseta, *Planococcus* sp., em café Conilon irrigado. In: SIMPÓSIO INTERNO DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO, 1., Vitória, ES. *Resumos...* Vitória, ES: Incaper, p. 89-90, 2005a. (Incaper. Documentos, 140).
- FORNAZIER, M. J.; FANTON, C. J.; SANTA-CECÍLIA, L. S.; MENEZES JR., A. O.; GOMES, W. R.; MARTINS, D. S.; VIEIRA, L. P. Flutuação populacional da cochonilha-da-roseta, e seus inimigos naturais no Espírito Santo. In: SIMPÓSIO INTERNO DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO, 1., 2005, Vitória, ES. *Resumos...* Vitória, ES: Incaper, p. 91-92, 2005b. (Incaper. Documentos, 140).
- FORNAZIER, M. J.; FANTON, C. J.; PERINI, J. L.; GOMES, W. R.; ZUCATELI, F.; OLIVEIRA, A.; CASAGRANDE, R. P. *Guia do cafeicultor: técnicos alertam sobre a broca-do-café*. COOABRIEL - Órgão Informativo da Cooperativa de São Gabriel. São Gabriel da Palha, ES: p. 7. nov-dez/2005c.
- FORNAZIER, M. J.; GOMES, W. R.; MARTINS, D. dos S.; FANTON, C. J.; De MUNER, L. H. Clorpirifós para controle da cochonilha da roseta em café Conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31., 2005, Guarapari, ES. *Anais...* Guarapari, ES: p. 101-102, 2005d.
- FORNAZIER, M. J.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; TAVARES, M. T.; MARTINS, D. dos S. Inimigos naturais da cochonilha das rosetas em café Conilon no estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 32., 2006. Poços de Caldas, MG. *Anais...* Poços de Caldas, MG: p. 215, 2006.
- FORNAZIER, M. J.; FANTON, C. J.; BENASSI, V. L. R.; MARTINS, D. dos S. Pragas do café conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, p. 405-449, 2007.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ. 2002. 920 p.
- GRANARA DE WILLINK, M. C.; PIROVANI, V. D.; FERREIRA, P. S. F. Las especies de *Coccus* que afectan *Coffea arabica* en Brasil (Coccoidea: Coccidae) y redescription de dos especies. *Neotropical Entomology*, v. 39, n. 3, p. 391-399, 2010.
- GRANARA DE WILLINK, M. C. Dysmicoccus from the Neotropical Region (Hemiptera: Pseudococcidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, v. 68, p. 11-95, 2009.

- GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. *Semiologia do Cafeeiro – Sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas*. Lavras, MG: UFLA, 2010, 215 p.
- LARA, R. I. R.; PERIOTO, N. W.; FREITAS, S. Amostragem de cigarrinhas (Hemiptera, Cicadellidae) através de armadilhas de Moericke em cafeeiro arábica. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo: v. 74, n. 3, p. 239-244, 2007.
- LAURENTINO, E.; COSTA, J. N. M. *Descrição e caracterização biológica da broca-do-café (Hypothenemus hampei, Ferrari 1867) no Estado de Rondônia*. Porto Velho: Embrapa Rondônia. 2004, 21 p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 90).
- LOVATO, L.; SIMÕES, H. C.; ZANDONÁ, C.; MENEGUIM, A. M.; LEITE JR, R. P. Ocorrência de cigarrinhas vetoras da bactéria *Xylella fastidiosa* em lavouras cafeeiras no estado do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001. Vitória, ES. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café, (CD-ROM), p. 2013-2021. 2001.
- LUCAS, M. B.; SALGADO, L. O.; REIS, P. R.; SOUZA, L. C. Perdas de peso de café no processo de beneficiamento em consequência do ataque da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae). *Ciência e Prática*, v. 13, p. 314-321, 1989.
- MARTINS, D. dos S.; BRAGANÇA, S. M. Ocorrência de *Perigonias lusca* (Fabrícus, 1777) em café Conilon (*Coffea canephora*) no Norte do estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 15., 1989, Maringá, PR. *Resumos...* Maringá, PR: IBC, p. 11-16, 1989.
- MARTINS, D. dos S.; FORNAZIER, M. J. Controle da lagarta das rosetas do café, *Cryptoblabes gnidiella* (Millière, 1864) (Lepidoptera: Phycitidae), em café Conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19. 2002, Manaus, AM. *Anais...* Manaus, AM: p. 194. 2002.
- MARTINS, D. dos S.; FORNAZIER, M. J. Produtos fitossanitários registrados para as fruteiras do programa brasileiro de produção integrada de frutas. In: MARTINS, D. dos S. (Org.). SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 8., Vitória, ES. *Anais...* Vitória, ES: Incaper, p. 44-67, 2006.
- MARTINS, D. dos S.; FONTES, J. R. M.; FORNAZIER, M. J.; ASSIS, J. S. Produção certificada. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: v. 34, n. 275, p. 89-95, 2013.
- MARTINS, D. dos S.; FORNAZIER, M. J.; FANTON, C. J. Manejo de pragas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: v. 34, n. 275, p. 68-77, 2013.
- MARTINS, D. dos S.; PAULINI, A. E.; GALVÃO, M. M. *Incidência de Orthezia praelonga Douglas, 1891 em café Conilon no Espírito Santo*. Vitória, ES: EMATER-ES/EMCAPA, 1989. 18p. (Articulação Pesquisa-Extensão, 9).
- MARTINS, D. dos S.; DESSAUNE FILHO, N.; PAULINI, A. E.; GALVÃO, M. M. Surto de *Orthezia praelonga* Douglas, 1891, em café Conilon no Norte do estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 15., Maringá, PR. *Resumos...* Maringá, PR: IBC, p. 118-119, 1989.
- MARUCCI, R. C.; CAVICHIOLO, R. R.; ZUCCHI, R. A. Chave para as espécies de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae: Cicadellinae) vetoras da Clorose Variegada dos Citros (CVC). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 28, v. 3, p. 439-446, 1999.
- MATIELLO, J. B. *Pragas do Cafeeiro – instruções técnicas sobre a cultura de café no Brasil*. In: Cultura de café no Brasil: manual de recomendações. Rio de Janeiro, RJ: IBC, GERCA, 1981, 504 p.
- MATIELLO, J. B.; FREITAS, J. L. Ocorrência de broca dos ramos do cafeeiro, em lavouras de Conilon no norte do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 31., Guarapari, ES. *Anais...* Guarapari, ES: p. 23, 2005.
- MATIELLO, J. B.; NEVES, A. M. B.; SILVA, C. A. M. Ocorrência da broca de ramos, *Xylosandrus compactus* em cafeeiros robusta no sul da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 25., Franca, SP. *Anais...* Franca, SP: p. 11, 1999.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. *Cultura de café no Brasil: manual de recomendações*. Rio de Janeiro-RJ, Varginha, MG: SARC/PROCAFÉ, 2010. 548 p.
- MATTOS, R. J.; MIRANDA, G. B.; DIOGO, A. S.; CONCEIÇÃO, R. G.; MENEZES, E. B.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; AZEVEDO, P. J. C. Danos causados por *Coptotermes havilandi* (H., 1911) (Isoptera: Rhinotermitidae) em raízes de café robusta (*Coffea canephora*) no estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 27., Uberaba, MG. *Anais...* Uberaba, MG: p. 91-92, 2001.

- MEDINA FILHO, H. P.; CARVALHO, A.; MONACO, L. C. Melhoramento do cafeeiro XXXVII: Observações sobre a resistência do cafeeiro ao bicho mineiro. *Bragantia*, v. 36, p. 131-137, 1977.
- MENEGUIM, A. M.; KIMURA, L. A.; SIMÕES, H. C.; LEITE, R. P. Levantamento da fauna de homópteros em viveiros de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). SIMPÓSIO DOS CAFÉS DO BRASIL. *Resumos expandidos*. Brasília, DF: Embrapa Café; Belo Horizonte: Minasplan, 2v. p. 1490, 2000.
- MENEZES, E. B. *Bioecologia e controle da cochonilha farinosa do abacaxi *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) (Homoptera: Pseudococcidae)*. 77f. Dissertação de Mestrado, ESALQ-USP. Piracicaba, 1973.
- MORAES, J. C. *Pragas do cafeeiro: importância e métodos alternativos de controle*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 74 p.
- NAKANO, O. *Estudo da cochonilha-da-raiz-do-cafeeiro, *Dysmicoccus cryptus* (Hempel, 1919) comb.n. (Homoptera: Pseudococcidae)*. 130f. 1972. (Tese de Livre Docência). Piracicaba: ESALQ-USP. 1972.
- NAKANO, O.; COSTA, J. D.; BERTELOTTI, S. J.; OLIVETTI, C. M. Revisão sobre o conceito de controle químico da broca-do-café - *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS. 4., *Anais...* Rio de Janeiro. p. 8-10. 1976.
- NELSON, R. E.; DAVIS, C. J. *Black twig borer, a tree killer in Hawaii*. USDA Forest Service Research Note PSW 274. U. S. Department of Agriculture, Berkeley, CA. 1972, 2 p.
- PARTELLI, F. L.; GILES, J. A. D.; SILVA, M. B. *Café Conilon: manejo de pragas e sustentabilidade*. Alegre, ES: CAUFES, 2015. 186 p.
- PAULINI, A. E.; NAKANO, O.; FERREIRA, A. J.; MATIELLO, J. B.; D'ANTÔNIO, A. M. Cochonilha branca (*Planococcus* sp.) causa graves prejuízos em cafeeiros do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 5., *Anais...* Guarapari, ES: p. 285-287. 1977.
- PAULINO, A. J.; MATIELLO, J. B.; PAULINI, A. E.; BRAGANÇA J. B. *Cultivo do café Conilon: instruções técnicas sobre a cultura de café no Brasil*. Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1984. 32 p.
- PÉREZ-LACHAUD, G. A new bethylid attacking the coffee berry borer in Chiapas (Mexico) and some notes on its biology. *Southwestern Entomologist*, v. 23, p. 287-288, 1998.
- PÉREZ-LACHAUD, G.; HARDY, I. C. W. Reproductive biology of *Cephalonomia hyalinipennis* (Hymenoptera: Bethyilidae), a native parasitoid of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), in Chiapas, Mexico. *Biological Control*, v. 14, p. 152-158, 1999.
- ROSANA, F.; AIME, M. C.; PETERSON, S. W.; REHNER, S. A.; VEGA, F. E. Inoculation of coffee plants with the fungal entomopathogen beauveria baniana (Ascomycota : Hypocreales). *Mycological Research*, v.111, p.748-757, 2007.
- PRADO, E.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; FLOREZI FILHO, M. Levantamento de parasitoides associados a *Planococcus citri* en Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENTOMOLOGÍA, 30. 2008. Talca. *Libro de Resumenes...* Talca: Sociedad Chilena de Entomología, 2008.
- REIS, P. R.; ZACARIAS, M. S. *Ácaros em cafeeiro*. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 76p. – (EPAMIG, Boletim Técnico, 81).
- REIS, P. R.; ALVES, E. B.; SOUZA, J. C. Biologia do ácaro-vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1919). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras: v. 21, n. 3, p. 260-266, 1997.
- REIS, P. R.; SILVA, C. M.; CARVALHO, J. G. Fungicida cúprico atuando como fator de aumento de população do ácaro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1919) (Acari: Tetranychidae) em cafeeiro. *Fitopatologia*, Lima, Peru, v. 9, n. 2, p. 67, 1974.
- REIS, P. R.; SOUZA, J. C.; MELLES, C. C. A. Pragas do Cafeeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 10, n. 109, p. 3-60, 1984.
- REIS, P. R.; SOUZA, J. C.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SILVA, R. A.; ZACARIAS, M. S. Manejo integrado das pragas do cafeeiro. In: Reis, P. R.; Cunha, R. L. (Eds.). *Café arábica: do plantio à colheita*. v. 1, p. 572-688. 2010.
- REIS, P. R.; SOUZA, J. C.; VENZON, M. Manejo ecológico das principais pragas do cafeeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: v. 23, n. 214/215, p. 83-99, 2002.
- RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. *Cultura do cafeeiro - fatores que afetam a produtividade*. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. 447 p.
- ROBLES, P. W. L.; CRUZ, G. A. A. Lista preliminar comentada de las "cigarritas" (Insecta: Hemiptera:



- Cicadellidae) de Chanchamayo Y Satipo, Perú. *Ecologia Aplicada*, v. 7, p. 1,2, 2008.
- SAN JUAN, R. C. C.; FIORELLI, J. H.; MATIELLO, J. B.; PAIVA, R. N.; REIS, R. P.; ANDRADE, R. J.; RAMOS, S. V. Quantificação do nível de dano pelo ataque do ácaro vermelho do cafeeiro no sul de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 33., 2007. Lavras. *Anais...* Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ. p. 72-73. 2007.
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SOUZA, B. Cochonilhas-farinhas de maior ocorrência em cafeeiros no Brasil. *Informe Agropecuário*, v. 35, n. 280, p. 45-54, 2014.
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Sobre a nomenclatura das espécies de cochonilhas-farinhas do cafeeiro nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. *Neotropical Entomology*, v. 31, n. 2, p. 333-334, 2002.
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SOUZA, B.; PRADO, E.; SOUZA, J. C.; FORNAZIER, M. J. *Cochonilhas-farinhas em cafeeiros: reconhecimento e controle*. Circular Técnica 189, 2005, 4 p. (EPAMIG/CTSM).
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SOUZA, B.; SOUZA, J. C.; PRADO, E.; MOINO JR., A.; FORNAZIER, M. J.; CARVALHO, G. A. *Cochonilhas-farinhas em cafeeiros: bioecologia, danos e métodos de controle*. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 48 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 79).
- SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMONI, L. *Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil seus parasitos e predadores*. Parte II – 1º Tomo. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro: 1968. 622 p.
- SILVA, M. R. L.; MENEGUIM, A. M.; PAIÃO, F. G.; MENEGUIM, L.; CANTERI, M. G.; LEITE JR., R. P. Infectividade natural por *Xylella fastidiosa* Wells et al. de Cicadélíneos (Hemiptera: Cicadellidae) de lavouras cafeeiras do Paraná. *Neotropical Entomology*, v. 36, n. 2, p. 274-281, 2007.
- SILVA, N. R.; SILVA, G. A.; PICANÇO, M. C.; XAVIER, V. M.; PEREIRA, R. M.; TOMAZ, A. C. Toxicidade de extratos de plantas ao ácaro rajado *Tetranychus urticae*. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., *Anais...* Brasília, DF: Embrapa - Café, 2009.
- SOARES, S. F.; DE MUNER, L. H.; FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. S.; SILVA, A. E. S.; SALGADO, J. S. Difusão e transferência de tecnologia para a cultura do cafeeiro no Estado do Espírito Santo: manejo da broca-do-café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., Vitória, ES. *Anais...* Brasília: Embrapa Café 2002. CD-ROM: Consórcio Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, p. 2076-2079, 2001.
- SOUZA, A. L. V.; SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; PRADO, E. Especificidade alimentar: em busca de um caráter taxonômico para a diferenciação de duas espécies crípticas de cochonilhas do gênero *Planococcus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 34, n. 3, p. 744-749, 2012.
- SOUZA, J. C.; REIS, P. R. *Broca-do-café: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle*. 2. ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 40 p. 1997. (EPAMIG, Boletim Técnico 50).
- SOUZA, J. C.; RIBEIRO, J. A. *Cochonilha da raiz: cafeicultor conheça e saiba como controlar essa praga com inseticidas neonicotinoides*. Circular Técnica 162, 2003 (EPAMIG/CTSM). 4 p.
- SOUZA, J. C.; REIS, P. R.; RIGITANO, R. L. O. *Bicho-mineiro: biologia, dano e manejo integrado*. 2. ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 48 p. 1998. (EPAMIG, Boletim Técnico 54).
- SOUZA, M. S.; TEIXEIRA, C. A. D.; AZEVEDO, C. O.; COSTA, V. A.; COSTA, J. N. M. Ocorrência de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethylinidae) em cafezais da Amazônia Brasileira. *Neotropical Entomology*, v. 35, n. 4, p. 560-562, 2006.
- SPECHT, A.; FORMENTINI, A. C.; CORSEUIL, E. Biologia e aspectos morfológicos dos estágios imaturos de *Automeris naranja* Schaus (Lepidoptera, Saturniidae, Hemileucinae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n. 3, p. 523-534, 2007.
- TENBRINK, V. L.; HARA, A. H. *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), black twigborer. Disponível em: <<http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/xylosand.htm>>. 1994. Atualizado em: 3 Jul. 2006>. Acesso em: 31 Jul. 2006.
- ZUCCHI, R. A. *Fruit flies in Brazil – Anastrepha species their host plants and parasitoids*. Disponível em: <[www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/](http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/)>, 2008>. Atualizado em 15 Out. 2015. Acesso em: 29 Dez. 2015.
- YOKOHAMA, M.; NAKANO, O.; COSTA, J. D.; NAKAYAMA, K. PEREZ, C. A. Avaliação de danos causados pela broca do café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae).

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS  
CAFEIIRAS, 6., *Anais...* Ribeirão Preto: p. 26-27,  
1978.









# Manejo das Doenças do Cafeeiro Conilon

José Aires Ventura, Hécio Costa e Inorbert de Melo Lima

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) impõe constantes desafios aos produtores rurais para tornar possível o processo produtivo com um desenvolvimento agrícola sustentável e com produto de qualidade para atender aos mercados consumidores cada vez mais exigentes.

O Espírito Santo ocupa o primeiro lugar no Brasil em relação à produção de café conilon, além de estar na segunda posição no ranking nacional, sendo responsável por 28% do café produzido. Na safra agrícola 2015, segundo dados do IBGE, o Estado produziu aproximadamente 7,8 milhões de sacas de café conilon beneficiado numa área de aproximadamente 290.135 ha, com produtividade média de 25,9 sc./ha (GALEANO et al., 2016).

As doenças representam fatores limitantes para a produção e produtividade do café tanto para os pequenos agricultores de base familiar como para os grandes produtores em escala empresarial, podendo causar perdas que chegam a inviabilizar a exploração da cultura. Assim, as estratégias de manejo das doenças são uma das principais razões pelas quais se estabelecem os programas de melhoramento genético. As doenças do cafeeiro conilon sejam as de origem biótica (fungos, bactérias, nematoide e vírus) ou abiótica (que não têm o envolvimento de patógenos e estão associadas a problemas intrínsecos da planta ou a fatores ambientais, como a estiagem, deficiências nutricionais, a irrigação sem controle e o local de implantação da cultura, bem como o manejo inadequado das lavouras, principalmente na formação das mudas) causam problemas significativos na cultura e podem afetar todas as partes das plantas.

Para assegurar a sustentabilidade dos sistemas produtivos de café conilon, as estratégias de manejo e controle das doenças levam em conta fatores genéticos do hospedeiro, evolutivos dos patógenos e epidemiológicos das doenças, porém essas estratégias devem ser aplicadas em escala temporal e espacial baseadas em experimentos de pesquisa científica.

Atualmente, o consumidor de café busca não só a qualidade, mas cada vez mais está preocupado em adquirir produtos que, no seu processo produtivo, promovam o menor impacto possível ao meio ambiente, respeitem a qualidade de vida do trabalhador rural e sejam socialmente corretos. A Produção Integrada prioriza os métodos de produção ecologicamente mais seguros, que permitem aumentar a proteção do ambiente e a saúde dos trabalhadores rurais e consumidores, representando uma mudança de conceitos que exige o envolvimento multidisciplinar de diferentes áreas do conhecimento em toda a cadeia produtiva para que haja garantia da sustentabilidade com elevados padrões de qualidade e competitividade do negócio café.

## 2 DOENÇAS FOLIARES E DOS FRUTOS

### 2.1 FERRUGEM

*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.

Sendo a principal doença do cafeeiro, a literatura registra a ferrugem-do-cafeeiro desde 1861, mas foi em 1868, no Ceilão, hoje Sri Lanka, onde foram observados os efeitos devastadores dessa doença, a qual dizimou a cafeicultura daquela ilha. Decorrido



pouco mais de um século após sua constatação, o patógeno disseminou-se por todas as regiões produtoras de café da África, Ásia e Oceania. No Brasil, foi constatada em 1970, na Bahia e, em menos de uma década, atingiu toda a América Latina. A doença é causada por um fungo biotrófico (sobrevive apenas em tecidos vivos), que ocorre de forma generalizada em todos os estados onde é plantado o café conilon (Espírito Santo, Bahia, Minas Gerais, Rondônia e São Paulo), com maior ou menor severidade, em função das condições climáticas, carga pendente das plantas, adubações desequilibradas, espaçamento e resistência ou suscetibilidade das cultivares e clones utilizados. Os danos da ferrugem são devastadores nas cultivares suscetíveis, causando principalmente a desfolha precoce e a seca dos ramos produtivos do ano seguinte, o que causa perdas significativas na produção que podem chegar a 45% em anos de alta carga no café conilon suscetível à doença (ZAMBOLIM, 2015), afetando também a qualidade do café, o aumento do uso de fungicidas, a elevação do custo de produção e, muitas vezes, com impactos ambientais significativos. No Estado do Espírito Santo, na Fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), em Marilândia, verificaram-se perdas de 40 a 50% na produção do clone 12V da variedade clonal 'Vitória', em condições favoráveis à doença (CAPUCHO et al., 2012, 2013).

O cultivo do café conilon, tradicionalmente, é desenvolvido com mudas que poderão ser originadas de sementes ou mudas clonais, que podem apresentar resistência à doença. Assim, o

produtor deve estar atento para que, na escolha das variedades, as plantas que compõem essas variedades tenham resistência às principais raças da ferrugem, minimizando as perdas e evitando o controle químico com fungicidas.

### Sintomas

Os sintomas da doença são bem distintos e fáceis de identificar, manifestam-se principalmente na face inferior das folhas, onde ocorrem manchas amareladas translúcidas de 1 a 2 mm de diâmetro. Essas manchas evoluem rapidamente, e em poucos dias, aumentam gradativamente de tamanho (5 a 10 mm), formando pústulas circulares, pulverulentas, de cor amarela a alaranjada, cobertas pelos uredosporos do fungo, dando o aspecto de um “pó amarelado” (Figura 1A). Pode haver coalescência de várias manchas abrangendo grande parte do limbo foliar, que se mostra recoberto pela massa de esporos. Em alguns clones de conilon, pode ocorrer a queda precoce das folhas e a seca dos ramos das plantas (Figura 1B). A aparência das manchas de ferrugem pode variar de um clone para outro de acordo com a sua suscetibilidade, influenciando assim o tamanho das lesões, a porcentagem de área foliar afetada e a esporulação do fungo (BECKER-RATERINK, 1991). Muitas vezes, principalmente em locais sombreados, observa-se que as pústulas de ferrugem estão colonizadas pelo fungo hiperparasito *Verticillium hemileae* Bour. e, com isso, elas apresentam o centro branco (Figura 2A). A interação fungo-planta pode ser expressa pela total ausência de sintomas (imunidade) até à formação de pústulas grandes com abundante esporulação do fungo (suscetibilidade).



**Figura 1.** Sintomas da ferrugem em folhas de cafeeiro conilon, que podem ser observados por meio das pústulas formadas pelos esporos do fungo (A); desfolha de plantas suscetíveis (B).

Frequentemente, a expressão de resistência é observada pela presença de *flecks* cloróticos ou mesmo manchas amareladas sem esporulação. Manchas cloróticas com pouca esporulação ou pústulas pequenas correspondem à expressão de resistência intermediária. A face superior das folhas infectadas sobre a área das pústulas muitas vezes torna-se necrótica com o tempo, na área que corresponde aos limites dos uredosporos, na face inferior devido a uma diminuição na esporulação (Figura 2B).

O aparecimento dos sintomas iniciais varia em função da temperatura, suscetibilidade da planta e idade das folhas, ocorrendo, em média, entre 7 e 15 dias após a penetração do fungo e infecção dos tecidos das folhas. O aparecimento da esporulação na face inferior das folhas ocorre geralmente uma semana mais tarde, dependendo da resistência genética dos clones. Em folhas já completamente desenvolvidas, mais velhas, a colonização é dificultada pelas características dos tecidos no limbo foliar (CHAVES et al., 1970). Quando as folhas apresentam um pequeno número de lesões, podem permanecer na planta, porém quando a severidade é elevada, provoca a sua queda precoce. Em plantas de café suscetíveis à ferrugem, uma única lesão pode ser suficiente para causar a queda da folha. Nas plantas de conilon com resistência quantitativa, no entanto, mesmo com alta severidade, alguns clones mantêm as folhas nas plantas. Apesar de relatada na literatura a infecção de frutos, pecíolos e brotações novas, esses sintomas não são geralmente observados no campo (BECKER-RATERINK, 1991).

Nas lavouras, o sintoma mais característico é a desfolha das plantas (abscisão), o que pode retardar o desenvolvimento e definhando as plantas, comprometendo, assim, a produção, principalmente a do ano seguinte. A desfolha ocorrida antes do florescimento interfere no desenvolvimento dos botões florais e na frutificação e se a desfolha ocorrer durante o desenvolvimento dos frutos, poderá ocorrer a formação de grãos anormais e defeituosos (ZAMBOLIM et al., 2002), além de favorecer a ocorrência de frutos “queimados”, o que facilita a contaminação dos grãos por fungos produtores de micotoxinas.

### Etiologia

O agente causal da ferrugem é o fungo biotrófico (parasita obrigatório) *H. vastatrix*, Basidiomicotina, Ordem Uredinales e Família Pucciniaceae, que apresenta seu ciclo de vida incompleto. No cafeeiro, já foram descritas duas espécies dentro do gênero *Hemileia*, ou seja, a *H. vastatrix* e a *H. coffeicola*. A espécie economicamente mais importante é a *H. vastatrix*, que no cafeeiro, até o presente momento, cujas fases de pécnio e ecio são desconhecidas, é denominada de autoica ocorrendo no cafeeiro os estádios de urédia, telia e basídio (ZAMBOLIM et al., 1997; ZAMBOLIM, L.; VALE; ZAMBOLIM, E. M., 2003).

As características que distinguem o gênero *Hemileia* dos demais que possuem teliósporos unicelulares pertencentes à mesma família são: a esporulação através de estômatos, esporos pedicelados e



**Figura 2.** Pústulas de ferrugem com a presença do fungo hiperparasito *Verticillium hemileae*, com o centro branco (A); e pústula de ferrugem na face inferior da folha (B).

reunidos em feixes e uredosporos reniformes, equinados dorsalmente e lisos ventralmente (Figura 3). Das dezenas de raças já identificadas em *H. vastatrix*, no café conilon já foram constatadas as raças I, II, III, XIII e XXIII, com predominância da raça II.

Os uredosporos constituem a fase assexuada dessa ferrugem e são responsáveis pela infecção nas folhas do cafeeiro. São produzidos em abundância nas pústulas, na face inferior das folhas, através dos estômatos e que se disseminam com o vento, para as plantas vizinhas e mesmo para plantações mais distantes. Os uredosporos são unicelulares, de coloração amarelo-alaranjada, com a membrana apresentando de um a cinco poros germinativos. Possuem formas e dimensões variáveis que vão de 25 a 35  $\mu\text{m}$  x 12 x 28  $\mu\text{m}$ , dependendo da posição em que são formados, sendo os centrais geralmente piramidais, com o ápice convexo, e os da periferia reniformes ou convexos em uma face e planos na outra (Figura 3). As faces laterais, em contato com os esporos vizinhos, permanecem lisas e planas enquanto que as externas, livres, são convexas e apresentam diminutas projeções (espinhos), de 3 a 4  $\mu\text{m}$  de comprimento. No lado externo aos soros, os esporos apresentam-se rugosos com pequenas protuberâncias, enquanto que do lado interno são lisos (CHAVES et al., 1970).

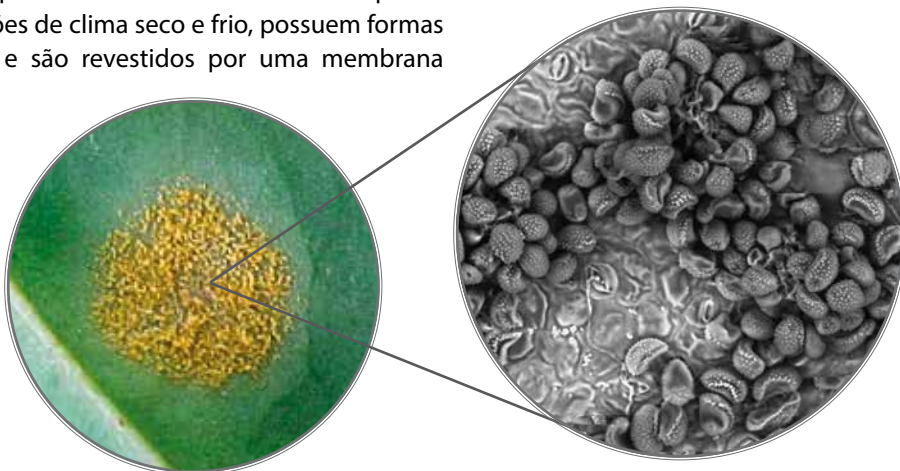
Os teliosporos são produzidos ocasionalmente, não sendo relatados com muita frequência na literatura e também não foram observados nos cafeeiros do Espírito Santo. Em condições ambientais favoráveis, foram relatados ocorrendo no centro das lesões mais velhas, geralmente, de sete a dez semanas após serem formados os uredosporos. Em condições de clima seco e frio, possuem formas irregulares e são revestidos por uma membrana

lisa, sem espinhos, com um diâmetro em média de 20 a 25  $\mu\text{m}$ . A criptosexualidade do fungo foi demonstrada por imagem de citometria de fluxo, ocorrendo dentro dos uredosporos de *H. vastatrix* e que pode explicar a frequência e aparecimento de novas raças fisiológicas no campo (CARVALHO et al., 2011). Além da criptosexualidade, novas raças de *H. vastatrix* também podem aparecer no campo por outros mecanismos, como as mutações e heterocariose (VARZEA; MARQUES, 2005). O ciclo da doença inicia-se pelos uredosporos do fungo (Figura 4), que são dicarióticos ( $n+n$ ) e que, ao caírem na face abaxial das folhas, na presença de água, germinam, penetram e infectam, produzindo a urédia com os uredosporos, os quais podem infectar novamente outras folhas da mesma planta ou de outras. Portanto, têm grande importância epidemiológica e são responsáveis pelos ciclos secundários da doença no campo (ZAMBOLIM, 2015).

### Epidemiologia

O conhecimento da epidemiologia da ferrugem-do-cafeeiro é importante, uma vez que possibilita estabelecer as condições que favorecem a doença, sua incidência e severidade. Os fatores que influenciam o desenvolvimento da ferrugem-do-cafeeiro constituem um dos aspectos mais importantes para o seu controle, já que fatores climáticos envolvidos condicionam a distribuição da doença, assim como a sua incidência e severidade.

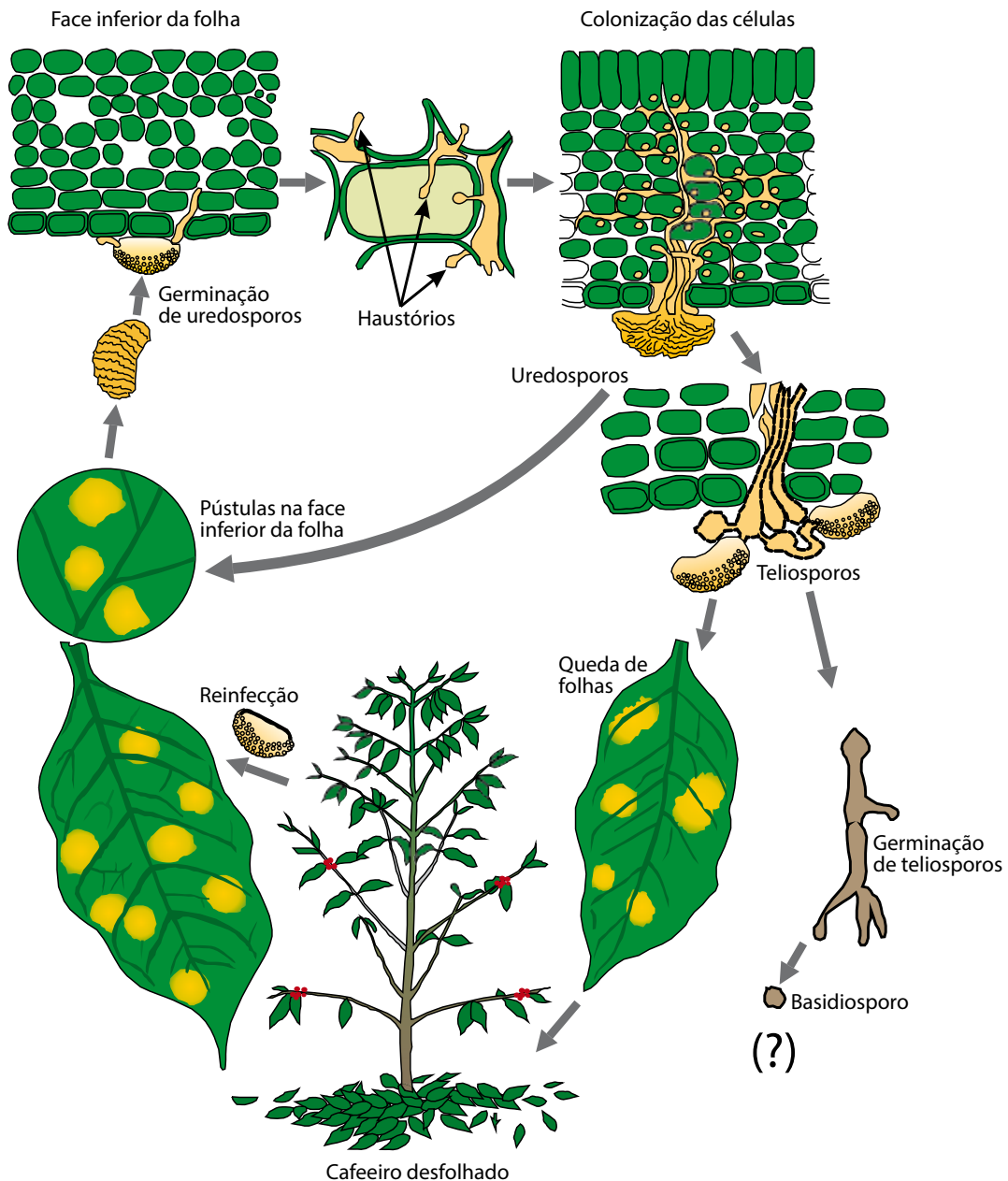
Os primeiros estudos da biologia de *H. vastatrix* no Brasil datam da década de 70, quando foi



**Figura 3.** Uredosporos do fungo *Hemileia vastatrix*, agente causal da ferrugem-do-cafeeiro.

investigada a influência das condições do ambiente na germinação, na infectividade dos uredosporos nas folhas do cafeeiro e na epidemiologia da doença (KUSHALAPPA; CHAVES, 1980; AKUTSU, 1981; KUSHALAPPA; ESKE, 1989). Observou-se que os esporos formados durante a estação úmida germinavam completamente num período de 12 a 24 horas, enquanto que os formados no início da época seca precisavam de vários dias. A germinação pode ocorrer simultaneamente em um ou mais

poros germinativos do esporo, e a infecção se dá pelos estômatos. Os tubos germinativos ramificam-se formando o apressório sobre ou próximo a um estômato, penetrando na cavidade subestomatal iniciando a infecção e a colonização das células (Figura 4). O período de geração varia entre 10 e 16 dias, dependendo do genótipo, condições climáticas e raça fisiológica do fungo, sendo 14 dias o intervalo mais frequente. Constatou-se também que o desenvolvimento da doença era máximo



**Figura 4.** Ciclo biológico da ferrugem-do-cafeeiro *Hemileia vastatrix* destacando os diferentes processos de infecção e colonização dos tecidos.

Fonte: Adaptado de Becker-Raterink (1991).



no final do período chuvoso e que, para ocorrer infecção, as folhas deveriam permanecer molhadas por pelo menos 48 horas (AKUTSU, 1981).

Condições climáticas com temperaturas médias entre 21,6 °C e 23,6 °C com molhamento foliar associado à alta umidade relativa do ar (> 80%) e baixa precipitação (< 50 mm) são favoráveis para a infecção e progresso da ferrugem em café conilon (CAPUCHO et al., 2013; ZAMBOLIM, 2015).

A temperatura exerce, assim, um efeito significativo sobre a infecção inicial e o desenvolvimento da doença. A influência da temperatura e da luz na germinação dos uredosporos, no período de geração e no grau de infectividade do fungo, foi estudada em laboratório e em casa de vegetação empregando-se mudas da cultivar Catuaí. Após inoculadas, as mudas foram incubadas durante 24 horas, em câmaras de crescimento, com luz e temperatura controladas. A temperatura ótima de germinação dos uredosporos sobre as mudas de café conilon foi estimada em 23,2 °C., respectivamente para as raças I e II, com um ponto máximo para a média dos isolados avaliados em 23,6 °C (ZAMBOLIM, 2015). A germinação e a infectividade máxima de isolados das raças I e II obtidas no norte do Espírito Santo, ocorreram entre 21,05 °C e 22,8 °C, em que o ponto máximo da média dos isolados foi de 21,6 °C (CAPUCHO et al., 2012; ZAMBOLIM, 2015). O período de incubação no café conilon em condições controladas varia de 20 a 24 dias. O período de geração variou de 33 a 50 dias e esteve relacionado com o grau de infectividade. A temperatura exerce também efeito marcante sobre o período latente, alterando-o de 19 a 60 dias, dependendo da prevalência de temperaturas altas nos meses de verão ou de temperaturas baixas nos meses de inverno, respectivamente (ZAMBOLIM, L.; VALE; ZAMBOLIM, E. M., 2003). É sabido que o sombreamento modifica o microclima no qual o cafeeiro se encontra e, dependendo da intensidade e duração, ocasiona mudanças fisiológicas, anatômicas e reprodutivas nas plantas podendo afetar a produção. Os estudos da influência do sombreamento sobre a ferrugem-do-cafeeiro ainda geram dados contraditórios. A doença é mais severa em condições semissombreadas e em lavouras irrigadas por aspersão, mas temperaturas inferiores a 10 °C e superiores a 35 °C limitam o desenvolvimento das pústulas e o progresso da

doença no campo (ZAMBOLIM, 2015). No Espírito Santo, resultados com variedades clonais de conilon comparando condições de sombreamento e a pleno sol não diferiram estatisticamente entre si quanto à incidência e à severidade da ferrugem (BELAN et al., 2015).

Zambolim et al. (1999a) observaram serem necessárias 24 horas de água livre e temperatura próxima de 24 °C para se obter o máximo de infectividade. Em regiões cafeeiras com temperatura média inferior a 18 °C e superior a 28 °C, a doença pode não causar danos econômicos na produção, embora os sintomas ainda possam ser visíveis em algumas folhas das plantas. Esses resultados foram confirmados em experimentos de laboratório, em que discos de folhas inoculados e incubados a 30 °C não desenvolveram lesões.

Os uredosporos necessitam de um filme de água na superfície foliar, e uma temperatura entre 15 °C e 28 °C (ótimo a 22 °C), com alta umidade relativa do ar e ausência de luz direta para emitir cerca de três tubos germinativos, porém apenas um deles se desenvolve completamente. Após a emissão do tubo germinativo, há formação do apressório e, em seguida, do *peg* de penetração que passa pela abertura do estômato, chegando à cavidade subestomática. O micélio do fungo cresce no mesófilo e acumula-se sob a epiderme, onde origina-se a formação de soro que se rompe pelo estômato. A disseminação dos esporos ocorre através de vento, insetos, chuva, animais e mudas contaminadas, sendo o homem um importante disseminador do inóculo a longa distância. Dentro da planta, os respingos da chuva, as gotas de água de irrigação por aspersão (frequentemente observada em sistemas de irrigação por pivô central ou canhão), assim como pelo escorrimento das gotas da face superior para a inferior das folhas, arrastando o inóculo, são muito importantes na disseminação do fungo de uma folha para outra ou entre plantas na mesma linha.

A periodicidade estacional da ferrugem difere marcadamente de uma região para outra, principalmente em função das condições climáticas e a forma de propagação das plantas, sendo as variedades clonais, principalmente aquelas com poucos clones que têm maior homogeneidade genética, favorecem as epidemias em comparação com as plantas propagadas por

sementes (ZAMBOLIM, 2015). Em locais onde a temperatura não é limitante, o progresso da doença é determinado pela distribuição e intensidade de chuvas, grau de enfolhamento do cafeeiro e quantidade do inóculo inicial presente no final da estação seca. Em geral, as curvas epidemiológicas da ferrugem variam com o início do período das chuvas, quando a temperatura e a umidade relativa do ar são favoráveis, aliando a resistência da cultivar ou clone e a época de frutificação, se precoce ou tardia (Figura 5). No Brasil, ainda são escassos os trabalhos que visam a correlacionar a severidade da ferrugem-do-cafeeiro com a altitude (ZAMBOLIM, L.; VALE; ZAMBOLIM, E. M., 2003; ZAMBOLIM, 2015). Entretanto, há uma correlação positiva entre a incidência e a severidade da ferrugem em cafeeiros e a produção, o que provavelmente é decorrente do estresse causado na planta pela carga pendente, debilitando-a e reduzindo sua resistência ao desenvolvimento do patógeno. Assim, admite-se para as variedades suscetíveis que, quanto maior for a produção, maior será a incidência e a severidade da ferrugem (ZAMBOLIM, L.; VALE; ZAMBOLIM, E. M., 2003). Por razões ainda não totalmente esclarecidas, a maior severidade da ferrugem ocorre nos anos de alta carga de frutos (alta produção) nas plantas. No entanto, em anos de baixa produção, a severidade da doença é muito menor. Admite-se que a drenagem de fotossintetizados das folhas para os frutos seja uma das causas (ZAMBOLIM et al., 1997). A correlação entre a incidência da ferrugem e a produção de plantas de cafeeiro conilon ainda não é bem conhecida e deve ser pesquisada,

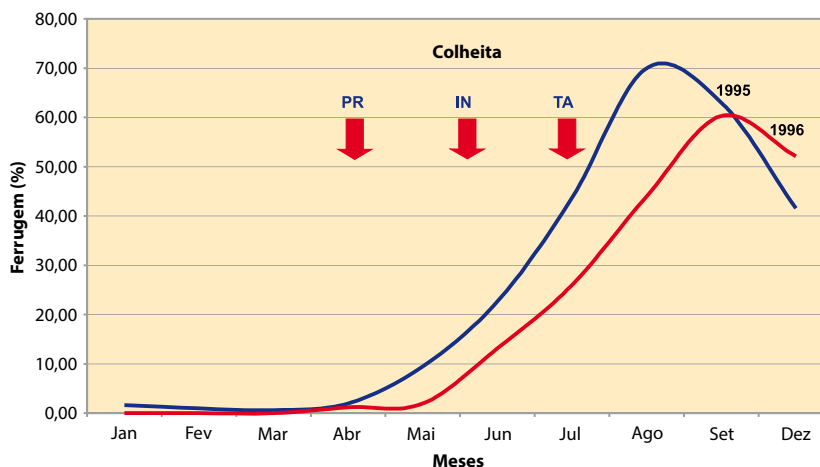
principalmente levando em consideração a alta produção de alguns clones integrantes das variedades clonais lançadas pelo Incaper (FERRÃO et al., 2004).

O estudo do comportamento do patógeno, com respeito a essas condições, pode auxiliar na compreensão da ocorrência de epidemias, na avaliação do potencial de inóculo e, conseqüentemente, permitir a aplicação das medidas mais adequadas de manejo da doença.

No Espírito Santo, as curvas epidemiológicas da ferrugem no café conilon têm apresentado o início da epidemia nos meses de outubro/novembro, com uma severidade média inferior a 13% até abril, evoluindo progressivamente com o máximo de severidade (> 60%) nos meses de junho a setembro (Figura 5). Condições, como chuvas bem distribuídas e temperaturas próximas ao ideal para o fungo (20-24 °C) favorecem a infecção da planta pelo patógeno (ZAMBOLIM, 2015). Assim, os picos da doença no norte do Espírito Santo variam de ano para ano, podendo ocorrer maior severidade no mês de janeiro e, posteriormente, em julho (CAPUCHO et al., 2012).

### Manejo da doença

Várias estratégias de controle podem ser adotadas para o manejo integrado da ferrugem-do-cafeeiro, tais como:



**Figura 5.** Curvas de progresso da incidência da ferrugem em café 'conilon' no Município de Fundão/ES, para os anos de 1995 e 1996, destacando-se os períodos de colheita nos clones precoces, intermediários e tardios.

## Resistência

O cultivo de clones e variedades resistentes constitui o método mais eficaz e econômico para o controle da doença, além de minimizar impactos no ambiente pela redução de produtos químicos utilizados no controle da doença.

Os primeiros estudos de resistência à ferrugem foram iniciados na Índia, em 1925, na Estação Experimental de Balehonnur, tendo por base plantas híbridas obtidas dos cruzamentos naturais entre as espécies *Coffea arabica* e *Coffea liberica*. Nos anos 40, plantas resistentes da cv. Típica foram encontradas em Timor (hoje Timor-Leste) e levadas para Portugal. Essas plantas, denominadas Híbrido de Timor (HDT), eram resultantes de cruzamentos naturais entre *C. arabica* e *C. canephora*, que apresentavam baixa produtividade, mas resistência à ferrugem, sendo então estudadas em diferentes centros de pesquisa do mundo, com destaque para o Centro de Investigações das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC), em Portugal, fundado em 1955 pelo fitopatologista Branquinho D'Oliveira.

No Brasil, pesquisas posteriores destacaram a importância de *C. canephora* nos trabalhos de melhoramento visando à resistência à ferrugem, com destaque para os trabalhos desenvolvidos no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e, posteriormente, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) e Incaper.

A resistência em café às raças fisiológicas de *H. vastatrix* é condicionada por genes dominantes maiores identificados pela sigla  $S_H$ , que representa a "susceptibilidade à *Hemileia*", e foram inicialmente designados por  $S_H1$ ,  $S_H2$ ,  $S_H3$  e  $S_H4$  e, atualmente, já reconhecidos pelo menos nove genes dominantes ( $S_H1$  a  $S_H9$ ), dos quais  $S_H6$ ,  $S_H7$ ,  $S_H8$  e  $S_H9$  provavelmente derivam de *C. canephora*. Com base na teoria de gene-a-gene de Flor, válida para esse patossistema, os genótipos de cafeeiros são classificados em grupos de resistência segundo a interação com as raças fisiológicas do patógeno, e os fatores de virulência do patógeno de natureza recessiva foram designados por  $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$  e  $v_4$ , que correspondem aos fatores genéticos  $S_H1$ ,  $S_H2$ ,  $S_H3$  e  $S_H4$ , do hospedeiro (VOSSEN, 2005). Admite-se existir mais dois fatores de virulência ( $v_5$  e  $v_6$ ) e seus

respectivos genes nos hospedeiros, atribuindo  $S_H1$ ,  $S_H2$ ,  $S_H4$  e  $S_H5$  para *C. arabica*,  $S_H3$  para *C. liberica* e  $S_H6$  para *C. canephora*. A piramidação dos genes como  $S_H1$  a  $S_H9$  em um mesmo genótipo poderá resultar em resistência durável nas plantas, o que é desejável.

Várzea, Silva e Rodrigues Junior (2002) relataram a ocorrência de 40 raças fisiológicas em 17 hospedeiros diferenciais do gênero *Coffea*, em que foi detectada resistência parcial em germoplasma de *C. canephora*. A grande variabilidade do patógeno tem "quebrado" a efetividade da resistência das variedades pelo aparecimento de novas raças fisiológicas do fungo, das quais são conhecidas até ao momento 45 raças do patógeno.

A resistência genética à ferrugem tem sido frequentemente observada nas espécies diploides de *C. canephora*, *C. congensis*, *C. dewevrei* e *C. liberica*, as quais importantes fontes de genes para o melhoramento genético, onde se destaca a espécie *C. canephora* com resistência vertical e horizontal, principalmente em plantas da cv. Conilon (Kouillou). Os primeiros cruzamentos interespecíficos de *C. canephora* x *C. arabica* foram realizados em 1886 e continuaram sendo realizados em diferentes centros de pesquisa do mundo, gerando milhares de híbridos. No Brasil, destacam-se os cruzamentos com o Híbrido de Timor (híbrido natural de *C. canephora* x *C. arabica*) originando o lançamento de novas cultivares de arábica pelo IAC, UFV, Epamig e Iapar. Também se destacam as cultivares de cruzamentos de *C. canephora* (cv. Robusta) e *C. arabica* (cv. Bourbon Vermelho e cv. Mundo Novo), que resultaram em amplo germoplasma (Icatu) com resistência à ferrugem, desenvolvido no IAC (FAZUOLI et al., 2005).

As respostas de defesa das plantas são divididas em barreiras estruturais e químicas e podem ser o resultado da ativação de genes de defesa ou do aumento da atividade de determinadas enzimas.

Nas folhas, os uredosporos de *H. vastatrix* usualmente germinam e formam os haustórios sobre os estômatos das folhas, de forma igual nas plantas resistentes e suscetíveis, evidenciando que a resistência ocorre predominantemente após a formação do haustório, a qual está associada a uma resposta de hipersensibilidade (HR) e morte

das células. Nesse caso, parece haver o acúmulo de compostos fenólicos e lignificação das paredes das células, o que impede a colonização dos tecidos e o progresso da infecção (SILVA et al., 2002). Trabalhos futuros devem identificar os fatores de resistência à ferrugem nos diferentes clones de conilon visando a identificar os genes de resistência e as proteínas relacionadas a essa resistência. Plantas resistentes à ferrugem pertencentes ao grupo A de resistência (imunidade), ou seja, aquelas que não são infectadas pelas raças conhecidas de *H. vastatrix* e comumente encontradas em populações de robusta.

Segundo Zambolim et al. (1999b), a espécie *C. canephora*, além da resistência à ferrugem, apresenta maior produtividade e vigor do que *C. arabica*, daí sua denominação de robusta.

Os resultados do desenvolvimento de pesquisas do programa de melhoramento genético de café conilon do Incaper, nos últimos 19 anos, permitiram a obtenção e a recomendação de nove variedades melhoradas para o Estado do Espírito Santo: 'Emcapa 8111' (constituída pelo agrupamento de nove clones compatíveis entre si, de maturação precoce e uniforme), com variabilidade de suscetibilidade às raças I (10%), raça II (50,5%), raça III (100%) e raça XIII (22,5%); a variedade clonal 'Emcapa 8121' (constituída por 14 clones compatíveis entre si, de maturação intermediária uniforme, com colheita em junho), com suscetibilidade às raças I (30,7%), raças II e III (76,9%) e raça XIII (61,5%); a 'Emcapa 8131' (constituída pelo agrupamento de nove clones compatíveis entre si, de maturação tardia, com colheita entre julho e agosto), com suscetibilidade às raças I (54,5%), raças II (63,6%), III (81,8%) e raça XIII (10%). Outras variedades clonais são a 'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba' (constituída pelo agrupamento de dez clones, compatíveis entre si e que possuem como principal característica a tolerância à seca), a 'Emcaper 8151 - Robusta Tropical' (constituída pela recombinação aleatória em campo isolado de polinização dos 53 clones elites) e 'Vitória - Incaper 8142' (constituída pelo agrupamento de 13 clones), esta última lançada em maio de 2004. Essas variedades melhoradas de café conilon foram as primeiras criadas, recomendadas e registradas oficialmente no país (FERRÃO et al., 2001; FERRÃO et al., 2004, 2007). A variedade clonal 'Vitória' tem entre os seus 13 clones 47%

com resistência à raça II do fungo destacando-se os clones 3V e 5V também com resistência ou tolerância à raça XXXIII, enquanto que os clones 6V, 7V, 8V, 11V, 12V e 13V são suscetíveis à raça II do patógeno (CAPUCHO et al., 2013; ZAMBOLIM, 2015). Em 2013, novas cultivares de café conilon foram lançadas pelo Incaper: 'Diamante ES8112', de maturação precoce, a 'ES8122' - Jequitibá com maturação intermediária, e a 'Centenária ES8132', com maturação tardia, sendo cada uma delas constituída por nove clones. Nesse mesmo ano, a Embrapa lançou a cv. BRS Ouro Preto, constituída por 15 clones e com maturação intermediária.

Híbridos com resistência vertical às raças II e XXXIII, que possivelmente tenham o fator de resistência  $S_H6$ , com fatores de virulência  $V_5$ ,  $V_7$  e  $V_9$  (VARZEA; MARQUES, 2005), devem ser usados nos programas de melhoramento para obtenção de resistência quantitativa e qualitativa à ferrugem. Na estruturação do programa de melhoramento genético de café conilon do Incaper, foram consideradas a variabilidade genética da espécie *C. canephora*, a forma de reprodução, a possibilidade de multiplicação assexuada dos genótipos superiores, a necessidade de obtenção de cultivares que apresentassem adaptação a diversos ambientes e à estabilidade de produção. Para isso, foram utilizados simultaneamente métodos de melhoramento genético que consideram a obtenção de materiais superiores a serem propagados via clonagem e sementes.

O agrupamento dos clones que fazem parte de cada variedade clonal do Incaper foi realizado baseando-se preliminarmente em alguns critérios agrônomicos considerados mais relevantes, dos quais destacam-se a produtividade, o vigor das plantas, a incidência e severidade de doenças, a uniformidade de maturação de frutos e a concentração da maturação em épocas distintas, a estabilidade de produção, o tamanho dos grãos, a relação entre peso de frutos cereja e grãos beneficiados, além dos estudos de compatibilidade genética através dos cruzamentos controlados entre os clones (FERRÃO et al., 2007).

Alguns clones apresentam resistência às raças de ferrugem prevaletentes no Espírito Santo, entretanto, pesquisas recentes têm demonstrado uma grande variabilidade em relação à resistência entre esses clones, dos quais os mais produtivos



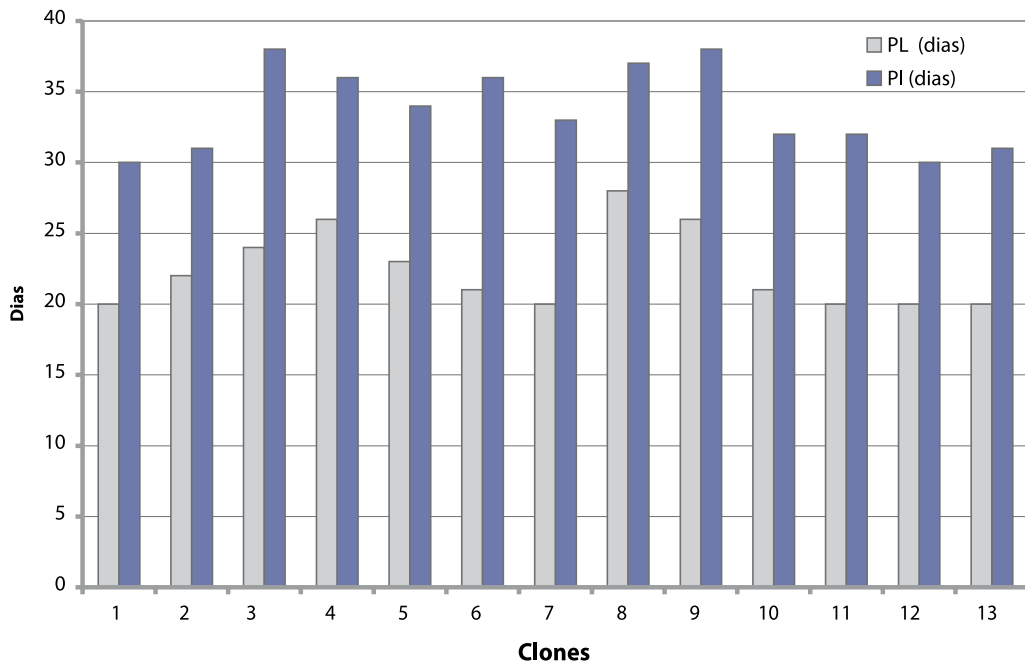
também apresentam suscetibilidade à doença que ocorre com alta severidade em algumas regiões e em determinadas épocas do ano (TATAGIBA et al., 2001; ANDRADE et al., 2003). Avaliações da severidade da ferrugem nas condições da Fazenda Experimental do Incaper em Marilândia mostraram que 96,4% dos clones selecionados no programa de melhoramento genético desse instituto foram resistentes à doença e que em 61,82% deles não foram observados sintomas (Figura 6). Na Fazenda Experimental de Sooretama, sob condições irrigadas, 70,9% dos clones foram resistentes à

ferrugem e 5,5% não apresentaram sintomas da doença, enquanto que, nas condições de sequeiro, 43,6% dos clones não apresentaram sintomas (TATAGIBA et al., 2001).

No caso dessas variedades clonais, verificou-se que ocorre uma ampla variabilidade em relação à ferrugem (Figura 7), determinada pelo seu período latente (tempo em dias entre a inoculação e o aparecimento dos primeiros sintomas visíveis) e período de incubação (tempo em dias entre a inoculação e a esporulação de qualquer pústula de ferrugem).



**Figura 6.** Clones de café conilon do programa de melhoramento genético do Incaper, na Fazenda Experimental de Marilândia, apresentando resistência (A) e suscetibilidade (B) à ferrugem.

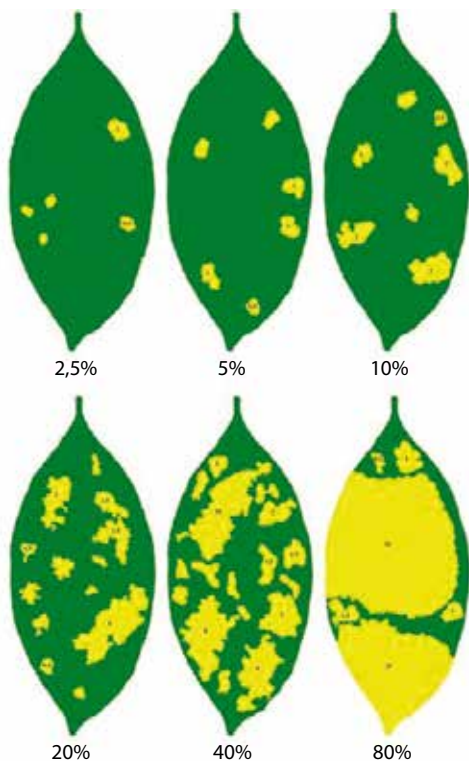


**Figura 7.** Duração dos períodos latente (PL) e de incubação (PI) em diferentes clones de café conilon, do programa de melhoramento genético do Incaper inoculados com a raça II de *Hemileia vastatrix*.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Esses resultados demonstram a eficiência do processo de seleção preliminar que incluiu, além de caracteres agrônômicos e comerciais desejáveis, também a resistência às principais doenças do cafeeiro. É importante que os produtores não excluam das variedades de conilon os clones que julguem inferiores, descaracterizando, assim, a variedade clonal, já que o programa é focado não apenas na manifestação isolada de uma determinada característica, mas no comportamento simultâneo de várias delas, razão pela qual os clones são agrupados de acordo com as características que possuem em comum, com objetivos de produção e qualidade dos grãos.

Capucho et al. (2012) compararam as características das lesões de ferrugem em folhas de *C. arabica* e *C. Canephora*, e os resultados indicaram que eram semelhantes. Assim, para as duas espécies, pode ser usada uma mesma escala para avaliar a severidade da ferrugem, além de triagem de fungicidas e avaliação de resistência de genótipos ao patógeno para monitoramento da doença (Figura 8).



**Figura 8.** Representação diagramática da área padrão da ferrugem-do-cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) em folhas de cafeeiro (*Coffea* spp.).

Fonte: Capucho (2011).

Nota: Os dados são expressos como a porcentagem (%) da área foliar exibindo sintomas da doença.

Alguns fatores afetam a resistência das plantas, destacando-se:

a) Idade das folhas – folhas novas são mais suscetíveis que as maduras e mais velhas. Em *C. canephora*, as folhas velhas apresentam uma menor densidade de lesões que as mais jovens;

b) Intensidade de luz – folhas expostas à luz geralmente são mais suscetíveis à ferrugem, o que pode explicar a menor severidade dessa doença em plantações de café robusta plantadas sob floresta, ou até mesmo num lado da planta e não do outro, em função da exposição da planta ao sol;

c) Produção – as epidemias de ferrugem são sempre mais severas em anos de alta produção das plantas.

No café conilon é frequente observar a retenção, na planta, das folhas infectadas. No entanto, clones com alta suscetibilidade podem perder totalmente as folhas no início da epidemia (Figuras 4 e 6B). Essas observações sugerem a existência de genes de resistência “raça-específica”, incompleta nesses clones. Por outro lado, a retenção de folhas com lesões esporuladas nas plantas serve de inóculo inicial, importante para o início das epidemias, quando as condições climáticas ou predisposição das plantas forem favoráveis, bem como fonte de inóculo constante, tornando as epidemias mais severas, o que tem sido observado frequentemente nas lavouras no norte do Espírito Santo e sul da Bahia, principalmente quando a irrigação é realizada por aspersão.

Com os conhecimentos adquiridos até o momento, é possível propor algumas alternativas para se obter resistência durável no café conilon destacando-se as multilinhas, as variedades compostas (similares a multilinhas) pela mistura de sementes e o plantio de clones com graus diferentes de resistência.

A resistência conhecida como tipo A, obtida em cultivares derivadas por cruzamento introgressivo com *C. canephora*, tem dado proteção total. Genótipos dos grupos de Robusta e Congolense de *C. canephora* apresentam resistência total para as raças conhecidas de *H. vastatrix*, o que sugere a real possibilidade de obtenção de resistência durável (VOSSEN, 2005).

Os primeiros trabalhos de raças fisiológicas de ferrugem em cafeeiro foram iniciados por Mayne, na Índia, no início da década de 1930, demonstrando

a variabilidade genética existente nesse fungo. Posteriormente, graças ao trabalho pioneiro de Branquinho D'Oliveira, que fundou o CIFC, em Oeiras, Portugal, foi possível caracterizar as 45 raças hoje conhecidas, das quais cinco ainda estão em estudo (VÁRZEA; MARQUES, 2005).

No Brasil, as pesquisas têm mostrado que a raça II é a mais frequente nas amostras estudadas tanto em *C. arabica* como em *C. canephora*, atribuindo essa predominância à uniformidade genética das cultivares comerciais suscetíveis a essa raça (ZAMBOLIM et al., 2005). Estudos de identificação das raças de *H. vastatrix* no Brasil, no período de 1972 a 2002, incluindo amostras do Estado do Espírito Santo, mostraram que a primeira raça identificada em folhas de café conilon pelo CIFC, em 1972, foi a XV, obtida de plantas da região de Linhares, que apresentavam pústulas de cor amarelo-avermelhada, diferentes das observadas nas cultivares Catuaí Vermelho e de Mundo Novo (CHIACCHIO, 1973; ZAMBOLIM et al., 2005). Posteriormente, não foi possível encontrar novamente a raça XV em plantas de conilon, ao contrário da raça II, cuja presença foi constante em todas as coletas realizadas no Espírito Santo (Tabela 1), o que levanta o questionamento sobre a primeira identificação daquela raça no Estado, já que a adequada identificação depende de fatores metodológicos e condições ambientais adequadas (ZAMBOLIM et al., 2005). Em *C. arabica*, no Espírito Santo, também já foi identificada a raça III, cujo fator de virulência é  $V_1$  (SILVA et al., 2000). Recentemente, a caracterização molecular de raças de ferrugem, mostrou que o uso dos *primers* OPA-07, OPK-09 e OPK-20 possibilitou diferenciar a raça II apresentando reprodutibilidade e polimorfismo entre as raças de ferrugem pesquisadas (MAIA et al., 2006).

Os programas de melhoramento genético desenvolvidos no Incaper e em muitos outros países tem resultado em novas variedades, muitas delas com resistência à ferrugem.

### Controle Químico

A utilização de produtos químicos (fungicidas) para o controle da ferrugem só deve ser recomendada quando a severidade da doença atingir o nível de controle, que deve ser precedida

de uma amostragem na lavoura, para determinar a incidência da ferrugem e verificar a real necessidade do uso de fungicidas. O controle químico tanto em pulverização nas folhas como aplicado via solo é frequentemente usado em lavouras com alta produtividade. O monitoramento deve ser realizado em amostras de folhas coletadas mensalmente, após a floração, até à colheita dos frutos. A amostragem deve ser efetuada no terceiro ou quarto pares de folhas, nos ramos com frutos, nos quatro pontos cardeais das plantas e só deve ser feito o controle quando a incidência nas folhas coletadas for superior a 5%. Na época da colheita, a incidência não deve ser superior a 15%. É importante o monitoramento da doença nas lavouras para evitar a aplicação desnecessária de fungicidas, com consequente redução dos impactos ambientais, emergência de resistência no patógeno e redução dos custos de produção. Calendários fixos de aplicação de fungicidas não devem ser recomendados, pela grande variação das epidemias da ferrugem.

**Tabela 1.** Raças de *Hemileia vastatrix* identificadas em plantas de café conilon, no Estado do Espírito Santo

Número de Culturas Examinadas	Raça Identificada	Fator de Virulência
19	II	$V_5$
96	II	$V_5$
-	III	$V_1$
-	XIII	$V_5 V_9$
-	XV	$V_4 V_5$
-	XXXIII	$V_5 V_7 V_9$

Fonte: Chiacchio (1973) e Zambolim et al. (2005).

Para o manejo da ferrugem em conilon, deve-se levar em consideração a redução do inóculo inicial, haja vista as características de alguns clones em não reterem folhas infectadas de um ano para o outro, o que é muitas vezes suficiente para controlar a um nível econômico adequado a doença, não justificando, assim, a utilização de calendário fixo de aplicação de fungicidas.

Os fungicidas mais empregados no controle da ferrugem-do-cafeeiro são os sistêmicos do grupo dos triazóis, nas formulações concentrado emulsionável, pó molhável e granulados. A melhor eficiência tem sido obtida com triazóis formulados com estrobilurinas e aplicados em pulverização

(ZAMBOLIM, 2015). Porém, mesmo com o crescente uso desses produtos, aplicados tanto via foliar como no solo, a utilização de fungicidas cúpricos como protetores ainda constitui uma alternativa de controle (ZAMBOLIM et al., 2002; ZAMBOLIM et al., 2015).

Na busca de uma alternativa para o controle da ferrugem-do-cafeeiro, Cruz Filho e Chaves (1985) desenvolveram a Calda Viçosa, uma suspensão coloidal de nutrientes que atua simultaneamente como fungicida e como fonte de micronutrientes para as plantas. Segundo Zambolim et al. (1997), a vantagem dessa mistura é que, além de controlar a ferrugem, pode também reduzir outras doenças como a mancha-de-olho-pardo e a mancha-aureolada-do-cafeeiro.

Para utilização de fungicidas cúpricos no controle da ferrugem-do-cafeeiro, deve-se observar a época de aplicação, sendo a maior eficiência obtida nas pulverizações realizadas antes do início e durante a estação chuvosa (CHAVES et al., 1970; ZAMBOLIM et al., 2002). Os fungicidas cúpricos são eficientes nas doses de 1 a 2 kg de cobre (p.a.) por hectare. O início das aplicações deve ser feito com base no monitoramento da doença, ocorrendo geralmente em dezembro ou início de janeiro e indo até março-abril, fazendo-se as aplicações com um intervalo de 30-40 dias (ZAMBOLIM et al., 1997; ZAMBOLIM et al., 2002). Esses fungicidas também são importantes na nutrição das plantas ao fornecer o micronutriente cobre, bem como ao ajudar nas estratégias de antirresistência do fungo aos fungicidas sistêmicos.

Os fungicidas sistêmicos apresentam algumas vantagens sobre os protetores, como a possibilidade de erradicar o patógeno em áreas não atingidas pela pulverização, bem como seu efeito terapêutico (curativo). Para a ferrugem-do-cafeeiro, essas características são altamente desejáveis, visto que a penetração do patógeno se dá pelos estômatos que se encontram na face abaxial da folha. Quando se optar pelo uso de fungicidas sistêmicos em pulverização, recomenda-se sempre aplicá-los em alternância com os fungicidas de contato (preferencialmente à base de cobre), a fim de reduzir a pressão de seleção exercida na população do patógeno (ZAMBOLIM et al., 1997).

Os trabalhos que utilizaram o fungicida sistêmico triadimenol aplicado no solo, na formulação

granulada, também devem seguir a estratégia de não serem utilizados isoladamente e quando em associação com inseticidas, há, no entanto, nesse caso um maior risco de impacto ambiental (ZAMBOLIM et al., 2015).

Pesquisas mais recentes com a coaplicação de epoxiconazole, azoxistrobina ou piraclostrobina, pulverizados duas vezes resultaram em eficiente controle da ferrugem, aumentando a produtividade do café. Os tratamentos com ciproconazol aplicados ao solo em novembro, seguidos por ciproconazol + azoxistrobina pulverizados sobre as folhas em dezembro e fevereiro, epoxiconazole + pyraclostrobin, em dezembro e março; ciproconazol + azoxistrobina, em dezembro, fevereiro e abril viabilizaram uma produtividade superior a 39 sacas de café beneficiado por hectare.

Uma ferramenta adicional no controle químico é a utilização de modelos de previsão da doença, haja vista a necessidade do uso racional de agroquímicos e uma melhor relação custo-benefício. Vários pesquisadores desenvolveram modelos de previsão da ferrugem-do-cafeeiro utilizando as variáveis climáticas, presença de água no estado líquido sobre as folhas e temperatura média durante o período de molhamento, associadas à fisiologia da planta e à intensidade da doença para determinar o momento mais propício para se realizar as pulverizações com fungicida sistêmico (GARÇON et al., 2006). A eficiência da utilização de um modelo de previsão foi comparada com o uso de um calendário fixo de aplicação e a recomendação de aplicação em função da incidência de folhas doentes, tendo-se mostrado tão eficiente quanto o calendário fixo para o controle da ferrugem, porém com um menor número de pulverizações (ZAMBOLIM et al., 2002).

Na Tabela 2, encontram-se os valores da incidência da ferrugem no início (período de enfolhamento) e no final do ano agrícola (colheita), em parcelas não tratadas com fungicidas, e os produtos que se destacaram em diferentes localidades e épocas, no controle da ferrugem-do-cafeeiro conilon no norte do Estado do Espírito Santo. Os resultados apresentados contemplam somente produtos que foram testados e apresentados em congressos de pesquisa, desde a década de 70 até o ano 2001 (ZAMBOLIM et al., 2002).

A incidência de ferrugem no início do mês de



dezembro, na região norte do Espírito Santo esteve em torno de 1,0 a 3,0%, chegando até 15% em fevereiro, no café conilon em um município do norte do Estado do Espírito Santo (Tabela 2).

Quanto à incidência máxima de folhas com ferrugem, observou-se que o maior valor foi registrado em agosto, na maioria das regiões e, nos últimos anos, passou de 70%, percentual considerado muito alto. Até meados dos anos 90, a incidência da ferrugem registrada nos experimentos, nos tratamentos testemunhas (sem aplicação de fungicidas) raramente passava de 35%; entretanto, a partir dessa década, intensificou-se o plantio das variedades clonais de café conilon, o que contribuiu para aumentar a ocorrência dessa doença em alguns clones suscetíveis.

As variedades clonais são constituídas de uma mistura de clones que apresentam características agrônomicas desejáveis, como alta produtividade, porte e maturação uniformes, mas cada clone apresenta diferente grau de resistência/suscetibilidade à ferrugem. Além disso, as variedades clonais passaram a ser cultivadas em grande escala pelos produtores, o que não ocorria anteriormente com o plantio oriundo de sementes. Por outro lado, o regime de chuvas, o sistema de irrigação e a temperatura no inverno têm sido favoráveis para a ocorrência da ferrugem no norte

do Espírito Santo.

Daí a incidência da ferrugem ter aumentado nos últimos anos. Com base nesses resultados, observou-se também que inicialmente os fungicidas empregados no controle da ferrugem eram quase que exclusivamente à base de cobre. Entretanto, em meados da década de 90, passaram a ser utilizadas na região norte do Estado do Espírito Santo as formulações granuladas de triadimenol + dissulfoton, cyproconazole + dissulfoton e o triadimenol visando ao controle da ferrugem e do bicho-mineiro.

Os resultados evidenciam que os produtos citados na Tabela 2 foram os mais eficientes no controle da ferrugem, e que a incidência de ferrugem ficou abaixo de 10% na colheita.

Para obtenção de tais resultados, deve-se dividir a lavoura em talhões uniformes e coletar de cinco a dez folhas por planta, no terceiro ou quarto par de folhas dos ramos, localizados no terço médio da planta (Figura 9) contando-se o número de folhas com ferrugem para avaliar a incidência da doença na área. As amostragens devem ser iniciadas a partir de novembro/dezembro, com avaliações, pelo menos, uma vez por mês. Se a porcentagem de folhas doentes estiver entre 3 e 5%, recomendam-se fungicidas protetores de contato, preferencialmente os cúpricos e a Calda

**Tabela 2.** Incidência inicial e final da ferrugem-do-cafeeiro na cultivar Conilon e tratamento químico mais eficiente no período de 1970 a 2001, no controle da doença, em diversos municípios do norte do Estado do Espírito Santo

Anos	Município	ferrugem-do-cafeeiro				Fungicida mais eficiente
		Incidência inicial		Incidência final		
		Mês	(%)	Mês	(%)	
1970-1976	1	Dez a Fev	7,2 a 15,0	Ago	16,5	cúprico
1977-1980	2	Jan a Fev	1,0 a 3,0	Maio	35,0	cúprico
1990-1995	3	Jan	1,6	Agosto	22,7 a 70,0	cúprico, triadimenol + dissulfoton (solo)
1996-2001		Dez a Jan	1,0 a 2,0	Junho a Agosto	60,0 a 77,0	cúprico cyproconazol + dissulfoton (solo)
						triadimenol (solo)
						triadimenol + dissulfoton (solo)

**Fonte:** Congressos de Pesquisa Cafeeira (1970-2001); Zambolim et al. (2002).

Viçosa. Se a porcentagem de ferrugem for igual ou superior a 6%, utilizar fungicidas sistêmicos e em alternância com os de contato. Estudos com o Valor de Severidade da Ferrugem (VSF), realizados em Minas Gerais, em plantas de *C. arabica*, mostraram a eficiência do método, quando comparado ao sistema de calendário, com economia de, pelo menos, uma aplicação de fungicida em lavouras com carga média de frutos (GARÇON et al., 2006).

A utilização de fungicidas via solo deve ser feita com muito cuidado para evitar o seu uso sem necessidade, e, com isso, aumentar o custo de produção, além de representar risco de contaminação ambiental. O controle da doença pode ser feito com a utilização da mistura de nutrientes, tal como a Calda Viçosa (Tabela 3), que foi desenvolvida no Departamento

**Tabela 3.** Composição da Calda Viçosa, desenvolvida e amplamente testada no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), usada para o controle das doenças do cafeeiro

Produtos constituintes da calda	Quantidade (g) <sup>1</sup>
Sulfato de cobre penta-hidratado	750
Sulfato de zinco	300
Sulfato de magnésio	400
Ácido bórico	100
Cloreto de potássio	400
Óxido de cálcio ou hidróxido de cálcio	300 - 500 <sup>2</sup>

**Fonte:** Adaptado de Chaves et al. (1970) e Zambolim et al. (1999a).

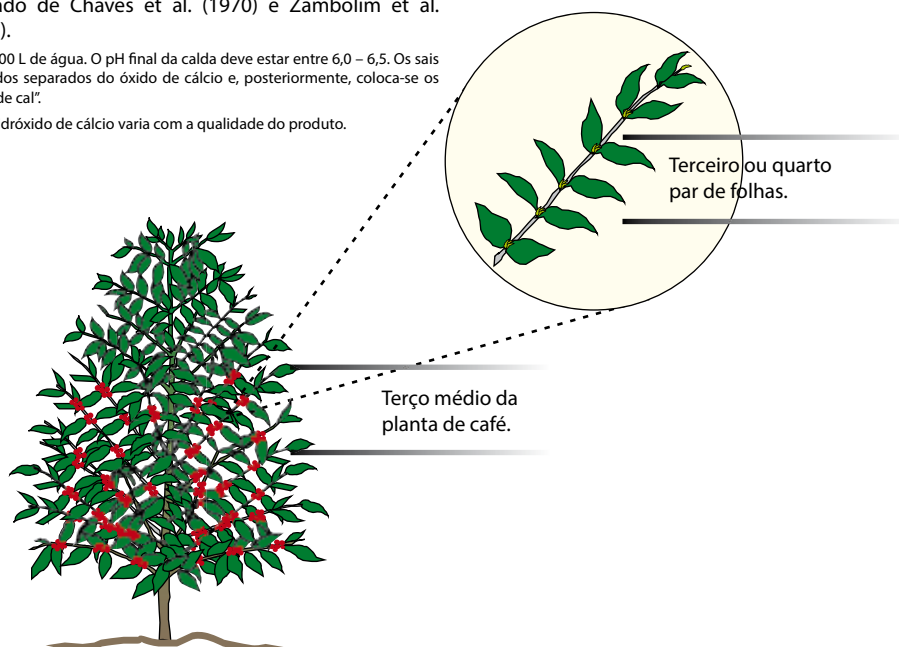
<sup>1</sup>Quantidade para 100 L de água. O pH final da calda deve estar entre 6,0 - 6,5. Os sais devem ser dissolvidos separados do óxido de cálcio e, posteriormente, coloca-se os "sais" sobre o "leite de cal".

<sup>2</sup>A quantidade de hidróxido de cálcio varia com a qualidade do produto.

de Fitopatologia da UFV, em Viçosa/MG.

Na preparação da Calda Viçosa, deve-se ter alguns cuidados, dos quais destacam-se como mais importantes os seguintes passos:

1. Dissolver os sais e a cal completamente antes de misturá-los;
2. Misturar os sais com a cal somente após a completa dissolução;
3. Usar água de boa qualidade (isenta de patógenos, com pH inferior a 7,0 e limpa);
4. Utilizar preferencialmente caixas de amianto ou tambores de plástico para dissolver os sais e a cal;
5. Determinar o pH da calda após o preparo, que deve ficar entre 6,0 e 6,5;
6. Verificar se a suspensão da calda está esbranquiçada, o que é sinal de que há excesso de cal e o pH geralmente também é alto. Se a calda ficar com a cor esverdeada, é sinal que há excesso de sulfato de cobre e o pH geralmente é baixo;
7. Ter cuidado com a pureza dos sais e do poder neutralizados da cal usados na mistura caso o preparo da calda seja realizado na propriedade do agricultor;
8. Filtrar a mistura (calda) antes de colocá-la no tanque do pulverizador;



**Figura 9.** Representação esquemática do monitoramento da ferrugem em plantas de cafeeiro e a amostragem no terceiro ou quarto par de folhas, em ramos no terço médio da copa das plantas.

9. Aplicar a Calda Viçosa no mesmo dia em que for preparada;

10. Não misturar a Calda Viçosa com fungicidas e inseticidas.

De acordo com o monitoramento da ferrugem, poderão ser recomendadas até três ou quatro aplicações da Calda Viçosa a partir de dezembro, em função da condução e estudo sanitário da lavoura.

Com relação ao controle da ferrugem em café conilon, deve-se verificar qual clone foi plantado e as épocas de colheita (precoce, intermediária ou tardia), já que frequentemente ocorre a doença após a colheita, o que não justifica a aplicação de fungicidas, uma vez que será realizada a poda, que reduz consideravelmente o inóculo inicial do fungo. Deve-se, assim, evitar as aplicações desnecessárias e em época inadequada.

Os fungicidas, especialmente o pyraclostrobina, epoxiconazole, cyproconazole, triadimenol, strobilurina e azoxystrobina, mostraram efeito curativo para a ferrugem em vários estudos.

A emergência de resistência a fungicidas é considerada uma das ameaças mais sérias à segurança alimentar. Desde a década de 70, a emergência de resistência a algumas das mais importantes classes de fungicidas seletivos sítio-específicos modernos tem comprometido o manejo das doenças de plantas, tornando limitadas ou mesmo indisponíveis as opções de fungicidas. Produtos alternativos vêm sendo estudados, bem como o controle biológico com determinados isolados de *Bacillus subtilis*, mas ainda sem ampla aplicação em lavouras comerciais.

## 2.2 MANCHA-DE-OLHO-PARDO

*Cercospora coffeicola* Berkeley & Cooke

É uma doença que ocorre tanto no café arábica como no conilon, com importância econômica no Brasil, principalmente nas condições de viveiro e na fase inicial de transplântio no campo, quando as lavouras são localizadas em solos com baixa fertilidade, causando intensa desfolha. Em café conilon, a sua intensidade é muito variável, em função do clone e condições climáticas, tendo maior importância na fase de viveiro, em que as plantas muitas vezes não se desenvolvem. Em caso de alta intensidade, podem ocorrer perdas elevadas nas mudas, pois provoca desfolha e “atrasa” sua saída para o campo (Figura 10A).

A severidade da doença está diretamente relacionada à nutrição das plantas, principalmente com a deficiência de nitrogênio (VENTURA, 1995). Nas lavouras com plantas adultas, a ocorrência da doença se dá devido à alta carga de frutos e do desequilíbrio nutricional das plantas. Deficiência hídrica (estresse hídrico), solos com textura inadequada para a cultura do cafeeiro e plantas com o sistema radicular comprometido favorecem a incidência e severidade da doença.

### Sintomas

Os sintomas nas folhas são manchas circulares com diâmetro variável, que apresentam coloração pardo-clara ou marrom-escuro e que geralmente possui um centro branco-acinzentado, com ou sem a presença de um halo amarelado. Com o auxílio de uma lupa, pode-se observar pequenos pontos



**Figura 10.** Sintomas da mancha-de-olho-pardo causada pelo fungo *Cercospora coffeicola* em mudas (A); e plantas adultas (B) de café conilon, no norte do Espírito Santo.

escuras, que são as estruturas de frutificação do fungo (Figura 10B). As lesões circulares têm o aspecto de um “olho de passarinho”, razão pela qual a doença também é conhecida em algumas regiões por olho-de-pomba. As folhas infectadas caem, causando a desfolha das mudas e plantas no campo.

Os frutos infectados apresentam manchas necróticas, deprimidas, de coloração marrom-escura. Normalmente, os frutos doentes amadurecem e caem prematuramente, tendo a casca aderida ao pergaminho, dificultando o despulpamento no processamento em pós-colheita, além de grãos chochos que afetam a qualidade da bebida.

### Etiologia

O agente causador da doença é o fungo *Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke, da ordem Moniliales e família Dematiaceae, que produz conídios septados e agrupados nas lesões de ambas as faces da folha sendo facilmente disseminados para as outras folhas ou plantas vizinhas. O tubo germinativo do fungo penetra nas folhas através das aberturas naturais, principalmente na face superior das folhas ou diretamente pela cutícula. Nos frutos, quando ocorre a infecção, o fungo coloniza os tecidos e pode atingir as sementes. O fungo produz a toxina cercosporina, a qual é ativada na presença de luz e funciona como fator de agressividade do patógeno.

### Condições favoráveis

A doença desenvolve-se mais rapidamente quando a temperatura está entre 20 e 25 °C, associada com alta umidade relativa do ar, podendo, no entanto, ter uma faixa de temperatura favorável que vai de 10 °C a 25 °C. A disseminação do fungo ocorre pelo vento e por respingos de água da chuva ou da irrigação por aspersão. A doença ocorre com alta intensidade em mudas formadas em substrato deficiente e/ou com desequilíbrio de nutrientes, principalmente em nitrogênio (Quadro 1). Em plantas adultas com estresse hídrico e principalmente deficiências nutricionais, a doença pode ser muito severa. Lavouras situadas em solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica e expostas a muita insolação, também podem apresentar grande intensidade da doença.

**Quadro 1.** Fatores que predis põem o cafeeiro às principais doenças foliares e dos ramos

Doença	Fatores Predisponentes
<b>Ferrugem</b> ( <i>Hemileia vastatrix</i> )	Temperatura entre 21 °C e 23 °C
	Molhamento foliar contínuo
	Umidade relativa do ar > 90%
	Alta carga de frutos nas plantas
	Baixa relação folha/fruto
<b>Mancha-de-olho-pardo</b> ( <i>Cercospora coffeicola</i> )	Deficiências nutricionais
	Desequilíbrios de nutrientes
	Estresse hídrico
	Solos pobres e arenosos
	Deficiência hídrica
<b>Seca-dos-ponteiros</b>	Deficiências nutricionais
	Deficiência hídrica
	Alta carga de frutos
	Ventos fortes e frios
	Ocorrência de doenças e pragas
	Problemas no sistema radicular

Fonte: Elaborado pelos autores.

A sobrevivência do inóculo em folhas de cafeeiro, naturalmente infectadas por *C. coffeicola*, foi maior quando as folhas ficaram acima do solo, com a viabilidade dos conídios mantida após 260 dias em 33%, enquanto que nas folhas mantidas à superfície do solo ou enterradas a 10 cm de profundidade, não houve sobrevivência (TEIXEIRA. MAFFIA; MIZUBUTI, 2006).

### Manejo da doença

Para o manejo da doença, recomenda-se a escolha adequada do local para instalação do viveiro evitando-se baixadas úmidas e mal drenadas. A luminosidade no viveiro deve ser controlada, uma vez que, nas mudas expostas ao sol, a severidade é maior. A escolha do substrato para o enchimento das sacolas, a irrigação e o sombreamento devem seguir as recomendações técnicas para a formação das mudas. A fertilização equilibrada das plantas, com base na análise de solo e foliar é muito importante para a aplicação correta dos macro e micronutrientes necessários à planta (ZAMBOLIM; VENTURA, 1993). Tem-se observado que mudas de café conilon plantadas no campo, onde o desequilíbrio de nutrientes ocorre (principalmente o potássio), apresentam alta severidade da



doença, inclusive com queda de folhas. Se houver necessidade, deve-se realizar a calagem, também sempre com base na análise química do solo. Em casos de alta severidade da doença, podem-se utilizar fungicidas, principalmente os cúpricos destacando-se sempre os seguintes cuidados de manejo:

#### a) Viveiro:

- Utilizar substrato com níveis adequados de nutrientes;
- Evitar locais com alta umidade relativa;
- Utilizar fungicidas cúpricos e/ou Calda Viçosa;
- Ter cuidados especiais na fase de aclimação das mudas quando produzidas em viveiro coberto. No entanto, em viveiros muito sombreados, ou com alta exposição ao sol e com excesso de irrigação tem-se observado danos nas mudas que geralmente iniciam-se em pequenas reboleiras.

#### b) Campo:

- Efetuar uma adubação equilibrada (com base na análise de solo);
- Evitar solos arenosos e compactados;
- Realizar pulverizações mais frequentemente com micronutrientes (ex.: Calda Viçosa associado a fungicidas cúpricos), em anos de alta carga;
- Evitar instalar lavouras em locais exposto a alta insolação principalmente à tarde;
- Iniciar o controle químico, em caso de necessidade, na fase de frutificação, quando ocorre maior estresse nutricional das plantas.

No caso do café conilon, existem clones desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético do Incaper que apresentam resistência à doença tanto em condições de viveiro como no campo.

### 2.3 MANCHA-MANTEIGOSA

#### *Colletotrichum* spp.

É uma doença que ocorre de forma esporádica no Estado do Espírito Santo, em café conilon, em determinadas variedades e clones, podendo provocar a morte das plantas com o passar do tempo. Atualmente, a doença ocorre com baixa frequência em função da seleção de clones resistentes. O primeiro relato da doença em café

conilon no Brasil foi em 1977, no Estado do Espírito Santo (MANSK; MATIELLO, 1977).

Têm-se observado diferentes espécies de fungos do gênero *Colletotrichum* colonizando os tecidos do cafeeiro no Brasil, estando presentes em praticamente todas as regiões produtoras tanto de conilon como de arábica, com destaque, principalmente para a espécie *Colletotrichum gloeosporioides*. No entanto, não se observou, entre as populações de *Colletotrichum* pesquisadas nas Américas do Sul e Central, o agente causal do CBD.

As espécies de *Colletotrichum* encontradas no cafeeiro, no Brasil, são consideradas como endófitos e saprófitas, que habitam a casca do cafeeiro, afetando os ramos, quando ocorrem ferimentos, principalmente em condições favoráveis com período de umidade elevada. Embora o fungo possa ser observado na sua forma saprofítica, em lavouras mal manejadas, é comum encontrar plantas com diferentes graus de severidade, inclusive em lavouras novas e bem manejadas (MONTROYA, 1979; PARADELA FILHO; PARADELA, 2001). As espécies de *Colletotrichum* do cafeeiro são parasitas facultativos, com uma fase parasítica e outra saprofítica. A fase saprofítica pode-se constituir em importante fonte de inóculo para a sua disseminação. A inoculação de plantas e a transmissão do patógeno por sementes foi confirmada na América Central (VARGAS; GONZALES, 1972; MONTROYA, 1979). No entanto, trabalhos desenvolvidos por outros pesquisadores não têm confirmado esses resultados, o que exige a continuidade das pesquisas.

#### Sintomas

O sintoma típico é observado nas folhas, onde ocorrem pequenas manchas de aspecto oleoso (Figura 11), de bordas bem definidas, normalmente com 1 a 3 mm de diâmetro, que podem coalescer e necrosar os tecidos do limbo foliar. Nos ramos, os sintomas necróticos podem evoluir no sentido descendente, ocorrendo lesões nos nós. Os frutos, quando infectados, apresentam lesões deprimidas, as quais podem ocasionar a sua queda de maneira prematura. Em estágio avançado da doença, ocorre a seca dos ramos e, conseqüentemente, a morte das plantas doentes.

Outros sintomas são relatados no cafeeiro, como o escurecimento e morte das estípulas dos nós nos ramos, manchas irregulares necróticas próximas às margens das folhas e a queda destas. Também é observado o aparecimento de manchas marrons no caule verde que podem levar, em alguns casos, à morte da planta. Nas gemas e botões florais, podem aparecer lesões necróticas que podem também atingir os frutos nas fases de chumbinho, provocando a sua queda prematura (PARADELA FILHO et al., 2001).

A doença é associada ao fungo *C. gloeosporioides*, e, frequentemente, nas amostras com os sintomas da doença, são isolados os fungos *C. gloeosporioides* e, em alguns casos, *Colletotrichum acutatum*, que representam ampla população presente nos tecidos dos cafeeiros, com e sem sintomas da doença, sendo uma presença constante nos tecidos, na região apical dos ramos com coloração amarronzada. A espécie *C. acutatum* é cosmopolita e engloba atualmente fungos causadores de antracnoses, que anteriormente estavam incluídos na espécie-grupo *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., considerada bastante heterogênea, sendo separada com a utilização de marcadores moleculares incluindo as sequências nucleotídicas da região ITS do

RNA ribossomal, parte dos genes da b-tubulina 2, histona 4, glutamina sintase e gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (SREENIVASAPRASAD; TALHINHAS, 2005; TALHINHAS et al., 2005).

No Brasil, as espécies de *Colletotrichum* estão presentes em praticamente todas as lavouras de café, sendo isoladas de frutos, folhas e ramos, sintomáticos ou assintomáticos, e acredita-se que os fungos colonizam os tecidos após injúrias mecânicas, estresses hídricos e nutricionais, ou mesmo devido ao excesso de umidade e ventos (ZAMBOLIM, L.; VALE; ZAMBOLIM, E. M., 2003). Em condições ambientais favoráveis, os conídios germinam e emitem os tubos germinativos, na extremidade dos quais se formam os apressórios, com a posterior penetração no hospedeiro podendo passar por uma fase hemibiotrófica, durante a qual as células da planta não são necrosadas. A dificuldade em completar os testes de patogenicidade no cafeeiro e a sua participação na doença ainda são bastante discutidas. Pesquisas no Departamento de Fitopatologia da UFV indicam que o fungo *C. gloeosporioides* tem origem endófito nos tecidos das plantas (ZAMBOLIM, L.; VALE; ZAMBOLIM, E. M., 2003).



**Figura 11.** Sintomas da mancha-manteigosa em folhas de café conilon, no Norte do Espírito Santo. Face inferior (A) e superior (B) da folha.

### Condições favoráveis

A doença ocorre durante todo o ano, com maior intensidade, geralmente, quando é verificado *deficit* hídrico nas lavouras e desequilíbrios nutricionais nas plantas. Em condições de alta umidade, há a formação, na superfície, das lesões de uma massa rosada, que corresponde à presença de acérvulos com conídios do fungo, que são facilmente dispersos pela chuva (VARGAS; GONZALES, 1972; MASABA; WALLER, 1992; VENTURA, 1995). Períodos contínuos de alta umidade (7 a 10 dias de chuva) e temperaturas entre 22 °C e 25 °C favorecem o desenvolvimento do fungo, que passa da fase saprofítica para a parasítica (PARADELA FILHO et al., 2001).

De acordo com Sera et al. (2005), a ocorrência de *Colletotrichum* em diferentes genótipos de café foi correlacionada positivamente com a maturação dos frutos. Cafeeiros precoces tiveram maior incidência do fungo. Adicionalmente, também foi observada uma correlação positiva entre o porte das plantas e a ocorrência de *Colletotrichum*, a qual pode estar associada à maior suscetibilidade ao vento, que provoca ferimentos nas plantas de porte maior, os quais facilitam a infecção da planta (PARADELA FILHO; PARADELA, 2001; SERA et al., 2005). A cutícula pode ser uma barreira para a entrada de *Colletotrichum*, já que a incidência desse fungo foi mais elevada em plantas de maior porte, nas quais a ausência de cutícula foi verificada nas partes em que ocorreram os ferimentos (JULIATTI; SILVA, 2001). Além disso, as plantas com maior porte têm menor vigor vegetativo como foi observado pela correlação genotípica negativa estimada entre essas variáveis, com conseqüente aumento da doença. A formação do apressório de *C. gloeosporioides* é influenciada pela nutrição da planta (JULIATTI; SILVA, 2001).

### Manejo da doença

Para o manejo da doença em café conilon, recomenda-se somente plantar “clones” que são resistentes à doença. Nunca utilizar sementes ou estacas de plantas doentes, que devem ser eliminadas da lavoura quando apresentarem os sintomas característicos da doença.

### 2.4 REQUEIMA-DO-CAFEIRO

#### *Xylella fastidiosa*

A primeira constatação da doença, que em algumas regiões também é conhecida por atrofia-dos-ramos-do-cafeiro, ocorreu em café arábica, no Município de Macaúbal/SP, em 1992, sendo posteriormente constatada a associação da bactéria em todas as regiões brasileiras produtoras de café incluindo praticamente todas as cultivares de *C. arabica* e também as espécies *C. canephora*, *C. dewvrei*, *C. eugenioides*, *C. kapataka*, *C. racemosa* e *C. stenophylla*, bem como nos híbridos interespecíficos (YORINORI et al., 2000; LEITE JÚNIOR; NUNES, 2003).

#### Etiologia

*Xylella fastidiosa* é uma bactéria fastidiosa, Gram-negativa, que tem células do tipo bastonete e parede celular enrugada, sendo limitada aos vasos do xilema das plantas. Difícil de cultivar *in vitro*, exige meios de cultura específicos como o BCYE, PD3 e PW, onde tem crescimento muito lento (WELLS et al., 1987; LEITE JÚNIOR; NUNES, 2003).

A diversidade genética entre os isolados de *X. fastidiosa* tem sido amplamente estudada e os resultados mostram a existência no Brasil de diferentes estirpes associadas às plantas. As de café e citros apresentam similaridade genética superior a 85%. No entanto, os estudos com as estirpes de café têm mostrado também a sua variabilidade e inclusive entre isolados de uma mesma planta (LEITE JÚNIOR; NUNES, 2003).

#### Sintomas

No cafeeiro, os sintomas têm sido associados ao depauperamento generalizado das plantas. Os mais comuns normalmente incluem o enrolamento e a requeima do bordo das folhas. As plantas doentes apresentam tamanho reduzido, má-formação das folhas, enrolamento dos bordos das folhas, encurtamento dos entrenós e clorose nas folhas. Frequentemente, em estádios avançados da doença, as plantas podem apresentar seca dos ramos. Esses sintomas sugerem que o mecanismo envolvido esteja relacionado com a disfunção do sistema de transporte de água e nutrientes da planta. No cafeeiro, a bactéria foi encontrada nos vasos do xilema de diferentes órgãos, como raízes,

caule, folhas, ramos. Nos vasos do xilema das plantas doentes, geralmente, encontram-se tiloses, células bacterianas e goma bloqueando esses vasos, além do desbalanço hormonal (LEITE JÚNIOR; NUNES, 2003).

### Epidemiologia

A bactéria tem uma gama de hospedeiros que inclui mais de 28 famílias botânicas tanto mono como dicotiledôneas, além de espécies cultivadas ou espontâneas. A distribuição da doença nas lavouras geralmente ocorre de forma aleatória. Análises de detecção por testes de sorologia de DAS-ELISA demonstraram a presença da bactéria em sementes e mudas de cafeeiro. No entanto, em mudas provenientes de sementes de plantas naturalmente infectadas, não foi detectada a presença da bactéria, o que questiona a transmissão da doença pelas sementes, mas evidencia que alguns insetos poderão carregar a bactéria e inocular as mudas nos viveiros, desde os primeiros estádios de desenvolvimento (LEITE JÚNIOR; NUNES, 2003).

A bactéria é disseminada principalmente por meio de material propagativo infectado e por insetos vetores, dos quais se destacam as cigarrinhas, da família *Cicadellidae*, em que já foram identificadas mais de 11 espécies vetoras (MENEGUIM et al., 2000).

A presença da bactéria em todas as regiões produtoras de café do Brasil e a grande variabilidade genética das estirpes sugerem que *X. fastidiosa* já se encontra em associação e convivendo com o cafeeiro há muito tempo, mas a manifestação dos sintomas ocorre quando as plantas estão sob condições de estresse ou com desequilíbrios nutricionais.

### Controle e manejo da doença

As medidas de controle recomendadas são manter as plantas com bom vigor vegetativo através do manejo adequado e recomendado para o cafeeiro, com destaque para a produção de mudas em viveiros protegidos. Devem-se prevenir os fatores de estresse nas plantas e que as predisponham às doenças e pragas. O uso de matéria orgânica e adubações equilibradas, bem como o controle do

deficit hídrico, são medidas que têm contribuído para o manejo da doença. Em algumas situações, a poda de esqueletamento e a recepa das plantas são também recomendadas, principalmente quando as lavouras apresentam muitas plantas debilitadas.

## 2.5 OUTRAS DOENÇAS FOLIARES E DOS FRUTOS

### 2.5.1 Mancha-de-corynespora

A Mancha-de-corynespora, também conhecida em outras culturas como mancha-alvo, é causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* (Bert. & Curt.) Wei., com ampla gama de hospedeiros e distribuição geográfica. Na cultura do café conilon, no Espírito Santo, infecta as folhas, flores e frutos de algumas variedades clonais, causando intensa desfolha em plantas adultas do clone V-03, da variedade clonal 'Vitória Incaper 8142' (SOUZA et al., 2009).

Os sintomas são manchas nas folhas de cor castanha, normalmente circundadas por um halo amarelo, (Figuras 12A e B) com forte queda foliar nas plantas infectadas. Também são observadas manchas amarronzadas nos ramos, pecíolos e nervuras das folhas. Nos frutos, os sintomas são pequenas pontuações escuras que aumentam de tamanho, podendo coalescer e causar rachaduras (Figura 12C).

A doença é favorecida por longos períodos chuvosos e, em outros patossistemas, o fungo é favorecido por temperaturas entre 20 e 30 °C e longos períodos de umidade relativa do ar. A germinação dos conídios pode ocorrer entre 7 °C e 39 °C, e a presença da luz favorece o crescimento e esporulação do fungo. No campo, a disseminação do fungo nas lavouras de café conilon está associada principalmente ao vento e respingos da chuva (ZAMBOLIM, 2015).

As condições favoráveis para a doença no Espírito Santo, as plantações com variedades clonais suscetíveis e a não existência de fungicidas registrados para o fungo fazem dessa doença uma ameaça à produtividade do café conilon no Estado devendo ser constantemente monitorada nas principais áreas de produção.





**Figura 12.** Sintomas característicos da mancha-de-corynespora em folhas (A e B) e frutos (C) de café conilon no Espírito Santo.

### 2.5.2 Queima-do-fio

A doença, também conhecida por mal-de-koleroga, é causada por um fungo do gênero *Ceratobasidium* (Sin.: *Pellicularia koleroga*) e, em geral, é de ocorrência em várias plantas hospedeiras, geralmente situadas em locais rodeados por florestas densas, como na Região Amazônica e Floresta Atlântica. Apesar de esses fungos serem comuns no Brasil, ainda há escassez de informações sobre as suas características morfológicas, culturais e moleculares.

No campo, a doença é facilmente reconhecida pelos sintomas nas folhas e ramos, que ficam cobertos pelo micélio do fungo, com cor esbranquiçada, o qual confere um aspecto de teia de aranha. As folhas infectadas chegam a ficar totalmente cobertas por uma película esbranquiçada que escurece com o tempo. Em seguida, secam, caem, causando a desfolha das plantas. Em alguns casos, as folhas ficam penduradas nos ramos por fios (micélio do fungo).

As condições favoráveis para o desenvolvimento da doença são a alta umidade relativa do ar, alta precipitação pluviométrica, temperatura entre 18 °C e 23 °C e plantas sombreadas com baixo arejamento.

Para o controle da doença, recomenda-se o manejo das plantas por meio da eliminação das partes doentes retirando-se todo o material da área e, quando necessário, realizando o controle químico com fungicidas cúpricos (ZAMBOLIM, 2015).

### 2.5.3 Mancha-anular-dos-frutos

O primeiro relato da mancha-anular em folhas de cafeeiros foi feita por Bitancourt na década de 30, no Estado de São Paulo e mencionava que, no futuro, essa doença poderia ser um fator desfavorável à produção cafeeira.

A mancha-anular-do-cafeeiro não tem representado problemas econômicos, porém, em 1986, a doença ocorreu em café arábica em Minas Gerais, sendo associada a uma intensa desfolha devido a um inverno com baixa precipitação pluvial, condição muito favorável à infestação do ácaro (CHAGAS et al., 2003).

A doença está associada ao ácaro-plano, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae), que é considerado uma espécie polífaga ocorrendo em mais de 100 espécies de plantas, entre elas o cafeeiro, no qual foi associado à mancha-anular,

causada por um vírus do grupo Rhabdovirus (CHAGAS et al., 2003; KITAJIMA et al., 2003). Plantas da família Chenopodiaceae (*Chenopodium ambrosioides*, L. - erva-de-santa-maria) e da família Amaranthaceae (*Amaranthus viridis* L. - caruru) são suscetíveis, sendo consideradas hospedeiras alternativas para o *Coffee ringspot vírus* – CoRSV (CHILDERS et al., 2003). No Brasil, o ácaro da mancha-anular é encontrado em diversos estados tanto em *C. arabica* quanto em *C. canephora*. Em 1987, a doença foi registrada no Espírito Santo, mas com sintomas diferentes dos relatados na literatura, com lesões pequenas passando de amarelas a necróticas ao longo das nervuras (MATIELLO, 1987).

### Sintomas

Os sintomas característicos são manchas cloróticas nas folhas, geralmente em forma de anéis concêntricos que se espalham junto às nervuras, amarelecendo gradualmente e provocando a queda prematura das folhas e, conseqüentemente, a desfolha gradativa das plantas (MINEIRO, 2004). A desfolha, também chamada pelos agricultores de “planta oca”, ocorre, geralmente do tranco para a parte externa da planta. Nos frutos, os sintomas da mancha-anular caracterizam-se por lesões circulares deprimidas, que chegam a provocar a deformação do pericarpo. Os frutos perdem a qualidade para bebida e os grãos ficam predispostos à infecção de outros patógenos, como é o caso do fungo *C. gloeosporioides*, que é encontrado em condições saprofitas no cafeeiro (REIS; CHAGAS, 2001).

### Manejo da doença

Para o manejo da doença é importante o controle do ácaro com a adoção de estratégias que incluam vários métodos para auxiliar na redução do vetor, como o controle biológico, cultural, genético e químico. Neste último caso, deve-se racionalizar o uso de inseticidas/acaricidas.

Das estratégias citadas, destaca-se o controle cultural, que consiste em medidas de caráter preventivo visando à eliminação ou redução das condições que facilitam o desenvolvimento dos ácaros, bem como a adubação equilibrada das plantas, embora essa prática por si só não impeça a

proliferação dos ácaros, e as plantas podem resistir melhor à queda das folhas (MINEIRO, 2004).

É importante também a racionalização do uso de assopradores mecânicos e grades, que podem provocar grande quantidade de poeira nas plantas e facilitar a proliferação do ácaro, uma vez que as fêmeas utilizam os grãos de areia para abrigar as posturas. No entanto, podem prejudicar os ácaros predadores devido à abrasão. A manutenção de cobertura verde nas entrelinhas do plantio como forma de proporcionar melhores condições para a estabilidade ecológica possibilita a presença e multiplicação de inimigos naturais que poderão auxiliar no equilíbrio biológico dos ácaros, além da racionalização do uso de agrotóxicos, principalmente os inseticidas peritreóides e fungicidas cúpricos (MINEIRO, 2004).

Não existem ainda resultados práticos que possam orientar os produtores em relação à amostragem das plantas e nível de controle do *B. phoenicis* em cafeeiro. Recomenda-se adaptar as estratégias utilizadas no controle dessa mesma espécie de ácaros na cultura de citros (MINEIRO, 2004). Assim, sugere-se que os produtores de café nas regiões onde o ácaro está presente passem a realizar amostragens periódicas nas lavouras (ex.: semanais), principalmente no período de março a novembro.

As amostragens do ácaro para fins de controle são mais representativas, quando realizadas em ramos e frutos do terço inferior e folhas mais internas nessa mesma posição das plantas (REIS et al., 2000). A decisão para o controle químico do ácaro deve ser restrita apenas aos talhões onde o nível populacional atinja 2%, possibilitando a manutenção da população em níveis baixos e a racionalização do uso de inseticidas/acaricidas. Em associação com o *B. phoenicis*, ocorrem outros ácaros que são predadores, pertencentes principalmente à família Phytoseiidae, que devem ser preservados com o uso de produtos seletivos, quando se usa o controle químico.

Pouco se conhece sobre a resistência de variedades à doença ou à infestação pelo ácaro. Pesquisas mais recentes referentes à preferência hospedeira de *B. phoenicis* em diferentes cultivares de *Coffea* spp. mostraram que esse ácaro tem preferência por certos genótipos e cultivares, destacando a

alta incidência em *C. canephora* cv. Robusta, onde foram encontrados cerca de 90% de todos os ácaros-pragas, enquanto que nas cultivares de *C. arabica*, como Catuaí Amarelo, Icatu Vermelho, Icatu Amarelo e Mundo Novo, ficaram em torno de 10% (MINEIRO, 2004).

#### 2.5.4 Mancha-de-phoma

A doença foi inicialmente constatada em 1975, no Estado do Espírito Santo, em lavouras da região de Conceição do Castelo e Domingos Martins. Normalmente, até os dias de hoje, o patógeno ocorre na maioria das lavouras, mas com a intensidade muito variável, pois é altamente dependente das condições climáticas e da altitude das lavouras. A doença também se faz presente e pode provocar desfolhas e morte das mudas, principalmente em viveiros. Várias espécies do fungo têm sido isoladas, e a *Phoma costaricensis* é relatada como a principal espécie que ocorre no Estado. No entanto, ainda há a necessidade de realizar a identificação dos isolados do fungo que ocorrem no Espírito Santo utilizando as novas técnicas moleculares.

O agente etiológico foi por muito tempo relatado como sendo do gênero *Ascochyta*, mas estudos taxonômicos do patógeno levaram à transferência para o gênero *Phoma*, e atualmente foi aceita uma nova combinação com base em análises filogenéticas que o incluíram no gênero *Boeremia* (AVESKAMP et al., 2010).

*Boeremia exigua* var. *coffae* (Henn.) Aveskamp, Gruyter & Verkley, stat. et comb. nov. *Boeremia exigua* var. *coffae* foi originalmente descrito em folhas de cafeeiro arábica (*C. arabica*, Stewart 1957) como espécies *Ascochyta coffae* e *A. tarda*. Os resultados filogenéticos obtidos revelam similaridade genética entre as espécies de *Phoma* e o complexo de *B. exigua*. Algumas espécies de *Phoma*, principalmente encontradas em associação com *C. arabica*, tal como *Ph. coffeae-arabicae*, *Ph. coffeicola*, *Ph. coffeiphila*, *Ph. costaricensis*, *Ph. excelsa*, e *Ph. pereupyrena*, ainda não estão completamente relacionadas ao complexo *B. exigua*.

#### Sintomas

As folhas infectadas apresentam manchas de cor

escura geralmente zonadas, que normalmente se iniciam pelos bordos da folha (Figura 13). Sob condições de alta umidade, observam-se pequenos pontos pretos (picnídios) sobre as lesões. Os ramos atacados apresentam uma lesão escura de aspecto deprimido. Os frutos podem também ser atacados e tornam-se escuros.



**Figura 13.** Sintomas da mancha-de-phoma em mudas de café, no Estado do Espírito Santo.

#### Condições favoráveis

A doença ocorre com maior severidade sob condições de temperatura entre 16 e 20 °C, associada com ventos frios e chuvas finas e frequentes. A disseminação ocorre por respingos de água. No caso de viveiros, o excesso de irrigação é muito favorável à doença.

#### Manejo da doença

Evitar, ao máximo, instalar as lavouras em áreas onde ocorrem ventos fortes e frios que favorecem a doença. Nessas áreas, é fundamental a utilização de quebra-ventos. O uso da proteção química, isoladamente, geralmente não apresenta resultado satisfatório. No caso de viveiros, evitar locais muito sombreados, bem como o excesso de adubações nitrogenadas.

#### 2.5.5 Mancha-aureolada

Doença causada pela bactéria *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*, ocorre de maneira muito esporádica em café conilon, no Estado do Espírito Santo. É mais frequente em viveiros muito sombreados e com excesso de irrigação,

principalmente naqueles localizados em regiões mais frias.

### Sintomas

Nas folhas, ocorre a formação de manchas de coloração pardo-escuro, de aspecto encharcado. Muitas vezes os sintomas são parecidos com os das manchas de outras doenças, principalmente as causadas por *Phoma*, havendo, assim, a necessidade de um diagnóstico em laboratório para confirmação correta ou do agente causal. É comum verificar técnicos e produtores fazerem a identificação incorreta da doença e recomendarem ou adotarem medidas de controle inadequadas.

### Condições favoráveis

A presença de alta umidade relativa é essencial para o desenvolvimento dessa doença. Temperaturas entre 20 a 25 °C e ventos constantes são também fatores importantes. A disseminação ocorre principalmente por respingos de chuva ou água de irrigação. A presença de ferimentos nas folhas (ventos, insetos, implementos agrícolas) favorecem a penetração da bactéria.

### Manejo da doença

Evitar alta umidade nas condições de viveiro, bem como excesso da adubação nitrogenada. O uso de quebra-ventos em lavouras adultas é recomendado e, quando for necessário, poderão ser realizadas pulverizações com fungicidas cúpricos isoladamente ou associadas com ditiocarbamatos.

#### 2.5.6 Mancha de *Myrothecium*

A doença causada por esse fungo, apesar de já ter sido relatada em *C. arabica*, foi descrita pela primeira vez em 2013 e 2014, em mudas de café conilon, que apresentavam folhas com manchas foliares em um viveiro comercial no Município de Laranja da Terra, Espírito Santo, Brasil. Estudos morfológicos e moleculares confirmaram a etiologia como *Myrothecium roridum* Tode (SILVA et al., 2014). O fungo já havia sido relatado na Colômbia em *C. canephora*.

Os sintomas iniciais são lesões circulares, de marrom a marrom-escuro com margens amareladas ocorrendo em ambas as superfícies foliares. Em condições de alta umidade, anéis concêntricos são formados e as lesões expandem-se rapidamente, podendo chegar a até 30 mm de diâmetro. Posteriormente, as lesões tornam-se marrom-escuro com um centro cinzento. Esporodóquios negros com micélio branco, agrupados em tufos marginais, com massas de esporos podem ser observados nas lesões mais velhas (SILVA et al., 2014).

Os sintomas iniciais que a planta de café apresenta quando infectada por essa doença podem ser confundidos com os de outras doenças do cafeeiro, como a cercosporiose, causada pelo fungo *Cercospora coffeicola* ou a mancha-de-phoma, causada por *Boeremia exigua* var. *coffeeae*. A identificação da doença é feita pela observação de alguns sinais, como o crescimento micelial branco e a formação de frutificações negras (esporodóquios sésseis) no centro da lesão, em ambas as faces da folha. Na observação microscópica observam-se hifas septadas e asseptadas, conídios hialinos cilíndricos, arredondados em ambas as extremidades, agrupados em massas de cor preta a esverdeada, medindo de 5 a 6 µm de comprimento e de 1 a 2 µm de largura (SILVA et al., 2014).

## 3 DOENÇAS DE RAÍZES E CAULE

Entre as doenças radiculares e do caule, as mais importantes são as causadas por nematoides e fungos, destacando-se as espécies de *Rosellinia*, *Armillaria*, *Rhizoctonia* e *Fusarium*, que muitas vezes, em determinadas áreas, podem causar sérios problemas. As plantas doentes geralmente murcham, tornam-se cloróticas (amarelas) e ocorre a seca dos ponteiros. As raízes apresentam necroses (podridões), sendo observado o crescimento do micélio dos fungos nos tecidos afetados.

O diagnóstico dos patógenos radiculares é de difícil realização, uma vez que os sintomas se expressam em outros órgãos da planta, como folhas, ramos ou frutos. Frequentemente, os agricultores os associam a deficiências nutricionais (KIMANI; LITTLE; VOS, 2002). No caso dos nematoides não é possível detectar a sua presença olhando simplesmente para a planta, pois torna-se necessário fazer a análise laboratorial das raízes e do solo.



### 3.1 ROSELINEOSE OU MAL-DOS-QUATRO-ANOS *Rosellinia* spp.

A doença é também conhecida por podridão-das-raízes ou mal-dos-quatro-anos, ocorre em praticamente todas as regiões produtoras, principalmente em plantas novas, cultivadas em áreas recém-desbravadas e onde ocorre o desmatamento. Aparece em reboleiras, geralmente próximo a troncos de árvores em decomposição.

As plantas infectadas apresentam sintomas de clorose (amarelecimento), murcha e queda das folhas, com conseqüente seca dos ramos. Os frutos não se desenvolvem e ficam chochos. As raízes das plantas doentes, próximo à região do colo, ficam escurecidas, ocorrendo a desorganização da casca. Frequentemente, são observados filamentos (micélio) esbranquiçados (rizomorfos do fungo), que vão escurecendo progressivamente, observando-se “nós” na ramificação. Sob a casca, formam-se estrias de cor negra e ramificações das rizomorfos bem escuras que invadem o lenho das plantas e que, em cortes transversais das raízes,

aparecem como pontuações escuras, sendo importantes formas de sobrevivência do fungo (Figura 14).

O agente causal da doença é associado com fungos do gênero *Rosellinia*, sendo relatadas para o cafeeiro as espécies *R. bunodes* (Berk. & Br.) Sacc. e *R. pepo* Pat.

As medidas de controle da doença devem ser preventivas, já que as plantas infectadas, quando identificadas pelos sintomas, não sobrevivem. As medidas de exclusão são importantes devendo-se realizar a remoção de tocos, raízes e troncos de árvores após derrubadas (Quadro 2). Nas reboleiras, recomenda-se o isolamento das plantas e a aplicação de cal para acelerar a decomposição da matéria orgânica. Esse procedimento de calagem deve ser feito também nas reboleiras no início das chuvas. As plantas doentes devem ser erradicadas e, preferencialmente, queimadas no próprio local. Recomenda-se evitar, sempre que possível, o plantio de café em áreas recém-desmatadas, já que lá há maior risco da presença do patógeno.



**Figura 14.** Raiz de cafeeiro infectada por *Rosellinia* sp. evidenciando sob a casca pontuações escuras típicas do patógeno.

**Quadro 2.** Fatores que predis põem o cafeeiro às principais doenças radiculares

Doença	Fatores Predisponentes
<b>Nematoides</b>	Solos arenosos
	Baixo teor de matéria orgânica no solo
	Deficiências nutricionais
	Clones suscetíveis
<b>Roseliniose ou mal-dos-quatro-anos</b>	Alto teor de matéria orgânica não curtida
	Desequilíbrios de nutrientes
	Plantio em locais onde ocorreu derrubada de mata
<b>Rizoctoniose (em viveiros)</b>	Excesso de umidade do substrato das mudas
	Sombreamento excessivo
	Substrato de terço de mata ou “capoeira”
<b>Fusariose</b>	Injúrias mecânicas
	Poda ou “decote” inadequado das plantas
	Chuvas frequentes
	Sombreamento excessivo

Fonte: Ventura et al. (2007).

### 3.2 NEMATOIDES

Ao avaliar a evolução da cafeicultura brasileira, observa-se que os fitonematoides constituem um dos principais fatores bióticos limitantes à produção, em face à sua patogenicidade e às dificuldades de controle. As perdas estimadas para cafeicultura em função da interação com fitonematoides variam entre 10 e 25% (BERTRAND et al., 1997; KOENNING et al., 1999; CAMPOS; VILLAIN, 2005), das quais 75% são atribuídas aos nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.) (LORDELLO, 1976). Destaca-se, no entanto, que essas estimativas fazem referência principalmente ao cafeeiro arábica (*C. arabica*). As pesquisas sobre ocorrência e distribuição de espécies que prevalecem na cafeicultura de conilon (*C. canephora*) também estão aquém daquelas desenvolvidas em *C. arabica* (OLIVEIRA; LIMA; BARROS, 2009).

#### Nematoses em *Coffea canephora*

No Brasil, ainda no início da década de 70, no Município de Baixo Guandu, localizado no Estado do Espírito Santo, Lordello e Hashizume (1971) detectaram *M. incognita* parasitando *C. canephora* cultivar Conilon. Mais de 30 anos após a primeira detecção e mudanças radicais na matriz tecnológica de produção do conilon no Espírito Santo, *M. incognita* foi detectada no clone 12V da variedade

‘Vitória Incaper 8142’ em Jaguaré, importante município produtor (LIMA; CARNEIRO; MARTINS, 2007).

Em levantamento mais detalhado nas áreas produtivas de conilon do Espírito Santo, as espécies de nematoides mais agressivas ao cafeeiro, *M. incognita* e *M. paranaensis*, foram detectadas em lavouras dos principais municípios produtores (BARROS, et al., 2014) (Tabela 4). O agravante dessa informação reside no fato de que estudos complementares demonstram a suscetibilidade de diversos clones de conilon, comerciais ou não, às três principais espécies do nematoide das galhas que parasitam o cafeeiro (Tabela 5), entre os quais alguns incluídos na variedade ‘Vitória Incaper 8142’ (LIMA et al., 2015).

Observa-se que no levantamento de Barros et al, (2014) não fora detectada *M. exigua* parasitando as raízes de cafeeiro conilon, possivelmente devido a genes de resistência comumente apresentados por essa espécie de cafeeiro. Todavia, outro fato a ser considerado é que o cafeicultor, geralmente, prefere formar plantios com dois ou três clones e não com uma variedade completa, que em geral possui mais de nove clones e é recomendada pela pesquisa. Essa escolha de plantio de poucos clones predis põe o cultivo, portanto, com pouca variabilidade, a um risco, caso o solo esteja infestado ou a muda venha infectada com *M. incognita* ou *M. paranaensis*.

**Tabela 4.** Porcentagem de propriedades (amostras) infestadas com *Meloidogyne* spp. em cafeeiro conilon (*Coffea canephora*) no Estado do Espírito Santo

Municípios	Nº de propriedades (amostras) analisadas	% das propriedades (amostras) positivas		
		Fenótipos de esterase		
		I1	I2	P1
Afonso Cláudio	12 (37)	8,3 (5,4)	25,0 (16,2)	-
Alegre	2 (2)	50,0 (50,0)	-	-
Castelo	4 (9)	25,0 (11,1)	-	-
Colatina	3 (4)	-	-	-
Governador Linderberg	5 (5)	-	-	-
Jaguaré	15 (22)	26,7 (22,7)	13,3 (9,1)	6,7 (9,1)
João Neiva	5 (5)	-	-	-
Laranja da Terra	5 (8)	40,0 (25,0)	20,0 (12,5)	-
Linhares	8 (11)	37,5 (36,4)	-	12,5 (9,1)
Marilândia	5 (5)	20,0 (20,0)	-	-
Muniz Freire	2 (2)	-	-	-
Pinheiros	2 (2)	-	-	-
São Gabriel da Palha	10 (12)	20,0 (25,0)	-	-
São Mateus	7 (10)	28,6 (30,0)	-	-
Sooretama	7 (36)	14,3 (8,3)	28,6 (41,7)	28,6 (38,9)
Vila Valério	18 (34)	33,3 (35,3)	11,1 (11,8)	11,1 (8,2)
Total	110 (204)			

Fonte: Adaptado de Barros et al. (2014).

Há de se considerar que, segundo Barros et al. (2014), *M. incognita*, com predomínio da raça 1, é a espécie de maior prevalência na maioria dos municípios capixabas e essa espécie ocorreu tanto pura quanto em mistura com *M. paranaensis*. A raça 1 de *M. incognita*, segundo Lima et al. (2015), apresenta menor fator de reprodução na maioria dos genótipos avaliados, quando comparada à raça 3 dessa espécie, o que talvez explicaria os diferentes níveis de agressividade observados em campo.

Por exemplo, observações de campo demonstram que há comportamento distinto do clone 12V em áreas infestadas com *M. paranaensis*. Geralmente, o clone desenvolve-se bem até atingir a fase produtiva, e os maiores danos à produtividade e a fisiologia observa-se depois da segunda colheita. O clone 13V (maturação tardia) apresenta desenvolvimento e produtividade compatíveis com a média esperada. No entanto, o clone 1V (maturação precoce) teve 75% de mortalidade de plantas na área experimental, até 550 dias após o plantio (LIMA, 2016).

Além do *Meloidogyne*, outros gêneros de fitonematoides foram detectados na rizosfera

de cafeeiro conilon no Espírito Santo, tais como *Rotylenchulus*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Mesocriconema*, *Xiphinema* e *Aphelenchus*, mas não foram associados danos a essas espécies (BARROS et al., 2014).

Alguns desses gêneros também foram detectados em levantamento realizado no Estado de Rondônia, outro importante produtor nacional de café conilon. Santiago, et al. (2005) detectaram a presença dos gêneros (*Aphelenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Aphelenchoides*, *Xiphinema*, *Helicotylenchus* e *Tylenchus*). As espécies dos gêneros *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Meloidogyne* e *Pratylenchus* apresentaram índices de incidência de 69,2%, 53,8%, 53,8% e 46,1% respectivamente, nos municípios avaliados. Levantamento mais recente nesse estado, realizado em 21 municípios (Alta Floresta, Alto Alegre dos Parecis, Alto Paraíso, Buritis, Cacoal, Espigão do Oeste, Ji-Paraná, Machadinho D'Oeste, Ministro Andreazza, Nova Brasilândia, Novo Horizonte D'Oeste, Ouro Preto do Oeste, Parecis, Pimenta Bueno, Porto Velho, Primavera de Rondônia, Rolim de Moura, Santa Luzia, São Felipe D'Oeste e Vale do Paraíso)

detectou *M. incognita*, *M. exigua*, e na amostra de solo *M. javanica* (MATOS et al., 2015).

Diante das informações disponíveis, observa-se que os clones atuais de alta produtividade não apresentam fontes de resistência a *M. incognita* raça 3 e mais de 60% não apresentaram resistência a *M. paranaensis*. Sendo *C. canephora* uma espécie

perene e considerando que ainda se desconhece a tolerância desses clones, qualquer fator de reprodução acima de um torna-se um risco ao capital investido para implantação e condução da cultura. Na implantação, pode ocorrer, como já observado no campo, a morte das mudas clonais e a necessidade de replantio. Na condução da lavoura, o investimento aumenta, pois o parasitismo

**Tabela 5.** Fator de reprodução de *Meloidogyne paranaensis*, *M. incognita* e *M. exigua* e reação de genótipos de cafeeiros a essas espécies

Genótipo	<i>M. paranaensis</i>		<i>M. incognita</i> raça 3		<i>M. incognita</i> raça 1		<i>M. exigua</i> virulento		<i>M. exigua</i> avirulento	
	FR (R)		FR (R)		FR (R)		FR (R)		FR (R)	
Catuá IAC 81	29,33	(S)	111,8	(S)	30,83	(S)	78,92	(S)	53,4	(S)
Clone 1V*	15,45	(S)	34,0	(S)	13,8	(S)	0,84	(HR)	0,82	(HR)
Clone 2V*	0,25	(HR)	4,08	(S)	0,68	(HR)	0,02	(HR)	0,0	(I)
Clone 3V*	0,6	(HR)	6,35	(S)	0,78	(HR)	20,93	(S)	0,08	(HR)
Clone 4V*	7,96	(S)	10,01	(S)	11,18	(S)	0,02	(HR)	0,07	(HR)
Clone 5V*	8,23	(S)	6,31	(S)	2,38	(S)	0,02	(HR)	0,05	(HR)
Clone 6V*	0,20	(HR)	2,0	(MR)	0,01	(HR)	10,7	(S)	0,0	(I)
Clone 7V*	0,61	(HR)	10,61	(S)	1,01	(MR)	0,0	(HR)	0,0	(I)
Clone 8V*	2,3	(MR)	2,48	(MR)	0,28	(HR)	1,07	(MR)	0,03	(HR)
Clone 9V*	1,35	(MR)	5,76	(S)	2,35	(S)	0,02	(HR)	0,06	(HR)
Clone 10V*	8,41	(S)	9,95	(S)	4,88	(S)	7,05	(S)	3,82	(MR)
Clone 11V*	1,53	(MR)	7,73	(S)	5,1	(S)	0,05	(HR)	0,18	(HR)
Clone 12V*	7,38	(S)	16,28	(S)	1,53	(S)	0,84	(HR)	0,4	(HR)
Clone 13V*	0,35	(HR)	6,20	(S)	0,71	(HR)	2,45	(MR)	1,44	(MR)
Clone 14	0,51	(HR)	0,26	(HR)	0,04	(HR)	0,04	(HR)	0,0	(I)
Clone 22	15,06	(S)	5,10	(S)	12,05	(S)	7,9	(S)	0,08	(HR)
Clone 109 A	16,64	(S)	35,76	(S)	39,66	(S)	0,02	(HR)	0,01	(HR)
Clone 120	4,13	(S)	16,32	(S)	16,0	(S)	0,04	(HR)	0,01	(HR)
ES N2010 – 01	2,19	(MR)	21,35	(S)	9,81	(S)	0,02	(HR)	0,0	(HR)
ES N2010 – 02	1,91	(MR)	13,5	(S)	13,19	(S)	0,04	(HR)	0,01	(HR)
ES N2010 – 03	2,19	(MR)	37,16	(S)	4,60	(MR)	0,02	(HR)	0,0	(HR)
ES N2010 – 04	0,0	(HR)	2,29	(MR)	0,0	(HR)	0,02	(HR)	0,0	(HR)
ES N2010 – 05	2,32	(MR)	6,91	(S)	11,29	(S)	0,27	(HR)	0,0	(HR)
ES N2010 – 06	3,85	(S)	12,65	(S)	38,82	(S)	0,0	(HR)	0,03	(HR)
ES N2010 – 07	5,88	(S)	49,96	(S)	16,51	(S)	0,0	(HR)	0,01	(HR)
ES N2010 – 08	11,88	(S)	50,52	(S)	37,16	(S)	0,08	(HR)	0,03	(HR)
ES N2010 – 09	11,75	(S)	27,36	(S)	31,1	(S)	5,13	(MR)	23,73	(S)
ES N2010 – 10	8,47	(S)	10,84	(S)	47,83	(S)	0,26	(HR)	0,11	(HR)
ES N2010 – 11	2,04	(MR)	50,83	(S)	59,24	(S)	0,01	(HR)	0,03	(HR)
ES N2010 – 12	13,96	(S)	38,71	(S)	22,67	(S)	0,15	(HR)	0,01	(HR)
ES N2010 – 13	0,39	(HR)	17,38	(S)	4,84	(MR)	0,0	(HR)	0,0	(HR)

Fonte: Adaptado de Lima et al. (2015).

(FR)= Fator de reprodução (população final/10.000 ovos de *Meloidogyne*); (R)= Reações de resistência: (HR)= Altamente resistente; (MR)= Moderadamente resistente; e (S)= Suscetível.

\*Clones pertencentes à variedade 'Vitória Incaper 8142'.



compromete o sistema radicular e trás consigo efeitos indiretos, como redução da eficiência na absorção e condução de nutrientes e água, além de possíveis distúrbios resultantes de condições adversas do ambiente – há de se considerar que a maior área de conilon plantada no Estado do Espírito Santo encontra-se em regiões sujeitas a *deficit hídrico*.

Em condições controladas, foi possível dimensionar esse risco. Utilizou-se o clone 12V (suscetível) e o clone 14 (resistente) a *M. paranaensis*. Nesses materiais, inocularam-se três concentrações de 0; 5.000 e 50.000 ovos/vasos de 14 L. O clone suscetível 12V apresentou uma redução de 60% na matéria seca da parte aérea (Figura 15A) e de 40% na matéria seca dos sistemas radiculares (15-B e D). O clone 14, por sua vez, não apresentou diferenças significativas entre os níveis de inóculo, confirmando a resistência informada por Lima et al. (2015) (Figura 16).

### Sintomatologia

Esta parte irá focar o gênero *Meloidogyne*. Das mais

de 17 espécies que parasitam cafeeiro no mundo, cinco ocorrem nos cafezais brasileiros: *M. coffeicola*, *M. exigua*, *M. hapla*, *M. incognita* e *M. paranaensis*. Entre elas, destacam-se *M. exigua*, por ocorrer em praticamente todas as regiões produtoras de café arábica, além de *M. incognita* e *M. paranaensis* por ocasionar os maiores prejuízos tanto em *C. arabica* quanto em *C. canephora* (CAMPOS; VILLAIN, 2005). Para esse gênero, de nematoides, os sintomas podem-se classificar pela interação (nematóide/planta) em sintomas reflexos ou indiretos (observados na parte aérea) e sintomas diretos ou típicos (observados no sistema radicular).

**Sistema radicular** - Na interação *Meloidogyne* spp. e no gênero *Coffea*, a estrutura interna da raiz é sempre modificada no local de alimentação do parasito, com a formação de células gigantes, que são adaptações celulares altamente especializadas, induzidas e mantidas pelo nematóide (BIRD, 1974). Segundo Endo (1971), uma das primeiras respostas das plantas hospedeiras aos nematoides do gênero *Meloidogyne* é a formação de galhas em suas raízes. Porém, nem todas as espécies desenvolvem



**Figura 15.** Desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular do clone 12V (suscetível) 420 dias após a inoculação com *Meloidogyne paranaensis*. Desenvolvimento da parte aérea, da esquerda para a direita PI = 0; 5.000 e 50.000 (A); sistema radicular sem inoculação (B); sistema radicular com PI = 5.000 (C); e sistema radicular PI = 50.000 ovos/vaso (D).



**Figura 16.** Desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular do clone 14 (resistente) 420 dias após a inoculação com *Meloidogyne paranaensis*. Desenvolvimento da parte aérea, da esquerda para a direita PI = 0; 5.000 e 50.000 (A); sistema radicular sem inoculação (B); sistema radicular com PI = 5.000 (C); e sistema radicular PI = 50.000 ovos/vaso (D).

galhas pronunciadas no cafeeiro. Na interação de *M. incognita* e *M. paranaensis* com o cafeeiro conilon, observam-se os mesmos sintomas que aqueles exibidos quando esses parasitos interagem com *C. arabica*. Por exemplo, o clone 12V da cultivar 'Vitória Incaper 8142', quando parasitado por *M. incognita* ou *M. paranaensis*, apresenta as deformações radiculares, como os engrossamentos (Figuras 17A e B), principalmente nas raízes mais velhas e lignificadas (Figuras 17C a F), intercalando engrossamentos com partes sadias (Figura 17G). Rachaduras, fendilhamentos e escamações com descolamento dos tecidos corticais (descorticamento) podem também ser observados (Figura 17C) além da redução no sistema radicular.

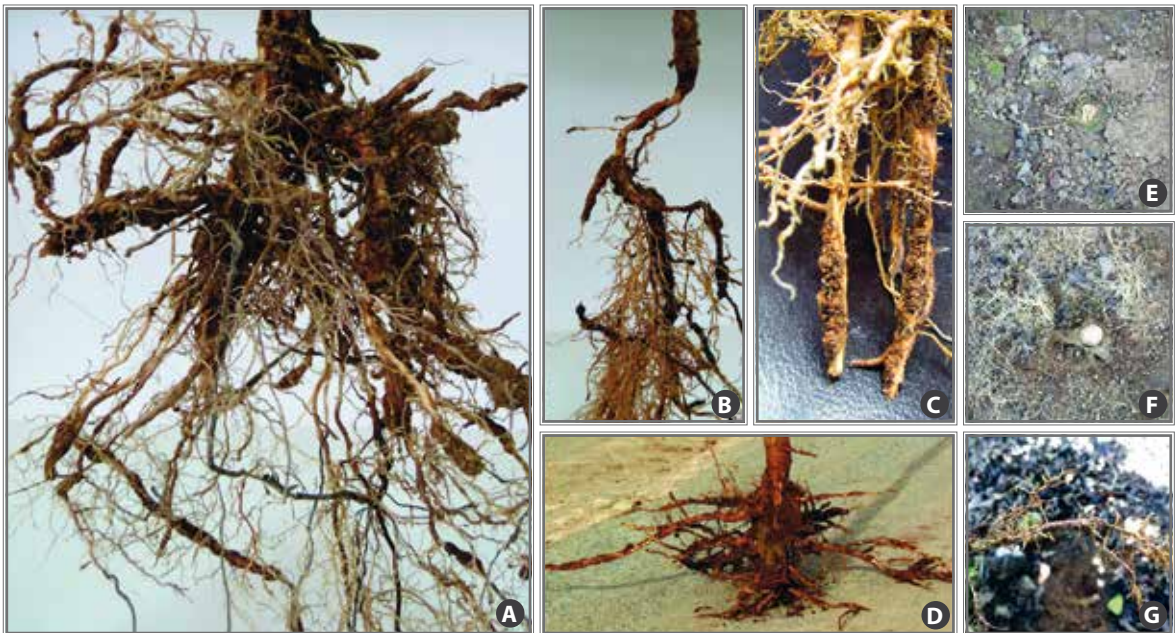
### Sintomas na parte aérea

Em experimentos de campo instalado em 2010 no Município de Sooretama/ES, em solo argiloso naturalmente infestado com *M. paranaensis*, é observada murcha nas horas mais quentes do dia, nos clones suscetíveis. No Estado do Espírito Santo,

há apenas constatações de danos causados por *M. incognita* e *M. paranaensis* e ambos são similares no cafeeiro conilon. Esses sintomas ocorrem em reboleiras (Figura 18A), e observa-se o declínio das plantas e queda prematura das folhas e da produção, assim como aspectos de deficiências minerais nas plantas (Figuras 18C e D). Os sintomas são mais frequentemente observados com maior severidade na fase de enchimento e maturação dos frutos, ou seja, do meio para o final do ciclo produtivo.

Devido à reduzida quantidade de folhas nos ramos plagiotrópicos produtivos e vegetativos ou à sua queda prematura, há exposição precoce dos frutos à radiação ocasionando escaldaduras e a planta tende a reduzir o ciclo produtivo com o amadurecimento precoce dos frutos (Figuras 18B e D). Esses frutos, após o beneficiamento, apresentam elevada quantidade de grãos classificados como boia, pretos ou secos (LIMA, 2016). Esses frutos, quando ficam aderidos às rosetas, tendem a secar do ápice para a base do ramo plagiotrópico (Figura 18B).





**Figura 17.** Sintomas da interação *Meloidogyne paranaensis* e raízes de cafeeiro conilon, clone 12V. Sistema radicular com deformações e engrossamento em raízes de diferentes espessuras (A e B); rachaduras e fendilhamento nas raízes mais grossas e lignificadas (C); raiz do cafeeiro com 3,5 anos de plantio parasitada e com ausência de raízes adventícias (D); vista superior de solo infestado com *M. paranaensis* apresentando ausência de raízes absorventes ao centro, caule de cafeeiro recepado 450 dias após a inoculação (E); vista superior de solo desinfestado apresentando raízes absorventes superficiais (F); engrossamento nas raízes mais superficiais do cafeeiro (G).



**Figura 18.** Sintomas indiretos do parasitismo *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro conilon, clone 12V, com 42 meses de plantio. Vista geral da área com reboladeiras apresentando plantas mortas ou depauperadas e subdesenvolvidas (A); queda prematura das folhas e exposição dos frutos à radiação solar provocando escaldadura (B); planta podada com emissão de poucos ramos ortotrópicos e sua morte (C); morte de planta na fase de enchimento de fruto (D).

Observa-se que clones suscetíveis que apresentam por dois ciclos produtivos quantidades elevadas de juvenis de segundo estágio (J2) no solo se tornam fracos, depauperados e chegaram a morrer após a

colheita ou a poda programada. Geralmente, depois da poda, os brotos que serão os ramos ortotrópicos são menos vigorosos que o esperado e tendem a secar com o tempo (Figura 18C).

Em áreas capixabas, onde as lavouras e, ou talhões atacados tornam-se gradativamente anti-econômicos, ocorre a erradicação das plantas, as quais geralmente são substituídas por outras culturas ou outros clones.

### Manejo e controle

A prática de pousio emprega dois princípios de controle, ou seja, morte do nematoide por fome (uma vez que os nematoides são fitoparasitos obrigatórios) e morte por dessecação ou aquecimento (quando se faz o revolvimento do solo). Devido às características agrárias da cafeicultura do conilon (pequenas e médias propriedades) e por ela ser praticada de forma intensiva, o uso de vazio sanitário da área ou pousio como a principal tática para suprimir nematoides das galhas é pouco praticada. A falta de renda em áreas em pousio é um dos principais pontos negativos, juntamente com as despesas frequentes e necessárias associadas com o controle de plantas daninhas hospedeiras de fitomatoides.

Assim como o pousio, rotação de culturas, que é uma prática comprovadamente bem-sucedida em cultivos anuais, é, possivelmente, pouco prática quando aplicada em culturas perenes. Assim, é quase consensual que o controle de fitonematoides, mais especificamente *Meloidogyne* spp., em um sistema de cultura perene, como por exemplo o cafeeiro conilon, é mais desafiador e difícil do que em cultivo anual. Em cafeeiro arábica, algum sucesso foi observado com uso da rotação na supressão de populações de *M. exigua* e *M. coffeicola*, não observado em *M. incognita* ou *M. paranaensis*, importantes espécies para cafeeiro conilon (CARNEIRO, R. M. D. G., 1982; ALMEIDA; CAMPOS, 1991; CARNEIRO, R. G.; CAMPOS; VILLAIN, 2005).

O emprego irrestrito de nematicida como principal forma de controle de fitonematoides também é desaconselhável, pois comumente não reflete em efeito positivo para o cafeeiro. Ademais, os nematicidas disponíveis no mercado estão progressivamente com uso restrito e não se enquadram mais nos padrões de sustentabilidade ambiental. No entanto, desde que empregado de forma correta e não exclusiva, o uso dessa ferramenta química, em algumas situações, se faz necessária. Mas há a necessidade de se adaptar à

tecnologia de aplicação para o cafeeiro conilon, uma vez que a cultura está cada vez mais tecnificada. Por exemplo, o ciclo produtivo, a necessidade do uso de sistema de irrigação e os tratos culturais (poda) são completamente distintos do cafeeiro arábica, de onde se importou a recomendação de aplicação.

Indiscutivelmente, o uso de cultivares/clones resistentes é a melhor opção para o convívio com fitonematoides, sendo a opção mais barata e segura em alternativa ao emprego irrestrito de nematicida.

Em alguns clones ou populações de *C. canephora*, são detectados genes de resistência a diversos gêneros de fitonematoides. Fato que o mistifica e, de certo modo, dá a impressão errônea de que todas as progênies oriundas de *C. canephora* são resistentes a quaisquer fitonematoide, o que atualmente não é observado nos principais clones comerciais.

A versatilidade de *C. canephora* na cafeicultura nacional, com foco no manejo dos nematoides, está registrada há décadas nas diversas pesquisas bem-sucedidas em aéreas de *C. arabica*, com uso, por exemplo, de porta-enxerto 'Apoatã IAC 2258' (FAZUOLI, 2004; GONÇALVES et al., 2004). Por anos, áreas aptas ao cultivo de *C. arabica* era limitada ao plantio devido à presença de *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis* no solo. Mas a enxertia hipocotiledonar de *C. arabica* sobre *C. canephora* (Figura 19A) amenizou essa ameaça e foi e é o meio mais econômico de produção (CAMPOS; VILLAIN, 2005). Os custos de produção associados ao uso da enxertia hipocotiledonar seguramente são acrescidos, mas os resultados econômicos advindos do uso dessa técnica compensam o investimento.

Assim sendo, o 'Apoatã IAC 2258', seguramente, é a cultivar de *C. canephora* de maior relevância desenvolvido no Brasil visando à resistência a fitonematoides, mas na América Latina, a variedade de porta-enxertos Nemaya (desenvolvida com resistência a *P. coffeae* e *Meloidogyne* spp.) também apresenta bons resultados e é recomendada (ANZUETO; BERTRAND; SARAH, 2001).

No Brasil, em campos infestados com *M. incognita* raça 1, o cafeeiro arábica 'Mundo Novo' enxertado sobre variedade porta-enxerto 'Apoatã IAC 2258' rendeu 3,6 vezes mais do que plantas não enxertadas (COSTA; GONÇALVES, FAZUOLI, 1991). Embora o uso dessa cultivar seja recomendado para áreas



infestadas com *Meloidogyne*, observa-se que, nas altitudes e latitudes onde o café arábica é cultivado, esse porta-enxertos pode encontrar problemas de crescimento relacionados a baixas temperaturas que são refletidos na redução do rendimento em comparação com plantas não enxertadas (BERTRAND; ETIENE; ESKE, 2001), e talvez o fato mais importante é que esse material seminal pode apresentar segregação para resistência a algumas espécies de *Meloidogyne* e suscetibilidade e intolerância a *Pratylenchus brachyurus* - teste em condições controladas (OLIVEIRA, 1996) e *P. coffeae* (OLIVEIRA et al., 1999; TOMAZINI, 2003).

No Brasil, ao contrário do observado na Indonésia por (TORUAN-MATHIUS; PANCORO; SUDARMADJI, 1995), ainda não há danos significativos decorrentes de *Pratylenchus* (nematóide das lesões radiculares) em conilon. Fontes de resistência a esse nematóide foram detectadas em germoplasma de *C. canephora* desde a década de 60 (REYNA, 1968). Na Guatemala, em ensaio de campo utilizando porta-enxerto de *C. canephora* de polinização livre, obteve-se uma redução de 80% na população de *Pratylenchus*, nas plantas enxertadas que resultou em um aumento de três vezes na produtividade (VILLAIN; MOLINA; SIERRA, 2000; VILLAIN et al., 2001). Na Ásia, a prática da enxertia de cafeeiro arábica sobre *C. canephora* resistente a *P. coffeae* também é aplicada há décadas, assim como em

plantios de *C. canephora*.

Nas áreas próprias ao plantio de café conilon infestadas com *Meloidogyne*, pode-se optar por plantar clones resistentes ou utilizar porta-enxerto resistente (Figura 19B). Testes iniciais indicam o clone 14 como uma opção de porta-enxerto, haja vista que esse clone apresenta resistência às principais espécies de *Meloidogyne* e tolerância ao déficit hídrico (LIMA et al., 2015). Por se tratar de um material clonal, os riscos de segregação são reduzidos e adaptabilidade às condições ambientais também não são fatores limitantes.

Experimento em campo naturalmente infestado com *M. paranaensis*, no Município de Sooretama/ES, iniciado em 2010, onde os 13 clones da variedade 'Vitória Incaper 8142' foram enxertados (técnica fenda cheia) sobre o clone 14, vem demonstrando a compatibilidade entre os clones e apresentando excelente índices de desenvolvimento e produtividade (LIMA, 2016) (Figura 20).

Com a expansão da área de cultivo de conilon, alavancada pela demanda do grão e da já constatada agressividade de algumas espécies de nematoides a esse cafeeiro, fazem-se necessárias pesquisas direcionadas e os programas de melhoramento de conilon devem manter o foco também na seleção de clones ou variedades resistentes a fitonematoides, seja para utilizar como porta-enxerto ou para



**Figura 19.** Mudas enxertadas para plantio em área infestada com *Meloidogyne*. Enxertia hipocotiledonar em cafeeiro arábica, variedade Catuai 144 (seta superior), enxertado sobre *Coffea canephora*, variedade Apoatã IAC 2258 (seta inferior) (A); enxertia de clone 12V (seta superior) sobre clone 14 (seta inferior), em cafeeiro conilon (B).

**Foto:** 19A - Enivaldo Marinho Pereira.



**Figura 20.** Experimento do uso do clone 14 como porta-enxerto em conilon. Área com solo infestado com *M. paranaensis* e clone 48 meses de plantio depauperado decorrente do comprometimento do seu sistema radicular (A); mesma área com plantio de clones suscetíveis enxertados sobre o clone 14 (resistente a *M. paranaensis*) (B).

compor variedades clonais resistentes. Tal esforço garantirá uma maior segurança e sustentabilidade ao sistema produtivo da cafeicultura de conilon.

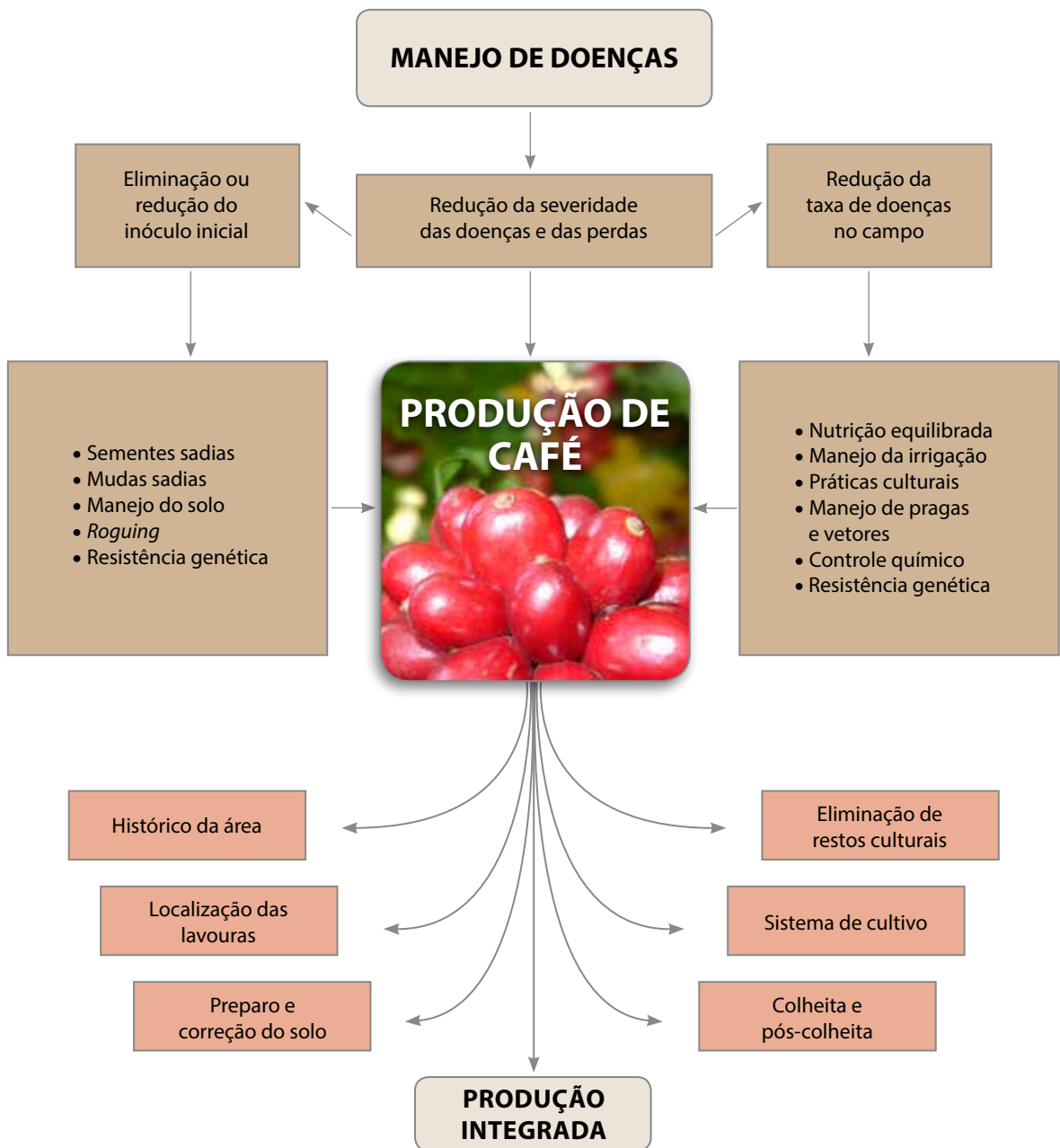
### 3.3 OUTRAS DOENÇAS RADICULARES

Fungos do gênero *Fusarium* têm sido relatados associados a lesões no sistema radicular e colo de plantas de café, principalmente em viveiros. Embora fungos do gênero *Fusarium* sejam isolados com frequência de ramos e pedúnculos de frutos em condições de campo, em café arábica, não se tem associado a sua presença com doença de importância econômica para o café conilon no Espírito Santo. Nos frutos, principalmente em “cerejas”, ou quando sofrem danos mecânicos, têm sido isolados frequentemente fungos do gênero *Fusarium*, com destaque para *F. equiseti*, *F. lateritium* e *F. oxysporum*.

*Rhizoctonia solani* Kuhn, na fase sexuada (telomorfa) de *Thanatephorus cucumeris*, causa a podridão-de-colo, tombamento ou perna-preta nas mudas em viveiros, principalmente em plântulas pré-emergentes até à fase de “palito-de-fósforo” e “orelha-de-onça”, estando diretamente associada às condições favoráveis para o fungo. A infecção do fungo pode “roletar” a haste da muda, causando a murcha e tombamento das plantas. Nos tecidos doentes, observa-se o micélio do fungo e pode ocorrer a presença de escleródios.

O fungo pode causar lesões no colo, além de infectar as plantas até aproximadamente um ano após o transplante, ocorrendo frequentemente o estagnamento no limite superior dessas lesões, com a formação de tecido cicatricial devido ao acúmulo da seiva descendente. As condições climáticas favoráveis são a chuva ou umidade > 90% e temperatura entre 18 °C e 28 °C. A irrigação por aspersão favorece a disseminação do patógeno nos viveiros. Os solos infestados são os responsáveis pela disseminação do fungo nos viveiros, razão pela qual deve-se evitar como substrato o terriço oriundo de mata ou aquele muito rico em materiais orgânicos não curtidos, para o enchimento das sacolas. O substrato recomendado é o solo proveniente do horizonte B de barranco, misturado com areia lavada na proporção de 3:1 e com composto bem curtido, ou aquisição de substratos específicos para a produção de mudas. Quando a doença ocorre nos viveiros, recomenda-se retirar as sacolas com as plantas doentes, como forma de reduzir o inóculo e a disseminação do patógeno.

Para o manejo das doenças radiculares causadas por fungos, deve-se utilizar na formação das mudas substrato isento de patógenos e a drenagem dos canteiros, enquanto que no campo deve-se evitar o plantio das mudas em áreas de derrubada de mata e com muita matéria orgânica ainda em fase de decomposição. Geralmente, recomenda-se aplicar calcário nas covas das plantas afetadas e deixar o solo em pousio (Figura 21).



**Figura 21.** Representação das principais táticas de manejo das doenças em café conilon que visam à eliminação do inóculo inicial e à redução da taxa de progresso das doenças no campo, atendendo à Produção Integrada de grãos com qualidade.

**Fonte:** Ventura et al. (2007).

#### 4 DOENÇAS ABIÓTICAS

No Estado do Espírito Santo, as doenças abióticas ocupam lugar de destaque, uma vez que um grande número de amostras encaminhadas aos laboratórios de fitopatologia do Incaper não têm um patógeno como agente etiológico. Entre essas doenças, os sintomas mais comuns no café conilon

são a seca de ramos e dos ponteiros, raízes tortas e enoveladas, afogamento do caule e deficiências nutricionais, principalmente de micronutrientes.

##### 4.1 MORTE-DAS-RAÍZES E SECA-DOS-RAMOS

A morte de raízes e seca dos ramos ou ponteiros *dieback* em café conilon têm sido amplamente



relatadas, principalmente em determinadas épocas do ano e em determinados clones, afetando a produtividade das lavouras e sua longevidade.

As causas associadas a esses sintomas podem ser várias, mas as que têm recebido mais atenção são a deficiência de nutrientes, deficiência hídrica, altas temperaturas, umidade excessiva do solo, ventos frios e a presença dos fungos *Colletotrichum* spp. e *Phoma* spp., estando também relacionados com os desequilíbrios hormonais e distúrbios na demanda e/ou disponibilidade de nutrientes para a produção de frutos, principalmente os fotoassimilados como os carboidratos (RENA; CARVALHO, 2003).

No cafeeiro conilon no Espírito Santo, sempre que se observa a seca-dos-ponteiros nas plantas, há evidências de condições climáticas desfavoráveis e alterações no sistema radicular das plantas.

Um dos componentes para o depauperamento das plantas é a predisposição genética que existe em algumas variedades e clones, que é acentuada pela interação do clima e solo associada ao esgotamento energético de alta carga de frutos, e à não disponibilidade de área foliar na planta suficiente para nutrir os frutos em desenvolvimento. Pesquisas têm mostrado que, para manter um fruto, a planta deve ter uma quantidade de carboidratos fornecidos em aproximadamente 20 cm<sup>2</sup> de folhas e ainda manter o crescimento normal das plantas (RENA; CARVALHO, 2003). A maior demanda desses carboidratos na planta ocorre no período de granação dos frutos (enchimento), que geralmente também ocorre nos meses em que a temperatura é mais elevada e há *deficit* hídrico (veranicos), o que leva a uma redução da fotossíntese. Há, contudo, a necessidade de pesquisas com cafeeiros conilon para conhecer detalhadamente a partição dos fotoassimilados e a quantificação da razão folha/fruto necessária ao bom desenvolvimento dos frutos, sem comprometer o crescimento e desenvolvimento das plantas, principalmente em clones precoces.

As características fotossintéticas do cafeeiro são de espécies adaptadas a ambientes sombreados, típicos das florestas no seu centro de origem. As folhas do cafeeiro que crescem na sombra são fotossinteticamente mais eficientes que aquelas que crescem em condições de pleno sol (RENA; CARVALHO, 2003).

A morte das raízes é um problema conhecido, desde a década de 1930, em que cafeeiros com alta carga de frutos podem apresentar seca-dos-ponteiros e que esta é precedida pela morte das raízes das plantas. Após um surto de seca-dos-ponteiros ocasionado por sobrecarga de frutos e a não regeneração das raízes absorventes, principalmente as mais profundas, o cafeeiro perde o equilíbrio morfofisiológico e a sua capacidade produtiva (RENA; CARVALHO, 2003).

A espécie *C. canephora* tem maior resistência às condições edafoclimáticas pela maior extensão e eficiência do seu sistema radicular, principalmente em relação à absorção de água e nutrientes, o qual chega a ser cerca de três a cinco vezes superior ao do *C. arabica* (RENA; MATA, 2002). No entanto, em alguns clones, o sistema radicular é bastante superficial, concentrando as raízes na camada superior do solo com profusão de raízes alimentadoras. Essas características são peculiares da origem dessa espécie que, na África, ocorre nas florestas onde, nas camadas superficiais do solo, existe uma grande quantidade de depósitos orgânicos formados pelas folhas e troncos das árvores. Estudos realizados em Linhares/ES, com conilon, mostraram que essas diferenças no sistema radicular, em comparação com o arábica, poderão estar relacionadas à variabilidade genética das plantas e às interações com o solo, clima e manejo da cultura (RENA; MATA, 2002).

São bastante importantes as relações entre a parte aérea e o sistema radicular das plantas, pois, na parte aérea, ocorre o metabolismo dos compostos orgânicos (carboidratos, aminoácidos, hormônios e vitaminas), e nas raízes a absorção e condução dos nutrientes minerais e da água, indispensáveis para o desenvolvimento das plantas, havendo assim a necessidade do equilíbrio entre a parte aérea e a massa de raízes nas plantas (Quadro 3). Vários fatores podem afetar essa relação, destacando-se como mais importantes a variabilidade genética das plantas, que pode ser mais acentuada pelo processo de formação das mudas, a produção de frutos e a disponibilidade de carboidratos, relacionada com a carga excessiva induzindo à seca-dos-ponteiros e morte descendente dos ramos. Cafeeiros com seca-dos-ponteiros geralmente apresentam baixas reservas de carboidratos, que ocorrem principalmente durante a fase de



granação dos frutos. A morte das raízes precede os sintomas da seca-dos-ponteiros na parte aérea das plantas e, se a regeneração das raízes não ocorrer, o cafeeiro perde o seu equilíbrio morfofisiológico normal, transformando-se numa planta de nutrição superficial, sendo afetada pelas variações climáticas, principalmente a deficiência hídrica e a absorção dos nutrientes (RENA; MATA, 2002).

**Quadro 3.** Fatores que predispoem o cafeeiro às principais doenças abióticas

Doenças	Fatores Predisponentes
<b>Grilo-dos-canteiros e Morte das raízes</b>	Deficiências nutricionais
	Deficiência hídrica
	Alta carga de frutos
	Ventos fortes e frios
	Ocorrência de doenças e pragas
	Problemas no sistema radicular

**Fonte:** Ventura et al. (2007).

A formação das mudas e o transplante podem exercer profundas modificações na estrutura e arquitetura das raízes do cafeeiro ocorrendo, geralmente, nas mudas de propagação assexuada o desenvolvimento de pivotante ramificada, com maior número de raízes secundárias axiais. Se a formação ocorrer em recipientes muito pequenos e neles permanecerem por muito tempo antes de serem transplantadas para as sacolas ou para o campo (mudas passadas), tem-se observado acentuadas deformações, que vão comprometer o desenvolvimento das plantas e a sua produção (Figuras 22A e B). No Município de Sooretama/ES, lavouras de café conilon com morte prematura de plantas evidenciaram, em diagnóstico realizado por Silveira et al. (1997), plantas cloróticas (amareladas), com seca-dos-ponteiros e grande desuniformidade no sistema radicular, com raízes estranguladas, o que certamente levavam ao impedimento da absorção de água e nutrientes pela planta (Figuras 22B, D e E). Essa formação anormal do sistema radicular evidencia de forma clara o problema no processo de produção de mudas usando tubetes de forma inadequada, no qual as raízes têm um direcionamento convergente, o que dificulta o crescimento daquelas que são secundárias (SILVEIRA et al., 1997). A redução na absorção de água e nutrientes aliada aos danos mecânicos nas raízes leva as plantas à morte, principalmente em

anos de grande carga de frutos (RENA; MATA, 2002). O uso de alguns agrotóxicos via solo também pode ter efeito no sistema radicular do cafeeiro induzindo a formação de raízes laterais (secundárias), podendo provocar posteriormente o desequilíbrio entre o sistema radicular e o metabolismo da parte aérea das plantas e os efeitos acima descritos, além de afetar o sistema biótico do solo, benéfico para as plantas.

## 5 DOENÇAS QUARENTENÁRIAS E AMEAÇAS EXTERNAS

### 5.1 ANTRACNOSE-DOS-FRUTOS-VERDES OU *COFFEE BERRY DISEASE* (CBD)

A antracnose-dos-frutos-verdes do cafeeiro é uma importante doença quarentenária para o Brasil, conhecida como *Coffee Berry Disease* (CBD), causada pelo fungo *Colletotrichum kahawae* J. M. Waller & P. D. Bridge, sendo responsável por perdas significativas na África (VÁRZEA et al., 2002).

A doença foi relatada pela primeira vez em 1922, no Quênia, e a sua ocorrência posteriormente foi confirmada em praticamente todos os países africanos produtores de café arábica, também acometendo *C. canephora* na República Centro-Africana. No continente americano, apesar das condições climáticas favoráveis, a doença ainda não foi confirmada, exigindo, assim, cuidados quarentenários em relação à entrada de material vegetal de café proveniente da África, onde as epidemias são severas.

O agente etiológico foi inicialmente descrito como *C. coffeanum*, o que gerou grande controvérsia já que nessa espécie podiam ocorrer isolados patogênicos e saprófitas do fungo. Essas condições têm levado alguns relatos da sua ocorrência, inclusive no Brasil, mas provavelmente confundido com as espécies de *C. gloeosporioides* e *C. acutatum*, frequentes nas condições tropicais. Vários estudos foram desenvolvidos nos últimos 70 anos usando características morfológicas e fisiológicas dos fungos isolados do cafeeiro, até que Waller et al., (1993), utilizando também a patogenicidade, fizeram uma proposta de alteração do nome do fungo para *C. kahawae*, que apresenta características bastante significativas (Quadro 4).



**Figura 22.** Raízes de plantas de café conilon, no campo, com desuniformidade no sistema radicular em função de erros no processo de produção em tubetes pequenos e transplantadas tardiamente. Convergência das raízes axiais e efeito mecânico (A); Estrangulamento do sistema radicular (B e D); Planta com clorose e seca-dos-ponteiros (C).

Estudos de biologia molecular usando a técnica de RFLP e mtDNA com isolados de *Colletotrichum* spp. de cafeeiros possibilitaram separar as espécies de *C. kahawae*, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum*, mas não foi possível verificar a existência de subpopulações em *C. kahawae*, apesar de que essa espécie é muito próxima de *C. gloeosporioides*, o que foi evidenciado por dados das sequências do

ITS do fungo (WALLER; BRIDGE, 2000; VÁRZEA et al., 2002).

Os sintomas do CBD em frutos verdes são lesões negras deprimidas, que podem ocorrer em qualquer parte do fruto, coalescê-lo e cobri-lo totalmente, na superfície do qual, em condições de alta umidade, desenvolvem-se massas de conídios de coloração rosada. Os frutos doentes

podem cair prematuramente ou ficar mumificados nos ramos (VÁRZEA et al., 2002). Em alguns casos, nos frutos verdes, podem formar-se lesões corticoides (*scab*), que podem ou não apresentar acérvulos do fungo. A suscetibilidade dos frutos ao CBD depende das condições climáticas favoráveis, que possibilitam geralmente a infecção entre a 8ª e a 12ª semana, a qual praticamente não ocorre após a 25ª semana, quando os frutos voltam a ser novamente infectados nas fases de pré-maturação e maturação (VÁRZEA et al., 2002).

**Quadro 4.** Características que possibilitam distinguir os isolados de *Colletotrichum kahawae* e de *Colletotrichum gloeosporioides* do cafeeiro

Característica	<i>Colletotrichum kahawae</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
Crescimento em meio extrato de malte a 25 °C	2-4 mm	3-6 mm
Crescimento médio/dia em meio extrato de malte a 30 °C	2 mm	12 mm
Utilização de citrato ou tartarato como fontes de carbono	Não utiliza	utiliza
Inoculação em frutos verdes de <i>C. arabica</i> cv. SL 28	Patogênico	Não patogênico
Inoculação em hipocótilos de plantas <i>C. arabica</i>	Patogênico	Não patogênico

**Fonte:** Waller et al. (1993) e Várzea et al. (2002).

## 5.2 TRAQUEIMICOSE OU MURCHA-DO-CAFEIEIRO

A traqueiomiose ou murcha-do-cafeeiro (*Coffee Wilt Disease* - CWD) foi notificada em 1927, na República Centro-Africana em *Coffea excelsa* e, posteriormente, entre 1937 e 1939, a doença disseminou-se em *C. canephora* e *C. liberica*, nas plantações de Camarões, Guiné, Costa do Marfim e República Democrática do Congo, onde mais de 40% das plantações foram infectadas (FRASELLE, 1950; SACCAS, 1951; LEPOINT; MUNAUT; MARHTE, 2005). A severidade da doença chegou a 90% nas plantações do Congo e, mais recentemente, em Uganda (1993) e na região do Lago Vitória, na Tanzânia (LEPOINT; MUNAUT; MARHTE, 2005).

A doença tem como agente etiológico o fungo *Gibberella xyloarioides strictu sensu* Heim & Saccas, com estágio anamórfico em *Fusarium xyloarioides*

Steyaert (TSHILENGE-DJIM; KALONJI-MBUYI; TSHILENGE-LUKANDA, 2011). No entanto, admite-se que exista um complexo de espécies biológicas e filogenéticas em *G. xyloarioides*, o que foi demonstrado em estudos de populações do fungo isoladas de *C. canephora* e *C. excelsa*, em diferentes países africanos, onde, pelo menos, três grupos foram distinguidos (LEPOINT; MUNAUT; MARHTE, 2005).

## 6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V. F.; CAMPOS, V. P. Alternância de culturas e sobrevivência de *Meloidogyne exigua* em áreas de cafezais infestados e erradicados. *Nematologia Brasileira*, v.15, n.1, p. 30-42, 1991.
- AKUTSU, M. *Relação de funções climáticas e bióticas com a taxa de infecção da ferrugem do cafeeiro (Hemileia vastatrix Berk. & Br.)*. Viçosa: UFV. 67p. Tese (Mestrado em Fitopatologia), Universidade Federal de Viçosa, 1981.
- ANDRADE, J. S.; TATAGIBA, J. da S.; VENTURA, J. A.; COSTA, H.; FERRÃO, M. A. G; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G. Avaliação da incidência e severidade da ferrugem em clones de café conilon em Linhares, ES. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 3, Porto Seguro, BA: 2003. *Anais...*, v.1, Brasília: Embrapa Café, p.189-190, 2003.
- ANZUETO, F.; BERTRAND, B.; SARAH, J. L. Resistance to *Meloidogyne incognita* in Ethiopian *Coffea arabica* accessions. *Euphytica*, v.118, p.1-8, 2001.
- AVESKAMP, M. M.; GRUYTER, J.; WOUDEBERG, H. H. C.; VERKLEY, G. J. M.; CROUS, P. W. Highlights of the *Didymellaceae*: a polyphasic approach to characterise *Phoma* and related pleosporalean genera. *Studies in Mycology*, Utrecht, v. 65, p.1-60, 2010.
- BARROS, A. F.; OLIVEIRA, R. D. L.; LIMA, I. M.; COUTINHO, R. R.; FERREIRA, A. O.; COSTA, A. Root-knot nematodes, a growing problem for Conilon coffee in Espírito Santo state, Brazil. *Crop Protection*, v. 55, p. 74-79, 2014.
- BELAN, L. L.; ALMEIDA, B. F.; JESUS JUNIOR, W. C.; MORAES, W. B. Influência do sombreamento sobre a intensidade da ferrugem em cafeeiro conilon/ Influence of shading on the intensity of rust in coffee conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 48, São Pedro, SP: SBF, 2015. *Anais...* São Pedro: SBF, 2015. CD-ROM, Res. 78.1



- BECKER-RATERINK, S. El sistema *Coffea* spp y *Hemileia vastatrix*. In: BECKER-RATERINK, S.; MORAES, W.B.C.; QUIJANO-RICO, M. *La roya del cafeto: conocimiento y control*. Eschborn: GTZ, p. 2-63, 1991.
- BERTRAND, B.; ETIENNE H.; ESKES A. B. Growth, production and bean quality of *Coffea Arabica* as affected by interspecific grafting: consequences for rootstock breeding. *Hort Sci.* v. 36, p. 269-273, 2001.
- BERTRAND, B.; ANZUETO, F.; PEÑA, M.; ANTHONY, F.; ESKES, A. B.; AGUILAR, G.; BOMPARD, E.; RAFINON, A. Comportement agronomique et résistance au principaux déprédateurs des lignées de Sarchimors et Catimors au Costa Rica. *Plante, Recherche, Développement*, v. 4, p. 312-321, 1997.
- BIRD, A. F. Plant response to root-knot nematode. *Annual Review of Phytopathology*, p. 69-85. 1974.
- BITANCOURT, A. A. A mancha anular, uma nova doença do cafeeiro. *O Biólogo*. São Paulo, SP: v. 4, p. 404-405, 1938.
- BITANCOURT, A. A. Lesões nas frutasa mancha anular do cafeeiro. *O Biólogo*. São Paulo, SP: v. 5, p. 53-54, 1939.
- CAMPOS, V. P.; VILLAIN, L. Nematodes parasites of coffee and cocoa. IN: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Eds.). *Plant Parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. 2. ed. Wallingford: CAB. p. 529-579, 2005.
- CAPUCHO, A. S. *Epidemiologia e resistência do cafeeiro Conilon à ferrugem*. Viçosa-MG: UFV, 2011 97f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade Federal de Viçosa. 2011.
- CAPUCHO, A. S.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; FREITAS, R. L.; HADDAD, F.; CAIXETA, E. T.; ZAMBOLIM, L. Identification of race XXXIII of *Hemileia vastatrix* associated with the resistance overcoming of *Coffea arabica* Catimor derivatives in Brazil. *Australasian Plant Disease Notes*, 2012.
- CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; CABRAL, P. G. C.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; CAIXETA, E. T. Climate favorability to leaf rust in Conilon coffee. *Australasian Plant Pathology*, v. 24., p. 511-514, 2013.
- CARNEIRO, R. G.; CARNEIRO, R. M. D. G. Seleção preliminar de plantas para rotação de culturas em áreas infestadas por *Meloidogyne incognita* nos anos de 1979 e 1980. *Nematologia Brasileira*, v. 6, p.141-148, 1982.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A. Distribution of *Meloidogyne* spp on coffee in Brazil: identification, characterization and intraspecific variability. CATIE/IRD. *Turrialba*: p. 43-48, 2000.
- CARVALHO, C. R.; FERNANDES, R. C.; CARVALHO, G. M. A.; BARRETO, R. W.; EVANS, H. C. Cryptosexuality and the genetic diversity paradox in coffee rust *Hemileia vastatrix*. *PLoS ONE*, v. 6, n.11, p.1-7, 2011.
- CHAGAS, C. M.; KITAJIMA, E. W.; RODRIGUES, J. C. V. Coffee ringspot virus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) in coffee. *Experimental and Applied Acarology*. The Netherlands, v. 30, p. 203-213, 2003.
- CHAVES, G. M.; CRUZ FILHO, J.; CARVALHO, M. G.; MATSUOKA, K.; COELHO, D. J.; SHIMOYA, C. A. Ferrugem do Cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) Revisão de literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil. *Seiva*, Viçosa, v. 30, Edição Especial, p.1-75, 1970.
- CHIACCHIO, F. B. P. *Identificação de raças fisiológicas de Hemileia vastatrix Berk. & Br. em material proveniente dos Estados da Bahia e do Espírito Santo*. 49 f. 1973. Tese (Mestrado em Fitopatologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG: 1973.
- CHILDERS, C. C.; RODRIGUES J. C. V.; WELBOURN, W. C. Host plants of *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus*, and *B. phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) and their potential involvement in the spread of viral diseases vectored by these mites. *Experimental and Applied Acarology*, v. 30, n. 1-2, p. 29-105, 2003.
- COSTA, W. M.; GONÇALVES, W.; FAZUOLI, L. C. Produção de café Mundo Novo em porta enxertos de *Coffea canephora* em áreas infestadas por *Meloidogyne incognita* raça 1. *Nematologia Brasileira*, v.15, p. 43-50, 1991.
- CRUZ FILHO, J.; CHAVES, G. M. *Calda viçosa no Controle da Ferrugem do Cafeeiro*. Viçosa, MG, Informe Técnico, Viçosa, v.6, n.51, p.1-22, 1985.
- DIAS, W. P.; LIBERATO, J. R.; COSTA, H. Nematóides associados ao cafeeiro no Estado do Espírito Santo. *Revista Ceres*, 43, n. 250, p. 808-812, 1996.
- ENDO, B. Y. Nematode induced syncytia (giant cell). Host parasite relationships of Heteroderidae. In: ZUCKERMAN, W. F & RHODE R. A. (Org.). *Plant Parasitic Nematodes*. v. 2, New York, Academic Press. p. 91-117, 1971.
- FAZUOLI, L. C. Melhoramento genético do cafeeiro. In: V Reunião Itinerante. Fitossanidade do Instituto Biológico. *Proceedings...* p. 2-28, 2004.
- FAZUOLI, L. C.; OLIVEIRA, A. C. B. de; TOMA-



- BRAGHINI, M.; SILVAROLLA, M. B. Identification and use of sources of durable resistance to coffee leaf rust at IAC. In: ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; VÁRZEA, V. M. P. (Eds.). *Durable resistance to coffee leaf rust*. Viçosa: UFV. p.137-185, 2005.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; LANI, J. A.; COSTA, A. N.; SILVA, J. G. F.; BENASSI, V. L. R. M.; VENTURA, J. A. *Como produzir café Conilon*. Viçosa: CPT, 2001. 102p.
- FERRÃO, R. G. et al., *Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. Vitória: Incaper, 2004. 60p. (Incaper. Circular técnica, 3).
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Cultivares de café Conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. *Café Conilon*. Vitória, ES: Incaper, p. 205-225, 2007.
- FRASELLE, J. V. Observations préliminaires sur une trachéomycose du *Coffea robusta*. *Bull. Agric. Congo Belge*, v. 41, p. 361-372, 1950.
- GALEANO, E. A. V.; BORGES, V. A. J.; OLIVEIRA, L. R.; FERRÃO, R. G. Consolidação das estatísticas agropecuárias de 2015 e previsão da produção agrícola para 2016. *Boletim da Conjuntura Agropecuária Capixaba*, Vitória, ES: v. 2, n. 5, p. 3-17, 2016.
- GARÇON, C. L. P.; ZAMBOLIM, L.; MIZUBUTI, E. S. G.; VALE, F. X. R. do; COSTA, H. Controle da ferrugem do cafeeiro com base no valor de severidade. *Fitopatologia Brasileira*, Fortaleza: v. 29, n. 5, p. 486-491, 2006.
- GONÇALVES, W.; RAMIRO, D. A.; GALLO, P. B.; GIOMO, G. S. Manejo de nematóides na cultura do cafeeiro. In: Reunião Intenerante de Fitossanidade do Instituto Biológico, Mococa-SP: IB/APTA, 2004. *Anais...* Mococa, SP: Instituto Biológico, p. 48-66, 2004.
- JULIATTI, F. C.; SILVA, S. A. Antracnose: *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. e outras espécies. *Manejo integrado de doenças na cafeicultura do cerrado*. Uberlândia: UFU, p. 37-50, 2001.
- LEITE JÚNIOR, R. P.; NUNES, L. M. Avanços nas pesquisas sobre *Xylella fastidiosa* do café no Brasil. In: ZAMBOLIM, L. *Produção integrada de café*. Viçosa: UFV, p. 87-101, 2003.
- LEPOINT, P. C. E.; MUNAUT, F. T. J.; MARHTE, H. M. *Gibberella xylarioides Sensu Lato* from *Coffea canephora*: a new mating population in the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 71, n.12, p. 8466-8471, 2005.
- LIMA, E. A.; FURLANETTO, C.; NICOLE, M.; GOMES, A. C.; ALMEIDA, M. R. A.; JUNIOR, A. J.; CORREA, V. R.; SALGADO, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; CARNEIRO, R. M. D. G. The Multi-Resistant Reaction of Drought-Tolerant Coffee-Conilon Clone 14 to *Meloidogyne* spp. and Late Hypersensitive-Like Response in *Coffea canephora*. *Phytopathology*, v. 123, 2015.
- LIMA, I. M. *Crescimento vegetativo, trocas gasosas e produtividade de clones de cafeeiro conilon suscetíveis e resistentes a Meloidogyne paranaensis e M. incognita*. 59 f. 2016. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2016.
- LIMA, I. M. ; CARNEIRO, R. M. D. G. ; MARTINS, M. V. V. Ocorrência de *Meloidogyne incognita* em café conilon. In: 27º CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 2007, *Anais...*, Goiânia, GO: v. 1, 2007.
- LORDELLO, L. G. E. Perdas causadas por nematóides. *Revista de Agricultura*. Piracicaba, SP: v. 51, n. 3, p. 222, 1976.
- LORDELLO, L. G. E.; HASHIZUME, H. Susceptibilidade da variedade Kouillou de *Coffea canephora* a um nematóide. *Revista de Agricultura*, Piracicaba: v. 46, n. 4, p.157-158, 1971.
- KIMANI, M.; LITTLE, T.; VOS, J. G. M. *Introduction to coffee management through discovery learning*. Nairobi: CABI Bioscience, 2002. 35p. (IPM source book).
- KITAJIMA, E. W.; CHAGAS, C. M.; RODRIGUES, J. C. V. Brevipalpus-transmitted plant virus and like diseases: reports of some recent cases and cytopathology. *Experimental and Applied Acarology*. The Netherlands, v. 30, p. 135-160, 2003.
- KOENNING, S. R.; OVERSTREET, C.; NOLING, J. W.; DONALD, P. A.; BECKER, J. O.; FORTNUM, B. A. Survey of crop losses in response to phytoparasitic nematodes in the United States for 1994. *Journal of Nematology*, v. 31, n. 4S, p. 587-618, 1999.
- KUSHALAPPA, A. C.; CHAVES, G. M. An analysis of the development of coffee rust in the field. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília: v. 5, p. 95-183, 1980.
- KUSHALAPPA A. C.; ESKES, A. B. Advances in coffee rust research. *Annual Review Phytopathology*, v. 27, p. 503-531, 1989.

- MAIA, T. A.; ZAMBOLIM, E. M.; CAPUCHO, A. S.; CAIXETA, E. T.; ZAMBOLIM, L. Caracterização molecular de três raças de *Hemileia vastatrix*. *Fitopatologia Brasileira*, Lavras: v. 31, n. Supl. p. 304, 2006.
- MANSK, Z.; MATIELLO, J. B. Ocorrência de mancha manteigosa em café "conilon" (*Coffea canephora*, Pierre) no estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 5, Campinas: IBC/GERCA, 1977. *Anais...* Campinas: IBC/GERCA, p. 172-173, 1977.
- MASABA, D.; WALLER, J. M. Coffee berry diseases: the current status. In: BAILEY, J. A.; JEGER, M. J. *Colletotrichum biology, pathology and control*. Oxon: CAB International, p. 237-249, 1992.
- MATIELLO, J. B. Novas condições de ocorrência da mancha anular do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE PESQUISAS CAFEIRAS, 14, Campinas, SP: IBC/GERCA, 1987. *Anais...* Campinas, SP: IBC/GERCA, p. 6, 1987.
- MATOS, S. I.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; FERNANDES, C. F.; FREIRE, T. C.; FONSECA, A. S.; ZEFERINO, D. M.; MARREIROS, J. A. A. Ocorrência de espécies de *Meloidogyne* em Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, Londrina, 32, *Anais...* Londrina: SBN, 2015.
- MENEGUIM, A. M.; KIMURA, L. A.; SIMÕES, H. C.; LEITE JR, R. P. Levantamento da fauna de homópteros em viveiros de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 1, Poços de Caldas-MG: 2000. *Resumos Expandidos...* Poços de Caldas: Embrapa/Epamig, p.1263-1267, 2000.
- MINEIRO, J. L. de C. Manejo do ácaro da mancha-anular do cafeeiro. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 10., 2004, Mococa, SP. *Anais...* Mococa, SP: Instituto Biológico, p. 67-84, 2004.
- MONTOYA, J. M. Biología de la mancha mantecosa en el Salvador. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO SOBRE CAFECULTURA, 2, Garnica, México: OEA/PROMECAFE/IICA, 1979. *Informes de conferencias, cursos y reuniones...* Garnica: OEA/ IICA/ PROMECAFE, p.132-138, 1979.
- OLIVEIRA, C. M. G. Efeito de densidades populacionais de *Pratylenchus brachyurus* no crescimento de plântulas de *Coffea arabica* cv. Mundo Novo e *C. canephora* cv. Apoatã. 26f. 1996. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP, Piracicaba. 1996.
- OLIVEIRA, C. M. G.; INOMOTO, M. M.; VIEIRA, A. M. C.; MONTEIRO, A. R. Efeito de densidades populacionais de *Pratylenchus brachyurus* no crescimento de plântulas de *Coffea arabica* cv. Mundo Novo e *C. canephora* cv. Apoatã. *Nematropica*, DeLeon Springs, Florida, v. 29, n. 2, p. 215-221, 1999.
- OLIVEIRA, R. D. L.; LIMA, I. M.; BARROS, A. F. Importância e diagnose do parasitismo de nematoides em cafeeiro Conilon. In: Laércio Zambolim. (Org.). *Tecnologias para produção do Café Conilon*. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, p. 65-82, 2009.
- REYNA EH La técnica de injerto hipocotiledonar del cafeito para le control de nematodos. *Café* 17:5-11, 1968.
- PARADELA FILHO, O.; PARADELA, A. L. O complexo *Colletotrichum*: cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Tecnologias de produção de café com qualidade*. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, p. 269-275, 2001. Cap. 8.
- PARADELA FILHO, O.; PARADELA, A. L.; THOMAZIELLO, R. A.; RIBEIRO, I. J. A.; SUGIMORI, M. H.; FAZUOLI, L. C. *O complexo Colletotrichum do cafeeiro*. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. (Boletim Técnico IAC, 191).
- REIS, P. R.; CHAGAS, S. J. R. Relação entre o ataque do ácaro-plano e da mancha-anular com indicadores da qualidade do café. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras: v. 25, n. 1, p. 72-76, 2001.
- REIS, P. R.; SOUZA, J. C. DE; SOUZA, E. DE O.; TEODORO, A. V. Distribuição espacial do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. v. 29, n. 1, p. 177-83, 2000.
- RENA, A. B.; CARVALHO, C. H. S. Causas abióticas da seca de ramos e morte de raízes em café. In: ZAMBOLIM, L. *Produção integrada de café*. Viçosa: UFV, p.197-222, 2003.
- RENA, A. B.; MATA, F. M. da. O sistema radicular do cafeeiro: morfologia e ecofisiologia. In: ZAMBOLIM, L. *O estado da arte de tecnologias na produção de café*. Viçosa-MG: UFV, p.11-92, 2002.
- SACCAS, A. M. Trachéomycose (carbunculariose) des *Coffea excelsa* neoarnoldiana et robusta en Oubangui-chari. *Agron. Tropical*, v. 6, p.453-506, 1951.
- SANTIAGO, V.; FERNANDES, C.F.; CASTRO, J. M.; SILVA, D. S. G.; FERRO, G. O.; COSTA, R. S. C.; NUNES, A. M. L. *Identificação de fitonematóides presentes*

- em cafeeiros de diferentes municípios do Estado de Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005 (Comunicado Técnico, 305).
- SERA, G. H.; ALTEIA, M. Z.; SERA, T.; PETEK, M. R.; ITO, D. S. Correlação entre a ocorrência de *Colletotrichum* spp. e outras características agrônomicas em cafeeiros. *Bragantia*, Campinas: v. 64, n. 3, p. 435-440, 2005.
- SILVA, A. D. A.; PINHO, D. B.; COSTA, H.; LOPES, U. P.; PEREIRA, O. L. First report of leaf spot caused by *Myrothecium roridum* on *Coffea canephora* in Brazil. *Plant Disease*, St. Paul, v. 98, n.11, p.1587, 2014.
- SILVA, D. G. *Levantamento de raças fisiológicas de Hemileia vastatrix e resistência de clones de Coffea canephora var. Conillon à ferrugem*. Viçosa: UFV, 67p. 2000. Tese (Doutorado em Fitopatologia), Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- SILVA, D. G.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; FONSECA, A. F. A. da; VALE, F. X. R. Identificação de raças fisiológicas de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. no Estado do Espírito Santo, Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, Poços de caldas, MG, 2000. *Resumos Expandidos...* Brasília: Embrapa Café, p.187-191, 2000.
- SILVA, M. C.; NICOLE, M.; GUERRA-GUIMARÃES, L.; RODRIGUES JUNIOR, C. J. Hypersensitive cell death and post-haustorial defense responses arrest the orange rust (*Hemileia vastatrix*) growth in resistant coffee leaves. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, St. Paul, v. 60, p.169-183, 2002.
- SILVEIRA, J. S. M. da; FERRÃO, R. G.; LANI, J. A.; COSTA, A. N. da; TATAGIBA, J. da S. *Laudo técnico*. Vitória: EMCAPA, 1997. 22 p. (Doc. Digitado)
- SOUZA, A. F.; COSTA, H.; MENDES, C.; FREITAS, R. L.; ZAMBOLIM, E. M.; JESUS JUNIOR, W. C. de; PEREIRA, O. L. First report of *Corynespora cassiicola* causing leaf and berry spots on *Coffea canephora* in Brazil. *Australasian Plant Disease Notes*, v. 4, p. 72-74, 2009.
- SREENIVASAPRASAD, S.; TALHINHAS, P. Genotypic and phenotypic diversity in *Colletotrichum acutatum*, a cosmopolitan pathogen causing anthracnose on a wide range of hosts. *Molecular Plant Pathology*, v. 6, p. 361-378, 2005.
- TALHINHAS, P.; RAMOS, P.; SREENIVASAPRASAD, S.; OLIVEIRA, H. *Colletotrichum acutatum*, uma espécie fitopatogênica cosmopolita causadora de antracnose em diversos hospedeiros. In: CUNHA, J. M. M. da. (Ed.). *A produção integrada e a qualidade e segurança alimentar*. v.1, Coimbra: IPC, p. 163-171, 2005.
- TATAGIBA, J. da S.; VENTURA, J. A.; COSTA, H.; FERRÃO, R. G.; MENDONÇA, L. F. Comportamento de clones de café conilon a doenças no Norte do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2, Vitória, ES: 2001. *Resumos...*2001. Vitória: Embrapa/Incaper, p. 76-77, 2001.
- TEIXEIRA, H.; MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Sobrevivência de *Cercospora coffeicola* em restos culturais de lavouras cafeeiras orgânicas e convencional. *Fitopatologia Brasileira*, Lavras: v. 31, n. supl., p.193, 2006.
- TOMAZINI, M. D. *Pratylenchus coffeae em cafeeiro: efeito de densidades populacionais do nematóide e teste com genótipos*. 41f. 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba. 2003.
- TORUAN-MATHIUS N.; PANCORO A.; SUDARMADJI, D. Root characteristics and molecular polymorphisms associated with resistance to *Pratylenchus coffeae* in robusta coffee. *Menara Perkebunan* 63: 43-51, 1995.
- TSHILENGE-DJIM, P.; KALONJI-MBUYI, A.; TSHILENGE-LUKANDA, L. Variability of pathogenicity in *Fusarium xylarioides* Steyaert: the causal agent of Coffee Wilt Disease. *American Journal of Experimental Agriculture*, v.1, n. 4, p. 306-319, 2011.
- VARGAS, E.; GONZÁLEZ, L. C. La mancha mantecosa del café causada por *Colletotrichum* spp. *Turrialba*, v. 22, n. 2, p.129-135, 1972.
- VÁRZEA, V. M. P.; MARQUES, D. V. Population variability of *Hemileia vastatrix* vs. coffee durable resistance. In: ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; VÁRZEA, V. M. P. (Eds.). *Durable resistance to coffee leaf rust*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 53-74, 2005.
- VARZÉA, V. M. P.; SILVA, M. do C. M. L.; RODRIGUES Jr, C. J. Resistência do cafeeiro à Antracnose-dos-frutos-verdes. In: ZAMBOLIM, L. *O estado da arte de tecnologias na produção de café*. Viçosa, MG: UFV, p. 321-368, 2002.
- VÁRZEA, V. M. P.; RODRIGUES Jr, C. J.; SILVA, M. C.; GOUVEIA, M.; MARQUES, D. V.; GUERRA-GUIMARÃES, L.; RIBEIRO, A. Resistência do cafeeiro à *Hemileia vastatrix*. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *O estado da arte de tecnologias na produção de café*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 297-320, 2002.
- VENTURA, J. A. Doenças. In: COSTA, E. B da.; SILVA,

- A. E. S. da; ANDRADE NETO, A. P. M. de; DAHER, F. de A. (Coord.). *Manual Técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória: SEAG, p. 82-89, 1995.
- VENTURA, J. A.; COSTA, H.; SANTANA, E. M.; MARTINS, M. V. V. Diagnósticos e manejo das doenças do cafeeiro conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Ed.). *Café Conilon*. Vitória, ES: Incaper, p. 452-497, 2007.
- VILLAIN, L.; MOLINA, A.; SIERRA, S. Effect of grafting and nematicide treatments on damage by root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) to *Coffea arabica* L. in Guatemala. *Nematropica*, v. 30, p. 87-100, 2000.
- VILLAIN, L.; MOLINA, A.; SIERRA, S.; DECAZY, B.; ANZUETO, F.; GUYOT, B.; PERRIOT, I. J.; SARAH, J. L. Evaluation of grafting and nematicide treatments for the management of a root lesion nematode, *Pratylenchus* sp., in *Coffea arabica* L. plantations in Guatemala. INTERNATIONAL SCIENTIFIQUE COLLOQUE COFFEE. *Proceedings...* (on CD), 2001.
- VOSSSEN, H. A. M. van der. State-of-the-art of developing durable resistance to biotrophic pathogens in crop plants, such as coffee leaf rust. In: ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; VÁRZEA, V. M. P. (Eds.). *Durable resistance to coffee leaf rust*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.1-29, 2005.
- ZAMBOLIM, L. Manejo de doenças. In: FONSECA, A. F. A. da; SAKIYMA, N. S.; BOREN, A. *Café Conilon: do plantio à colheita*. Viçosa: UFV. p.114-137, 2015.
- ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, Passo Fundo, v.1, p. 275-318, 1993.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, E. M. *Produção integrada do cafeeiro: manejo de doenças*. In: ZAMBOLIM, L. *Produção integrada de café*. Viçosa, MG: UFV, p. 443-508, 2003.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. M. Café (*Coffea arabica* L.) controle de doenças: 3.1 doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. *Controle de doenças de plantas: grandes culturas*, v.1. Viçosa, MG: UFV, p. 83-140, 1997.
- ZAMBOLIM, L. ; VALE, F. X. R. do; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. M. Manejo integrado das doenças do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Produção de café com qualidade*. Viçosa: UFV, p. 134-215, 1999a.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. M. Manejo Integrado das Doenças do Cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1, Viçosa, MG: UFV, 1999b. *Anais...* Viçosa, MG: UFV, p.134-215, 1999b.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; COSTA, H.; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. M. Epidemiologia e controle integrado da ferrugem do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *O estado da arte de tecnologias na produção de café*. Viçosa: UFV, p. 369-450, 2002.
- ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; VALE, F. X. R. do; PEREIRA, A. A.; SAKYAMA, N. S.; CAIXETA, E. T. Physiological races of *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. in Brazil – physiological variability, current situation and future prospects. In: ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; VÁRZEA, V. M. P. (Eds.). *Durable resistance to coffee leaf rust*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 75-98, 2005.
- WALLER, J. M.; BRIDGE, P. D. Recent advances in understanding Colletotrichum diseases of some tropical perennial crops. In: PRUSKY, D.; FREEMAN, S.; DICKMAN, B. *Colletotrichum host specificity pathology, and host-pathogen interaction*. St. Paul: APS Press, p. 337-345, 2000.
- WALLER, J. M.; BRIDGE, P. D.; BLACK, R.; HAKIZA, G. Characterization of the coffee berry disease pathogen, *Colletotrichum kahawae* sp. nov. *Mycological Research*, v. 97, p. 989-994, 1993.
- WELLS, J. M.; RAJU, B. C.; HUNG, H. Y.; WEISBURG, W. G.; MANDELCO-PAUL, L.; BRENNER, D. J. *Xylella fastidiosa* gen. Nov.sp.nov. Gram-negative, xylem-limited fastidious plant bactéria related to *Xanthomonas* spp. *International Journal of Systematic Bacteriology*, v. 37. p.136-114, 1987.
- YORINORI, M. A.; RIBAS, A. F.; LEITE Jr, R. P.; FUNADA, C. K. Associação de *Xylella fastidiosa* com espécies e híbridos interespecíficos de cafeeiro. In: Simpósio de pesquisa de cafés do Brasil, 1, Poços de Caldas-MG: Embrapa, 2000. *Resumos Expandidos...* Poços de Caldas: Embrapa/Epamig, p. 291-293, 2000.









# O Café Conilon em Sistemas Agroflorestais

Fabio Murilo DaMatta, Cláudio Pagotto Ronchi, Eduardo Ferreira Sales e João Batista Silva Araújo

## 1 INTRODUÇÃO

Entre as 124 espécies de *Coffea* descritas (DAVIS et al., 2011), *Coffea arabica* L. (café arábica) e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (café robusta) são as únicas com expressão econômica no mercado mundial. Nos últimos anos, a produção do café robusta vem aumentando, comparativamente, mais que a do arábica. Em 1985, cerca de 25% da produção mundial de café era derivada do robusta e, em 2012-2013, esse percentual elevou-se para cerca de 40%. No Brasil, e particularmente no Espírito Santo, a produção de café robusta é originária da variedade Kouillou, popularmente conhecida como Conilon.

Nativo de regiões tropicais da África, tanto o arábica como o robusta evoluíram como espécies lenhosas de sub-bosque. As primeiras plantações de café arábica foram, portanto, conduzidas sob sombreamento, por meio de consórcio com árvores de maior porte, com a finalidade de simular o *habitat* natural da cultura. Em muitas situações, entretanto, cafezais a pleno sol podem produzir mais que aqueles sombreados (FOURNIER, 1988; BEER et al., 1998). Como consequência, o sombreamento foi abandonado como uma prática cultural regular em muitas regiões do mundo. No Brasil, por exemplo, isso ocorreu a partir da década de 60 do século passado. Nessa mesma época, implantaram-se as primeiras lavouras comerciais de café conilon no Brasil, no Estado do Espírito Santo, sem a adoção de sombreamento.

A principal região produtora de conilon no Brasil se concentra no norte do Espírito Santo. Em boa parte dessa região, há expressivo *deficit* hídrico anual, que, aliado à distribuição irregular de chuvas,

promove um período seco, que se estende por aproximadamente cinco meses, coincidindo com a estação fria (SIAG, 2006). É comum, também, a ocorrência de veranicos associados a temperaturas que se aproximam de 40°C, podendo eventualmente ultrapassar esse patamar durante a fase crítica de enchimento de grãos, levando a quedas significativas na produtividade das lavouras naquela região, devido ao elevado grau de chochamento dos grãos. Ademais, os solos da região são rasos, de texturas predominantemente de média a arenosa, com baixa fertilidade natural e apresentam pequena capacidade de retenção da água (ATLAS..., 2008). Essas condições, aliadas à ocorrência de ventos fortes e à elevada taxa evapotranspiratória, impõem à cafeicultura a necessidade de utilização da irrigação, o que contribui para a elevação do custo de produção do café. Além disso, o desmatamento indiscriminado ocorrido nas últimas décadas tem desprotegido as encostas, favorecendo o processo de erosão e reduzindo a vazão dos rios nos períodos mais secos, o que leva, muitas vezes, à indisponibilidade de água para a irrigação.

Os fortes ventos nordeste e sudeste, que normalmente ocorrem no final do período da seca (agosto), têm proporcionado prejuízo intenso à cafeicultura do Espírito Santo. Nesse período, as lavouras não irrigadas, debilitadas pela colheita e poda e pelo longo período de *deficit* hídrico (abril a agosto) sofrem expressivo desfolhamento, tornando-se menos produtivas e longevas. Esses fatores, somados às frequentes oscilações do preço do café e à pressão da sociedade por uma cafeicultura mais sustentável, têm redirecionado a visão do cafeicultor

quanto à condução de sua lavoura, principalmente para os aspectos relacionados à utilização de espécies perenes que possam ser consorciadas com o café, visando-se ao aumento da rentabilidade por área cultivada e à minimização dos efeitos adversos do clima (particularmente seca, altas temperaturas e ventos) sobre a lavoura. Nesse contexto, na região de plantio de café conilon, no norte do Espírito Santo, o cultivo consorciado tem-se tornado uma prática cada vez mais comum. Consórcios de conilon com fruteiras (mamoieiro e coqueiro), com espécies florestais de alto valor econômico de sua madeira (cedro-australiano e teca) e com seringueira têm sido praticados desde a década de 80 do século passado. Registre-se que o café é uma mercadoria bastante vulnerável às flutuações de preço no mercado internacional, e seguramente a diversificação é uma estratégia para manter ou melhorar o equilíbrio econômico da propriedade.

Até há pouco tempo, o conilon era considerado um “café marginal”, que, aliado à pequena quantidade produzida, não contava com o mesmo nível de tecnologia desenvolvida para o arábica. Portanto, grande parte das informações de pesquisas hoje disponíveis ainda dizem respeito ao café arábica. Neste capítulo, algumas informações sobre esse café, presumivelmente extrapoláveis para o conilon, são utilizadas, procurando-se, sempre que possível, inserir resultados originalmente obtidos com o conilon. Procurou-se fornecer subsídios ao técnico e ao cafeicultor para a tomada de decisões mais fundamentadas sobre a adoção de sistemas agroflorestais como uma alternativa promissora à monocultura do café conilon.

## 2 CONSÓRCIOS: SOMBREAMENTO, ARBORIZAÇÃO E SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Devido à sua origem em ambientes sombreados, o cafeeiro vem sendo tradicionalmente classificado como uma espécie tipicamente de sombra. Não obstante, deve haver, muito provavelmente, considerável variação genética dentro do gênero *Coffea* quanto à plasticidade ou adaptabilidade acerca das respostas do cafeeiro à intensidade da irradiância. Essa plasticidade parece ter sido explorada satisfatoriamente em programas de melhoramento e poderia explicar o sucesso da exploração econô-

mica de cafezais tanto à sombra como a pleno sol, conforme as características edafoclimáticas de uma determinada região e o nível tecnológico do produtor. No Brasil, por exemplo, as cultivares atualmente plantadas, tanto arábicas como robustas, foram selecionadas em ensaios de competição conduzidos a pleno sol e sob espaçamentos largos e, portanto, essas cultivares devem apresentar, potencialmente, adaptações a altas irradiâncias em extensão superior às de cultivares selecionadas para cultivos sombreados (DaMATTA; RENA, 2002; DaMATTA, 2004b).

No Espírito Santo, o cultivo do café conilon vinha sendo tradicionalmente feito sem a associação com outras culturas arbustivas ou arbóreas. Por outro lado, é bastante comum, especialmente em pequenas e médias propriedades, o plantio de culturas anuais entre as linhas do cafezal visando ao uso mais racional do solo durante a fase de formação da lavoura. Isso permite melhor nível de subsistência e a geração de renda adicional para o produtor, com conseqüente redução dos custos de implantação do cafezal. Não obstante, uma vez que a lavoura esteja formada, o consórcio do café com culturas anuais torna-se impraticável, pelo menos nos espaçamentos atualmente recomendados.

A associação de cafeeiros com outras árvores pode ser entendida como um consórcio de culturas perenes, mas recebe denominações diferentes, como “sistema agroflorestal” (SAF) ou “arborização do cafezal”. Os SAFs são formas de uso e manejo dos recursos naturais, nas quais espécies perenes (árvores, arbustos, palmáceas) são utilizadas em associação com cultivos agrícolas ou com animais no mesmo terreno, de maneira simultânea ou numa seqüência temporal (MONTAGNINI, 1992). Outras definições (DUBOIS; VIANA; ANDERSON, 1996) consideram que o SAF deve apresentar pelo menos uma espécie florestal e que a associação do cafeeiro com citros, bananeira ou cacauieiro seria meramente um consórcio de culturas agrícolas. A definição mais ampla de Montagnini (1992) permite considerar o consórcio do café conilon com coqueiro, por exemplo, como um SAF e uma melhor aproximação da realidade da cafeicultura no Espírito Santo, onde o café conilon pode ser encontrado em consórcio com espécies de interesse agrônomo.

O uso dos termos “árvores de sombra” ou “sombreamento do café” não permite um entendimento correto do SAF, em que o café está

inserido, ou pode causar um entendimento restrito somente ao aspecto sombreamento, *per se*. Por outro lado, o termo “cafezais em SAF *per se*”, empregado para indicar um sombreamento esparsos abrangendo uma cobertura aproximada de 20% a, no máximo, 50% do terreno, pode ser mais adequado, na medida em que outros objetivos, como produção de látex, frutas ou madeira, com as árvores associadas ao café, são também contemplados. O sombreamento do cafezal não seria, pois, o objetivo único, mas, nesse caso, a diversificação da produção assume, também, papel de destaque. O mesmo pode ser aplicado aos quebra-ventos, haja vista que as árvores interferem nos cafeeiros próximos, sombreando-os e, assim, reduzindo a queda de folhas e flores e a incidência de doenças, como *Phoma*, mas também podendo gerar produtos adicionais para o agricultor. Registre-se, no entanto, que o termo “sombreamento” é bastante usual, mesmo no meio técnico e será, pois, usado ao longo deste capítulo, mas num sentido mais amplo de SAF.

Em suma, a adoção de SAFs deve gerar um sombreamento moderado melhorando a sustentabilidade do ambiente e aumentando a estabilidade da produção do cafezal, seja pela atenuação de condições potencialmente estressantes e conseqüente esgotamento das lavouras a pleno sol, seja pelas condições microclimáticas mais apropriadas à produção, além de permitir ao produtor a obtenção de produtos outros afora o café.

### 3 ASPECTOS BIÓTICOS

A seleção adequada e o gerenciamento de espécies de sombra permanentes podem reduzir a necessidade de mão de obra para o controle de plantas daninhas de forma considerável. O sombreamento pode alterar a composição das espécies invasoras, permitindo a propagação de espécies menos agressivas (plantas daninhas de folhas largas), o que resulta em menor competição com os cafeeiros. Além disso, dados obtidos na Costa Rica demonstram que o crescimento de plantas daninhas em cafezais foi virtualmente eliminado sob mais de 40% de sombreamento homogêneo da lavoura. A economia resultante da redução quase absoluta nos custos de controle das plantas daninhas foi o dobro dos custos com a manutenção das árvores de sombra, podadas duas vezes ao ano (MUSCHLER, 1997).

Além de reduzir a incidência de plantas daninhas, o sombreamento reduz também a incidência de cercospora (*Cercospora coffeicola*), de *Phoma* e de bicho-mineiro (*Perileucoptera coffeella*), mas tem efeito oposto sobre a incidência da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) e da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) (BEER et al., 1998). Entretanto, esses autores mencionam que a sombra favorece a persistência de agentes de controle biológico, como *Beauveria bassiana* e a vespa parasita (*Cephalonomia stephanoderis*).

A manutenção de altos níveis de matéria orgânica no solo em SAFs ajuda a estabilizar as populações de nematoides (*Meloidogyne* e *Pratylenchus* spp.) abaixo do nível crítico para a cultura do café (ARAYA, 1994). Ao mesmo tempo, a redução de estresses ambientais, devido ao sombreamento, promove incremento na tolerância do cafeeiro a nematoides. Entretanto, a escolha errônea da espécie a ser utilizada para o sombreamento poderia resultar em efeito contrário, como se observa com *Inga* spp., que pode ser hospedeira alternativa para nematoides infestadores de cafeeiros (ZAMORA; SOTO, 1976).

Outro aspecto importante do sombreamento do café em SAFs reside no aumento da biodiversidade, na medida em que se preserva a alta diversidade de organismos, como pássaros, artrópodes, mamíferos e orquídeas (PERFECTO; VNDERMEER; PHILPOTT, 2014). Ademais, o uso de árvores no sequestro do carbono tem sido proposto como um meio para aumentar a renda dos cafeicultores (ALVARENGA; MARTINS, 2004), além de garantir-lhes vantagens mercadológicas, como a melhoria da sustentabilidade do ambiente e a produção de café orgânico ou certificado.

### 4 ASPECTOS EDÁFICOS

Em cafezais arborizados, há melhoria ou manutenção da fertilidade do solo via aumento na capacidade de reciclagem de nutrientes e adição de serrapilheira. A estabilidade da temperatura do solo concorre para menores perdas, por volatilização, do nitrogênio. Além disso, o solo fica mais bem protegido contra os impactos da água da chuva tanto pela maior interceptação das águas pluviais devido à maior cobertura vegetal no SAF como pela maior cobertura do solo devido à maior abundância de serrapilheira. Ademais, a



capacidade de absorção e infiltração da água é aumentada, concorrendo para reduzir a erosão do solo. De modo geral, a utilização (e a resposta) de nutrientes em cafezais sombreados é menor que naqueles a pleno sol e, assim, pode-se reduzir o uso de fertilizantes (CARVAJAL, 1984), principalmente os nitrogenados, para uma mesma quantidade de café produzida (ALVARENGA; MARTINS, 2004). Além disso, em cafezais sombreados com leguminosas, quantidades apreciáveis de nitrogênio ( $\sim 60 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) podem ser fixadas, segundo dados obtidos na Costa Rica (BEER et al., 1998), reduzindo ainda mais a necessidade de adubação nitrogenada.

A adubação nitrogenada inadequada pode resultar na poluição do lençol freático, com nitrito e nitrato. No Vale Central (Costa Rica), onde cerca de 50% do lençol freático encontra-se sob lavouras de café arábica, com intenso manejo e em condições de pouco ou nenhum sombreamento, a contaminação do lençol freático por nitrito e nitrato ocasionalmente excede  $10 \text{ mg L}^{-1}$  (REYNOLDS, 1991), nível considerado de risco para a saúde humana (FRAZER et al., 1980). Perdas anuais por lixiviação, a 60 ou 100 cm de profundidade no solo, variam de 5 a  $9 \text{ kg N ha}^{-1}$  em lavouras sombreadas, alcançando valores em torno de  $24 \text{ kg N ha}^{-1}$  em lavouras a pleno sol. Logo, a utilização de árvores de sombra tem o potencial de reduzir a contaminação do lençol freático por nitrato nas áreas de cafezais intensamente manejados. A necessidade de se reduzir a contaminação do ambiente por pesticidas, os quais são constante e intensamente usados nas monoculturas de café, constitui outro forte argumento para a utilização de consórcio das lavouras cafeeiras com árvores de sombra.

## 5 ASPECTOS MICROCLIMÁTICOS E ECO-FISIOLÓGICOS

O sombreamento afeta não somente a disponibilidade de luz ao longo da copa do cafeeiro, mas também melhora as condições microclimáticas via redução dos extremos de temperatura do ar e do solo, reduz a velocidade dos ventos, mantém a umidade relativa do ar e tampona a disponibilidade hídrica do solo (BEER et al., 1998). Como consequência, cafezais arborizados são mais bem protegidos contra a ação dos ventos e encontram um ambiente mais propício à manutenção das taxas de

fotossíntese, com reflexos óbvios sobre a produção. Saliente-se que o café conilon, a exemplo do arábica, é particularmente sensível à ação de ventos (DaMATTA, 2004a). Além de seu efeito dessecante, o vento pode causar abscisão de folhas e flores e danificar brotações novas e gemas florais facilitando a ação de microrganismos patogênicos. Em lavouras expostas à ação de ventos, a implantação de quebra-ventos é, sobretudo, importante para garantir-lhes sustentabilidade e produtividade.

As variações da temperatura do ar e da umidade relativa e, portanto, do *deficit* de pressão de vapor, estão intimamente associadas à flutuação diária da radiação solar. À medida que o dia avança, a transpiração, a princípio, aumenta, em resposta a elevações discretas no *deficit* de pressão de vapor. Todavia, incrementos adicionais na demanda evaporativa, como ocorrem principalmente à tarde, geram decréscimos na transpiração, em face da alta sensibilidade do estômato do café à redução de umidade relativa (MARTINS et al., 2014). O consequente decréscimo da dissipação de calor latente acarreta aumento da temperatura foliar. Desse modo, o gradiente absoluto de concentração de vapor d'água entre os espaços internos da folha e o ar adjacente (a força motora da transpiração) aumenta, e, para impedir ou atenuar o fluxo transpiratório, o estômato se fecha ainda mais. Como consequência final, o influxo de  $\text{CO}_2$  para os cloroplastos diminui, e as taxas de fotossíntese decrescem sobretudo e, assim, reduz-se a utilização fotoquímica da irradiância incidente. O aumento da fração de energia não utilizada na fotossíntese pode, potencialmente, acarretar o aparecimento da escaldadura na folhagem mais exposta. A repetição sistemática desse processo, ao longo do tempo, deve reduzir apreciavelmente a longevidade do cafezal. Salienta-se, ainda, que, sob condições de deficiência hídrica, essas respostas são mais contundentes. Desde que a área foliar seja menor sob *deficit* hídrico, em função de menor crescimento foliar e de maiores taxas de abscisão das folhas, o interior da copa passa a ser exposto a maior demanda evaporativa e maior radiação solar direta. Consequentemente, a ocorrência da escaldadura, mesmo na folhagem mais interna, é exacerbada, agravando-se, portanto, a abscisão foliar e a perda de vigor do cafezal (DaMATTA, 2004b). Por outro lado, em cafezais sombreados, ocorre decréscimo substancial no *deficit* de pressão de vapor entre a copa e a

atmosfera e, em última análise, na transpiração. Nessa condição, o gradiente absoluto de pressão de vapor entre os espaços internos da folha e o ar adjacente diminui, e a transpiração passa a depender muito mais da resistência do ar, e não da resistência estomática (DaMATTA; RENA, 2001). Em outras palavras, o influxo de CO<sub>2</sub> para a fotossíntese, na medida em que o estômato permanece mais aberto, não é acompanhado direta e efetivamente por perda de vapor d'água, em face de a contribuição da resistência do ar sobrepujar-se àquela da resistência do estômato. Isso deve contribuir para otimizar a utilização da água pela planta (maior eficiência do uso da água). Especialmente em regiões sujeitas a períodos relativamente longos de seca e/ou com alta demanda evaporativa, maior eficiência do uso da água deve traduzir-se em vantagens óbvias na produção e na longevidade do cafezal (DaMATTA, 2004a; 2004b).

A utilização de árvores com sistema radicular profundo, como o da grevilea (*Grevillea robusta*), pode até mesmo aumentar a disponibilidade hídrica após longos períodos secos, nas camadas superficiais do solo, de forma a manter o status hídrico do cafeeiro, conforme observado no sudoeste da Bahia (MATSUMOTO; VIANA, 2004). Portanto, desde que o consórcio seja corretamente planejado (escolha e manejo adequados de espécies para a arborização; avaliação da densidade de plantio, do tipo de solo, dos regimes térmico e hídrico etc.), a arborização do cafeeiro é viável, na medida em que reduziria as perdas de água pela transpiração excessiva. Essas considerações também parecem válidas para o conilon. Em cafeeiros conilon consorciados com seringueiras plantadas em renque (orientação norte-sul), Ronchi et al. (resultados não publicados) observaram, em Sooretama/ES, melhor vigor e maiores taxas de fotossíntese nos cafeeiros mais próximos aos renques, provavelmente devido a melhor hidratação dessas plantas. Os autores verificaram, também, em grande número de clones de café conilon, que a porcentagem de chochamento chegou a 8,2% nas plantas de café mais afastadas dos renques de seringueira (cafeeiros a pleno sol), diminuindo para apenas 2,8% nos cafeeiros próximos às seringueiras (sombreados). Matiello e Caldas (1998) também observaram que cafeeiros conilon se apresentavam mais verdes e produtivos, com grãos maiores e menor proporção de chochamento que as plantas

mais distantes dos renques de seringueira. Enfatiza-se, todavia, que o uso de espécies arbóreas com sistema radicular pouco profundo (ou plantadas em altas densidades) pode acarretar considerável competição por água (e nutrientes) limitando o sucesso de cafezais arborizados, especialmente em regiões com períodos secos prolongados.

O uso de espécies arbóreas adequadas, sob densidades apropriadas, parece não afetar, ou pode mesmo estimular, a produção do café, dependendo das condições edafoclimáticas da região (DaMATTA, 2004a; 2004b). Enfatiza-se, aqui, que observações empíricas sugerem que há variabilidade genética no que diz respeito à tolerância ao sombreamento, isto é, diferentes clones de conilon respondem de forma distinta ao sombreamento, em termos de produção. Não se dispõem, no presente, de informações concretas para uma recomendação científica sobre quais materiais genéticos seriam mais ou menos promissores para cultivos sombreados. Resultados de experimentos em curso, no Incaper devem preencher essas lacunas nos próximos anos. Não obstante, como uma generalização, observa-se que, sob condições ambientais adequadas e utilização intensiva de insumos (irrigação, adubação etc.), plantios a pleno sol sobrepoem-se, em termos de produção, aos arborizados (DaMATTA, 2004a). Três fatores podem concorrer, pelo menos teoricamente, para a redução da produção, à medida que se aumenta a extensão da arborização: (i) menor assimilação do carbono pela planta inteira devido à menor disponibilidade de luz sob condições de arborização excessiva; (ii) maior estímulo à emissão de gemas vegetativas em detrimento das gemas florais (CANNELL, 1975); e (iii) redução do número de nós produzidos por ramo (CASTILLO; LÓPEZ, 1966). Considerando-se que o número de nós formados seja o principal componente da produção do café (CANNELL, 1975), pode-se presumir que, aumentando-se a extensão da arborização, a produção decresceria em razão do menor número de nós formados e do menor número de botões florais por nó, especialmente em locais com condições ambientes próximas às ideais para a cafeicultura.

A arborização pode reduzir sensivelmente as variações bienais da produção do café. Conforme discute Cannell (1985), o cafeeiro produz poucas flores em seu ambiente nativo sombreado e, portanto, não desenvolveu, ao longo de sua

evolução, mecanismos para manter sua carga de frutos balanceada com a disponibilidade de carboidratos e de minerais. De fato, o cafeeiro parece ter evoluído em se tratando de levar a cabo o enchimento de todos os frutos formados após a fase de expansão do fruto, conforme observado em café conilon por Ronchi et al. (resultados não publicados), em Sooretama/ES. De acordo com essa linha de raciocínio, as causas da superprodução em cafezais a pleno sol residiriam na profusão da iniciação floral, na baixa capacidade de remoção natural de parte dos frutos e na força do dreno (sementes), em vez de baixas taxas fotossintéticas *per se* (CANNELL, 1985). Essa superprodução levaria à exaustão das reservas da planta, comprometendo fortemente o crescimento e a produção do ano seguinte. Esta, normalmente baixa, permitiria a recuperação das reservas do sistema tronco-raiz e das taxas de crescimento, proporcionando novamente condições adequadas para outra carga pesada de frutos no ciclo subsequente de produção. Como consequência, o cafeeiro a pleno sol produz irregularmente, e, sob condições adequadas de cultivo, essa irregularidade ordinariamente segue um padrão bienal. Caso a sobrecarga de frutos esteja associada à seca-de-ponteiros, que inevitavelmente é precedida de morte de raízes finas absorventes e até mesmo de categoria superior, após ciclos sucessivos de bienalidade, o cafeeiro entra em declínio, reduzindo sua vida produtiva (RENA; DaMATTA, 2002). Portanto, o emprego da arborização, ao permitir a redução da emissão de botões florais, deve concorrer para tamponar as flutuações bienais da produção, evitando superproduções e atenuando o depauperamento da planta, permitindo-lhe produções satisfatórias por mais tempo. Em termos econômicos, maior número de colheitas poderia perfeitamente compensar, entre certos limites, menores produções médias por colheita naqueles locais em que cafezais a pleno sol produzam mais por colheita que cafezais arborizados (DaMATTA; RENA, 2002). Ressalte-se, apenas, que, em café conilon, a bienalidade da produção é minimizada ou tamponada, dentro de certos limites, se comparada àquela do café arábica, pela renovação periódica das hastes ortotrópicas, por meio de um intenso e bem planejado sistema de podas.

Em cafezais a pleno sol e com produção elevada, a ocorrência de altas temperaturas e de deficiência hídrica provocam a má-formação dos

grãos, resultando em menor “peneira” e elevada porcentagem de chochamento, com queda de produção e, conseqüentemente, de renda. Além disso, o amadurecimento é acelerado pelo excesso de radiação solar e temperatura desfavorecendo o desenvolvimento das propriedades organolépticas que conferem qualidade à bebida. Ao reduzir o excesso de produção e desacelerar o processo de maturação, uma arborização bem manejada pode atenuar esses problemas e propiciar a colheita de grãos mais bem formados, de “peneiras” maiores e com melhor qualidade de bebida (CARAMORI et al., 2004). Além disso, o alongamento do período de maturação do fruto, conforme observado em cafeeiros conilon sombreados com seringueira no norte do Espírito Santo (RONCHI et al., resultados não publicados), pode propiciar mais flexibilidade às operações da colheita.

## 6 ASPECTOS ECONÔMICOS

O cultivo do cafeeiro em SAFs é quase sempre assunto controverso de um ponto de vista econômico. A diversificação dificulta a mecanização, enquanto o monocultivo facilita o manejo do cafezal, especialmente em grandes áreas. Salienta-se, também, que pequenos agricultores têm no consórcio, em pequenas áreas, uma estratégia econômica associada à maior produção por área, maior retorno de mão de obra e maior segurança em períodos de baixos preços do café. Com efeito, em um estudo conduzido em países da América Central e Caribe, Current (1997) concluiu que os SAFs, em pequenas e médias propriedades, podem ser bastante viáveis devendo-se adotar sistemas e espécies arbóreas conforme as condições locais, estudados mediante ferramentas de análise financeira e, além disso, devem-se considerar os benefícios socioculturais.

Árvores de sombra produtoras de madeira têm baixos custos de produção e, por isso, são consideradas opções economicamente viáveis para consórcio em SAFs. Alternativamente, a utilização de árvores frutíferas ou que possam ser utilizadas para a produção de carvão vegetal constituem, também, opção viável em comparação com algumas árvores leguminosas habitualmente usadas no sombreamento de lavouras de café.

A maior problemática quanto ao consórcio entre café e árvores produtoras de madeira se refere à

derrubada destas para a colheita da madeira, que pode ocasionar danos físicos à lavoura. Entretanto, dependendo da espécie de árvore adotada, tal problemática pode ser minimizada. Por exemplo, a derrubada de 29 árvores de *Cordia alliodora*, em plantações de café arábica na Costa Rica, resultou em danos severos à lavoura numa extensão de apenas 9%, enquanto os restantes 91% das plantas foram apenas levemente danificadas, principalmente pela copa das árvores (SOMARRIBA, 1992). Em todo caso, os prejuízos gerados pela derrubada das árvores no SAF podem ser grandemente minimizados programando-se a derrubada das árvores durante períodos de quiescência da lavoura, ou em períodos de baixa produtividade, ou ainda quando os preços do café estiverem em baixa no mercado. De modo geral, apesar de a derrubada das árvores ocasionar algum tipo de dano físico ao cafezal, os custos com reparo da lavoura afetada são baixos e promovem apenas pequenas reduções na produção de café, sendo facilmente compensados pelo ganho adicional com a venda da madeira obtida.

A implantação de SAFs requer planejamento criterioso e deve-se ter sempre em mente o longo prazo. Ainda que as interações ecofisiológicas entre o cafeeiro e as outras espécies perenes se manifestem já no curto prazo (efeitos sobre o solo e o microclima), os resultados econômicos são ordinariamente observáveis no longo prazo, principalmente se um dos produtos do consórcio for a madeira. Por essa razão, o retorno econômico do sistema tem que ser calculado ou estimado para prazos longos. Nesse contexto, é lícito presumir que o plantio de árvores madeiráveis se constitua em uma *poupança verde*: o valor “depositado” ou “poupado” no produto a ser obtido com a venda das árvores poderia compensar a redução na produtividade de café (causada pelo sombreamento e/ou pela redução no número de plantas de café por hectare). Por exemplo, em Rondônia, a bandarria (*Schizolobium amazonicum*), utilizada para a fabricação de laminados, é uma árvore muito consorciada com café conilon utilizando-se de 50 a 60 árvores por hectare, que podem ser cortadas aos oito anos de idade, quando atingem 45 cm de diâmetro à altura do peito. Após 13 anos de implantação do SAF (dez safras de café colhidas), o corte de 40 árvores de bandarria por hectare renderia o equivalente a 30% da renda bruta total obtida com as dez safras

de café (AVILES; LIMA, 1995). Por outro lado, em consórcios com frutíferas, como coqueiro ou bananeira, ou espécies produtoras de palmito, como a pupunha, a análise econômica deve ser feita já a partir do início da colheita das frutas ou do palmito, podendo-se estabelecer índices de equivalência em relação ao monocultivo do café ou ao consórcio. Por exemplo, Marques (2000) verificou um incremento de 14% na produtividade do café (primeira colheita) consorciado com a pupunha (espaçada 6 m x 2 m), em relação ao monocultivo, obtendo, ainda, produção adicional de 1.708 kg de palmito por hectare.

A estimativa de custos da instalação de SAFs com cafezais deve considerar os custos adicionais de implantação, como aquisição de mudas e plantio das árvores, bem como os custos adicionais para manejo e poda das árvores. Há outros custos indiretos, associados ao que se pode deixar de receber com o café, causados pela competição por água, luz e nutrientes entre o cafeeiro e a árvore de sombra ou danos físicos potenciais ao cafezal, quando se colhe a madeira. Por outro lado, devem-se considerar os ganhos econômicos obtidos com as árvores, além de seus benefícios indiretos, notadamente sobre os aspectos microclimáticos e vantagens de *marketing*. Isso permitiria uma visão holística do consórcio, como um conjunto produtivo e ambientalmente sustentável, com retorno econômico satisfatório. Em todo caso, para decidir-se sobre a implantação ou não de SAFs, três aspectos centrais devem ser considerados: (i) objetivo(s) da produção; (ii) características ambientais; e (iii) nível e qualidade dos insumos disponíveis para melhorar as condições ambientes para o café (MUSCHLER, 1997). Assim, quando se objetiva produzir café, mas buscando-se paralelamente manter a estabilidade da produção, a biodiversidade e a conservação de recursos, ou quando se busca produzir café *orgânico* ou certificado, ou ainda quando se visa à obtenção de produtos adicionais (madeira, frutos etc.), SAFs são sobremodo recomendados. Considerando-se os ambientes marginais, de solos pobres, com declividade acentuada, sujeitos a estresses microclimáticos, como baixa disponibilidade hídrica e ventos fortes, a implantação de SAFs pode ser muito vantajosa. Numa situação oposta, plantios a pleno sol seriam mais recomendados. Além disso, se houver disponibilidade de insumos químicos (adubos, herbicidas etc.), de irrigação e de clones



selecionados, altamente produtivos, os plantios a pleno sol devem sobrepor-se aos arborizados. A análise concomitante desses fatores deverá, portanto, indicar o caminho a ser observado pelo cafeicultor (DaMATTA; RENA, 2002).

## 7 SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM CAFÉ CONILON NO ESPÍRITO SANTO

Segundo Sales, Méndez e Corporal (2013a), os SAFs identificados no Estado do Espírito Santo apresentam melhores possibilidades de êxito quando associados a políticas agrícolas pertinentes, como, por exemplo, o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Esses SAFs se mostraram úteis para cumprir o objetivo de produzir alimentos e produtos em quantidade e qualidade. Em situações de declínio dos preços do café, o consórcio em cafezais pode garantir renda e seria um passo em direção a uma transição para sistemas mais autônomos.

Em todo o caso, o cultivo do café conilon com árvores de sombra é ainda pouco expressivo no Espírito Santo. Em levantamentos conduzidos por Sales e colaboradores, nos últimos dez anos (SALES; ARAUJO, 2005; SALES et al., 2013b), têm-se verificado que a grande maioria das lavouras consorciadas localiza-se na região norte do Estado, e os consórcios com cedro-australiano, teca e seringueira são os mais utilizados. Não obstante, espécies frutíferas como cajueiro, coqueiro e mamoeiro também têm ocupado lugar de destaque (Tabela 1; Figura 1). Tem-se verificado, ainda, que as espécies perenes são cultivadas predominantemente na mesma linha da cultura do café (com exceção da seringueira; vide Figura 1), obviamente para adequarem-se ao manejo e aos tratos culturais empregados e necessários ao cafezal, e que as espécies com taxa de crescimento de média a rápida são preferidas. Além disso, considerando-se o número de propriedades identificadas, a principal finalidade da utilização do consórcio recai sobre o sombreamento do cafezal, especialmente nas pequenas propriedades. Todavia, quando se considera a abrangência (ou extensão) das áreas cultivadas, a produção de madeiras comerciais (cedro-australiano e teca) e a produção de látex (seringueira) englobam mais de 70% das áreas de consórcio com café conilon. Além dessas finalidades, a produção de madeiras para a própria

propriedade, de lenha e de frutos, e a formação de quebra-ventos também foram relatadas pelos produtores de café. Saliente-se que o mamoeiro, particularmente, tem sido utilizado para amortizar o custo da implantação do cafezal. Uma vez que os espaçamentos de ambas as culturas (café e mamão) coincidem, principalmente entre as linhas de plantio, a lavoura de café é implantada na fileira do mamoeiro, simultaneamente ou alguns meses após a implantação dessa cultura. Assim, o cafeeiro “compartilha” dos tratos culturais (principalmente fertilizações e irrigação) dados à cultura do mamão, além de ser beneficiado oportunamente pelo sombreamento promovido pelas plantas de mamão.

### 7.1 A VISÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS SOB O PRISMA DOS AGRICULTORES E DOS TÉCNICOS

Considerando-se a complexidade dos SAFs pela associação de fatores sociais, culturais, econômicos e técnicos é premente esclarecerem-se detalhes sobre esses sistemas no Estado do Espírito Santo, para que os casos de sucesso sejam compreendidos e os SAFs possam alcançar os objetivos pretendidos. Para obterem informações desses sistemas, Sales et al. (2013b) visitaram e entrevistaram 58 famílias e 14 técnicos que trabalham com SAFs no Estado. As entrevistas, realizadas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010, tinham por objetivo captar a percepção dos agricultores e dos técnicos sobre a mudança para sistemas consorciados de produção. Foram avaliados consórcios de cultivos de café com: árvores madeiráveis, seringueiras, mamoeiros e/ou outras frutas, etc.

Dos agricultores entrevistados, 64% mostraram-se satisfeitos com as práticas dos SAFs. Segundo eles, a cobertura do solo com resíduos de culturas proporciona proteção e poderia reter a umidade do solo por mais tempo. Houve uma preferência para o plantio de árvores de rápido crescimento. A possibilidade de trabalhar à sombra foi também apontada como um fator adicional para a adoção dos SAFs. Alguns agricultores informaram que não deram atenção exclusiva para o café, na medida em que obtinham um melhor retorno econômico com outros produtos. Além disso, os agricultores revelaram que ganhavam pouco com a produção de

café. As entrevistas foram realizadas em uma época de preços de café relativamente baixos, o que deve ter acentuado essa percepção. Em contraste, 21 agricultores, entre os 58 entrevistados, apontaram razões para o fracasso e insatisfações em relação às experimentações com SAFs, como competição das árvores consorciadas com cafeeiros por água, luz e nutrientes e a consequente redução na produção de café acarretando o baixo desempenho econômico do cultivo. A incerteza sobre o futuro, tais como o direito de cortar as árvores plantadas ou de obter uma colheita com preços satisfatórios para produtos associados, também foi destacada nas entrevistas. Mesmo com essa situação de desânimo, ainda assim alguns agricultores acreditavam na diversificação. Pela exposição desses agricultores, o sistema não era economicamente viável devido à grande demanda de mão de obra, levando-os a utilizar fertilizantes químicos e herbicidas para tentar aumentar a receita e a capacidade de trabalho.

Preocupações com os SAFs foram também compartilhadas pela maioria dos 14 profissionais técnicos entrevistados. Alguns deles questionaram, inclusi-

ve, a recomendação dos SAFs, apontando problemas com o manejo do sistema. De acordo com as explicações de alguns técnicos, a produção de cafezais sem uma adubação adequada começava a declinar até o ponto em que os agricultores voltavam aos sistemas convencionais. Da mesma forma, a introdução de árvores sem um manejo adequado no cultivo de café foi utilizada nessa mudança, comprometendo, em alguns casos, a produção de café. Por outro lado, quando havia uma poda das árvores, o sistema apresentava uma melhor compatibilidade entre as espécies plantadas. Ressaltou-se, ainda, que, na região norte do Estado do Espírito Santo, as árvores competiam ainda mais com o cafeeiro devido a secas periódicas. Em anos de seca associados ao período de outono e inverno (de abril a setembro), que coincide com a época da colheita do café, o vigor das lavouras ficava comprometido.

Do exposto, as posições dos agricultores e dos técnicos foram variáveis. Entretanto, foi observado um compromisso com o agricultor, ou seja, uma corresponsabilidade no processo de transição agroecológica. A recomendação cautelosa de SAFs

**Tabela 1.** Levantamento das áreas de café conilon consorciado com árvores no Estado do Espírito Santo

Nome comum	Nome científico	Espaçamento <sup>1</sup> (m)	Municípios	Área total (ha)/ (nº de propriedades)	Usos <sup>2</sup>	Taxa de crescimento
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	10 x 12	Vila Pavão	5,0 - (1)	a, e	Média
Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i>	9 x 8	São Gabriel da Palha	4,5 - (1)	a, e	Média
Cedro-australiano	<i>Toona ciliata</i>	3 x 3 e 15 x 9 m	Jerônimo Monteiro e Sooretama	31,0 - (2)	b, d	Rápida
Grevilha	<i>Grevillea robusta</i>	3 x 6 m e diversos	Vila Pavão	0,2 - (1)	a, g	Média
Ingá	<i>Inga</i> sp.	9 x 6 e 11 x 10 m	Iconha, São Domingos do Norte	1,2 - (2)	a, d	Rápida
Nim Indiano	<i>Azadirachta indica</i>	6 x 6 m	Vila Valério	1,0 - (1)	a	Média
Peroba	<i>Paratecoma peroba</i>	Diversos	Alegre	1,5 - (1)	b	Lenta
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i>	3 x 10 a 10 x 10 m (FS) 18 x 4 x 3 m (FD)	Vila Valério, São Gabriel da Palha	23,4 - (5)	a, f	Média
Teca	<i>Tectona grandis</i>	8 x 8 m	Sooretama	30,0 - (1)	b	Rápida
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	6 x 3 m	São Gabriel da Palha	4,0 - (1)	a, d, e, g	Rápida
Frutíferas, Madeiráveis e Seringueira	-	2 x 2 a 12 x 10 m, e diversos	São Gabriel da Palha, Nova Venécia, São Domingos do Norte, Rio Bananal	13,8 - (11)	a, b, e, f	Média a rápida
<b>Total</b>	-	-	-	<b>115,6 - (27)</b>	-	-

Fonte: Sales e Araujo (2005).

<sup>1</sup>FS, Fileira simples; FD, Fileira dupla.

<sup>2</sup>Sombreamento (a), madeira comercial (b), madeira para a propriedade (c), lenha (d), produção de frutos (e), produção de látex (f) e quebra-ventos (g).

Obs.: Os dados deste levantamento foram obtidos por meio de questionários estruturados, aplicados aos agricultores, nos diferentes municípios, pelos extensionistas do Incaper daquele município.

foi considerada por alguns e a rejeição de alguns aspectos foi adotada por outros. Em suma, ficou evidente a necessidade de uma melhor interação entre técnicos e agricultores para encontrar sistemas mais viáveis. Parte dessas controvérsias bem ilustra a falta de informações científicas embasadas para a recomendação, ou não, de SAFs no Espírito Santo.

## 7.2 ALGUNS RESULTADOS EXPERIMENTAIS COM SAFS

Poucos trabalhos de pesquisa têm sido conduzidos para se avaliar a sustentabilidade e a adequação de SAFs no Espírito Santo. Alguns estudos têm demonstrado uma melhoria das condições microclimáticas em lavouras consorciadas. Por exemplo, Pe-



**Figura 1.** Consórcios de café conilon com algumas espécies florestais ou frutíferas: seringueira em fileira dupla (A); teca com um ano de idade (B); coqueiro (C); cedro-australiano (D); mamoeiro e cedro-australiano (E); consórcio formado - café, mamão e cedro-australiano (F).



zzopane et al. (2011) estudaram o consórcio de café conilon com coqueiro-anão-verde em São Mateus/ES e verificaram uma atenuação da radiação solar, redução da velocidade dos ventos de até 35% e uma redução de até 1,7°C na temperatura máxima no sistema arborizado em relação àquele a pleno sol. Em um consórcio de café conilon com seringueiras, em Jaguaré/ES, Partelli et al. (2014) também verificaram uma amenização das condições microclimáticas, especialmente nos cafeeiros próximos à seringueira, com diminuição da temperatura e da irradiância e aumento da umidade relativa do ar. Ainda segundo esses autores a proximidade do cafeeiro em relação às seringueiras fez aumentar o alongamento dos ramos plagiotrópicos e ortotrópicos e da área foliar individual, mas sem afetar as concentrações foliares de nitrogênio (N), potássio (K), magnésio (Mg), ferro (Fe), Zinco (Zn) e Boro (B) no cafeeiro.

Com relação à produção, espécies madeiráveis de crescimento rápido, como a teca e o cedro-australiano, podem competir com o cafeeiro, especialmente em termos de água e nutrientes, restringindo o vigor e a produção da lavoura (SALES et al., 2013a). Espécies de crescimento mais lento, como o jequitibá e a seringueira, pouco ou nada afetam a produção do cafeeiro (SALES et al., 2013a; PARTELLI et al., 2014). Pela experimentação apresentada, a produção de madeira mostrou-se viável, porém novas espécies devem ser testadas, principalmente utilizando outras espécies nativas do Bioma Mata Atlântica. Percebe-se a necessidade de implantação de mais consórcios de cafeeiros com outras espécies, já que existe uma grande demanda de frutas, látex, madeira e serviços ambientais.

Alguns estudos sobre o consórcio entre o café conilon e plantas de pupunha têm sido desenvolvidos na Fazenda Experimental Bananal do Norte, em Pacotuba, Cachoeiro do Itapemirim/ES. Os resultados obtidos são, entretanto, contraditórios. Marques (2000), por exemplo, testando diversos espaçamentos de pupunha associada ao cafeeiro conilon, obteve um incremento de 14% na produtividade do café (primeira colheita) consorciado com a pupunha (espaçada 6 m x 2 m), em relação ao monocultivo e alcançou, ainda, produção adicional de 1.708 kg de palmito por hectare. Resultados similares foram obtidos por Brum et al. (2007), que também testaram o consórcio com pupunha plantada nas entrelinhas do café, em espaçamentos variáveis, e observaram

maior produção de conilon quando as plantas de pupunha eram espaçadas 6 m x 2 m. Não obstante, Souza et al. (2009), na mesma área experimental, observaram resultados inteiramente contrastantes, na medida em que o sombreamento de pupunha, também no espaçamento de 6 m x 2 m, acarretou redução acentuada (superior a 50%) na produção do cafeeiro em relação à do monocultivo. Com efeito, os dados de Souza et al. (2009) apontam para um decréscimo linear na produção do cafeeiro com o aumento do sombreamento associado com densidades de plantios crescentes da pupunha. Em todo o caso, ressalte-se que, em todos esses estudos foi avaliada apenas uma colheita e, obviamente, os dados não podem ser extrapolados para o longo prazo. Ademais, é provável que qualquer efeito positivo potencial do sombreamento sobre a produção do cafeeiro, quando observado nas primeiras colheitas, pode reduzir-se ou tornar-se negativo com o passar do tempo, na medida em que a copa do cafeeiro se desenvolve e o autossombreamento se intensifica.

Ronchi, Pereira e Fonseca (2007) estudaram o efeito do sombreamento promovido por seringueiras sobre o padrão de maturação de 31 clones de café conilon. Em comparação aos cafeeiros cultivados a pleno sol, o sombreamento retardou ou alongou o período de maturação dos frutos de clones de café conilon, principalmente daqueles de maturação tardia. Esses resultados corroboram dados obtidos em café arábica, fato que pode proporcionar a obtenção de frutos maiores e com melhores características físicas e sensoriais que os frutos de plantas a pleno sol (DaMATTA et al., 2012), com possíveis reflexos na qualidade da bebida.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de sua origem em ambientes sombreados, parece haver considerável plasticidade fenotípica do cafeeiro em resposta à disponibilidade de luz. O emprego da arborização, com a consequente atenuação da radiação solar incidente, da temperatura e da demanda evaporativa, pode resultar em melhores condições para a manutenção das trocas gasosas, com reflexos positivos sobre a produção, particularmente em regiões marginais ao cultivo do café, caracterizadas por sofrerem de extremos de temperatura e/ou deficiência hídrica. Os SAFs, conquanto adequadamente manejados,



podem ser associados a vantagens mercadológicas e melhoria da sustentabilidade do ambiente, além de propiciar ao produtor um seguro contra as flutuações de preços no mercado do café.

A despeito das considerações acima, muito pouco se tem avançado, em bases científicas, sobre a compreensão dos aspectos sociais, culturais, técnicos e econômicos envolvidos nos SAFs. Não há resultados claros da pesquisa para a recomendação de espécies mais promissoras para o sombreamento, tampouco não se tem selecionado materiais de café conilon mais promissores ao cultivo sombreado. Respostas a questões simples, mas fundamentais, como o quanto se gasta, o quanto se ganha e o quanto se economiza em termos de recursos investidos nos SAFs envolvendo o café conilon são virtualmente inexistentes. Abordagens multidisciplinares são, pois, prementes para se entender com a necessária profundidade a alta complexidade desses sistemas. Em última instância, isso permitirá compreender os casos de sucesso de SAFs, gerando informações fundamentais que nortearão a recomendação para a adoção desses sistemas de modo a garantir maior sustentabilidade ambiental e maior retorno econômico para o produtor.

## 9 REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M. I. N.; MARTINS, M. Fatores edáficos de cafezais arborizados. In: MATSUMOTO, S. N. (Ed.). *Arborização de Cafezais no Brasil*. Edições UESB, Vitória da Conquista, BA: p. 43-84, 2004.
- ARAYA, M. Distribución y niveles poblacionales de *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp en ocho cantones productores de café en Costa Rica. *Agronomia Costarricense*, v. 18, p. 183-187, 1994.
- AVILES, D. P.; LIMA, A. C. Sistemas agroflorestais envolvendo café (*Coffea canephora*) e bandarra (*Shizolobium amazonicum*) no Estado de Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 21., 1995. Poços de Caldas. *Trabalhos apresentados...* Rio de Janeiro: MAA/Embrapa, p. 183-184. 1995.
- ATLAS do ecossistema do Espírito Santo, Vitória, ES: SEMA, Viçosa, MG: UFV. 2008, 504 p.
- BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems*, v. 38, p. 139-164, 1998.
- BRUM, V. J.; BREGONCI, I. S.; CAMPOS, L. P. de A.; REIS, E. F.; AMARAL, J. A. T.; JESUS JUNIOR, W. C. de. Produtividade do café conilon em monocultivo e sombreado com pupunheira. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 2, p. 1200-1203, 2007.
- CANNELL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee bean yield: a review. *Journal of Coffee Research*, v. 5, p. 7-20, 1975.
- CANNELL, M. G. R. Physiology of the coffee crop. In: CLIFFORD, M.N.; WILLSON, K. C. (Eds.). *Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage*. London: Westport Conn Helm, p. 108-134. 1985.
- CARAMORI, P. H.; KATHOUNIAN, C. A.; MORAIS, H.; LEAL, A. C.; HUGO, R. G.; ANDROCIOLI FILHO, A. Arborização de cafezais e aspectos climatológicos. In: MATSUMOTO, S.N. (Ed.). *Arborização de Cafezais no Brasil*. Vitória da Conquista, BA: Edições UESB, p. 19-42. 2004.
- CARVAJAL, J. F. *Cafeto: cultivo y fertilización*. Instituto Internacional de la Potassa, Berna, 1984, 254 p.
- CASTILLO, Z. J.; LÓPEZ, A. R. Nota sobre el efecto de la intensidad de la luz en la floración del café. *Cenicafé*, v. 17, p. 51-60, 1966.
- CURRENT, D. Los sistemas agroforestales generan beneficios para las comunidades rurales? Resultados de una investigación en América Central y el Caribe. *Agroforesteria en las Américas*, v. 4, p. 21-24, 1997.
- DaMATTA, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. *Field Crops Research*, v. 86, p. 99-114, 2004a.
- DaMATTA, F. M. Fisiologia do cafeeiro em sistemas arborizados. In: MATSUMOTO, S. N. (Ed.). *Arborização de Cafezais no Brasil*. Vitória da Conquista, BA: Edições UESB, p. 85-119. 2004b.
- DaMATTA, F. M.; RENA, A. B. Tolerância do café à seca. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Tecnologias de Produção de Café com Qualidade*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 65-100. 2001.
- DaMATTA, F. M.; RENA, A. B. Ecofisiologia de cafezais sombreados e a pleno sol. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 93-135. 2002.
- DaMATTA, F. M.; CAVATTE, P. C.; MARTINS, S. C. V. Coffee physiology: growth, yield and quality. In: OBERTHÜR, T.; LÄDERACH, P.; JURGEN POHLAN, H. A.; COCK, J. A. (Eds.). *Specialty coffee: managing quality*. Norcross: International Plant Nutrition Institute, p. 71-87. 2012.
- DAVIS, A. P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M. F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data; implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 167, p. 357-377, 2011.

- DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A. B. *Manual Agroflorestal para a Amazônia*. Rebrap, Rio de Janeiro: v. 1., 228 p., 1996.
- FOURNIER, L. A. El cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) al sol o a la sombra: un enfoque agronómico y ecofisiológico. *Agronomia Costarricense*, v. 12, p. 131-146, 1988.
- FRAZER, P.; CHILVERS, C.; BERAL, B.; HILL, M. J. Nitrate and human cancer: a review of the evidence. *International Journal of Epidemiology*, v. 9, p. 3-11, 1980.
- MARQUES, P. C. Utilização de palmáceas produtoras de palmito, para sombreamento de café conilon, no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, I., 2000, Poços de Caldas. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café, p. 1772-1773. 2000.
- MARTINS, S. C. V.; GALMÉS, J.; CAVATTE, P. C.; PEREIRA, L. F.; VENTRELLA, M. C.; DaMATTA, F. M. Understanding the low photosynthetic rates of sun and shade coffee leaves: bridging the gap on the relative roles of hydraulic, diffusive and biochemical constraints to photosynthesis. *Plos One*, v. 9, 2014.
- MATIELLO, J. B.; CALDAS, S. F. B. Sombra vertical ou itinerante, novo conceito de sombra para reduzir o stress hídrico em cafezais conillon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. *Trabalhos apresentados...* Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFÉ/PNFC, 1998, p. 29.
- MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A. E. S. Arborização de cafezais na região nordeste. In: MATSUMOTO, S. N. (Ed.). *Arborização de Cafezais no Brasil*. Vitória da Conquista, BA: Edições UESB, p. 167-195. 2004.
- MONTAGNINI, F. *Sistemas Agroflorestales: Principios y Aplicaciones en los Trópicos*. 2. ed. Organización para Estudios Tropicales, San José, Costa Rica., 1992, 622 p.
- MUSCHLER, R. Shade or sun for ecologically sustainable coffee production: a summary of environmental key factors. In: *III Semana Científica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza* (CATIE). Turrialba: CATIE, p. 109-112. 1997.
- PARTELLI, F. L.; ARAUJO, A. V.; VIEIRA, H. D.; DIAS, J. R. M.; MENEZES, L. F. T.; RAMALHO, J. C. Microclimate and development of 'Conilon' coffee intercropped with rubber trees. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, p. 872-881, 2014.
- PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; PHILPOTT, S. M. Complex ecological interactions in the coffee agroecosystem. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v.45, p.137-158, 2014.
- PEZZOPANE, J. R. M.; MARSETTI, M. M. S.; FERRARI, W. R.; PEZZOPANE, J. E. M. Alterações microclimáticas em cultivo de café conilon arborizado com coqueiro-anão-verde. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, p. 865-871, 2011.
- RENA, A. B.; DaMATTA, F. M. O sistema radicular do cafeeiro: estrutura e ecofisiologia. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *O estado da arte de tecnologias na produção de café*, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 11-92. 2002.
- REYNOLDS, J. S. *Soil nitrogen dynamics in relation to groundwater contamination in the Valle Central, Costa Rica*. Tese (Doutorado), University of Michigan, MI, USA, 1991.
- RONCHI, C. P.; FERREIRA, J. S. J.; FONSECA, A. F. A. da. Maturação de frutos em clones de café conilon submetidos ou não ao sombreamento com seringueira. In: V SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. Águas de Lindoia. *Anais...* [CD-Rom]. Brasília, DF: Embrapa Café, v. 5, 2007.
- SALES, E. F.; ARAUJO, J. B. S. Levantamento de árvores consorciadas com cafeeiros no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 3., 2005. Florianópolis, SC. *Anais...* Florianópolis: ABA, 2005. CD-ROOM.
- SALES, E. F.; MÉNDEZ, V. E.; CAPORAL, F. R. Sistemas agroflorestais com cafezais no estado do Espírito Santo: o olhar do agricultor. *Cadernos de Agroecologia*, v. 8, n. 2, 2013a.
- SALES, E. F.; MÉNDEZ, V. E.; CAPORAL, F. R.; FARIA, J. C. Agroecological transition of conilon coffee (*Coffea canephora*) agroforestry systems in the State of Espírito Santo, Brazil. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, v. 37, p. 405-429, 2013b.
- SIAG. Sistema de informações agrometeorológicas. *Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Linhares-ES*. Disponível em: <[http://www.incaper.es.gov.br/clima/linhares\\_sh.htm](http://www.incaper.es.gov.br/clima/linhares_sh.htm)>. Acesso em: 24 abr. 2006.
- SOMARRIBA, E. Timber harvest, damage to crop plants and yield reduction in two Costa Rican coffee plantations with *Cordia alliodora* shade trees. *Agroforestry Systems*, v. 18, p. 69-82, 1992.
- SOUZA, G. P.; CANDIDO, A. O.; SOUZA, A. F.; JESUS JUNIOR, W. C. Influência do sombreamento na produção de café cereja para região sul capixaba. In: XIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, IX ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO E III INIC JR DA UNIVERSIDADE VALE DO PARAÍBA, 2009, São José dos Campos, SP, Ciência e Ética. São José dos Campos, SP: UNIVAP, 2009.
- ZAMORA, G.; SOTO, B. Árboles usados como sombra para café y cacao. *Revista Cafetalera*, Guatemala, p. 27-32, oct-nov 1976.









# Colheita e Pós-colheita do Café Conilon

Juarez de Souza e Silva, Abraão Carlos Verdin Filho, Aldemar Polonini Moreli, Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, Romário Gava Ferrão, Maria Amélia Gava Ferrão e Paulo Sérgio Volpi

## 1 INTRODUÇÃO

O café é um dos poucos produtos agrícolas, cujo valor comercial é vinculado à qualidade. Quanto melhores a aparência, sanidade, tipo e bebida, maiores serão os preços pagos pelo produto (SILVA; MORELI; VERDIN FILHO, 2015), o que proporcionará aos cafeicultores retorno econômico para investirem em tecnologias de produção e processamento (CORRÊA; OLIVEIRA; BOTELHO, 2015). A busca pela qualidade visando à valorização da produção e conquistas por mercados mais estáveis e remuneradores está entre as metas para que se alcance a sustentabilidade e competitividade para os que se dedicam à produção cafeeira, seja de café arábica ou conilon (FONSECA et al., 2007).

A qualidade do café é dependente da espécie, da composição química dos grãos crus, da cultivar, do clima, da altitude, da forma de colheita, do processamento pós-colheita (secagem, armazenamento e beneficiamento) e das técnicas utilizadas no processamento industrial: torra, moagem e embalagem (CORRÊA; OLIVEIRA; BOTELHO, 2015).

Além da correta condução das lavouras, os procedimentos empregados no preparo, processamento, secagem e armazenamento são fundamentais para manutenção da qualidade do produto após a colheita. Portanto, é muito importante a definição do método de preparação ao qual o café será submetido, bem como a garantia de que a infraestrutura necessária ao atendimento a essa fase final da produção de café encontra-

se disponível e apta ao funcionamento (SILVA; MORELI; VERDIN FILHO, 2015). São importantes também os cuidados a serem observados na fase de armazenamento, pois, de acordo com Corrêa, Oliveira e Botelho 2015, naturalmente, o café tende a reduzir sua qualidade ao longo do tempo armazenado.

No Brasil, predomina o método de colheita por derrça total. O café colhido é constituído de uma mistura de frutos verdes, verdoengos, maduros ou cerejas, passas, secos, folhas, ramos e, quando colhido no chão, paus e pedras (SILVA et al., 2011). De acordo com Silva et al. (2011), a presença de cada um desses constituintes e de sua proporção no café a ser processado pode auxiliar na definição dos cuidados a serem adotados no processamento, contribuindo, assim, para o alcance da qualidade final do produto.

De forma geral, todos os defeitos encontrados em uma amostra de café a ser classificada quanto ao tipo podem influenciar de forma mais ou menos intensa na definição de sua bebida, sejam eles defeitos intrínsecos ou extrínsecos, mais ou menos comprometedores.

A utilização das práticas mais adequadas à colheita e processamento pós-colheita e armazenamento não influenciam a melhoria da qualidade do café, contudo são decisivas na manutenção da qualidade do produto até a comercialização, contribuindo, assim, para que essa característica não seja comprometida pela inobservância dos procedimentos e cuidados a serem empregados,



desde os mais simples aos mais elaborados, ou mesmo no dimensionamento correto da infraestrutura necessária a cada caso em particular (FONSECA et al., 2007).

## 2 COLHEITA

Ao se aproximar o momento da colheita do café, alguns cuidados devem ser observados para a preservação da qualidade dos frutos durante os procedimentos de pós-colheita visando à obtenção de um produto final mais competitivo e de maior valor agregado.

### 2.1 ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO

Para alcançar a boa qualidade, os frutos devem ser colhidos após terem completado seu amadurecimento. Devido à ocorrência de diversas floradas, existem frutos em diferentes estágios de maturação na mesma lavoura em determinada época (FONSECA; FERRÃO, M.; FERRÃO, R., 2002). No café conilon, existe a vantagem de os frutos serem mais aderidos à planta em comparação com o arábica, não caindo facilmente quando maduros (RENA et al., 1994). Assim, é oportuno aguardar o momento em que a maioria dos frutos estiver madura para iniciar a colheita (Figura 1), começando sempre pelos talhões ou pelas linhas formadas pelos clones com maturação mais precoce. Pode-se também optar pela colheita seletiva dos frutos maduros, sistema que pode interessar, sobretudo, aos pequenos cafeicultores de base familiar (FONSECA et al., 1995b).



**Figura 1.** Café com percentual de maturação elevada, em condições adequadas para ser colhido.

Por outro lado, quanto maior for a permanência dos frutos na lavoura após seu completo amadurecimento, na árvore ou no chão, maior será a incidência de grãos ardidos e pretos considerados, junto com os verdes, os piores defeitos dos grãos de café por interferir de forma negativa no tipo e na qualidade da bebida (SILVA, 1999).

Frutos verdes, imaturos não apresentam o máximo acúmulo de matéria seca, bem como não possuem ainda o desejado equilíbrio entre seus componentes. Frutos colhidos verdes originarão, na melhor das hipóteses, grãos verdes, que, além de se constituírem em defeitos que depreciam o tipo do café, pesam muito menos que os normais, podendo reduzir expressivamente a produção. Matiello (1998) comparou a perda de peso com a colheita realizada com distintos percentuais de frutos verdes e concluiu que se perde, em média, 18,8% do peso final do café beneficiado quando a colheita é realizada com percentual de frutos verdes superior a 95%. Em café arábica, a redução de peso proporcionada pela colheita de frutos verdes é ainda maior, podendo alcançar valores superiores a 25%.

Souza, Santos e Venezianos (2005) verificaram que cafés das variedades conilon e robusta, colhidos com 50% ou mais de frutos verdes, apresentam sempre mais de 360 defeitos, ou seja, tipo inferior ao aceitável para o consumo.

### 2.2 MÉTODO DE COLHEITA

A colheita deve ser realizada no pano ou em peneiras ou, ainda, via poda dos ramos plagiotrópicos, em lona ou no chão e depois recolhida manual ou mecanicamente. Em qualquer dos casos, deve-se esperar que, pelo menos, 80% dos frutos estejam maduros. Os frutos assim colhidos não devem ser misturados aos de varrição, caídos no chão antes do início da colheita.

Após a colheita, o café deve passar pelo processo da pré-limpeza, que consiste na retirada de impurezas, como paus, pedras, terra, folhas, etc. Essa operação pode ser feita ainda no campo, pela abanação manual ou, posteriormente, em peneiras mecânicas (Figuras 2 e 3).

A prática do “repasso”, ou seja, da colheita dos frutos que permaneceram na planta – para a redução

da infestação dos frutos da safra seguinte pela broca-do-café – e da catação daqueles caídos no chão, é de grande importância. Contudo, não se recomenda, em qualquer circunstância, juntá-los ao café de derriça, pois eles, em razão da prolongada exposição ao ambiente e/ou do contato com o solo e a microbiota nele existente, têm elevada probabilidade de fermentações durante o processamento e podem depreciar todo o lote de café. No que diz respeito à reinfestação da broca, os frutos que permanecem na planta são muito mais prejudiciais do que os caídos no chão. Assim sendo, a colheita bem feita é um método eficiente do controle dessa praga, que é uma das mais importantes, tanto economicamente quanto do ponto de vista da qualidade do café conilon (MATIELLO, 1998).

Recomenda-se acondicionar os frutos em sacos de estopa, rafia ou balaios, na colheita e manter o café na sombra, até seu transporte para o terreiro, que deve ser realizado todos os dias. Tal operação preserva a qualidade inicial do café, evitando as fermentações indesejáveis. Não se deve usar sacarias plásticas e nem deixar o café ensacado na roça, nem mesmo de um dia para o outro.

### 3 PREPARO PÓS-COLHEITA DO CAFÉ CONILON

Uma vez colhido, deve-se iniciar, o mais rápido possível, as operações de processamento pós-colheita, sempre no mesmo dia da colheita.

No passado recente, todo o café conilon brasileiro era preparado exclusivamente via seca. Contudo, vem aumentando significativamente o percentual dos chamados CDs ou cerejas descascados.

Apesar das diferenças físicas, químicas, biológicas e em padrões de qualidade comercial entre o arábica e o conilon, as tecnologias pós-colheita, que há muito vêm sendo aplicadas à produção do café arábica, poderiam, com algumas adaptações, serem aplicadas com sucesso ao café conilon. Atualmente, alguns produtores capixabas já trabalham com essas tecnologias e com resultados animadores.

Além de ser um grande produtor de café arábica, o Espírito Santo é também o estado que mais desenvolve pesquisa e produz tecnologias para melhorar a qualidade do café conilon. Infelizmente, apesar de possuir competência e trabalhar com seriedade no



**Figura 2.** Após a colheita, a abanação do café no campo.



**Figura 3.** Separação mecânica de impurezas no campo, com abanadora manual (A), e na unidade de beneficiamento (B).

processo de transferência do conhecimento, é muito grande, ainda, o número de pequenos e médios produtores que, sem uma avaliação de custos e das tecnologias disponibilizadas pela Pesquisa/Extensão, recebem influências diretas dos “Processadores terceirizados” e continuam a entregar a produção para ser processada por eles e não se interessando em adquirir equipamentos próprios (classificadores, lavadores, descascadores, secadores, beneficiadores, etc.) para o preparo do café na propriedade.

Nessa forma de parceria, ou seja, com as operações de pós-colheita terceirizada, os cafés, sem os devidos cuidados também na colheita, permanecem ensacados em embalagens descartáveis por vários dias, próximos à lavoura, antes de serem transportados para o pátio do “Processador terceirizado”, até que possam entrar no sistema de secagem. Esses parceiros, por sua vez, para ganhar tempo e faturar o máximo possível, secam os cafés em temperaturas muito elevadas, comumente superiores a 250 °C, em secadores rotativos, com tempo de secagem inferior a 20 horas e sem nenhum controle ambiental, como se vê na Figura 4.



**Figura 4.** Tipo de secagem com temperaturas altíssimas e a falta de controle ambiental.

Na secagem e beneficiamento terceirizados, o cafeicultor paga pelos serviços e, segundo informação de um produtor do Município de Pinheiros/ES, esse pagamento é realizado por meio de um desconto de 4 kg de café por saca beneficiada, e a verificação de rendimento é feita ao final do beneficiamento pelo próprio “Processador terceirizado”.

Considerando que a cotação, em 6 de dezembro de 2014, do conilon tipo 6/7 foi de R\$ 265,00 a

saca beneficiada, o produtor pagou o equivalente a R\$ 17,66 ou 6,6% do peso em café. Portanto, é esse valor, aparentemente baixo, que induz o pequeno produtor a usar os serviços terceirizados e não considerar a qualidade do conilon que é comercializado, segundo Matiello (1998), com base apenas no valor de peneira e número de brocados.

Como a produção de conilon do sul da Bahia e do Estado de Rondônia tem a suas origens nas experiências adquiridas pelos produtores do Espírito Santo, naqueles estados, os cafeicultores procedem da mesma forma e, na maioria das vezes, em condições mais precárias ainda.

Segundo Silva, Donzeles e Vitor (2013), o custo de secagem de café arábica, dependendo do sistema de secagem, estava ao redor de 8,5% do valor da saca beneficiada. Como a quantidade de energia e outros custos envolvidos para a secagem do conilon deveriam ser semelhantes aos da secagem do café arábica, provavelmente existe algo errado com o valor cobrado pelos “Processadores terceirizados” no Espírito Santo. Além da pouca exigência no que concerne ao item qualidade, a falsa aparência de custo baixo da secagem é que faz com que o pequeno produtor de conilon continue resistente à adoção de tecnologias apropriadas para a pós-colheita na fazenda. Felizmente, vem crescendo o número de cafeicultores que adotam tecnologias e equipamentos próprios e já admitem que a futura base para a comercialização do conilon não será feita apenas em número de brocados e classificação por peneiras. Características como aparência, cor, densidade, tamanho e forma do grão, uniformidade de secagem e bebida podem fazer parte da futura classificação comercial do conilon destinado à formação de *blends* com o café arábica.

### 3.1 PREPARO VIA SECA

O preparo por via seca consiste em submeter os frutos à secagem sem a remoção do mesocarpo (ou polpa). É a forma predominante de processamento do café no Brasil, seja conilon ou arábica. O ideal seria que no preparo do café por via seca fosse usado o sistema de lavador separador para possibilitar a secagem, separadamente, dos dois tipos de café (cerejas e boias). Por sua vez, a secagem deve ser iniciada assim que o café for retirado do lavador. Cuidado especial deve ser tomado para que não



haja mistura de lotes de diferentes dias. Ao final do processo de secagem por via seca, o café recebe a denominação de café natural em coco.

Com exceção do café colhido a dedo, passado pelo lavador e secado corretamente, dificilmente se consegue um café de qualidade superior processado por via seca. Mesmo realizando corretamente todas as operações, a colheita por derriça faz com que o café mais denso, que sai do lavador, seja constituído de uma mistura de frutos maduros e de frutos verdoengos ou que não atingiram a maturação completa.

Como é inviável, na prática diária, essa separação de maduros e verdoengos no processo via seca, os últimos farão com que o lote passe de uma classificação superior para inferior.

### 3.2 PREPARO VIA ÚMIDA

Diferentemente do processo via seca, no qual a secagem é realizada com os frutos inteiros, como derriçados ou separados no lavador, no preparo por via úmida, a secagem só será realizada depois de as cerejas maduras terem sido descascadas. Pode-se, também, para facilitar o manuseio durante a secagem, retirar parte da mucilagem aderida aos grãos por meio do desmucilador mecânico. Depois de uma secagem correta, os grãos de café, protegidos apenas pelo pergaminho e pela camada prateada, recebem a denominação de CD ou cereja descascado (Figura 5). Esse café, quando degustado, apresenta sabor e aroma natural.

Apesar de necessitar de maiores investimentos iniciais e de um sistema de disposição da água do processamento, o preparo do café por via úmida, em longo prazo, é mais econômico e pode, facilmente, ser utilizado com grande sucesso pelo pequeno produtor brasileiro.

Pode-se afirmar que a produção de café cereja descascado ou desmucilado, além da qualidade, tem a vantagem de necessitar de menor área de terreno, secador de menor capacidade e, finalmente, menor tempo de secagem com conseqüente redução do consumo de combustível. Outro fator importante é a diminuição da quantidade de embalagens (sacaria), do volume de silos ou tulhas, necessários ao armazenamento na fazenda podendo ser reduzidos em até 50%.

Essas vantagens se devem à remoção da casca, à uniformidade dos grãos e à menor quantidade de água a ser removida durante a secagem, entre outras.



**Figura 5.** Em seqüência, aspectos do café conilon desmucilado, natural e cereja descascado.

Verdin Filho et al. (2013) concluíram que o processamento por via úmida no conilon pode proporcionar um ganho de até 5,8% no rendimento final em peso total, em um mesmo lote de café, quando comparado com o processo via seca e utilizando secador de fogo direto.

### 3.3 O PROCESSO DE SECAGEM

A secagem do conilon é um processo que requer cuidados para que não haja comprometimento da qualidade do café.

Apesar de concentrações mais baixas do que no arábica, a quantidade de açúcar na mucilagem e o elevado teor de água inicial do conilon (60%), logo após a colheita, faz com que a taxa de deterioração no início do processo de secagem seja alta.

#### 3.3.1 Cuidados na secagem

Quaisquer que sejam os métodos de secagem utilizados, devem ser observados os seguintes aspectos para que se tenha sucesso nas operações de pós-colheita (SILVA, 2008):

- a) Evitar fermentações antes do preparo e durante a secagem do café.
- b) Evitar temperatura elevada chegando a mais de 250 °C, como vem acontecendo com a utilização de secadores rotativos. Trabalhos mostram que



altas temperaturas têm efeitos negativos sobre a composição química e as propriedades físicas, como cor e densidade do café conilon (FONSECA et al., 2007).

c) Secar os grãos, evitando os efeitos danosos de temperatura no menor tempo possível, até o teor de umidade de 18% b.u. (abaixo desse teor de umidade, o café é menos susceptível à deterioração rápida).

d) Procurar obter um produto que apresente coloração, tamanho e densidade uniformes. Trabalhos preliminares com o sistema colheita/poda simultâneos, realizados por pesquisadores do Incaper/UFV/Epamig mostraram que o conilon seco em terreiros e em secadores com temperaturas inferiores a 60 °C resultou em cafés com características físicas bastante semelhantes às do arábica, depois de separados por tamanho. Após submetidos aos dois processos de secagem, acima citados, os grãos do conilon, depois de beneficiados, apresentaram uma coloração verde-azulada e características físicas bastante semelhantes às do arábica e, portanto, muito diferentes do café de coloração amarronzada, característica comum do conilon fermentado ou submetido a secagem rápida sob temperaturas elevadas (muito acima de 100 °C).

No Brasil, segundo os aspectos tecnológicos envolvidos, utilizam-se basicamente dois métodos para secagem de café:

- **secagem em terreiros:** esparrama-se o produto em pisos, que devem ser, preferencialmente, cimentados por facilitar a higienização e reparos; e

- **secagem em secadores:** independentemente do modelo, nos secadores mecânicos, o ar aquecido é forçado, por um ventilador, a passar através da massa de café para realizar a secagem.

A umidade dos grãos normalmente aceita como sendo adequada para o armazenamento e comercialização do conilon é de 13%. A seca excessiva provoca perda de peso e quebra dos grãos no beneficiamento, enquanto, por outro lado, o excesso de umidade favorece a formação de mofo (fungos) no armazenamento.

### 3.3.2 Manejo do café em terreiros

Quando a secagem é realizada exclusivamente em terreiros, a qualidade do produto fica mais dependente das condições climáticas predominantes na região, notadamente no que diz respeito à ocorrência de chuvas, temperatura e umidade relativa do ar e insolação.

Atenção especial deve ser dada para que sejam evitadas fermentações indesejáveis (butíricas e propiônicas), que normalmente estão associadas às condições de temperatura e umidade do ar mais elevadas e ao tempo necessário para a seca dos grãos até alcançarem a umidade adequada para serem armazenados. Assim, trata-se de uma forma de preparo que deve ser usada em regiões com umidade relativa mais baixa, nas quais o tempo necessário à seca é menor, o que facilita a obtenção de cafés naturais de boa qualidade por favorecerem a ocorrência de fermentações lácticas e acéticas, que são desejáveis.

Ao chegar ao terreiro, preferencialmente após a lavagem e separação dos diferentes lotes (Figura 6), o café deve ser espalhado em camadas finas, de 3 a 5 cm de espessura, formando pequenas leiras sempre no sentido leste-oeste, direção do caminhamento do sol (Figura 7). Ao revolver o café, o operário tem que se orientar pela sua sombra, que deve estar projetada atrás ou à frente do sentido de seu caminhamento. Essas leiras precisam ser “quebradas” no sentido longitudinal pela ação dos rodos, de tal forma que a porção do terreiro umedecida pelas leiras torne-se exposta ao sol e, dessa maneira, seque e aqueça os grãos mais rapidamente acelerando o processo (Figura 7).

Os lotes com maior percentual de frutos verdes exigem cuidados especiais. Eles devem ser espalhados preferencialmente à sombra, em camadas mais altas, para que percam o excesso de água mais lentamente. Somente depois de bem murchos é que devem ser tratados como indicado para os frutos já maduros cuidando-se para que não sejam expostos a temperaturas muito elevadas. Esse procedimento tende a originar os chamados grãos preto-verdes, que são defeitos mais graves (2:1) que os grãos verdes. Quando os grãos, ainda verdes, são submetidos à secagem em temperaturas demasiadamente altas, a película que os envolve torna-se preta, porém seu interior

permanece verde. Sua identificação no momento da classificação é feita por fricção do grão sobre uma superfície áspera.



**Figura 6.** Lavagem e separação de frutos verdes e maduros dos secos, por densidade.



**Figura 7.** Revolvimento das leiras buscando expor as partes umedecidas do terreiro ao sol (A); e sua distribuição nas partes secas e aquecidas do terreiro (B).

Guarçoni et al. (1998), trabalhando em secador mecânico com distintos percentuais de frutos de conilon colhidos verdes, demonstraram que a temperatura da massa do café conilon pode ser

mantida em cerca de 60 °C sem que haja expressiva transformação de verdes em preto-verdes. Ressalta-se que a temperatura de secagem em terreiros também necessita ser monitorada e mantida dentro dos limites recomendados para o caso dos secadores mecânicos. Há necessidade de que o café seja revolvido constantemente, durante todo o dia, pelo menos a cada hora, para favorecer a troca de água com a atmosfera alternando-se a localização dos frutos, ora mais expostos ao sol e ora mais próximos da superfície do terreiro, especialmente quando o percentual de grãos verdes é elevado.

A secagem, feita exclusivamente em terreiro, nas condições predominantes nas regiões produtoras de café conilon, no Espírito Santo, demanda, em média, de 9 a 12 dias para completar o processo, tempo bastante inferior ao necessário para a secagem do café arábica. Esse fato se deve à menor quantidade de mucilagem encontrada na espécie *Coffea canephora* e às condições climáticas encontradas nas regiões produtoras do arábica.

Pode-se, contudo, em locais onde as condições predominantes sejam desfavoráveis à realização da seca exclusivamente ao sol, associar o processo de secagem em terreiro a secadores mecânicos. Em quaisquer dos casos, ao chegar ao terreiro, após a lavagem e separação dos lotes, o café deve ser imediatamente espalhado para a retirada do excesso de umidade e somente levado para os secadores mecânicos para a finalização do processo. Evita-se, assim, entre outros problemas, o entupimento constante dos canais de ventilação do secador, a transformação acentuada de verdes em preto-verdes, além de ajudar no importante processo de “homogeneização”, que consiste no estabelecimento de um equilíbrio no teor de água ou umidade entre os grãos e entre suas partes mais internas e externas. Para lotes mais verdes, há, normalmente, necessidade de maior tempo de terreiro.

Cerca de três dias após o início da secagem, ao final da tarde, devem ser formadas leiras de 15 a 20 cm de altura, que devem ser desfeitas no dia seguinte, pela manhã evitando que o sereno umedeça muito o café. Em caso de chuva, devem ser feitas leiras maiores e sempre no sentido da declividade do terreno. Essas leiras precisam, ser trocadas de lugar o maior número de vezes possível para que sejam evitadas fermentações.

No caso de todo o processo de secagem ocorrer em terreiro, após a meia-seca, há necessidade de que o café seja enleirado ainda quente e coberto com uma camada de sacaria usada e uma cobertura impermeável (lona plástica) ao redor das 15 horas (Figura 8) para somente ser descoberto no dia seguinte, às 9 horas, quando o terreiro já se encontrar seco e aquecido. Após a meia-seca, o café não pode mais ser umedecido por chuva ou orvalho. Lonas plásticas podem ser usadas para cobrir o café durante a noite, após a meia-seca, usando-se sob elas panos de colheita para evitar o molhamento do café pela água de condensação. Antes desse ponto da seca, a utilização de lonas plásticas pode favorecer a ocorrência de fermentações e prejudicar a qualidade final do produto. O processo continua até que os grãos atinjam umidade de 12 a 13%. Nesse ponto, o café pode ser recolhido na parte da manhã, ainda frio, e levado para as tulhas, onde deve permanecer em coco (Figura 9) ou em pergaminho (Figura 10), até o momento da comercialização. Entre o final da secagem e o beneficiamento, o café deve passar por um período de descanso de pelo menos uma semana para favorecer o processo de uniformização da umidade dos grãos.



**Figura 8.** Amontoamento do café ainda quente ao final das tardes.

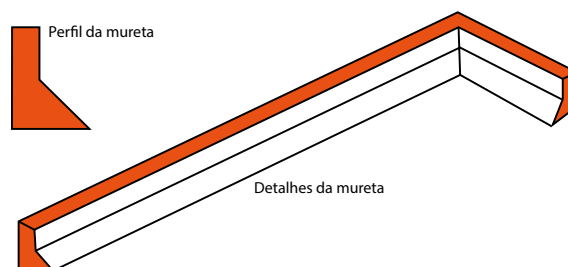


**Figura 9.** Café conilon para ser armazenado em coco.



**Figura 10.** Café conilon para ser armazenado em pergaminho.

Um bom terreiro deve ser construído com muretas sem quinas vivas (Figura 11) e provido de divisórias móveis (Figura 12) para separação dos diferentes lotes (boias e verdoengos e descascados).



**Figura 11.** Detalhes da mureta lateral ou divisória fixa dos terreiros.



**Figura 12.** Detalhes das divisórias móveis para separação dos diferentes tipos de café.

### 3.3.2.1 Dimensionamento do terreiro

O dimensionamento do terreiro tem que ser planejado e deve ser feito de forma que o café que chega da roça possa ser imediatamente espalhado. Há várias formas de estimar a área necessária de terreiro para cada situação em particular. Segundo Silva et al. (2001), quando se dispõe de informações, como número de plantas, produtividade esperada e o período de colheita na região, a área de terreiro pode ser estimada por meio de uma equação, como no caso seguinte:



Se a lavoura possui, por exemplo, 10 mil plantas, e cada uma produz, em média, 18 litros de café, ter-se-á então uma produção total de 180 mil litros que serão colhidos no período de três meses, aproximadamente 75 dias úteis, resultando em uma produção diária de 2.400 litros ou 2,4 m<sup>3</sup> de café da roça.

Supondo-se uma camada inicial de café no terreiro igual a 4 cm, em cada m<sup>2</sup> caberão 0,04 m<sup>3</sup> de café da roça. E se na região gasta-se em média dez dias para a seca ideal do café, tem-se que o terreiro, para aquele lote, deverá possuir:

$$S = [(2,4 \text{ m}^3 / \text{dia}) / (0,04 \text{ m}^3 / \text{m}^2)] \times 10 \text{ dias} = 600 \text{ m}^2$$

Ou simplesmente por meio da equação seguinte, quando se conhece a produção média por plantas:

$$S = 3,33 \times P \times T$$

em que:

S = área de terreiro necessária (m<sup>2</sup>);

P = produção média de café por planta (litros); e

T = tempo médio para a seca na região (dias).

Quando o terreiro for utilizado apenas para o processo de pré-secagem, a área calculada acima pode ser reduzida a um terço do total calculado, pois o tempo de utilização do terreiro é de três a quatro dias.

### 3.3.2.2 Construção do terreiro

O terreiro pode ser construído em concreto, em asfalto ou com ladrilhos cerâmicos. Deve-se dar preferência à construção em concreto por ser mais durável, fácil de manejar e por apresentar as melhores características de limpeza. De qualquer modo, o terreiro deve ser construído em local seco, ventilado e exposto ao sol (Figura 13), com declividade de 0,5 a 1,5% (SILVA, 1999). Deve possuir muretas sem quinas vivas (Figura 11) e ser provido de divisórias móveis (Figura 12) para separação dos diferentes lotes (boias e verdeongos e descascados).

O terreiro pode, também, ser subdividido em quadras menores para facilitar a separação dos lotes e conter, nas partes mais altas, áreas protegidas por pequenas muretas, de cerca de 5 cm de altura e com formato de meia-lua, que servem para amontoar o café, evitando-se o escorrimento de água de chuva sob a cobertura de lona.



Figura 13. Aspectos de um terreiro para secagem de café.

A secagem do café conilon ao sol pode também ser feita em terreiros suspensos (Figura 14), cobertos ou não com plástico (Figura 15).



Figura 14. Terreiro suspenso.



Figura 15. Terreiro suspenso coberto.

### 3.3.3 Secagem em secadores mecânicos

Independentemente do modelo, nos secadores mecânicos, o ar aquecido é forçado, por um ventilador, a passar através da massa de café e realizar a secagem.



Mais recentemente, a secagem em combinação vem sendo estudada e aplicada em localidades específicas para a secagem do cereja descascado. Nesse método faz-se uma pré-secagem em terreiro ou pré-secadores e a secagem complementar é realizada em silo ou tulha secadora com ar natural. Como a importância do café cresce com o aumento da produção e com a demanda interna e externa por produto de melhor qualidade, a secagem com técnicas eficientes, como a secagem combinada, apresenta as seguintes vantagens (SILVA, 2008):

- a) Permite melhor programação da colheita para obter o máximo de frutos maduros.
- b) Permite armazenagem por períodos mais prolongados, sem o perigo da deterioração ou perda de qualidade do café.
- c) Minimiza a perda do produto na lavoura ou em terreiros durante os períodos chuvosos.

Como a secagem inadequada afeta negativamente qualquer tipo de café, o leitor deverá estar informado sobre teor de água e teor de água de equilíbrio, fluxo de ar e velocidade de secagem, classificação e qualidade do café, para que possa tirar todo o proveito das técnicas de secagem e reduzir os custos de produção.

De modo geral, a secagem em terreiro é utilizada pelo menos na fase inicial do processo de secagem do café. Entretanto, em regiões com baixa taxa de secagem, a exposição do produto a agentes biológicos é inevitável e geralmente ocasionam a redução da qualidade do produto. Por outro lado, mesmo em locais onde a insolação é favorável, quando a higiene ou o uso correto da secagem em terreiros não são aplicados, o desenvolvimento de microrganismos na superfície dos frutos e

o aumento da respiração e da temperatura do produto são fatores que aceleram o processo de deterioração da qualidade. Também, mesmo operando corretamente o terreiro, uma alta probabilidade de períodos desfavoráveis pode inviabilizar economicamente a produção de café para competir no mercado atual, quando se usa apenas a secagem em terreiros.

### 3.3.4 Secagem em terreiro híbrido ou terreiro secador

Para regiões onde a secagem em terreiros convencionais não é muito favorável, o Consórcio Pesquisa Café possibilitou o desenvolvimento da tecnologia terreiro híbrido ou terreiro secador (Figura 16) para, em apenas 24 horas de pré-secagem, colocar o café, recém-preparado e úmido, em condições de ser levado, com máxima qualidade, para o secador convencional ou, com 50 horas de secagem, deixar o café pronto para o armazenamento. O uso da tecnologia terreiro secador está detalhado em Silva et al. (2011), e os detalhes para a sua construção são encontrados em Silva et al. (2013).

Decidido que o objetivo é produzir café com qualidade e a baixo custo, o cafeicultor deve reduzir ao máximo a probabilidade de produção de lotes com classificação inferior (em tipo e bebida). Para atingir esse objetivo, deve-se, além de trabalhar corretamente todas as operações anteriores à colheita, descartar ou evitar ao máximo qualquer técnica de secagem que dependa das condições climáticas.

Para a utilização de qualquer secador mecânico, há necessidade de observar alguns aspectos importantes: o primeiro deles é a formação de lotes homogêneos, ou seja, com os frutos,



**Figura 16.** Terreiro secador com arábica descascado (A); e terreiro ainda em construção (B) secando conilon natural (Ouro Preto do Oeste/RO).

aproximadamente, no mesmo estágio de maturação, tamanho e percentual de umidade. Por outro lado, devido à desuniformidade no tamanho de frutos do conilon e ao pericarpo fibroso, os descascadores, que foram projetados para o café arábica, não funcionam razoavelmente sem os devidos ajustes para os frutos do café conilon.

Caso a colheita seja realizada somente com frutos maduros, o sistema de produção do cereja descascado passará a ser operado com mais eficiência se entre a pré-limpeza e o lavador ou entre o lavador e o descascador for adaptado um classificador, tipo peneira rotativa, para separação dos frutos por tamanho. Com essa separação, o cilindro descascador de cerejas será operado com as chapas vazadas apropriadas para cada classe de frutos. O ideal seria adotar três larguras de frestas para o cilindro descascador (SILVA et al., 2013).

Dessa maneira, seriam obtidas três classes de cereja descascados por tamanho (grande, médio e pequeno) que deveriam, nas operações seguintes (secagem, armazenagem e beneficiamento), ser trabalhados e comercializados separadamente.

Durante o carregamento dos secadores, a fornalha deve estar apagada e seu acendimento deverá ser realizado com o secador já em movimento, o qual deve trabalhar a plena carga evitando perdas de calor e desperdício de combustível.

Após iniciar o procedimento de secagem, a temperatura no secador deve ser aumentada paulatinamente. Embora seja de fundamental importância a manutenção de baixas temperaturas (temperatura do grão inferior a 40 °C) durante todo o procedimento de secagem, especialmente na sua fase inicial, em terreiros ou em secadores mecânicos, o café robusta suporta, sem os mesmos prejuízos que sofre o arábica, temperaturas de até 60 °C na massa do café, o que normalmente possibilita alcançar a umidade adequada ao armazenamento, cerca de 12 a 13% num período aproximado de 20 a 22 horas ou até um pouco menos, caso o café tenha passado por um adequado período de "murchamento".

Antes de concluir a secagem, quando o café estiver com cerca de 17 a 20% de umidade e os grãos chacoalharem dentro das cascas, é aconselhável promover redução da temperatura e manter o secador em movimento, auxiliando a "homogeneização" do produto.

As fornaldas mais indicadas para a secagem de café são as de fogo indireto. Apesar de demandar mais tempo e consumir mais combustível para a realização de secagem, se adequadamente manejadas, elas mantêm mais facilmente a qualidade desejada do café. Deve-se usar, na fornalha, madeira seca e que não gere fumaça, pois, caso contrário, poder-se-á passar cheiros estranhos para o café, interferindo negativamente na qualidade final do produto.

## 4 ARMAZENAMENTO

Depois de seco, com no máximo 13% de umidade, o café deve ser armazenado em sacos de juta ou a granel, em tulas apropriadas, de forma a não sofrer alterações na sua qualidade (MATIELO, 1998). O café pode ser guardado em coco ou em pergaminho. Quando armazenado em coco, pode ser mantido por longos períodos sem perda de qualidade, exigindo, naturalmente, necessárias inspeções periódicas para correções e eventuais ajustes.

As tulas, ou armazéns, devem ser construídas com o intuito de abrigar o produto do calor do sol, da luz e das chuvas. Recomenda-se que sejam instaladas distantes de barrancos e árvores frondosas em locais ensolarados e de fácil acesso. As tulas devem ser preferencialmente de madeira, com piso alto e bem isolado do solo e com pé-direito de, no mínimo, 5 m. Devem possuir divisões internas para possibilitar a ventilação lateral, com marquises em cada uma das partes externas, e não devem permitir a entrada de animais e pássaros.

Em tulas com piso e paredes de cimento, há necessidade de que o café seja depositado sobre estrados de madeira, uma vez que o cimento não é impermeável e não age como isolante térmico. As pilhas devem ser feitas considerando-se a necessidade de seu afastamento das paredes, além de espaços para a necessária circulação interna.

O café não deve ser armazenado juntamente com outros produtos, especialmente fertilizantes, defensivos agrícolas e combustíveis, pois poderá absorver odor indesejável, prejudicando sua qualidade.

Petracco (2002) alerta sobre a importância de se prevenir a ocorrência de fungos no café (formação de mofo). O desenvolvimento desses organismos está associado à falta de manutenção da umidade

recomendada para o correto armazenamento dos grãos. Contudo, ele afirma que a contaminação dos frutos pode ocorrer na colheita ou nas operações pós-colheita, independentemente da forma de preparo que se utilizar tanto em café arábica quanto em conilon ou robusta.

Taniwaki et al. (2005) verificaram que o aumento na concentração de ocratoxina “A” é proporcional ao aumento do número de defeitos tanto em café arábica quanto em conilon.

Resumidamente, pode-se dizer que, para uma armazenagem segura do café, deve-se:

- Evitar locais úmidos para construção das instalações de processamento pós-colheita;
- Impermeabilizar paredes, pisos e telhados;
- Projetar o telhado de forma a minimizar a transferência de calor;
- Evitar contato direto do produto com as paredes e com o piso do armazém;
- Higienizar adequadamente equipamentos, depósitos, tulhas e armazéns, separando resíduos e evitando acúmulo de sujeiras e materiais descartados antes de iniciar o armazenamento;
- Manter um programa de controle de pragas;
- Utilizar produtos (fumigantes e inseticidas) permitidos pela legislação e nas quantidades recomendadas;
- Prevenir a recontaminação, evitando o contato de cafés beneficiados com casca, pó e embalagens danificadas ou nunca deixar o café em contato com material descartado;
- Monitorar continuamente a temperatura e o teor de umidade durante o armazenamento em intervalos regulares de forma que a umidade relativa do ar dentro da massa de grãos seja mantida a valores inferiores a 70% durante todo o período de armazenamento;
- Projetar o telhado de forma a minimizar a transferência de calor;
- Evitar reumidificação do café dentro da tulha ou armazém;
- Separar porções do produto aparentemente contaminadas por fungos e enviar para análise.
- Manter valores uniformes de teores de água

(umidade) em toda massa de café em torno de 13% b.u. Na medição, usar equipamento aferidos.

Antes da comercialização, é fundamental que seja feita a classificação do produto para conferir maior segurança ao produtor no momento da negociação. O preço do café depende dos seguintes aspectos associados aos grãos: renda (relação entre frutos secos e beneficiados), umidade, tamanho dos grãos, aspecto, cor, uniformidade e, principalmente, do tipo e da bebida (FONSECA et al., 1995a).

O beneficiamento somente deve ser feito após a decisão da comercialização do produto, uma vez que nessa condição as perdas de qualidade são intensificadas.

## 5 REFERÊNCIAS

- CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, G. H. H. de ; BOTELHO, F. M. Armazenamento. In: FONSECA, A. F. A da; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A. (Eds.). *Café conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV. p: 231-257. 2015.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. A cultura do café robusta. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. *Palestras...* Brasília: Embrapa Café: CBP&D/Café, p. 119-145. 2002.
- FONSECA, A. F. A. da; SARAIVA, J. S. T; BRAGANÇA, S. M; BREGONCI, I. S.; PELISSARI, S. A. Classificação, In: COSTA, E. B. da (Ed.). *Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: SEAG-ES, p. 131-135. 1995a.
- FONSECA, A. F. A. da; SARAIVA, J. S. T; BRAGANÇA, S. M; BREGONCI, I. S.; PELISSARI, S. A. Colheita, preparo e armazenamento. In: COSTA, E. B. da (Ed.). *Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: SEAG-ES, p. 121-130. 1995b.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Qualidade do café conilon: operações de colheita e pós-colheita. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, 702p. 2007.
- GUARÇONI, R.; SILVA, J. N.; FONSECA, A. F. A. da; SILVEIRA, J. S. M. Influência de distintos percentuais de frutos colhidos verdes no rendimento do café conilon. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v. 17, n. 13, p. 105-109. 1998.
- MATIELLO, J. B. *Café conillon*. Rio de Janeiro: MAA;

SDR; PROCAFÉ; PNFC, 1998.162 p.

PETRACCO, M. Melhoria da qualidade do café pelo combate ao crescimento de mofo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. *Palestras...* Brasília, DF: Embrapa Café/CBP&D/Café, p. 22-38. 2002.

RENA, A. B.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; SÖNDAHL, M. R. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. (Eds.). *Handbook of environmental physiology of fruit crops. II. Sub-tropical and tropical crops*. USA: CRC Press, v. 2, Cap. 5, p. 101-122. 1994.

SILVA, J. S. Colheita, secagem e armazenamento do café. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Encontro sobre produção de café com qualidade*. Livro de Palestras. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, pt 3, p. 39-80. 1999.

SILVA, J. S. *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2008. 560 p.

SILVA, J. S.; DONZELES, S. M. L.; VITOR, D. G. *Construção e utilização do terreiro híbrido para a secagem de café*. Brasília, DF: Embrapa Café - Café - Consórcio Pesquisa Café. n. 2, 2013, 8 p. (Comunicado técnico. Embrapa).

SILVA, J. S.; MORELI, A. P.; VERDIN FILHO, A. C. 2015. *Tecnologias pós-colheita para conilon de qualidade*. In: FONSECA, A. F. A. da; SAKIYAMA, N.S.; BORÉM, A. (Eds.). *Café conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV. p. 204-230. 2015.

SILVA, J. S.; SAMPAIO, C. P.; MACHADO, M. C.; MONACO, P. A. Preparo, secagem e armazenagem, In: SILVA, J. de S. (Ed.). *Secagem e armazenagem de café*. Viçosa, MG: UFV, CBP&D/Café, p. 1-60. 2001. Cap 1.

SILVA, J. S.; LOPEZ, R. P.; DONZELES, S. M. L.; COSTA, C. A. da. *Infraestrutura mínima para produção de café com qualidade: opção para cafeicultura familiar*. Brasília, DF: Consórcio Pesquisa Café, 2011. 69 p.

SILVA, J. S.; MORELI, A. P.; SOARES, S. F.; DONZELES, S. M. L. VITOR, D. G. *Produção de café cereja descascado - Equipamentos e custo de processamento*. Brasília, DF: Embrapa Café - Café - Consórcio Pesquisa Café. n. 41, 2013, 16 p. (Comunicado Técnico. Embrapa).

SOUZA, F. S., SANTOS, M. M., VENEZIANO, W. Análise de qualidade de grãos em duas variedades de café robusta, preparados por via seca com diferentes percentuais de maturação à colheita In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina, PR. *Anais...* Brasília, DF: 2005. 1 CD-ROOM.

TANIWAKI, M. H.; TEIXEIRA, A. A.; IAMANAKA, B. T.; FREITAS, M. L. Micobiota e incidência de ocratoxina A nos cafés com defeitos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina, PR. *Anais...* Brasília, DF: 2005. 1 CD-ROOM.

VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, A. L.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; RODRIGUES, W. N.; ANDRADE, S. Rendimento do café conilon em função das formas de processamento e secagem. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2013, Salvador, BA. *Anais...* Brasília, DF: 2013. 1 CD-ROOM.





CAFEEI



# Colheita Mecanizada do Café Conilon

Gustavo Soares de Souza, José Antônio Lani, Maurício Blanco Infantini, Fábio Moreira da Silva, Enrique Anastácio Alves e Rafael de Lima Bueno

## 1 INTRODUÇÃO

O custo e a escassez de mão de obra são, atualmente, dois importantes gargalos nas áreas de produção da cafeicultura do conilon no Brasil. Isso se deve à migração de muitas famílias rurais para os centros urbanos em busca de aumento de renda e estabilidade financeira, além de melhor acesso à saúde e educação de qualidade.

A baixa oferta de mão de obra no campo tem onerado os custos e limitado a exploração da cultura nos períodos de maior demanda, principalmente na época da colheita. A colheita, a qual ocorre de abril a agosto, no caso do café conilon, e pode durar até cinco meses, dependendo da interação entre as características genéticas das plantas na lavoura (maturação precoce, média ou tardia) e as condições climáticas, delineadas principalmente pela temperatura e precipitação (quantidade e distribuição de chuvas). Porém, a maioria dos cafeicultores realiza essa atividade em período inferior a 90 dias e de forma manual.

O ponto ideal de colheita ocorre quando a lavoura apresenta 80% dos frutos no estágio maduro (FERRÃO et al., 2012). Em função da escassez de mão de obra, muitos cafeicultores não conseguem colher todos os talhões das lavouras com os frutos nesse intervalo de maturação. Assim, os frutos colhidos tardiamente ou remanescentes na lavoura podem ser atacados por brocas, o que resulta em prejuízos no rendimento e qualidade dos grãos e maiores infestações da praga na safra seguinte. Existem ainda produtores que antecipam a colheita, o que interfere no enchimento e na qualidade dos grãos. Assim, essa falta de mão de obra tem como resultado maiores custos de

produção e um ambiente desfavorável à produção de cafés de qualidade. Isso torna o produto menos competitivo no mercado nacional e internacional. A mecanização agrícola contribuiu, juntamente com outras práticas de manejo, para um aumento significativo na produção de diversas culturas e redução nos custos durante o último século. No Brasil, a mecanização agrícola tem sido um dos alicerces do sistema produtivo de culturas, como soja, milho, arroz, algodão, cana-de-açúcar e café arábica. A inserção das máquinas nos sistemas de produção agrícola contribuiu como agente multiplicador do trabalho humano, elevando a produtividade do trabalho, expandindo as fronteiras agrícolas, reduzindo o tempo gasto com atividades manuais no manejo e aumentando o retorno financeiro para os agricultores (LOPES et al., 1995; OLIVEIRA et al., 2007b; FERNANDES et al., 2013).

A colheita mecanizada é uma das atividades mais importantes no manejo das lavouras agrícolas. A etapa da colheita destaca-se pelas dificuldades, pelo custo elevado envolvido e por se tratar do produto a ser convertido em recurso financeiro (SOUZA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2007a). Dessa forma, trabalhos apontam a colheita dos frutos como a etapa mais importante do manejo da lavoura cafeeira, na qual o cafeicultor recupera os investimentos realizados (SILVA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2007a, 2007c). Os principais benefícios da colheita mecanizada são produtos de melhor qualidade, redução de perdas e aumento nos lucros (OLIVEIRA et al., 2007b). Esses autores observaram, em lavouras de café arábica, redução de 62% no custo total da colheita mecanizada em relação à manual. Analisando indicadores econômicos, Lanna e Reis (2012)

classificaram a colheita manual do cafeeiro arábica como inviável, enquanto, na colheita mecanizada, identificaram menor custo e maior taxa de retorno do investimento.

A mecanização da colheita do café conilon é uma alternativa viável que pode reduzir o tempo de colheita, a demanda de mão de obra e os custos de produção. Isso poderá contribuir positivamente para uma maior qualificação das atividades e melhoria da renda para os agricultores e demais trabalhadores autônomos envolvidos nesse período. Ainda não existe um método de colheita mecanizada consolidado para o cafeeiro conilon. No Estado do Espírito Santo, a partir de 2010, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) em parceria com instituições públicas e privadas, e cafeicultores intensificaram esforços para estudar e viabilizar a colheita mecanizada do café conilon, basicamente por meio da adaptação de tecnologias de produção e melhorias de máquinas e processos já existentes.

Portanto, neste capítulo serão abordados os principais resultados já obtidos e a discussão de tendências futuras relacionadas ao tema em estudo.

## 2 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE COLHEITA

A colheita do café conilon engloba uma série de operações realizadas em sequência para derrça e limpeza dos frutos. Os mecanismos utilizados para realizar as operações e a sua ordem definem os sistemas de colheita. De acordo com Balastreire (1987) e Silva et al. (2001), os sistemas de colheita são classificados em:

- **Manual:** sistema em que todas as atividades envolvidas na colheita são realizadas de forma manual, com exceção do transporte, necessitando de um número elevado de trabalhadores por área. Caracteriza-se, até o momento, como o sistema predominante nas diferentes regiões produtoras da cultura. Esse processo de colheita pode ser em derrça total ou seletiva.

Na derrça total, todos os frutos são retirados das plantas em uma única vez, o que predomina no Brasil.

A coleta seletiva dos frutos é realizada escalonadamente escolhendo-se apenas os frutos maduros (cereja, passa e seco). O número de passadas será definido pela homogeneidade do processo de floração, desenvolvimento e maturação dos frutos. A coleta seletiva é pouco utilizada por aumentar a demanda por mão de obra e, conseqüentemente, os custos. É mais comum em propriedades que trabalham com cafés especiais e microlotes.

- **Semimecanizado:** consiste no uso de máquinas apenas em parte da execução das operações de colheita, sendo a outra parte realizada de forma manual. Na colheita do café conilon, a derrça dos frutos, dependendo do sistema o recolhimento, é realizada de forma manual, enquanto as demais atividades são predominantemente executadas por máquinas. Esse sistema tem potencial de expandir e atender a pequenos, médios e grandes cafeicultores.

- **Mecanizado:** as operações de derrça, limpeza e transporte, envolvidas na colheita, são realizadas mecanicamente, as quais são viáveis em grandes propriedades, tecnificadas e com topografia favorável (declividade < 30%). Apesar do sistema ser denominado de mecanizado, não dispensa totalmente o uso de serviço manual, pois as máquinas não conseguem colher todos os frutos da planta carecendo, na maioria das vezes, de outra derrça. Assim, os frutos que permanecerem após a derrça mecânica são retirados de forma manual ou mesmo mecanizada, numa operação denominada repasse, dependendo da quantidade e viabilidade técnica e econômica.

Essa classificação dada aos sistemas de colheita tem um caráter didático, uma vez que, na prática, isso não ocorre, já que a colheita manual utiliza atividades mecânicas, como no transporte, assim como a colheita mecanizada carece de etapas manuais, como o repasse manual. Do ponto de vista técnico, os sistemas de colheita variam de manual a mecanizado, em função do grau de utilização de mão de obra ou de máquinas na execução das operações. A tendência que se verifica na cafeicultura do conilon é uma expansão de operações mecanizadas com o emprego equilibrado de trabalhos manuais e mecanizados.



### 3 MÁQUINAS E OPERAÇÕES EM USO E EM TESTE PARA A COLHEITA

Atualmente, existem diversos modelos de máquinas destinadas a realizar as operações envolvidas na colheita do café conilon. A seguir, são descritas algumas dessas máquinas, disponíveis no mercado nacional ou em desenvolvimento, que estão sendo empregadas na colheita mecanizada do café conilon, com características técnicas e de desempenho, conforme informações apresentadas pelos fabricantes, cafeicultores e testes exploratórios realizados pelo Incaper, em parceria com instituições públicas e privadas e cafeicultores.

#### 3.1 RECOLHEDORAS

##### 3.1.1 Funcionamento das recolhedoras

São máquinas tracionadas por tratores e que realizam o recolhimento do material vegetal sobre o solo, após a derrça manual e corte de ramos produtivos (Figura 1). Essas máquinas recolhem os ramos produtivos que foram previamente cortados

e os frutos derrçados e depositados nas entrelinhas, sobre o solo, separam as impurezas e depositam os frutos limpos no tanque graneleiro. Nesse processo, as folhas e galhos são separados, parcialmente triturados e devolvidos ao solo. Dependendo das dimensões da máquina, realizam o recolhimento em lavouras com linhas espaçadas a partir de 2,8 m; no entanto, é recomendado um espaçamento de 3,0 a 3,5 m nas entrelinhas de plantio para evitar a quebra de ramos e de hastes tombadas. Nesse sistema, já é feita a desbrota e a desrama do cafeeiro durante a colheita, o que adianta o restabelecimento das plantas e reduz os custos de produção.

Já existe no mercado opções de máquinas e modelos para atender às especificidades das lavouras dos cafeicultores de conilon. Assim, esses equipamentos são mais alinhados ao perfil de pequenos e médios produtores de café conilon.

##### 3.1.2 Características técnicas das recolhedoras

No Quadro 1, estão descritas as principais características técnicas das recolhedoras em uso na colheita do café conilon no Espírito Santo.



**Figura 1.** Máquina usada no recolhimento de frutos do cafeeiro conilon derrçados sobre o solo (A); detalhe da derrça associada à poda (B); da operação de recolhimento do material vegetal (C); e imagem após a passagem da máquina (D), na safra de 2012/13, em Nova Venécia/ES.



**Quadro 1.** Características técnicas de recolhedoras tracionadas por trator em uso na colheita semimecanizada do café conilon

Características	Modelo
	Master Café 2C
Potência necessária no motor	75 cv
Acoplamento	TDP
Rotação	540 rpm
Comprimento	6.360 mm
Largura	1.700 mm
Bitola	1.750 mm
Largura de trabalho	1.200 mm
Altura	3.980 mm
Tipo de recolhedor	Rolo levantador
Tipo de limpeza	Sucção
Tanque graneleiro	2.500 L
Rodagem	2 pneus
Peso	2.700 kg

**Fonte:** Miac Máquinas Agrícolas (2016).

### 3.2 TRILHADORAS

#### 3.2.1 Funcionamento das trilhadoras

O sistema de colheita com uso de trilhadora consiste no corte manual dos ramos ortotrópicos (planta inteira) e enleiramento manual nas entrelinhas. Em seguida, esses ramos são transportados manualmente para o sistema de trilha, que separa os frutos dos galhos, folhas e impurezas da colheita. A recepção dos ramos ortotrópicos é realizada entre 0,20 e 0,40 m de altura do solo (Figura 2). Essas máquinas são tracionadas por tratores cafeeiros em propriedades maiores, onde a produção é escalonada.

Esses equipamentos têm sido usados na renovação de lavouras, com corte (recepção) de todos os ramos ortotrópicos. Outro uso tem ocorrido no sistema de manejo em desenvolvimento chamado de “supersafra” ou “safra zero” com lavouras adensadas, descrita no tópico 5.1.

#### 3.2.2 Características técnicas das trilhadoras

No Quadro 2, estão descritas as principais características técnicas das máquinas usadas no sistema de colheita semimecanizada do cafeeiro conilon.

### 3.3 RECOLHEDORAS E TRILHADORAS ESTACIONÁRIAS COM LONAS

#### 3.3.1 Funcionamento das recolhedoras e trilhadoras estacionárias com lonas

O processo de recolhimento e trilha do café conilon foi recentemente modificado, adaptando recolhedoras e trilhadores para o recolhimento do material vegetal com lona (Figura 3). Nesse caso, o cafeicultor coloca lonas debaixo da copa das plantas, nos dois lados da linha de plantio que receberão os ramos plagiotrópicos e os frutos aderidos após a poda. Os frutos aderidos aos ramos plagiotrópicos mais jovens (< 50% do potencial produtivo) são apenas derriçados sobre a lona.

As recolhedoras e trilhadoras adaptadas apresentam um dispositivo acionado pelo operador da máquina que puxa e enrola a lona com o material vegetal. Assim, a lona vai sendo enrolada e os galhos, folhas e frutos são despejados no sistema que trilha. Dependendo do espaçamento das entrelinhas da lavoura, são utilizadas lonas de polipropileno ou sombrite, com largura variando de 2,0 a 3,5 m e comprimento de 40 a 80 m. No entanto, tamanhos maiores já vêm sendo testados. Nesse sistema, a poda também é realizada simultaneamente ao processo de colheita do café, o que adianta o restabelecimento da lavoura e reduz os custos de produção, conforme descrito no tópico 6.

#### 3.3.2 Características técnicas das recolhedoras e trilhadoras estacionárias com lonas

No Quadro 3, estão descritas as principais características técnicas das máquinas adaptadas com lonas usadas no sistema de colheita semimecanizada do café conilon.

### 3.4 COLHEDORAS AUTOMOTRIZES

#### 3.4.1 Funcionamento das automotrizes

As colhedoras automotrizes são máquinas que foram idealizadas para derriçar os frutos e causar o mínimo de danos às plantas, de modo a não afetar a produção das safras seguintes. São máquinas recomendadas para culturas perenes, como, por exemplo, o cafeeiro conilon.



**Figura 2.** Trilhadora em uso no cafeeiro conilon com recepa dos ramos ortotrópicos (A); lavoura logo após a colheita (B); lavoura renovada com a condução de novas brotações (C); e ramos ortotrópicos colhidos sete dias após o corte (D), na safra de 2013/14, em Pinheiros e Nova Venécia/ES.

**Quadro 2.** Características técnicas de trilhadoras tracionadas por trator em uso na colheita semimecanizada do café conilon

Características	Modelo	
	Master Grãos	Double Master 4 C
Potência necessária no motor	55 cv	75 cv
Acoplamento	TDP	TDP
Rotação de trabalho	540 rpm	540 rpm
Comprimento	5.670 mm	7.154 mm
Largura	2.000 mm	3.524 mm
Bitola	1.650 mm	2.075 - 2.575 mm
Altura	3.200 mm	4.629 mm
Tanque graneleiro	-	5.500 L
Peso	1.350 kg	4.640 kg
Rodagem	2 pneus	2 pneus

**Fonte:** Miac Máquinas Agrícolas (2016).



**Figura 3.** Máquina adaptada para o recolhimento de folhas, ramos e frutos (A) sobre a lona (B) e detalhe da lona sendo enrolada (C) na safra de 2014/15, em Jaguaré/ES.

**Quadro 3.** Características técnicas de trilhadoras tracionadas por trator em uso na colheita semimecanizada do café conilon

Características	Modelo		
	Master Grãos CR	Master Café 2 CR	Double Master 4 CR
Potência necessária no motor	75 cv	75 cv	80 cv
Acoplamento	Barra de tração	Barra de tração	Barra de tração
Acionamento	TDP (540 rpm)	TDP (540 rpm)	TDP (540 rpm)
Transporte dos frutos	-	Elevador de canecas	Elevador de canecas
Capacidade do graneleiro	-	3.000 L	4.000 L
Sistema de descarga	-	Basculamento	Basculamento
Comprimento	6.660 mm	6.990 mm	8.040 mm
Largura	2.220 mm	2.500 mm	3.860 mm
Bitola	1.450 mm	1.750 mm	2.155 mm
Altura	3.250 mm	3.150 mm	4.070 mm
Altura de descarga	-	2.790 mm	3.160 mm
Peso	2.150 kg	2.900 kg	4.640 kg
Pneus	7,50 x 16"	10,50 x 16"	400/60 x 15,5"

Fonte: Miac Máquinas Agrícolas (2016).

Dois conceitos de máquinas podem ser destacados, como a derriça realizada por bastões (Figura 4A) e por varetas (Figura 4B). Quando a máquina se desloca na linha dos cafeeiros, esses bastões e varetas atiram e transmitem vibração às plantas, realizando a derriça dos frutos de ambos os lados da linha do cafeeiro (operam a cavaleiro).

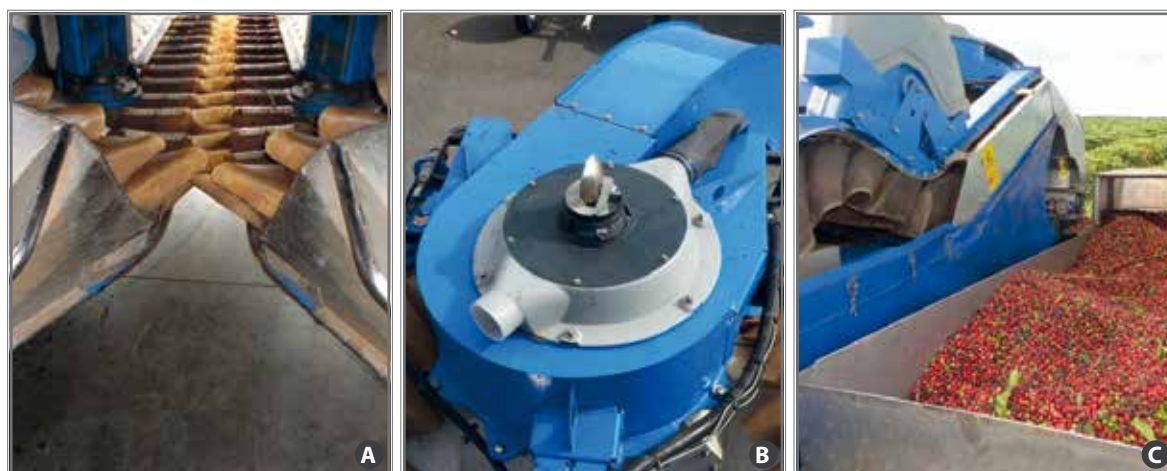
Na máquina com bastões, os frutos derriçados caem em canecas de borracha na parte inferior da máquina que transportam os frutos para a parte superior (Figura 5), onde são descarregados em uma esteira juntamente com folhas e ramos plagiotrópicos removidos da planta durante o processo da colheita. Um exaustor realiza a limpeza, separando as folhas e ramos dos frutos colhidos, os quais são transportados para um tanque graneleiro, onde ficam armazenados até serem descarregados por meio do basculamento do tanque. Existe também a possibilidade dos frutos, após a limpeza pelo exaustor, serem descarregados numa caçamba tracionada por trator mediante uma bica lateral.

Na máquina com varetas, os frutos derriçados caem sobre placas de plástico, as quais se abrem para permitir a passagem dos ramos ortotrópicos do cafeeiro no interior da máquina e retornam à posição original por meio de molas tensionadas quando as placas estão abertas. Os frutos deslizam sobre as placas e são direcionados para transportadores horizontais que conduzem os frutos até os elevadores, dotados de um sistema de ventilação e peneiras que separa as folhas e ramos laterais dos frutos. Os frutos são transportados pelos elevadores até a parte superior da máquina, onde são descarregados por meio de uma bica lateral ou armazenados em um tanque graneleiro. Detalhes são apresentados na Figura 6.



**Figura 4.** Colhedora automotriz com bastões Braud New Holland (A) e com varetas Case IH (B) em teste para o cafeeiro conilon, nas safras de 2014/2015, em Pinheiros/ES e São Mateus/ES, respectivamente.





**Figura 5.** Detalhes da colhedora de bastões Braud New Holland. Canecas de borracha que recebem os frutos derrçados na parte inferior da máquina (A); exaustor para a limpeza dos frutos (B); e tanque graneleiro (C).



**Figura 6.** Detalhes da colhedora de varetas Case IH com placas plásticas de vedação inferior com transportadores laterais (A), elevadores (B) e tanque graneleiro (C).

### 3.4.2 Características técnicas das automotrizes

Atualmente, as colhedoras automotrizes são amplamente utilizadas na colheita do café arábica e vêm sendo adaptadas também para a colheita do conilon, considerando as diferenças das duas espécies em relação à condução da lavoura, porte e arquitetura de planta, força de desprendimento dos frutos, sistema de poda, uniformidade de maturação, variabilidade genética, entre outros aspectos. No Quadro 4 estão descritas as principais características técnicas das colhedoras automotrizes em teste para o cafeeiro conilon no Estado do Espírito Santo.

**Quadro 4.** Características técnicas das colhedoras automotrizes testadas para o café conilon nas safras de 2012/13 a 2015/16, na região norte do Espírito Santo

Características	Marca / Modelo	
	Coffee Express 200/Case IH <sup>(1)</sup>	Braud 9090X <sup>(2)</sup> /New Holland
Potência do motor	55 cv	175 cv
Consumo	5,0 L h <sup>-1</sup>	9,5 L h <sup>-1</sup>
Rodagem	3 pneus	4 pneus
Comprimento	5.220 mm	6.500 mm
Largura	3.500 mm	3.200 mm
Bitola	3.285 mm	3.231 mm
Altura	3.270 mm	4.000 mm
Tanque graneleiro	2.000 L	2.000 / 4.000 L
Peso	5.000 kg	11.000 kg
Declividade de trabalho	17%	25%

**Fonte:** <sup>(1)</sup>Case IH Agriculture (2016), <sup>(2)</sup>New Holland Agriculture (2016).



## 4 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DAS COLHEDORAS

### 4.1 SISTEMAS SEMIMECANIZADOS

Os primeiros testes realizados com máquinas para a colheita semimecanizada do café conilon iniciaram na safra 2010/11, na região norte do Espírito Santo, com um conceito de recolhimento dos frutos do chão. Esse conceito passou por modificações profundas e, atualmente, foi substituído pelo processo de recolhimento manual e com lona. Por isso, os resultados apresentados limitam-se aos sistemas semimecanizados com uso de trilhadora (“supersafra”) e o recolhimento com lona. Os dados apresentados das colhedoras foram obtidos a partir de testes exploratórios, levantamentos de campo com cafeicultores e consultores e dados técnicos de empresas do setor de máquinas agrícolas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características operacionais de uma trilhadora e uma recolhadora estacionária com lona em uso na colheita do cafeeiro conilon, no Espírito Santo

Características	Sistema Semimecanizado	
	Trilhadora	Recolhedora Estacionária com Lona
Mão de obra necessária	3-7 pessoas	9-18 pessoas
Capacidade operacional	0,20-0,40 ha h <sup>-1</sup>	0,15-0,35 ha h <sup>-1</sup>
Capacidade de colheita	80 sacos h <sup>-1</sup>	100 sacos h <sup>-1</sup>
Eficiência de derrça	100%	100%
Eficiência de colheita	97 - 99%	97 - 99%
Perdas	1 - 3%	1 - 3%

**Fonte:** Miac Máquinas Agrícolas (2016).

A trilhadora e a recolhadora estacionária com lona são utilizadas com número de pessoas variando de 3-7 e 9-18, respectivamente. Isso resulta numa capacidade operacional de 0,20-0,40 e 0,15-0,35 ha h<sup>-1</sup>. Dessa forma, essas máquinas equivalem entre 40 e 50 trabalhadores rurais, considerando uma média de colheita de 16 sacos dia<sup>-1</sup>. A capacidade de colheita média observada no campo é de 80-100 sacos h<sup>-1</sup>; entretanto, esses resultados dependem diretamente da produtividade das plantas e da velocidade de colheita. A eficiência de derrça foi considerada como 100%, já que é realizada

manualmente. Contudo, isso depende diretamente da qualidade da derrça manual. A eficiência de colheita da trilhadora e da recolhadora estacionária com lona varia de 97 a 99%, dependendo das regulagens das máquinas e do treinamento dos trabalhadores envolvidos na colheita, com perdas de chão entre 1 a 3%.

### 4.2 SISTEMAS MECANIZADOS COM AUTOMOTRIZES

#### 4.2.1 Características operacionais em lavouras tradicionais

Os ensaios foram realizados na safra 2013/14, nos municípios capixabas de Jaguaré e Pinheiros em lavouras tradicionais de produtores, implantadas inicialmente para colheita manual, com três ramos ortotrópicos por planta e no espaçamento de 3,0 a 3,5 m x 1,0 m. Foram selecionadas para o trabalho lavouras com talhões de um clone por linha e com diversos clones misturados na linha e duas colhedoras automotrizes, Case e Braud New Holland. Os resultados médios, referentes à capacidade operacional, estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Dados médios da capacidade operacional de duas colhedoras automotrizes na colheita de café conilon avaliada em lavoura tradicional, safra 2013/14, em Jaguaré e Pinheiros/ES

Colhedoras	Velocidade de Colheita	Eficiência		Perda de Chão
		Derrça	Colheita	
Case	1,0 - 1,6 km h <sup>-1</sup>	85 - 93%	70 - 83%	10 - 21%
Braud New Holland	1,0 - 1,2 km h <sup>-1</sup>	85 - 94%	80 - 89%	5 - 11%

**Fonte:** Dados de pesquisa não publicados.

As colhedoras automotrizes em teste apresentaram capacidade operacional e rendimento de colheita de 0,30 a 0,40 ha h<sup>-1</sup> e de 100 a 130 sacos h<sup>-1</sup>, respectivamente, de acordo com a velocidade de deslocamento e a produtividade da lavoura. O aumento da velocidade das colhedoras resultou em maior capacidade operacional com menor tempo de colheita por área, o que coincide com resultados obtidos por Oliveira et al. (2007a). O aumento

na velocidade da máquina, em geral, diminuiu a eficiência de derriça e de colheita dos frutos de café conilon, causado pelo menor tempo de contato das plantas à ação dos bastões ou varetas, o que também foi observado para o cafeeiro arábica (SILVA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007c).

Essas máquinas apresentaram eficiência de derriça e de colheita variando de 85 a 94% e 70 a 89%, respectivamente, o que depende das perdas, principalmente dos frutos não derriçados e deixados no solo. A redução da eficiência de derriça nos sistemas mecanizados resultou numa maior carga pendente, o que justificaria o repasse manual, conforme descrito por Santinato et al. (2013).

As perdas de chão foram inferiores na colhedora Braud New Holland em relação à Case. O recolhimento desse volume de frutos foi considerado inviável para o cafeeiro arábica (OLIVEIRA et al., 2007a), devido ao reduzido volume e ao elevado custo operacional. Todavia, esse recolhimento do solo pode ser viável para o cafeeiro conilon, o que carece de mais estudos operacionais e econômicos. O manejo de plantas multicaules (três a quatro ramos ortotrópicos) dificultou a vedação do sistema de recebimento dos frutos, resultando em perdas similares aos trabalhos de Oliveira et al. (2007a, 2007b) e Silva et al. (2013), ambos para o cafeeiro arábica. A presença de plantas arqueadas também contribuiu para o aumento das perdas de chão. Dessa forma, o desenvolvimento de uma nova cultivar clonal de conilon, oriunda do agrupamento de clones com crescimento ereto pode minimizar essas perdas. O cafeeiro conilon, em geral, não apresenta queda natural dos frutos maduros no chão como ocorre no cafeeiro arábica (FONSECA et al., 2007), o que favorece a eficiência de derriça e de colheita e, conseqüentemente, minimiza as perdas na lavoura. Contudo, existem relatos de cafeicultores e técnicos de que algumas plantas em determinadas regiões no Espírito Santo apresentariam esse desprendimento natural, mas essas questões ainda precisam ser investigadas e as causas elucidadas.

Os resultados apresentados na Tabela 2 foram considerados satisfatórios; contudo, ligeiramente inferiores aos obtidos na colheita do café arábica (SANTINATO et al., 2013, 2014; SILVA, F. C. et al.

2013, SILVA, F. M. et al. 2013). Vale destacar que as lavouras não foram preparadas para as colhedoras, com presença de irregularidades no terreno, plantas com crescimento desuniforme e tombadas e, em alguns casos, apresentando desuniformidade de maturação de frutos na linha. Nesses ensaios exploratórios, a configuração das máquinas e o número de passadas na linha, a velocidade de colheita, a frequência de agitação, o grau de maturação dos frutos e a arquitetura das plantas alteraram o processo de derriça e de colheita carecendo de ajustes específicos a cada condição de lavoura.

#### 4.2.2 Características operacionais em lavouras experimentais

A partir do ano de 2013, foram preparadas lavouras de café conilon da região norte do Espírito Santo para a colheita mecânica, sendo conduzidas com um, dois e três ramos ortotrópicos e espaçamentos entrelinhas de 3,2 a 3,5 m e entre plantas na linha variando de 0,5 a 1,0 m. Assim, nas safras 2014/15 e 2015/16, realizou-se a avaliação do desempenho e eficiência das colhedoras automotrizes (Tabela 3) em plantas previamente trabalhadas para a colheita mecânica, conforme descrito no tópico 5.2. Verificou-se eficiência de derriça e de colheita variando de 85 a 97% e 75 a 92%, respectivamente, com média superior aos testes realizados em lavouras tradicionais. As perdas de chão foram novamente menores na colhedora Braud New Holland em relação à Case e reduziram em relação aos testes anteriormente citados (Tabela 2). Todavia, vale ressaltar que, nas safras avaliadas, ocorreu, no Estado, um período acentuado de estresse hídrico, notadamente na safra 2015/16, que comprometeram severamente o desenvolvimento e produção das plantas. Como consequência, observou-se redução na produtividade esperada das lavouras experimentais e concomitantemente na capacidade operacional de colheita, que variou de 0,20 a 0,40 ha h<sup>-1</sup> e de 90 a 120 sacos h<sup>-1</sup>.

Os resultados conjuntos são similares aos descritos na literatura científica para a colheita do café arábica (SANTINATO et al. 2013, 2014; SILVA, F. C. et al. 2013; SILVA, F. M. et al. 2013), o que indicam uma viabilidade técnica do uso das máquinas, mas que demonstram também necessidade de

continuidade dos trabalhos de pesquisa referentes à adaptação das máquinas às lavouras e das lavouras às máquinas.

**Tabela 3.** Dados médios da capacidade operacional de colhedoras automatizadas na colheita do café conilon avaliadas em lavouras experimentais, nas safras 2014/15 e 2015/16, em São Mateus/ES

Colhe-doras	Velocidade de Colheita	Eficiência		Perda de Chão
		Derrixa	Colheita	
Case	1,0 - 1,6 km h <sup>-1</sup>	85 - 97%	75 - 87%	10 - 14%
Braud New Holland	1,0 - 2,0 km h <sup>-1</sup>	85 - 96%	81 - 92%	4 - 8%

**Fonte:** Dados de pesquisa não publicados.

Os estudos de colheita mecanizada do café apontam elevada eficiência da operação desde que a colhedora esteja com as vibrações de varetas ou bastões e velocidade operacional corretamente reguladas e adequadas a cada tipo de variedade (OLIVEIRA et al., 2007a, 2007b; SANTINATO et al., 2014). Por isso, ajustar essas regulagens, assim como definir tecnicamente as características da lavoura e formas de condução do cafeeiro conilon são essenciais para o sucesso das operações mecanizadas.

#### 4.2.3 Seletividade da colheita e perspectivas futuras

A falta de mão de obra tem levado muitos cafeicultores a antecipar a colheita iniciando essa atividade com elevada proporção de frutos verdes (< 80% maduros), o que diminui a qualidade de bebida e o rendimento dos grãos no processo de secagem (FAVARIN et al., 2004; FERRÃO et al., 2012). O café é um produto agrícola que tem seu preço baseado em parâmetros qualitativos e cujo valor aumenta com a melhoria da qualidade (OLIVEIRA et al., 2007a). Assim, o sistema de colheita mecanizada do café conilon pode ajudar na melhoria da qualidade de bebida, já que não será mais necessária a antecipação da época de colheita, a qual contará com maior proporção de frutos maduros.

Lavouras seminais apresentam desuniformidade de maturação entre as plantas, visto que são

formadas pela recombinação de diferentes genótipos. De forma similar, quando as cultivares clonais são plantadas com os clones misturados, sem a utilização da tecnologia “plantio em linha”, ocorre também desuniformidade de maturação entre as diferentes plantas da lavoura. Assim, lavouras com maturação desuniforme poderiam ser colhidas seletivamente, visando à derrixa de frutos maduros (cerejas e secos) sem colher os frutos verdes da planta. O sistema de colheita seletiva já ocorre no cafeeiro arábica e geralmente são realizadas duas ou três passadas das colhedoras automatizadas na lavoura (SILVA, F. C. et al. 2013; SILVA, F. M. et al. 2013). Basicamente, em cafeeiros arábicas, é realizada a primeira passada (seletiva) com menor frequência de vibração da unidade de derrixa (750-850 rpm) e/ou maior velocidade de deslocamento da colhedora (1,30-1,60 km h<sup>-1</sup>) e uma segunda passada com maior frequência (950 rpm) e menor velocidade ( $\leq 1,0$  km h<sup>-1</sup>) para a colheita total dos frutos (SILVA, F. M. et al. 2013; SANTINATO et al., 2014).

O sistema de colheita seletiva por meio do uso de máquinas automatizadas, já consolidado para o cafeeiro arábica, foi testado para o cafeeiro conilon. Na safra 2013/14, em lavouras clonais não preparadas em Pinheiros/ES, observou-se o potencial de colheita seletiva com a derrixa dos frutos maduros utilizando uma colhedora automatizada de varetas, enquanto os verdes não foram derrixados (Figura 7).

A força de remoção ou de desprendimento dos frutos é uma característica importante para avaliar a adequação da cultivar para a colheita mecânica com automatizadas, uma vez que a eficiência dos dispositivos de colheita está diretamente relacionada à força de descolamento dos frutos da planta (CRISOSTO; NAGAO, 1991). Dentro dessa abordagem, foi medida a força de desprendimento de dois clones de café conilon na safra 2015/16, em São Mateus/ES (Tabela 4). Verifica-se diferença na força de desprendimento entre os materiais genéticos (3,00 N), caracterizando necessidade de ajustes contínuos do processo de colheita. Tais resultados foram similares aos encontrados para o cafeeiro arábica (CRISOSTO; NAGAO, 1991; SILVA et al., 2010), indicando não haver restrição com relação à força de desprendimento para a colheita do café conilon com automatizadas.



**Figura 7.** Seletividade na colheita dos frutos do cafeeiro conilon usando uma máquina automotriz de varetas na safra 2013/14, em Pinheiros/ES. Frutos verdes aderidos nos ramos plagiotrópicos (A); e frutos maduros colhidos pela máquina (B).

**Tabela 4.** Força de desprendimento dos frutos de dois clones de café conilon em dois estágios de maturação, na safra 2015/16, em São Mateus/ES

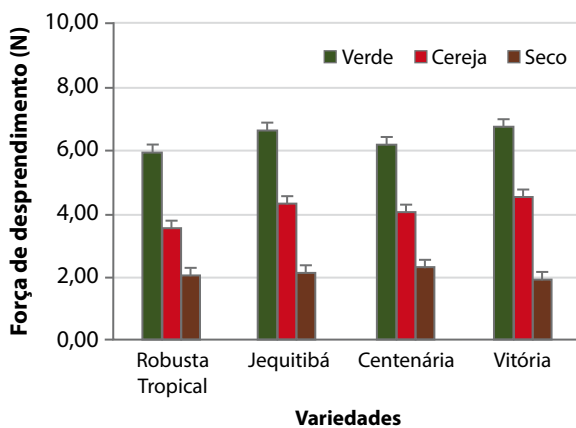
Maturação dos frutos	Força de Desprendimento (N)	
	Clone 1	Clone 2
Verde (V)	3,60	6,60
Cereja (C)	3,00	6,00
Diferença (V - C)	0,60	0,60

**Fonte:** Dados de pesquisa não publicados.

A força necessária para o desprendimento dos frutos maduros foi menor que para os frutos verdes, o que também ocorre para o café arábica (SILVA et al., 2010). A diferença de força entre os frutos verdes e maduros foram similares para ambos os clones (0,60 N). Quanto maior essa diferença, maior será o potencial de sucesso da colheita seletiva (SILVA, F. M. et al. 2013). Crisosto e Nagao (1991) encontraram diferença de força de desprendimento entre frutos de arábica verdes e maduros de até 7,3 N. Segundo Silva et al. (2010), a diferença de força entre frutos verdes e maduros deve ser maior que 3,0 N para obter uma boa seletividade na colheita com automotrizes no cafeeiro arábica.

Na safra 2015/16, realizou-se outro estudo para mensurar a força de desprendimento de frutos de café conilon de três cultivares clonais do Incaper ('ES8122' - Jequitibá, 'Centenária ES8132' e 'Vitória Incaper 8142') e uma cultivar de propagação por sementes (Emcaper 8151 - Robusta Tropical). As cultivares clonais são formadas pelo agrupamento de 9 a 13 clones. O trabalho foi realizado na Fazenda de Bananal do Norte, Município de Cachoeiro de Itapemirim/ES em talhões com plantas de cinco anos de plantio. Foram medidas a força de desprendimento para colheita de frutos verdes, cerejas e secos (Figura 8). Os resultados foram similares para as quatro cultivares, com variação de resultados médios de 5,97 a 6,72; 3,61 a 4,60 e 1,98 a 2,40 N, para frutos verdes, cerejas e secos, respectivamente. A maturação dos frutos resultou na diminuição da força de desprendimento da planta, que foi de 32 a 40% para cereja e de 61 a 71% para seco, ambos em relação aos frutos verdes. Observaram-se ainda clones com uma diferença na força de desprendimento de frutos verdes e maduros de até 5,40 N, o que evidencia uma perspectiva de maior seletividade na colheita com automotrizes.





**Figura 8.** Força de desprendimento dos frutos de quatro cultivares de café conilon em diferentes estágios de maturação na safra 2015/16, na Fazenda Experimental de Bananal do Norte, Cachoeiro de Itapemirim/ES.

**Fonte:** Dados de pesquisa não publicados.

Tendo em vista que estudos a respeito da força de desprendimento dos frutos do conilon ainda são incipientes, existe uma perspectiva enorme para desenvolver cultivares com características adequadas à colheita seletiva. Outros aspectos que influenciam na eficiência da colheita mecanizada, como arquitetura de planta, quantidade de folhas e porte não podem ser negligenciados. Por fim, avaliar diferentes materiais genéticos por meio de testes com colhedoras serão fundamentais para validar a performance das próximas cultivares a serem recomendadas para o sistema de colheita seletiva e mecânica.

## 5 MANEJO DA LAVOURA PARA COLHEITA MECANIZADA

### 5.1 SISTEMAS SEMIMECANIZADOS

Um aspecto importante para a mecanização da cafeicultura do conilon é a necessidade de plantas com ramos ortotrópicos eretos (Figura 9). Ramos tombados podem ser facilmente quebrados pelos tratores e colhedoras durante a realização das atividades de manejo. Observações de campo indicam a necessidade de reduzir o número de ramos ortotrópicos por planta para reduzir o arqueamento.

Para o uso de colhedoras de chão no cafeeiro conilon é necessária inicialmente a sistematização

do terreno, principalmente das entrelinhas, para retirar irregularidades que venham a reduzir a eficiência do recolhimento. O nivelamento das entrelinhas geralmente é realizado com uma plaina (Figura 10). Estudos sobre a conservação dos solos, processo erosivo, mineralização da matéria orgânica e compactação do solo nesses sistemas de manejo ainda necessitam ser realizados.

Para aumentar a eficiência do recolhimento de chão e evitar perdas na lavoura do cafeeiro conilon, é utilizado um soprador para enleiramento do material derriçado/podado das plantas no centro das entrelinhas (Figura 11). Assim, esse material disperso sob a copa das plantas é enleirado no centro das entrelinhas, aumentando a eficiência do recolhimento e reduzindo as perdas de frutos no solo. Devido ao movimento de máquinas nas entrelinhas das plantas, o espaçamento mínimo recomendado é de 3,0 m, sendo mais adequado 3,5 m.

As trilhadoras têm sido usadas na renovação de cafeeiros antigos ou mesmo novos, em regiões com falta de mão de obra, com corte de todos os ramos ortotrópicos. Outro uso tem ocorrido no sistema de manejo em desenvolvimento pelo Incaper e parceiros, chamado de “supersafra” ou “safra zero” com lavouras adensadas. Em unidades experimentais, as plantas foram instaladas no espaçamento de 1,75 m x 0,80 m. Nesse sistema, a colheita é realizada a cada dois anos, tempo necessário para a formação da nova copa. Dessa forma, o produtor precisará escalonar os talhões, com alternância de áreas em produção. No manejo adensado (“supersafra”) em áreas de produtores, as lavouras de primeira colheita apresentaram produtividade de até 150 sacas ha<sup>-1</sup> (60 kg com grãos beneficiados) para alguns materiais genéticos, com média de 75 sacas ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Na colheita com trilhadoras, outra possibilidade avaliada por um cafeicultor em Pinheiros/ES, na safra de 2013/14, foi a colheita realizada sete dias após o corte obtendo uma redução no tempo de secagem de 40% (Figura 12), sem a constatação de fermentação dos frutos, o que é influenciado pelo clima da região. De acordo com as observações realizadas, praticamente não ocorreu o desprendimento dos frutos dos ramos plagiotrópicos, o que poderia resultar em incremento nas perdas. Durante a safra 2013/14,



**Figura 9.** Detalhe da lavoura do cafeeiro conilon com seleção de materiais eretos para a colheita mecanizada (A) na safra 2012/13, em Nova Venécia/ES; e poda de ramos ortotrópicos para a realização de testes com automotrizes (B) na safra 2013/14, em Pinheiros/ES.



**Figura 10.** Plaina acoplada ao trator usada para o nivelamento do terreno antes do recolhimento de frutos derrçados sobre o solo (A); e detalhe do terreno após a operação do implemento (B), na safra 2012/13, em Nova Venécia/ES.



**Figura 11.** Soprador tracionado por trator usado no enleiramento do material vegetal antes do recolhimento de frutos derrçados sobre o solo (A); e processo de recolhimento do chão (B), na safra 2012/13, em Nova Venécia/ES.

também foi realizado, em Ouro Preto do Oeste/RO, um ensaio sobre o efeito da colheita com trilhadora na secagem dos frutos e qualidade do café conilon (dados não publicados). Foram analisados dois tipos de poda (recepa total da planta e corte dos ramos plagiotrópicos) com secagem mista (campo e terreiro) comparando-se ao sistema tradicional (derricha manual dos frutos e secagem imediata em terreiro) (Tabela 5).

**Tabela 5.** Teor de água de frutos do cafeeiro conilon e qualidade de bebida comparando a secagem em terreiro logo após a colheita e a secagem mista (campo e terreiro) em Ouro Preto do Oeste/RO

Tratamento	Manejo	Secagem	Qualidade de Bebida (Nota)*	Teor de Água dos Frutos (%)*
T1	Desrama (ramos plagiotrópicos)	Campo + terreiro	74,0a	39,6c
T2	Recepa (planta inteira)	Campo + terreiro	73,9a	42,0b
T3	Colheita manual	Terreiro	71,2a	61,0a

**Fonte:** Dados de pesquisa não publicados.

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si (Teste: Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

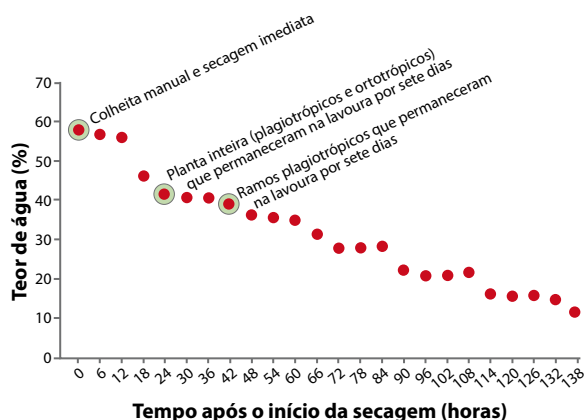
T1- ramos plagiotrópicos cortados e deixados na lavoura por sete dias antes da colheita com trilhadora e início da secagem; T2- ramos ortotrópicos cortados e deixados na lavoura por sete dias antes da colheita com trilhadora e início da secagem; T3- colheita manual e secagem imediatamente após a colheita.

Os resultados da análise sensorial demonstraram que o tempo de pré-secagem dos frutos aderidos aos ramos (T1 e T2) não foram deletérios à qualidade de bebida quando comparados às amostras submetidas a secagem tradicional (T3). Assim, esses sistemas de colheita durante o período mais seco, podem ser favoráveis por permitir maior flexibilidade no arranjo temporal da colheita e da mão de obra, assim como menor custo de secagem por necessitar de menor tempo de uso de terreiros e secadores mecânicos.

O teor de água nos frutos de café conilon apresentaram diferença significativa, quando introduzidos no terreiro, com menores valores nos manejos, cuja pré-secagem foi realizada no campo (Tabela 5). Com base na curva de secagem dos frutos do cafeeiro conilon (Figura 12), pode-se observar que o tempo aproximado para atingir a umidade ideal de secagem foi de 140 horas. Dessa forma, a secagem no campo, em sete dias reduziu entre 24 a 42 horas o tempo dessa operação

no terreiro, sem prejuízo à qualidade sensorial. Apesar dos resultados favoráveis, tal prática ainda não é recomendada por se tratar de uma análise preliminar que necessita de continuidade dos trabalhos de pesquisa.

Ressalta-se que, até o momento, as máquinas estacionárias com lonas estão mais adaptadas às características de lavouras tradicionais nas regiões produtivas. Por isso, têm sido preferidas pelos cafeicultores que utilizam os sistemas semimecanizados.



**Figura 12.** Curva de secagem de frutos do cafeeiro conilon em terreiro de cimento, na safra 2013/14, em Ouro Preto do Oeste/RO.

**Fonte:** Dados de pesquisa não publicados.

## 5.2 SISTEMA DE COLHEITA COM AUTOMOTRIZES

A colheita com máquinas automotrizes necessitam de maiores alterações na implantação e manejo da lavoura. A Figura 13 ilustra os principais pontos de ajustes em lavouras tradicionais para a colheita com automotrizes. Plantas com alturas desuniformes dificultam a regulagem das máquinas automotrizes, em face da premissa básica de associação de boa eficiência de colheita com o mínimo de danos na copa das plantas. Em lavouras com plantas de altura variável, seria necessário ajustar ou mudar a altura das varetas ou bastões a todo o momento em que houvesse variação tornando a colheita com automotrizes inviável. Na prática, essa característica faz com que as plantas mais baixas tenham a sua copa danificada, enquanto plantas mais altas, cujos frutos de café estão mais altos, não sejam derriçados adequadamente, já que a altura de varetas ou bastões é fixa. O ideal é ter uma uniformidade na altura na linha das plantas para o



ajuste dos bastões ou varetas na altura adequada para que removam os frutos e não danifiquem a copa das plantas.

Com relação à maturação heterogênea na linha de plantio, é importante ressaltar que, em geral, os frutos verdes possuem uma força de desprendimento maior que os frutos maduros (ver tópico 4.2.3). Assim, quando se colhem plantas com predomínio de frutos verdes, a eficiência de derriça diminui em relação à colheita de plantas com frutos maduros, exigindo, assim, regulagens diferentes. Iniciar a colheita quando as plantas apresentam um estágio mais avançado de desenvolvimento ( $\geq 90\%$  dos frutos cereja, passa e/ou seco) aumentará a eficiência de derriça.

Com relação a plantas com arquitetura multicaule, verificou-se que aumentam significativamente as perdas de chão nas automotrizes, pois as placas plásticas ou canecas não vedam adequadamente a parte inferior das máquinas. Outro aspecto importante é que as plantas possuem uma maior

área frontal, o que dificulta o alinhamento e a entrada das hastes na máquina e, com isso, há a maior ocorrência de lesões nas plantas.

Com relação ao tombamento das hastes, pode-se mencionar novamente que dificultam o alinhamento entre máquinas e plantas. Assim, as plantas não entram adequadamente na unidade de colheita e, com isso, não são derriçadas de forma eficiente, podendo ainda ser quebradas pelas máquinas. O tombamento ocorre por característica do material genético (clone ou progênie) e/ou pela alta produtividade da lavoura, cujas hastes tendem a abrir em lavouras com três hastes ou mais.

É importante destacar que um bom desempenho de colheita com automotrizes depende da regulagem adequada das máquinas, assim como um delineamento de implantação de lavoura e ações contínuas de condução das plantas que favoreçam a colheita mecanizada, conforme sintetizado no Quadro 5.



**Figura 13.** Ilustração de uma lavoura tradicional, com altura desuniforme das plantas na linha (A); maturação heterogênea na mesma linha de plantio (B); hastes com arquitetura multicaule abaixo de 0,40 m do solo e abertura das placas inferiores da colhedora (C); e plantas tombadas (D).



**Quadro 5.** Principais ações técnicas recomendadas para preparo da lavoura de café conilon para a colheita mecanizada com automotrizes

Ações	Objetivos
Alinhar as covas no plantio.	- Facilitar a entrada das plantas na unidade de derriça, reduzir perda de chão e evitar os danos causados pela máquina às hastes das plantas.
Plantar apenas um clone por linha, alternando a ordem de plantio dos clones da cultivar recomendada.	- Padronizar a altura das plantas, a altura dos frutos nas plantas e a maturação dos frutos.
Realizar a poda da região meristemática (ápice) entre 0,20 e 0,55 m, cerca de 6 meses após o plantio, quando a planta estiver com aproximadamente 0,60 m de altura (Figuras 14 e 15). Após a brotação, selecionar ramos ortotrópicos alinhados ao sentido do plantio e próximos da região do corte apical. Para lavouras em renovação, realizar a recepa a 0,60 m e conduzir a brotação conforme descrito anteriormente.	- Padronizar a altura das plantas, a altura dos frutos nas plantas, alinhar as hastes na fileira e reduzir as perdas de chão.
Selecionar brotos para formação de nova copa e a desbrota periódica do excedente.	- Manter arquitetura das plantas com hastes alinhadas no sentido do plantio.

**Fonte:** Dados de pesquisa não publicados.



**Figura 14.** Lavoura preparada para a colheita com máquinas automotrizes: espaçamento de 3,5 x 0,5 m e poda apical a 0,20 m do solo (detalhe das hastes alinhadas na parte superior à direita).

Para o uso de automotrizes, pode-se verificar ainda a possibilidade de redução das perdas de chão

com uma única haste principal entre 0,40 e 0,60 m de altura do solo e, a partir disso, conduzir as brotações sempre alinhadas ao sentido do plantio (Figura 15). Isso melhora a vedação inferior das máquinas automotrizes e minimiza as perdas de frutos no chão, durante o processo de colheita.

Em razão das dificuldades de trabalhar com automotrizes em lavouras tradicionais e na busca de melhores índices técnicos, foram preparadas áreas experimentais de testes, em parceria com empresas e cafeicultores, para avaliar a colheita mecanizada com automotrizes. Os resultados foram apresentados nos tópicos anteriores. Dessa forma, com base nos ensaios conduzidos e testes realizados, os espaçamentos sugeridos estão na Tabela 6, visando a uma maior adequação aos sistemas de manejo mecanizado. Entretanto, ainda não se tem resultados conclusivos dessa pesquisa.



**Figura 15.** Planta com seis meses, com poda apical a 0,55 m de altura (A); plantas com três anos recepadas a 0,60 m na safra 2014/15 (B); e brotação alinhada (C) sendo conduzida na safra 2015/16, em São Mateus/ES.

**Tabela 6.** Sistemas de manejo em teste para mecanização das lavouras de café conilon

Sistema	Máquina	Espaçamento (m)		Número de hastes por planta
		Entrelinha	Linha	
Tradicional	Manual	2,5 - 3,0	1,0 - 1,5	3 - 5
Semimecanizado	Recolhedora de solo	3,2 - 3,5	0,8 - 1,0	2 - 3
Semimecanizado	Trilhadora estacionária de lona	2,8 - 3,5	0,8 - 1,0	3 - 5
Mecanizado	Automotrizes	3,0 - 3,5	0,5 - 0,6	1 - 2
Adensado	Trilhadora	1,5 - 1,7	0,7 - 0,8	3 - 4

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 6 CUSTOS OPERACIONAIS DOS SISTEMAS DE COLHEITA

O tipo de colheita dos frutos, manual ou mecanizada, influencia significativamente na estrutura de custos da atividade cafeeira (LANNA; REIS, 2012). No Espírito Santo, a colheita representa de 22 a 40% do custo total de produção do cafeeiro conilon (CEDAGRO, 2016; INCAPER, dados não publicados) dependendo do grau tecnológico e da produtividade da lavoura. Uma das preocupações dos cafeicultores é quanto à disponibilidade de trabalhadores nas regiões produtoras, geralmente insuficiente para atender à demanda de serviço. Isso gera especulação nos preços de colheita e a necessidade da coleta de frutos malformados, com menor rendimento no beneficiamento reduzindo a lucratividade e a competitividade do setor cafeeiro (LANNA; REIS, 2012).

Nesse aspecto, a colheita mecanizada e semimecanizada do cafeeiro conilon apresentam potencial para reduzir custos em relação à manual. Em trabalhos realizados na colheita mecanizada em lavouras de café arábica, reduções no custo variam de 24 a 62% em relação à colheita manual (SILVA et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2007a; SANTINATO et al., 2015).

Os custos operacionais de três sistemas de colheita mecanizada de café conilon foram avaliados na safra 2013/14, no norte do Espírito Santo. A distribuição percentual dos custos operacionais dos sistemas de colheita é apresentada na Tabela 7. As colhedoras, em geral, apresentaram um custo variável superior ao fixo. Esses resultados são coerentes com os encontrados por Oliveira et al. (2007a) e Santinato et al. (2015) para o cafeeiro arábica.

O custo da colheita manual calculado para a safra

2013/14, no norte do Espírito Santo foi de R\$ 15,30 sacos<sup>-1</sup> (80 L) com impostos, o que resulta num custo por trabalhador de R\$ 244,80 dia<sup>-1</sup>, para um média de colheita dos trabalhadores que atuaram na área em estudo de 16 sacos dia<sup>-1</sup>. Contudo, sabe-se que, dependendo da região e da produtividade das plantas, muitos trabalhadores colhem acima de 20 sacos dia<sup>-1</sup>.

**Tabela 7.** Distribuição percentual dos custos operacionais de diferentes sistemas de colheita mecanizada na safra 2013/14, na região norte do Espírito Santo

Itens de Custo	Trilhadora estacionária com lona	Automotriz com varetas	Automotriz com bastões
	----- % -----		
Depreciação	23,31	39,67	39,95
Juros	0,71	1,21	1,22
Taxa de seguros	0,52	0,88	0,89
Taxa de alojamento	0,26	0,44	0,44
<b>Custo Fixo</b>	<b>24,80</b>	<b>42,20</b>	<b>42,50</b>
Combustível	14,44	6,14	7,83
Lubrificante	1,73	1,54	1,23
Manutenção	25,90	44,08	44,39
Mão de obra	33,13	6,04	4,05
<b>Custo Variável</b>	<b>75,20</b>	<b>57,80</b>	<b>57,50</b>
<b>Custo Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados de pesquisa não publicados.

Nota: Metodologia: Balastreire (1987), Pacheco (2000) e Santinato et al. (2015).

Os resultados indicam uma redução no custo de colheita com o uso dos sistemas mecanizados variando de 56 a 79% em relação à colheita manual, na safra de 2013/14, época em que o custo da mão de obra era considerado elevado. No ano seguinte, Gomes e Constatino (2015) encontraram redução no custo de colheita com uso de sistemas semimecanizados para conilon (35 a 41%), o que

foi atribuído à maior oferta e menores custos da mão de obra no período. Vale destacar que essas avaliações foram realizadas em condições de lavouras dissimilares, com manejos, arquitetura de plantas e produtividade diferentes, o que não permite comparação média entre anos dos sistemas, mas apenas entre o potencial de redução dos custos de colheita nos sistemas mecanizados em relação ao manual.

Os testes permitiram constatar que a colheita mecanizada não é capaz de substituir totalmente a necessidade de mão de obra, tanto nos sistemas mecanizados com automotrizes, quanto nos sistemas semimecanizados. No caso de automotrizes, devido à necessidade de repasse manual, que representa a retirada dos frutos que permanecem aderidos à planta, enquanto nos sistemas semimecanizados, em razão da necessidade de derriça sobre a lona ou por causa do corte e transporte dos ramos ortotrópicos até a unidade de derriça nas trilhadoras visando à retirada das plantas para a renovação da lavoura ou a recepa em lavouras adensadas.

No caso da colheita com automotrizes, o repasse manual pode ser substituído gradativamente pela colheita mecanizada, com a utilização da repetição de operações da colhedora aumentando a eficiência de colheita e minimizando a necessidade de repasse manual, conforme também observado para o cafeeiro arábica (SANTINATO et al., 2015). O custo do repasse tende a aumentar à medida que se reduz a eficiência de derriça. Para tanto, a viabilidade de repetidas operações depende da carga produtiva das plantas, do estágio de maturação dos frutos, da disponibilidade de máquinas (alugadas ou próprias), do preço da saca e dos danos causados às plantas (SILVA et al., 2010; SANTINATO et al., 2014, 2015).

Os ensaios com automotrizes permitiram ainda observar redução no custo da colheita com aumento da velocidade de deslocamento, considerando uma eficiência de colheita constante, o que corrobora resultados de outros trabalhos (SILVA, F. M. et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007). Contudo, na prática, a eficiência de colheita tende a diminuir com o aumento da velocidade ( $> 2,0 \text{ km h}^{-1}$ ), sendo necessários ajustes específicos de máquinas para cada situação de campo.

Por fim, cabe destacar que o preço de mercado da saca beneficiada tem influência significativa na viabilidade econômica do investimento de infraestrutura do cafeeiro, sendo fundamental para a lucratividade e competitividade do setor. Assim, os cafeicultores devem efetuar um gerenciamento que priorize a gestão de custos buscando a melhor destinação dos recursos produtivos aplicados na lavoura cafeeira (LANNA; REIS, 2012), a fim de maximizar a eficiência econômica da atividade agrícola.

## 7 IMPLICAÇÕES FUTURAS

Em face das vantagens apresentadas da colheita mecanizada, uma questão importante de se analisar e trabalhar concomitantemente refere-se ao manejo adequado de máquinas e solo para não se estabelecer ao longo dos anos um novo problema potencial na região, decorrente do tráfego de máquinas agrícolas, que é a compactação do solo.

Esse efeito prejudicial é causado pelas cargas estáticas aplicadas sobre o solo e dinâmicas resultadas da vibração das máquinas agrícolas, patinagem dos rodados, mudanças de direção bruscas e alterações na aceleração/frenagem (HORN et al., 1995; ALAKUKKU et al., 2003). Quando a carga aplicada sobre o solo excede sua resistência interna, a compactação adicional ocorre com mudanças nos atributos do solo (HORN et al., 1995). A compactação aumenta a densidade do solo e a sua resistência mecânica (HAMZA; ANDERSON, 2005; MATERECHERA, 2009) e diminui o volume de poros, principalmente de macroporos (SOUZA et al., 2012). Silva, A. R. et al. (2006) e Araújo-Junior et al. (2008) observaram mudanças estruturais do solo, associadas à compactação, causadas pelo tráfego de máquinas agrícolas em lavouras de café arábica, no sul de Minas Gerais. Contudo, as regiões produtoras de café conilon carecem de estudos correlatos. A menor porosidade e taxa de infiltração de água no solo, advindo da compressibilidade do solo pela pressão imposta pelo tráfego das máquinas agrícolas, aumenta o escoamento superficial em períodos chuvosos, o que pode aumentar o processo erosivo no solo.

Os principais efeitos que a compactação do solo pode causar às culturas agrícolas são: falha ou demora no pagamento das mudas, tamanho

reduzido da planta e dos grãos, coloração não característica das folhas, sistema radicular superficial e má-formação das raízes (BENGOUGH et al., 2006; SOUZA et al., 2014, 2015). A compactação do solo reduz o desenvolvimento do sistema radicular e o acesso à água e nutrientes (CHAN et al., 2006; COLLARES et al., 2008). Esse impedimento físico ao desenvolvimento radicular resulta em menor volume de raízes, concentradas na camada superficial, o que torna a planta mais suscetível a veranicos. Assim, o menor volume radicular promovido pela compactação do solo pode reduzir a produtividade do café conilon.

A compactação reduz a infiltração de água no solo e pode intensificar o processo erosivo com o carreamento de partículas finas, matéria orgânica e nutrientes no fluido erodido. As principais consequências são o empobrecimento do solo, perda do potencial produtivo e a contaminação de rios e lagos, o que pode tornar a atividade cafeeira insustentável nos aspectos econômico e ambiental.

Estudos recentes têm utilizado modelos matemáticos para estimar a capacidade de suporte de carga dos solos, quantificando os níveis de pressões que podem ser aplicados para evitar que a compactação ocorra (SILVA, A. R. et al., 2006; ARAÚJO-JÚNIOR, 2008, 2011). Para isso, utiliza-se a avaliação da umidade do solo, já que quanto maior ela for, menor será a resistência interna das partículas, o que o torna mais suscetível ao processo compressivo (SILVA, A. R. et al., 2006; SOUZA et al., 2012).

Por esse motivo, monitorar a compactação e a qualidade física do solo são ações necessárias em áreas intensamente mecanizadas, a fim de manter o solo um ambiente propício para o desenvolvimento radicular do cafeeiro e, assim, contribuir para a longevidade das lavouras e a sustentabilidade da atividade agrícola.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atual cenário da cafeicultura do *Coffea canephora* nas regiões brasileiras, caracterizado pela insuficiente disponibilidade de mão de obra, baixo rendimento operacional, insegurança da colheita e elevado custo, converge para a expansão e a

intensificação da mecanização agrícola no processo produtivo, principalmente na colheita mecanizada dos frutos do cafeeiro conilon. Isso permitirá uma maior garantia da colheita, com maior rapidez e agilidade, com a derriça de uma maior proporção de frutos maduros e uma maior redução no custo de produção, o que poderá melhorar a qualidade de bebida e valorizar o produto no mercado nacional e internacional, contribuindo para uma maior sustentabilidade do setor.

A colheita mecanizada não será capaz de substituir, na sua totalidade, a colheita manual, mesmo em áreas com topografia favorável, como no norte do Espírito Santo, sul da Bahia e Rondônia, em função principalmente dos interesses dos cafeicultores, acesso às tecnologias, disponibilidade de recursos financeiros e aptidão agrícola. Assim, novas pesquisas vêm sendo realizadas a fim de permitir a contínua evolução dos sistemas de colheita mecanizada, impulsionadas pelas parcerias entre instituições públicas e privadas e com o setor cafeeiro.

## 9 AGRADECIMENTOS

A Luiz Antônio Vizeu, da empresa Miac Máquinas Agrícolas, a Carlos Eduardo de Carvalho Visconti, da empresa CNH Industrial e a Walmi Gomes Martin, da empresa Jacto Máquinas Agrícolas, pelas parcerias na realização das pesquisas. Agradecemos também aos cafeicultores envolvidos no projeto de colheita mecanizada do conilon, em especial, ao Amistrong Luciano Zanotti, Jésus Roque Lubiana, Tarcísio Duarte, Moisés Alvino Covre, Isaac Covre, Roberto Altoé, aos consultores José Sebastião Machado Silveira e Rogério Emílio Chiabai, ao Consórcio Pesquisa Café - Embrapa Café, à Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel da Palha (Coabriel) e ao Sistema de Cooperativas de Crédito do Brasil (Sicoob).

## 10 REFERÊNCIAS

ALAKUKKU, L.; WEISSKOPF, P.; CHAMEN, W. C. T.; TIJINK, F. G. J.; VAN DER LINDEN, J. P.; PIRES, S.; SOMMER, C.; SPOOR, G. Prevention strategies for field traffic-induced subsoil compaction: a review. Part I - Machine/soil interactions. *Soil and Tillage*



*Research*, v.73, n. 2, p. 145-160, 2003.

ARAÚJO-JÚNIOR, C. F.; DIAS JUNIOR, M. S.; GUIMARÃES, P. T. G.; PIRES, B. S. Resistência à compactação de um Latossolo cultivado com cafeeiro, sob diferentes sistemas de manejo de plantas invasoras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n. 1, p. 23-32, 2008.

ARAÚJO-JÚNIOR, C. F.; DIAS JUNIOR, M. S.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALCÂNTARA, E. N. Capacidade de suporte de carga e umidade crítica de um Latossolo induzida por diferentes manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n.1, p. 115-131, 2011.

BALASTREIRE, L. A. Gerenciamento de operações agrícolas mecanizadas. In: BALASTREIRE, L. A. (Ed.). *Máquinas agrícolas*. São Paulo: Manole, p. 30-61; 1987.

BENGOUGH, A. G.; BRANSBY, M. F.; HANS, J.; MCKENNA, S. J.; ROBERTS, T. J.; VALENTINE, T. A. Root responses to soil physical conditions; growth dynamics from field to cell. *Journal of Experimental Botany*, v. 57, n. 2, p. 437-447, 2006.

CASE IH AGRICULTURE. *Colhedoras e colheitadeiras*: Café. Disponível em: <<http://www.caseih.com/latam/pt-br/products/colhedoras-e-colheitadeiras/colhedoras-de-caf%C3%A9>>. Acesso em: 20 maio 2016.

CEDAGRO. Centro de Desenvolvimento do Agronegócio. *Coefficientes técnicos e custos de produção na agricultura do Estado do Espírito Santo*. Disponível em: <[http://www.cedagro.org.br/coeficiente\\_planilhas.php](http://www.cedagro.org.br/coeficiente_planilhas.php)>. Acesso em: 6 maio 2016.

CHAN, K. Y.; OATES, A.; SWAN, A. D.; HAYES, R. C.; DEAR, B. S.; PEOPLES, M. B. Agronomic consequences of tractor wheel compaction on a clay soil. *Soil and Tillage Research*, v.89, n. 1, p. 13-21, 2006.

COLLARES, J. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Compactação de um Latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 3, p. 933-942, 2008.

CRISOSTO, C. H.; NAGAO, M. A. Evaluation of fruit removal force of coffee cultivars. *Horti-Science*, v.26, n. 2, p. 210-230, 1991.

FAVARIN, J. L.; Vill4ela, A. L. G.; Mor4aes, M. H. D.; CHAMMA, H. M. C. P.; COSTA, J. D.; DOURADO-NETO, D. Qualidade da bebida de café de frutos cereja

submetidos a diferentes manejos pós-colheita. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 2, p. 187-192, 2004.

FERNANDES, H. C.; BURLA, H. R.; LEITE, E. S.; MINETTE, L. J. Avaliação técnica e econômica de um "Harvester" em diferentes condições de terreno e produtividade da Floresta. *Scientia Forestalis*, v. 41, n. 97, p. 145-151, 2013.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café Conilon*. Vitória, ES: Incaper, 2007. 702 p.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A da; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; De MUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. dos S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. *Café Conilon: Técnicas de Produção com variedades melhoradas*. 4. ed. Vitória, ES: Incaper, 2012. 74p. (Incaper. Circular Técnica, 03-I).

FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Qualidade do café conilon: operações de colheita e pós-colheita. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G. & De MUNER, L. H. (Eds.). *Café conilon*. Vitória: Incaper, 2007. p. 501-517.

GOMES, W. R.; CONSTATINO, C. O. R. Colheita semi-mecanizada no café conilon. *Órgão Informativo da Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel*, v. 29, n. 201, p. 3, 2015.

HAMZA, M. A.; ANDERSON, W. K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil and Tillage Research*, v. 82, n. 2, p.121-145, 2005.

HORN, R.; DOMZZAI, H.; SLOWINSKA-JURKIEWICZ, A.; VAN OUWERKERK, C. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and environment. *Soil and Tillage Research*, v. 35, n. 1-2, p. 23-36, 1995.

LANNA, G. B. M.; REIS, R. P. Influência da mecanização da colheita na viabilidade econômica financeira da cafeicultura no sul de Minas Gerais. *Coffee Science*, v. 7, n. 2, p.110-121, 2012.

LOPES, J. D. S.; MANTOVONI, E. C.; PINTO, F. A. C.; QUEIROZ, D. M. Desenvolvimento de um programa computacional para selecionar, economicamente, um sistema de mecanização agrícola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 30, n.4, p. 537-542, 1995.

MATERECHERA, S. A. Tillage and tractor traffic effects on soil compaction in horticultural fields used for peri-urban agriculture in a semi-arid environment of the North West Province, South

- Africa. *Soil and Tillage Research*, v. 103, n. 1, p. 11-15, 2009.
- MIAC MÁQUINAS AGRÍCOLAS. *Colheita de Café: Recolhedoras e trilhadoras*. Disponível em: <<http://www.miac.com.br/Site/Sub-Produtos.aspx?subCategoria=21&categoriaid=7>>. Acesso em: 12 jun. 2016.
- NEW HOLLAND AGRICULTURE. *Colhedora: Braud*. Disponível em: <<http://agriculture1.newholland.com/lar/pt-br/equipamento/produtos/colhedoras/braud>>. Acesso em: 15 abril 2016.
- OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; SOUZA, Z. M., CHALFOUN, S. M.; FIGUEIREDO, C. A. P. Custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 6, p. 827-831, 2007a.
- OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; SOUZA, Z. M.; FIGUEIREDO, C. A. P. Influência da colheita mecanizada na produção cafeeira. *Ciência Rural*, v. 37, n. 5, p. 1466-1470, 2007b.
- OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; FIGUEIREDO, C. A. P. Influência da vibração das hastes e da velocidade de deslocamento da colhedora no processo de colheita mecanizada do café. *Engenharia Agrícola*, v. 27, n. 3, p. 714-721, 2007c.
- PACHECO, E. P. *Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas*. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p. (Documentos, 58).
- SANTINATO, F. et al. Comparação entre o custo da colheita manual e mecanizada de uma a seis passadas da colhedora. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 39., 2013, Poços de Caldas. *Anais... Poços de Caldas: MAPA/PROCAFÉ*, p. 195-198, 2013a.
- SANTINATO, F.; RUAS, R. A. A.; SILVA, R. P.; DUARTE, A. P.; SANTINATO, R. Análise econômica da colheita mecanizada do café utilizando repetidas operações da colhedora. *Coffee Science*, v. 10, n. 3, p. 402-411, 2015a.
- SANTINATO, F.; SILVA, R. P.; CASSIA, M. T.; SANTINATO, R. Análise quali-quantitativa da operação de colheita mecanizada de café em duas safras. *Coffee Science*, v. 9, n. 4, p. 495-505, 2014.
- SILVA, A. R.; DIAS JUNIOR, M. S.; GUIMARÃES, P. T. G.; ARAÚJO-JÚNIOR, C. F. Modelagem da capacidade de suporte de carga e quantificação dos efeitos das operações mecanizadas em um Latossolo amarelo cultivado com cafeeiros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 2, p. 207-216, 2006b.
- SILVA, F. C.; SILVA, F. M.; ALVES, M. C.; BARROS, M. M.; SALES, R. S. Comportamento da força de desprendimento dos frutos de cafeeiros ao longo do período de colheita. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 2, p. 468-474, 2010.
- SILVA, F. C.; SILVA, F. M.; SILVA, A. C.; BARROS, M. M.; PALMA, M. A. Z. Desempenho operacional da colheita mecanizada e seletiva do café em função da força de desprendimento dos frutos. *Coffee Science*, v. 8, n. 1, p. 53-60, 2013a.
- SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; RODRIGUES, R. F.; TOURINO, E. S. Avaliação da colheita de café totalmente mecanizada. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001. Vitória. *Anais... Vitória: Consórcio Pesquisa Café*, v. 1, p. 741-749, 2001.
- SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; RODRIGUES, R. F.; TOURINO, E. S. Avaliação da colheita do café totalmente mecanizada. *Engenharia Agrícola*, v. 23, n. 2, p. 309-315, 2003.
- SILVA, F. M.; OLIVEIRA, E.; GUIMARÃES, R. J.; FIGUEIREDO, C. A. P.; SILVA, F. C. Desempenho operacional e econômico da derriça do café com uso da derriçadora lateral. *Coffee Science*, v. 1, n. 2, p. 119-125, 2006.
- SILVA, F. M.; OLIVEIRA, E.; FIM, E.; FIGUEIREDO, V. C. Desempenho e influência da colhedora mecanizada na produtividade da lavoura cafeeira em 4 safras. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 8., Salvador, 2013b. *Anais ... Salvador, BA*: p. 1-6, 2013b.
- SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; CECON, P. R.; MANTOVANI, E. C. Avaliação de perdas em uma colhedora de fluxo axial para feijão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 5, n. 3, p. 530-537, 2001.
- SOUZA, G. S.; SOUZA, Z. M.; COOPER, M.; TORMENA, C. A. Controlled traffic and soil physical quality of an Oxisol under sugarcane cultivation. *Scientia Agrícola*, v. 72, n. 3, p. 270-277, 2015.
- SOUZA, G. S.; SOUZA, Z. M.; SILVA, R. B.; ARAÚJO, F. S.; BARBOSA, R. S. Compressibilidade do solo e sistema radicular da cana de açúcar em manejo com e sem controle de tráfego. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 4, p. 603-612, 2012.
- SOUZA, G. S.; SOUZA, Z. M.; SILVA, R. B.; BARBOSA, R. S.; ARAUJO, F. S. Effects of traffic control on the soil physical quality and the cultivation of sugarcane. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, n. 1, p. 135-146, 2014.









# Manejo da Água Residuária do Café Conilon

Sammy Fernandes Soares, Aldemar Polonini Moreli,  
Sérgio Maurício Lopes Donzeles, Luíz Carlos Prezotti, Juarez Souza e Silva e  
Edvaldo Fialho dos Reis

## 1 INTRODUÇÃO

O processamento dos frutos do cafeeiro, visando a obter o cereja descascado, envolve as operações de limpeza, que não consomem água, e lavagem, descascamento e remoção de mucilagem, nas quais a água é utilizada e a ela se juntam vários resíduos gerando a “água residuária do café” (ARC).

A operação de limpeza é feita no campo e na unidade de processamento e neles são removidos ramos e folhas por abanação e peneiramento. Segue-se a lavagem, removendo-se fragmentos de ramos e folhas, sujidades aderidas aos frutos e outras impurezas que a eles se juntam durante a colheita do café. A lavagem possibilita também separar o “café boia” dos frutos cerejas e verdes, que são conduzidos para o descascador, onde os frutos cerejas são descascados e separados dos verdes. Para completar o processamento, é comum remover parte da mucilagem que fica aderida ao café cereja descascado.

A remoção das impurezas e a separação dos frutos em diferentes lotes - café boia, verde e cereja - permite adequar o processo de secagem de modo a reduzir o tempo e o custo dessa operação e conferir maior valor de mercado ao café. Em face da perspectiva de redução de custos e agregação de valor ao produto, vem aumentando o número de cafeicultores interessados em produzir o café cereja descascado.

Entretanto, o processamento desse café consome muita água e gera ARC, rica em material orgânico, com potencial de poluir o ambiente. Para usufruir

das vantagens que a produção de café cereja descascado possibilita, é fundamental minimizar o gasto de água e a geração de ARC no seu processamento e adequar o seu uso e destinação para reduzir impactos ambientais.

Este capítulo aborda diversos aspectos relacionados à geração, ao reúso, descarte e aproveitamento da ARC, e uma síntese da legislação pertinente visando a subsidiar o planejamento, a implantação e operação de unidades de processamento de café por via úmida.

## 2 LEGISLAÇÃO

O processo de licenciamento das atividades agrícolas que fazem uso da água exige como pré-requisito o documento de outorga de direito de uso de recursos hídricos, indispensável também para pleitear financiamento por meio de instituições financeiras públicas e privadas, bem como para obter certificação de qualidade (EUCLYDES, 2007).

A Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecendo seus fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos. A outorga de água é um dos instrumentos dessa política, que tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos. Esse controle busca evitar conflitos entre usuários de recursos hídricos no território brasileiro (BRASIL, 1997).



A outorga de uso de água de corpos hídricos de domínio da união é feita pela Agência Nacional de Águas (ANA) e, nos demais corpos hídricos, por instituições estaduais, que respondem pela gestão ambiental. No Espírito Santo, a Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) é a instituição responsável pela outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Os procedimentos e critérios técnicos para obter a outorga de água na AGERH são estabelecidos pela Instrução Normativa lema nº 19, de 4 de outubro de 2005. Para formalização do processo, é exigido o requerimento de outorga, formulários de interferência e finalidade de uso da água, além de documentos do requerente ou do seu representante legal (IEMA, 2005).

Para construir e operar uma unidade de processamento dos frutos de café por via úmida em conformidade com a legislação, é preciso observar vários instrumentos que normatizam o uso da água, o licenciamento do empreendimento e a correta destinação do efluente, no caso, a ARC. A normatização é feita por instituições federais, estaduais e municipais, por meio de leis, resoluções, deliberações e instruções normativas.

A ARC é rica em matéria orgânica em suspensão e compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos, com grande potencial de poluir o ambiente aquático, razão pela qual não pode ser lançada em corpos hídricos sem o adequado tratamento. O efeito mais notório do lançamento da ARC em corpos hídricos, sem tratamento adequado, é a mortalidade de peixes. O rápido crescimento dos microrganismos que degradam os compostos orgânicos da ARC induz forte demanda pelo oxigênio dissolvido no corpo hídrico, limitando a respiração dos peixes e outros organismos aeróbios, podendo causar sua morte (MATOS, 2008).

O licenciamento da unidade de processamento de café é feito por instituições ambientais estaduais e municipais e é baseado no porte e potencial poluidor. No Espírito Santo, o licenciamento da atividade de descascamento de café, por via úmida, é feito pelo Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (Idaf), conforme normas e procedimentos estabelecidos pela Instrução Normativa Idaf nº 11, de 23 de outubro de 2014 (IDAF, 2014).

A Instrução Normativa Idaf nº 11 considera o descascamento de café por via úmida uma atividade de alto potencial poluidor e enquadra o empreendimento nas classes simplificada - S, I ou II, conforme a capacidade de descascamento, isto é, se menor que 2.000, entre 2.001 a 5.000 e maior que 5.000 L de frutos de café por hora, respectivamente.

No caso de empreendimento enquadrado na classe S, a licença ambiental poderá ser emitida no Escritório Local do Idaf, sendo facultada a realização de vistoria prévia à atividade. É necessário juntar à documentação do licenciamento uma declaração da prefeitura Municipal citando que o local e o tipo de atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo no município. Os processos referentes a empreendimentos enquadrados nas classes I e II são encaminhados à Equipe de Licenciamento Ambiental do Idaf para licenciamento (IDAF, 2014a).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 430, de 13 de maio de 2011, dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores. O artigo 2º dessa resolução estabelece que “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis (CONAMA, 2011).

A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não está sujeita aos parâmetros e padrões de lançamento dispostos na Resolução Conama nº 430, não podendo, todavia, causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Uma das diretrizes constantes da resolução é que as fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão buscar práticas de gestão eficiente da água, técnicas para redução da geração e, sempre que possível, proceder à reutilização (CONAMA, 2011).

Tendo como referência as resoluções do Conama sobre o lançamento de efluentes, as instituições estaduais responsáveis pela política e gestão ambiental podem estabelecer normas específicas para os respectivos estados. No Espírito Santo, a

ARC deve ser disposta no solo seguindo as diretrizes técnicas constantes da Instrução Normativa Idaf nº15, de 23 de outubro de 2014. A disposição no solo pode ser feita por fertirrigação, infiltração subsuperficial (vala de infiltração e/ou sumidouro) e escoamento superficial em rampas. Antes de ser disposta no solo, a ARC deve, necessariamente, passar por um decantador impermeabilizado, com objetivo de reter parte do material sólido ali contido (IDAF, 2014b).

A destinação da ARC deverá ser proposta mediante projeto técnico, elaborado e apresentado por profissional habilitado. No planejamento da fertirrigação, deverão ser consideradas as características físico-químicas da ARC e do solo e as exigências nutricionais da cultura a ser fertirrigada. No caso da infiltração em valas ou sumidouros, o desnível entre o fundo e o lençol freático deve ser de 5 m para solos argilosos e 10 m para solos de textura média (IDAF, 2014b).

### 3 GERAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NO PROCESSAMENTO DO CAFÉ

A maioria dos cafeicultores realiza a colheita de uma só vez misturando frutos verdes, maduros, passas e impurezas, principalmente, folhas e ramos, que devem ser removidos ainda na lavoura, manual (Figura 1B) ou mecanicamente evitando o transporte desse material para a unidade de processamento. A colheita pode também ser feita de forma seletiva (“a dedo”) (Figura 1A) selecionando-se apenas os frutos maduros, o que possibilita obter uma bebida de melhor qualidade. Contudo, a colheita a “dedo” requer muita mão de obra, encarecendo sobremodo essa operação.

O “café da roça” é transportado para a unidade de processamento e descarregado na moega (Figura 2A). Na maioria das unidades, o café é processado ao final da tarde e início da noite, no mesmo dia da colheita. Na base da moega, existe uma abertura com um dispositivo para controlar a saída dos



**Figura 1.** Abanação manual do café no campo (A); colheita dos frutos de café a “dedo” (B).



**Figura 2.** Frutos do café sendo descarregados na moega (A); abertura de saída da moega (B).

frutos (Figura 2B). Para fazer o controle, é necessária a presença frequente de uma pessoa a fim de retirar os ramos e folhas que vão obstruindo a abertura.

O processamento inicia-se pela limpeza, envolvendo a abanação, em que são removidas as folhas e impurezas mais leves, e peneiramento (Figura 3), que remove impurezas maiores e menores que os frutos. Na limpeza, não se usa água, mas se mal feita, ocasiona maior gasto na operação seguinte, a lavagem, uma vez que parte da água adere-se aos ramos e folhas que passam pelo lavador. A lavagem, além de remover diversas sujidades, torrões e pedras, separa os frutos mais leves dos mais pesados.



**Figura 3.** Abanação e peneiramento mecânico do café.

Para realizar a lavagem de pequena quantidade de “café da roça”, pode-se despejá-lo numa caixa d’água. Os frutos e as impurezas menos densos que a água flutuam - café boia - e são removidos com peneira (Figura 4A), enquanto os frutos mais densos - verdes e cerejas - afundam e são retirados posteriormente. Nos lavadores mecânicos, os frutos são conduzidos pela água em uma calha até um compartimento com fundo falso, no qual os verdes e maduros afundam e são impulsionados por um fluxo ascendente de água que os remete à superfície em uma calha paralela (Figura 4B), enquanto os frutos boias flutuam e seguem pela mesma calha.

Os lavadores mecânicos gastam pouca água, uma vez que ela é reutilizada na operação. Para isso, dispõem de uma bomba que faz o retorno da água durante a lavagem. É necessário repor a água que sai aderida à superfície dos frutos e impurezas, bem como trocar aquela do lavador, resultando num gasto de 0,1 a 0,2 L de água por litro de frutos de café (MATOS, 2008). Um levantamento realizado nas regiões sul e Zona da Mata Mineira constatou que 54% das propriedades cafezeiras gastam na lavagem menos de 1 L de água por litro de frutos, 38% gastam de 1 a 5 L e 8% gastam mais de 5 L (VILELA; RUFINO, 2010), neste último caso, usando lavadores artesanais.

Na maioria das unidades de processamento, o transporte dos frutos do lavador até o descascador é feito pela água, demandando uma parcela



**Figura 4.** Lavagem em caixas d’água e remoção do café boia com peneira (A); separação dos frutos de café boia dos verdes e cerejas no lavador mecânico (B).



considerável do que é gasto no descascamento, estimado num volume de 3 a 5 L por litro de frutos (MATOS, 2008). O gasto pode ser diminuído se o lavador for instalado de modo que a bica pela qual saem os verdes e cerejas for justaposta à entrada dos frutos no descascador, mediante corte/aterro no terreno ou construção de estrutura de suporte para o lavador. Outra opção é fazer o transporte mecanicamente, por meio de elevadores.

No cilindro do descascador, os frutos são pressionados contra uma peneira (Figura 5A) e a casca dos frutos maduros rompe-se, liberando os grãos - café cereja descascado - que passam pela peneira, juntamente com a casca, enquanto os frutos verdes não passam e saem por uma bica lateral. Um tubo com vários orifícios - esguicho -

lança água sobre o cilindro descascador a fim de facilitar o deslocamento dos frutos, grãos e cascas (Figura 5B).

Para facilitar o manejo do café cereja descascado, é comum ainda remover parte da mucilagem que fica aderida aos grãos em desmucilador (Figura 6A) ou em tanque de degomagem (Figura 6B). No desmucilador, os grãos entram pela base, em um cilindro com um eixo interno rugoso que eleva os grãos até o topo, por onde saem. Durante o deslocamento, a mucilagem vai sendo removida por meio de água que perpassa pelo cilindro. Na degomagem, os grãos são mantidos em um reservatório, imersos em água; a mucilagem é hidrolisada e consumida por microrganismos.



**Figura 5.** Cilindro descascador de frutos de café (A); tubo com orifícios para lançar água - esguicho - sobre o cilindro descascador (B).



**Figura 6.** Desmucilador de café (A); tanque de degomagem de café (B).



#### 4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DO CAFÉ

A água é o elemento condutor dos frutos na unidade de processamento e diversos resíduos vão se juntando a ela, tais como: fragmentos de ramos, de folhas e sujidades aderidas à casca do café na lavagem; partes do fruto, como o pedúnculo e a coroa, fragmentos da casca e parte da mucilagem, no descascamento; parte da mucilagem, na degomagem e no desmucilamento; torrões e pedras, quando o café é recolhido do chão (SOARES et al., 2007). A mucilagem é composta de açúcares, proteínas e fibras, constituindo-se em excelente substrato para o crescimento de microrganismos envolvidos na fermentação acelerando esse processo (BORÉM, 2008).

O material sólido da ARC encontra-se em suspensão ou dissolvido, sendo a maior parte volátil, e sua carga orgânica, estimada pela demanda bioquímica - DBO e química de oxigênio - DQO, chega a 29.500 e 14.340 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente (MATOS; LO MONACO, 2003). Análises bioquímicas da ARC realizadas por Campos, Prado e Pereira (2010) constataram a presença de açúcares (44.667 mg.L<sup>-1</sup>), amido (1.067 mg.L<sup>-1</sup>), pectina (1.315 mg.L<sup>-1</sup>), compostos fenólicos (1.212 mg.L<sup>-1</sup>) e proteína (0,44%).

Os compostos presentes na ARC contêm diversos elementos, tais como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), zinco (Zn), boro (B), cobre (Cu) e manganês (Mn), razão pela qual vários autores propõem seu uso como fonte de nutrientes e matéria orgânica para as culturas (LO MONACO, 2005; MATOS, 2008; SOARES et al., 2008).

Garcia et al. (2008) analisaram amostras de água residuária do processamento dos frutos de café conilon gerada na lavagem dos frutos (E1); no descascamento (E2); no descascamento reutilizando o efluente E2 no descascador (E3); no descascamento reutilizando o efluente E3 (E4). Os resultados das análises encontram-se na Tabela 1. Observa-se que o efluente do lavador continha menos resíduos sólidos que os efluentes do descascador e que a carga orgânica aumentou com a reutilização do efluente. Para serem lançados em corpos hídricos, qualquer dos efluentes analisados deveria ser tratado atendendo ao disposto na Resolução Conama 430.

**Tabela 1.** Características físico-químicas da água residuária gerada no processamento dos frutos de café conilon

Características	Efluentes			
	E1	E2	E3	E4
<b>pH</b>	<b>4,9</b>	<b>4,7</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>
Condutividade elétrica (dS m <sup>-1</sup> )	0,25	0,58	0,72	0,99
Sólidos sedimentáveis (mg.L <sup>-1</sup> )	17	< 1	180	330
Sólidos totais (mg.L <sup>-1</sup> )	1069	4889	5504	6403
Sólidos em suspensão (mg.L <sup>-1</sup> )	380	850	1888	2336
Sólidos dissolvidos (mg.L <sup>-1</sup> )	689	4039	3616	4067
Sólidos fixos totais (mg.L <sup>-1</sup> )	390	126	706	848
Sólidos voláteis totais (mg.L <sup>-1</sup> )	679	4763	4798	5555
DBO (mg.L <sup>-1</sup> )	1520	5148	10667	11000
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	411	2525	3184	3374
Nitrogênio total (mg.L <sup>-1</sup> )	76,8	105,5	124,6	160,0
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	5,0	8,8	10,8	13,9
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	25,5	45,0	58,3	77,1
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	41,0	115,0	153,7	204,7

**Fonte:** Garcia et al. (2008).

E1 – efluente do lavador; E2 – efluente do descascador; E3 – efluente do descascador, com reutilização do efluente E2; E4 – efluente do descascador, com reutilização do efluente E3.

Análises de amostras de ARC coletadas em 40 propriedades da região produtora de café arábica do Estado do Espírito Santo apresentaram ampla variação das concentrações dos nutrientes (Tabela 2). Essa variação deveu-se à coleta da ARC em diferentes etapas do processo de descascamento/despolpa e do volume e número de recirculações da água na unidade de processamento. Os nutrientes encontrados em maiores quantidades foram o K e o N. A relação entre os teores de Ca e Mg se aproximou de 3:1 e o B foi o elemento encontrado em menor quantidade, antecedido pelo Cu, Zn e Mn (PREZOTTI et al., 2012).

**Tabela 2.** Teores máximos, mínimos e médios de nutrientes em amostras de águas residuárias coletadas em lagoas de deposição, em quarenta propriedades da região produtora de café arábica, no Espírito Santo

Limites dos nutrientes	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B
	mg/L									
Máximo	205	23	875	94	28	40	44	80	28	12
Mínimo	1,5	1	1,5	1	1	1	1	1	0,3	1
Média	106	5	225	30	9	2	3	5	31	1
Desvio- -Padrão	63	6	202	22	8	11	12	22	127	4
CV (%)	60	137	97	73	83	459	444	447	406	366

**Fonte:** Prezotti et al. (2012).

Amostras de ARC coletadas durante e ao término da jornada de processamento em diferentes unidades de processamento da região de Viçosa/MG e levadas no mesmo dia para análise em laboratório apresentaram concentração de nutrientes bem maiores que aquelas relatadas por Prezotti et al. (2012) e também variaram muito (Tabela 3). Em duas das amostras, a concentração de N foi maior que a de K (SOARES et al., 2009).

**Tabela 3.** Teores de nutrientes em amostras de água residuária do café arábica coletadas em diferentes unidades de processamento

Amostra	Teores de nutrientes em amostras de água residuária em mg.L <sup>-1</sup>								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Fe	Zn
1	317	102	373	34	7,2	0,35	0,48	9,40	0,07
2	550	12	317	31	6,3	0,60	ND	4,50	ND
3	159	11	90	11	4,0	0,13	ND	0,09	0,37
4	1194	100	410	413	14,5	0,83	14,3	8,20	7,10
5	167	11	983	186	9,5	0,88	0,21	3,73	1,47
6	112	5	175	323	22,3	-	0,43	7,72	2,57

Fonte: Soares et al. (2009).

Moreli (2013) realizou o processamento de café arábica fazendo o reúso da ARC ao longo de um período de cinco dias. Os resultados das análises dos teores de nutrientes após o primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto dias de processamento encontram-se na Tabela 4. Pode-se observar que os teores de nutrientes aumentaram ao longo do período de processamento, notadamente entre o primeiro e segundo dia.

**Tabela 4.** Teores de nutrientes na água residuária após 1, 2, 3, 4 e 5 dias de reúso na unidade de processamento

Dia	mg.L <sup>-1</sup>						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn
1	177	14	441	41	10	10	0,80
2	394	31	1031	70	22	24	2,03
3	393	37	1185	77	25	26	1,89
4	455	45	1316	99	26	32	1,85
5	483	48	1384	101	34	34	1,66

Fonte: Moreli (2012).

## 5 REÚSO DA ÁGUA RESIDUÁRIA

Conforme já foi mencionado na introdução, o processamento do café cereja descascado consome muita água e gera ARC, rica em material orgânico, com potencial de poluir o ambiente. Para processar

um litro de frutos de café, são gastos cerca de 3 a 5 L de água (MATOS, 2008) e para produzir um saco de café beneficiado, são gastos de 450 a 500 L de frutos (MALTA; CHAGAS; CHALFOUN, 2008). Considerando essas relações, pode-se deduzir que para se obter um saco de café beneficiado, são gastos de 1.350 a 2.500 L de água.

Uma das diretrizes para a gestão dos efluentes constantes da Resolução 430 do Conama orienta que “as fontes potencial ou efetivamente poluidoras dos recursos hídricos deverão buscar práticas com vistas ao uso eficiente da água, à aplicação de técnicas para redução da geração e melhoria da qualidade de efluentes gerados e, sempre que possível e adequado, proceder à reutilização” (CONAMA, 2011).

A reutilização da ARC no processamento é uma opção para reduzir o gasto de água, principalmente em unidades mais antigas, que operam com equipamentos tradicionais. Para reutilizar a ARC, é preciso bombeá-la para uma caixa de reúso (Figura 7A), situada à montante da unidade, que permite regular o fluxo de entrada no descascador. Em algumas unidades de processamento, a ARC é bombeada do tanque de decantação para a caixa de reúso (Figura 7B). Nesse caso, removem-se apenas os resíduos mais densos que a água; os mais leves e aqueles com densidade próxima à da água não são removidos e podem entupir o esguicho do descascador (Figura 8A).

Existem no mercado máquinas de várias marcas, denominadas filtro, separador ou regenerador, que dispõem de uma peneira de malha fina capaz de remover impurezas muito pequenas (SOARES et al., 2012). Em muitas unidades de processamento, essas máquinas são posicionadas antes da caixa de decantação (Figura 8B), estrangulando o fluxo da ARC. Isso pode ser evitado se o filtro, separador ou regenerador for posicionado após a caixa de decantação, pois grande parte dos resíduos já teriam sido removidos, evitando obstrução das malhas das peneiras.

### 5.1 SISTEMA DE LIMPEZA DA ÁGUA RESIDUÁRIA

Um sistema de remoção de resíduos, denominado “sistema de limpeza de águas residuárias” – SLAR, constituído de caixas e peneiras, que associa os processos de decantação e peneiramento e pode

ser construído na propriedade, foi desenvolvido pela Embrapa Café, órgão integrante da estrutura da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) e o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) (SOARES et al., 2012; SILVA, 2015). O SLAR compõe-se de três caixas

de decantação, de 1.000 L, interligadas por tubos de PVC, de 100 mm (Figura 9A), e duas peneiras cilíndricas, a primeira com abertura das malha de 1,51 mm e a segunda de 1,00 mm, ambas com 1 m de comprimento e 0,22 m de diâmetro, dispostas inclinadamente após a saída da água da terceira caixa (Figura 9B).



**Figura 7.** Caixa de reúso da água residuária (A); bombeamento da caixa de decantação para reúso (B).



**Figura 8.** Esguicho com furos entupidos (A); filtro de resíduos sólidos (B).



**Figura 9.** Caixas de decantação (A); peneiras do sistema de limpeza de águas residuárias (B).

A ARC gerada na unidade de processamento entra pela parte superior da primeira caixa e flui para as seguintes através dos tubos de PVC em forma de L, que captam a água a 0,30 m do fundo da caixa antecedente. Tais tubos são fundamentais para remover as impurezas menos densas que a água, que flutuam e ficam retidas na superfície das caixas, enquanto as mais densas decantam no fundo. Após passar pelas caixas de decantação, a ARC passa pelas peneiras, cai em um reservatório e é bombeada para a caixa de reúso, sendo então reutilizada. As peneiras removem impurezas com dimensões suficientes para causar o entupimento do esguicho do descascador. Silva (2014) publicou na mídia um filme mostrando o funcionamento do SLAR.

5.2 EXPERIMENTOS COM O SISTEMA DE LIMPEZA

O SLAR foi avaliado em experimento conduzido por Moreli (2010) na Fazenda Experimental do Incaper, em Venda Nova do Imigrante/ES. O intervalo de tempo entre o início e o final do processamento, a quantidade de frutos processada e o consumo de água nas quatro repetições do experimento encontram-se na Tabela 5.

**Tabela 5.** Duração do processamento (DP), volume de água consumida (AC) e de frutos processados (FP)

Repetição	DP	AC	FP	AC/FP
	min	L	L	L/L
1	144	5053	9250	0,53
2	151	5213	10240	0,51
3	155	5136	10460	0,49
4	142	5179	9200	0,56
Média	148	5145	9855	0,52

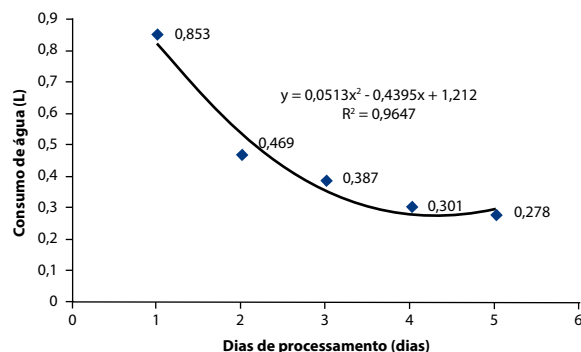
Fonte: Moreli (2010).

O consumo no início do processamento, antes de reutilizar a ARC, foi de 2,2 L de água por litro de frutos. O processamento durou 142-155 minutos, tempo suficiente para que a água fosse reutilizada quatro vezes na unidade, sem causar entupimento, comprovando a funcionalidade do SLAR. Foram consumidos 0,52 L de água por litro de frutos processados, em média, muito abaixo dos 3 a 5 L mencionados na literatura (MATOS, 2008) e 76% menos que o consumo inicial. A avaliação sensorial não detectou diferença na bebida originada do

café cereja descascado com água limpa ou reusada (MORELI, 2010).

Em outro experimento, Moreli (2013) realizou o processamento de café arábica fazendo o reúso da ARC ao longo de um período de cinco dias. O consumo no início do processamento, antes de reutilizar a ARC, foi de 1,96 L de água por litro de frutos, 11% menor que aquele obtido em 2010. Essa performance foi atribuída à diminuição entre o lavador e o descascador e maior inclinação da calha de condução dos frutos entre tais máquinas.

O gasto de água diminuiu ao longo das jornadas de processamento, atingindo um mínimo de 0,278 L de água por litro de frutos no quinto dia de processamento (Figura 10). Na avaliação sensorial, realizada conforme protocolo da Associação Americana dos Cafés Especiais (SCCA), não foram detectadas diferenças significativas entre as bebidas originadas dos cafés processados ao longo dos dias (Tabela 6). As notas finais foram superiores a 80 pontos, o que, pela metodologia da SCCA, permite classificar as bebidas como excelentes (MORELI, 2013).



**Figura 10.** Consumo de água (litros de água/litro de frutos processados) ao longo de cinco dias de processamento.

Fonte: Moreli (2013).

Esses resultados sinalizam que a proposição de ajustes na unidade de modo a possibilitar o reúso da ARC no processamento é uma estratégia interessante dos cafeicultores na gestão do seu negócio e uma forte aliada para viabilizar ambientalmente o empreendimento no que se refere à outorga de água e na obtenção do licenciamento ambiental, pois o reúso da ARC vem se tornando uma condicionante desses processos (REIS et al., 2013).



**Tabela 6.** Características organolépticas da bebida originária de café processado com reúso da água residuária, durante 1, 2, 3, 4 e 5 dias de processamento

Dias	Características organolépticas						Resultado Final
	Aroma	Sabor	Acidez	Corpo	Equilíbrio	Finalização	
1	7,222	7,194	7,139	7,180	7,250	7,194	80,530
2	7,375	7,305	7,181	7,208	7,153	7,180	80,628
3	7,375	7,264	7,167	7,208	7,222	7,139	80,419
4	7,222	7,319	7,242	7,242	7,278	7,333	80,983
5	7,375	7,247	7,194	7,250	7,222	7,305	80,858

Fonte: Moreli (2013).

## 6 DESTINAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA

Para ser lançada em um corpo hídrico, a ARC precisa ser tratada, de modo a atender às condições e padrões estabelecidos pela legislação. O tratamento é complexo e requer o envolvimento de um profissional habilitado para planejar e orientar a construção da estrutura necessária, bem como monitorar as características físicas e químicas da ARC visando a atender as exigências legais.

No tratamento preliminar, é feita a remoção de sólidos mais grosseiros presentes na ARC, tais como folhas e ramos; segue-se o tratamento primário em que parte dos sólidos em suspensão são removidos por decantação e outra parte por degradação anaeróbia; o tratamento secundário completa o processo de degradação do material orgânico em suspensão, realizado pelos microrganismos presentes na água residuária.

Vários equipamentos e estruturas, como peneira,

filtro, tanque de sedimentação, lagoa anaeróbia e lagoa facultativa são usadas para fazer o tratamento da ARC. Uma descrição de tais estruturas e exemplos de como dimensioná-las podem ser encontrados no Boletim Técnico publicado pela Universidade Federal de Viçosa, que inclui também métodos de disposição da ARC no solo, em valas, em rampas e por meio de fertirrigação, além do tratamento em áreas alagadas (MATOS; LO MONACO, 2003).

O tratamento da ARC é pouco comum nas propriedades que realizam o processamento dos frutos do cafeeiro devido ao elevado custo e à carência de pessoal com domínio do processo de tratamento. Na maioria dos casos, a ARC gerada na unidade de processamento é recolhida em um tanque de decantação (Figura 11A) e depois bombeada e descartada em valas ou lagoas de infiltração (Figuras 11B e 11C).

No Estado do Espírito Santo, a legislação permite que a ARC seja descartada em valas de infiltração e em sumidouro. Para minimizar o risco de contaminação das águas subterrâneas, o fundo da vala deve manter um distanciamento vertical mínimo de 5 m ou 10 m para solos com textura argilosa ou textura média, respectivamente. Não se autoriza a disposição da ARC em condições de solos arenosos ou de alta permeabilidade (IDAF, 2014b). A norma não menciona a distância das valas em relação a corpos hídricos superficiais, como nascentes e/ou cursos d'água, mas é preciso atentar para que sejam posicionadas de modo a evitar que esses corpos hídricos sejam contaminados.



**Figura 11.** Tanque de decantação (A); vala de infiltração (B); e lagoa de infiltração (C).

O dimensionamento da vala de infiltração é feito em função do volume de ARC que é gerada no processamento e da velocidade de infiltração básica (VIB) da água no solo. Existem vários métodos para determinar a VIB utilizando água limpa para fazer a determinação. Contudo, a ARC contém resíduos que vão provocando a colmatção do solo, obstruindo o espaço poroso, o que diminui a velocidade de infiltração, razão pela qual se usam fatores de correção da VIB.

Matos e Lo Mônico (2003) sugerem o método da bacia de infiltração como melhor opção para determinação da VIB e citam que é comum adotar-se um fator de correção de 10 a 15% para calcular a área necessária para dispor a ARC usando-se a equação:

$AN = Q \cdot VIB^{-1} \cdot F_p^{-1}$ , em que:

AN - área necessária, em m<sup>2</sup>; Q - quantidade de água residuária gerada por dia, em m<sup>3</sup>d<sup>-1</sup>; VIB - velocidade de infiltração básica, em m.d<sup>-1</sup>; F<sub>p</sub> - fator de projeto, entre 0,10 e 0,15.

A NBR 13969/97 normatiza a construção de valas de infiltração para destinação final dos efluentes de tanques sépticos (ABNT, 1997). Alguns dos critérios contidos nessa norma poderiam ser adaptados para a destinação da ARC. Essa norma estabelece que a taxa de percolação do solo seja usada no dimensionamento da vala de infiltração, descreve um procedimento simples para determinar a taxa de percolação e recomenda a distância vertical mínima de 1,5 m entre o fundo da vala e o lençol freático. Para efeito de cálculo da área de infiltração, leva em conta as áreas laterais e do fundo das valas (ABNT, 1997).

É comum encontrar casos de unidades de processamento, nas quais as valas de infiltração foram superdimensionadas. Uma estratégia para adequar o dimensionamento é construir as valas por etapas. Antes da unidade de processamento entrar em operação, constroem-se duas valas, A e B, interligadas na superfície por sulcos ou tubos, cada uma delas com capacidade para armazenar a ARC a ser gerada em um dia.

Quando a unidade de processamento entrar em operação, direcionar a ARC do primeiro dia para a vala A e, ao término da jornada de processamento, marcar o nível da ARC nessa vala. No dia seguinte, antes de iniciar o processamento, medir o

desnível em relação ao dia anterior, o intervalo de tempo transcorrido e, durante o processamento, direcionar mais uma vez a ARC para a vala A; o excesso verterá para a vala B. Ao término da jornada, marcar o nível na vala A e na B. No terceiro dia, medir o desnível em relação ao dia anterior e o intervalo de tempo transcorrido.

As infiltrações observadas permitirão decidir se será necessário construir mais valas para acomodar a ARC a ser gerada no terceiro dia de processamento ou se isso poderá ser feito mais adiante. Com o passar dos dias, a velocidade de infiltração vai diminuindo até ficar pouco variável, e o dimensionamento das valas para acomodar a ARC poderá ser ajustado para cada situação.

## 7 EFEITOS DA APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA NO SOLO

Garcia et al. (2008) aplicaram a ARC da lavagem e despolpa dos frutos de café conilon em vasos com terra coletada em três categorias de solo. Os vasos foram saturados com mistura de água limpa e ARC, em cinco proporções diferentes. Após 20 dias de incubação, verificaram que o teor de K, o pH, a saturação por bases e a "capacidade de troca de cátions" (CTC) aumentaram com o aumento da concentração de ARC, enquanto a saturação de alumínio diminuiu.

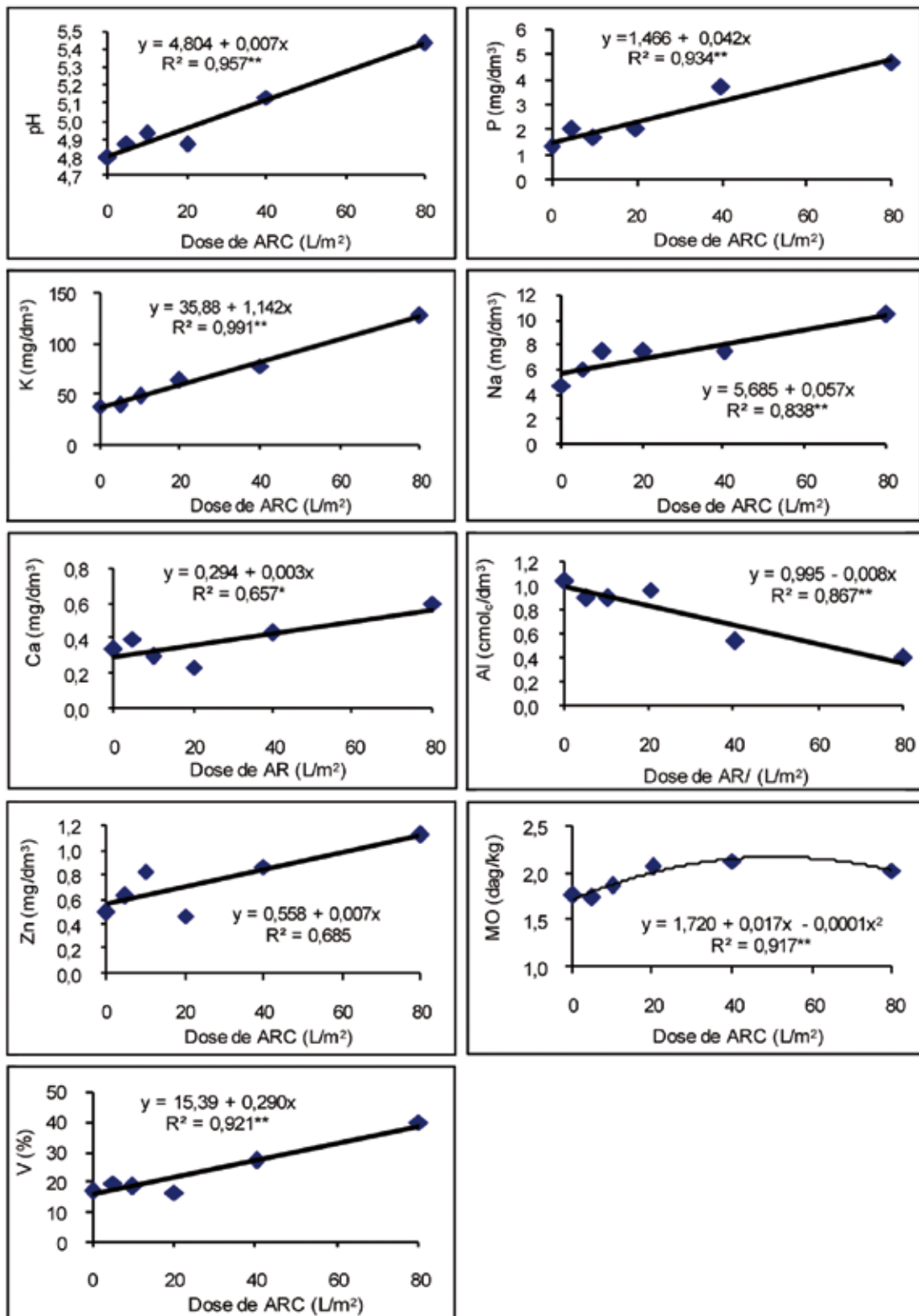
Prezotti et al. (2012) realizaram um experimento em casa de vegetação, aplicando doses crescentes de ARC sobre 2 dm<sup>3</sup> de um solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, característico da região produtora de café arábica no Espírito Santo. A Tabela 7 apresenta os teores de nutrientes da ARC utilizada no experimento, e pode-se observar que o K, seguido do N, foram os nutrientes presentes em maior concentração.

**Tabela 7.** Teores de nutrientes da água residuária

N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B
mg. L <sup>-1</sup>									
90	7	280	30	11	0,1	0,2	0,3	6,7	0,2

**Fonte:** Prezotti et al. (2012).

A aplicação da água residuária no solo elevou o pH e os teores de P, K, Na, Ca, Al, Zn e matéria orgânica, elevando também a saturação por bases -V (Figura 12). Com base na declividade da equação



**Figura 12.** Variação do pH, teores de P, K, Na, Ca, Al, Zn, matéria orgânica (MO) e saturação por bases (V) do solo em função da aplicação de doses crescentes de água residuária.

**Fonte:** Prezotti et al. (2012).

de regressão, observa-se que, em média, houve um aumento de 0,078 unidade de pH para cada 10 L de água residuária aplicados por  $m^2$  de solo. Esse aumento é significativo e indica ser preciso monitorar o pH por meio de análises de solo para evitar que se eleve muito com sucessivas aplicações.

O K foi o elemento que apresentou maior taxa de elevação, calculada em  $11,4 \text{ mg.dm}^{-3}$  de K para cada 10 L de ARC aplicados por  $m^2$  de solo. Houve elevação de  $0,42 \text{ mg.dm}^{-3}$  de P para cada 10 L de ARC aplicados por  $m^2$  de solo. Os compostos orgânicos, além de apresentar P em sua constituição, bloqueiam os sítios de adsorção de P, tornando-o mais disponível (ANDRADE, 2004).

Os teores dos elementos Na e Ca aumentaram na taxa de  $0,57 \text{ mg.dm}^{-3}$  e  $0,03 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ , e o teor de Al diminuiu, na taxa de  $0,08 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$  para cada 10 L de ARC aplicados por  $m^2$  de solo, respectivamente. A redução da disponibilidade de  $\text{Al}^{3+}$  pode ocorrer por sua menor solubilidade, decorrente do aumento do pH e por sua complexação por ácidos orgânicos (SILVA; MENDONÇA, 2007). Entre os micronutrientes, o Zn foi o que apresentou aumento significativo do seu teor com a aplicação da ARC, com acréscimo de  $0,07 \text{ mg.dm}^{-3}$  para cada 10 L de ARC aplicados por  $m^2$  de solo.

A aplicação de ARC elevou o teor de matéria orgânica do solo, seguindo uma tendência quadrática (Figura 12). Essa elevação é importante, principalmente quando se considera os baixos teores de matéria orgânica da maioria dos solos da região produtora de café do Estado do Espírito Santo.

Ressalta-se que a matéria orgânica contida na ARC necessita passar pelo processo de mineralização, que é realizado pelos microrganismos do solo, os quais, para isso, demandam nutrientes, principalmente N. Por essa razão, o acúmulo de ARC em locais próximos às raízes das plantas, além do problema de deficiência de oxigênio causado pelo encharcamento, pode ocasionar deficiências nutricionais pela competição com os microrganismos do solo, em casos extremos, causar danos irreversíveis às plantas. Assim, o sistema de aplicação da ARC nas culturas deve possibilitar uma distribuição homogênea sobre a superfície do solo, evitando a formação de poças e também o escoamento superficial.

Soares et al. (2010) aplicaram as doses 0, 250, 500, 1.000, 2.000 e 4.000 mL de ARC em vasos com 5 L de substrato e, 30 dias depois, plantaram aveia preta, a qual foi colhida por ocasião do florescimento. Os teores de K do substrato elevaram-se com o aumento das doses de ARC, enquanto os teores de P, Ca, Mg e o pH do substrato não foram afetados (Tabela 8).

Lo Monaco et al. (2009) usaram a ARC na fertirrigação de café, em doses correspondentes a 0, 2, 3, 4, 5 e 6 vezes a necessidade de K recomendada para a cultura ( $80 \text{ g.cova}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ). A aplicação da

**Tabela 8.** Características químicas do substrato com a aplicação de diferentes doses de água residuária do processamento do café

Doses mL	pH	P	K	Ca	Mg	CTC	V	MO
		$\text{mg.dm}^{-3}$			$\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$		%	$\text{dag.kg}^{-1}$
0	5,97	31	113	3,0	1,50	4,8	64	2,20
250	6,20	29	155	2,9	1,50	4,8	68	2,42
500	6,02	28	158	2,8	1,40	5,6	66	2,17
1000	6,07	28	217	2,9	1,47	4,9	68	2,15
2000	6,05	25	335	2,9	1,42	5,2	68	2,17
4000	6,42	25	542	2,9	1,47	5,8	75	2,32

Fonte: Soares et al. (2010).

ARC foi parcelada de modo a completar a dose em um período de 2 meses. Avaliou-se o pH, a condutividade elétrica (CE) e as concentrações de macro e micronutrientes no solo, nas camadas de 0 a 20, 20 a 40, 40 a 60 e 60 a 80 cm de profundidade. O pH, a CE e a concentração de K no perfil do solo aumentaram com o aumento da dose de ARC. O excesso de K proporcionou lixiviação de Ca e, principalmente, de Mg no perfil do solo, reduzindo a disponibilidade e provocando a deficiência desses nutrientes nas folhas do cafeeiro. Houve aumento na concentração de Fe, Mn e Cu e redução de Zn com a aplicação da ARC.

## 8 EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NAS PLANTAS

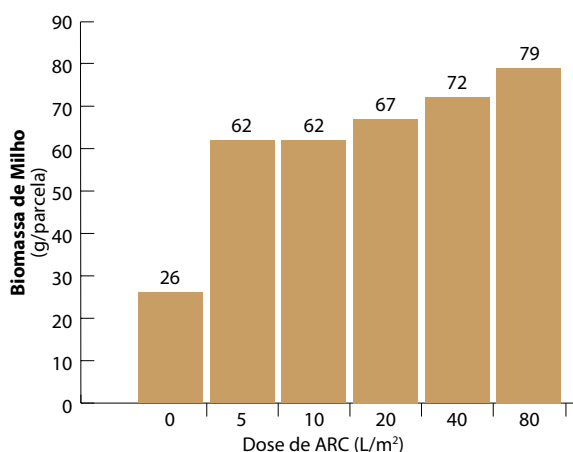
Em experimento realizado em vasos contendo  $2 \text{ dm}^3$  de um solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, em casa de vegetação, Prezotti et al. (2012) aplicaram as doses de 0, 5, 10, 20, 40 e  $80 \text{ L.m}^{-2}$  de ARC no solo. Após 30 dias de incubação, foram retiradas amostras para análise de solo e semeou-se



milho, que foi colhido um mês depois. Observou-se um acentuado aumento de produção de biomassa de plantas de milho (Figura 13) na dose equivalente a 5 L.m<sup>-2</sup> de ARC quando comparada à testemunha. Nas doses seguintes, foram observados incrementos menores de biomassa, e a dose responsável pela produção máxima física foi de 57 L.m<sup>-2</sup>, calculada com base na equação de regressão:

$y = 29,378 + ARC + ARC^{-0,5}$  ( $R^2 = 0,93$ ), em que:

$y$  é a biomassa de milho e ARC é a dose de água residuária aplicada.



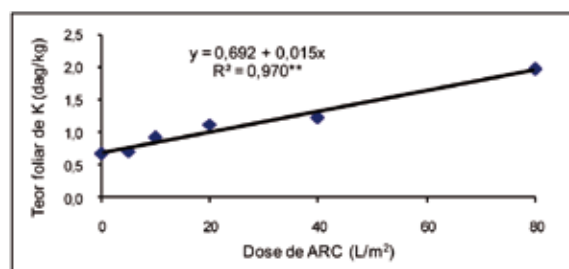
**Figura 13.** Produção de biomassa de plantas de milho em função de doses de água residuária.

**Fonte:** Prezotti et al. (2012).

Os teores de K na parte aérea das plantas elevaram-se com o aumento da dose de ARC aplicada, com tendência linear da ordem de 0,156 dag.kg<sup>-1</sup> para cada 10 L.m<sup>-2</sup> de ARC (Figura 14). Não se observou incremento dos teores dos demais macro e micronutrientes na parte aérea das plantas de milho, provavelmente, devido ao fenômeno denominado “efeito de diluição”, que geralmente ocorre na fase inicial de desenvolvimento das plantas. Nesse caso, em razão do maior desenvolvimento das plantas, proporcionado pela aplicação da ARC, a taxa de formação dos tecidos foi superior à taxa de absorção de nutrientes.

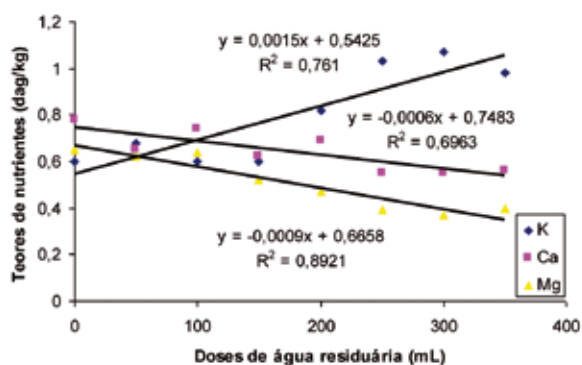
Soares et al. (2010) aplicaram ARC sobre as folhas de milho, em doses 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 e 350 mL por planta, em seis ocasiões. O milho foi cultivado em caixas de cimento, com 1.000 L de terra, e a ARC foi aplicada em intervalos de uma semana, a partir do sétimo dia da emergência

das plantas. A massa seca do caule, das folhas e das plantas de milho não foram alteradas com a aplicação das doses de ARC, enquanto os teores foliares de K elevaram-se e os de Ca e Mg diminuíram com o aumento das doses (Figura 15). Não foram observados sintomas de queima nas folhas de milho.



**Figura 14.** Teor de K na parte aérea de plantas de milho em função de doses de água residuária do café.

**Fonte:** Prezotti et al. (2012).



**Figura 15.** Teores de K, Ca e Mg nas folhas de milho com a aplicação de diferentes doses de água residuária do processamento do café.

**Fonte:** Soares et al. (2011).

Em outro experimento com milho, em casa de vegetação, Soares et al. (2011) aplicaram ARC nas doses 0; 0,14; 0,28; 0,56; 1,12 e 2,24 L.vaso<sup>-1</sup>, com 6 L de terra e semearam milho 70 dias depois. A aplicação da ARC não afetou a altura, enquanto o diâmetro da base e a massa seca da parte aérea das plantas aumentaram linearmente com a elevação da dose. A aplicação da ARC não provocou queima nas plantas de milho.

Soares et al. (2009) aplicaram ARC sobre as folhas de alface, nas doses 0, 50, 100, 150, 200 e 250 mL, em quatro ocasiões, em intervalos de uma semana. Não foram observados sintomas de queima das

folhas, contudo, a massa seca das plantas e das folhas diminuíram com o aumento da dose de água residuária, enquanto os teores de K nas folhas não foram afetados.

Em uma unidade de teste e validação instalada em propriedade cafeeira, a ARC foi aplicada sobre as folhas de café, com regadores, na dose de 40 L por planta. A aplicação da ARC não alterou os teores de nutrientes e não foram observados sintomas de queima nas folhas das plantas (SOARES; DORNELES, 2011).

## 9 UTILIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA NA LAVOURA DE CAFÉ

A ARC contém elementos como N, P, K, Ca e Mg, que podem ser aproveitados para nutrição das plantas, além de matéria orgânica, que pode melhorar condições físico-químicas e biológicas do solo. Além de melhorar as condições de fertilidade, a disposição da ARC no solo contribui para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos colhidos, bem como diminui os riscos de poluição do ambiente (MATOS; LO MONACO, 2003; LO MONACO, 2005; MATOS, 2008;).

### 9.1 DOSE DE ÁGUA RESIDUÁRIA A SER APLICADA

As doses de ARC devem ser planejadas objetivando o fornecimento de nutrientes para as culturas, e não para atender à necessidade hídrica das plantas, caso em que poderia ocorrer excesso de alguns nutrientes, principalmente o K. Conforme foi apresentado nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, na maioria dos casos, o K é o elemento encontrado em maiores quantidades nas amostras de ARC.

Para calcular a dose a ser aplicada, é fundamental dispor dos dados da análise da ARC, uma vez que os teores são muito variáveis, especialmente se a colheita está no início, meio ou fim, e se a unidade de processamento reutiliza ou não a ARC. Isto implica que a análise deva ser repetida ao longo da colheita para que se tenha uma referência mais adequada.

A estimativa da dose a ser aplicada ao solo pode ser feita com base no teor de K da ARC. Para evitar a lixiviação de K causada por doses excessivas, pode-

se utilizar o método da saturação por K na  $CTC_{pH7}$  do solo, que tem por princípio a elevação da saturação por K atual do solo até o máximo de 5%, valor este considerado adequado em relação aos demais cátions na  $CTC_{pH7}$  do solo.

Como exemplo, em um solo com saturação por K na  $CTC_{pH7}$  igual a 2%, poderia ser adicionado uma dose de K equivalente a 3% da sua CTC atingindo, assim, a saturação máxima de 5% da  $CTC_{pH7}$  do solo. Considerando um solo com  $CTC_{pH7}$  igual a  $6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , poderia ser adicionada uma dose equivalente a 3% de  $6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  resultando em  $0,18 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de K ou  $70,2 \text{ mg.dm}^{-3}$  de K. Supondo que a ARC tenha um teor de K de  $250 \text{ mg.L}^{-1}$ , deveria ser aplicada uma dose de  $0,28 \text{ L dm}^{-3}$  ou  $560 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  para fornecer  $70,2 \text{ mg.dm}^{-3}$ .

Para determinar a dose de ARC a ser aplicada, podem ser usadas as seguintes fórmulas:

$$SK_C = (TK_S/390/CTC) \times 100$$

$$DA = \{[(5-SK_C)/100 \times CTC \times 390]/K_A\} \times 2000, \text{ em que:}$$

$SK_C$  = saturação de potássio (%);

$TK_S$  = teor de K no solo ( $\text{mg.dm}^{-3}$ );

$CTC$  = CTC potencial do solo determinada a pH 7 ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ );

$DA$  = dose de água residuária do café, em  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ;

$K_A$  = teor de K na água residuária do café ( $\text{mg.L}^{-1}$ ).

Soares et al. (2013) aplicaram 0, 25, 50, 75 e 100% da dose de ARC calculada para elevar a 5% a saturação por K na CTC do solo, igual a  $200 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ . Os teores de K do solo e da ARC eram  $41 \text{ mg.dm}^{-3}$  e  $710 \text{ mg.L}^{-1}$ , respectivamente, e a CTC de  $5,75 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Usando esses dados e as fórmulas anteriormente citadas, determinou-se a dose a ser aplicada, igual a  $200 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ . A ARC foi aplicada sobre as folhas das plantas de café com sete meses de idade. Quinze dias após a aplicação, foram coletadas amostras de solo e folhas para determinação das características químicas.

Não foram constatados efeitos significativos dos tratamentos sobre o pH, CTC e V do solo, e sobre os teores de K, Ca e Mg nas folhas. O teor de K no solo aumentou com o aumento da dose de ARC, contudo, não atingiu o limite de 5% da CTC (Tabela 9). A elevação do teor de K ao limite

de 5% da CTC é um critério que pode vir a ser adotado no cálculo da dose de ARC a ser aplicada na fertirrigação de culturas. A aplicação da água residuária não causou injúrias nas plantas de café (Figura 16).

**Tabela 9.** Teor de potássio ( $K_s$ ), pH, capacidade de troca catiônica a pH 7,0, índice de saturação por bases no solo e teores de potássio ( $K_f$ ), cálcio e magnésio nas folhas de cafeeiros com a aplicação de doses crescentes de água residuária

Dose L.m <sup>-2</sup>	Ks	pH	V	CTCT	Kf	Ca	Mg
	mg.dm <sup>-3</sup>						
0	44	4,50	29	7,59	1,35	0,85	0,24
5	61	4,28	23	8,22	1,29	0,80	0,27
10	63	4,68	29	8,07	1,41	0,81	0,26
15	74	4,48	32	8,22	1,35	0,91	0,28
20	92	4,32	26	10,21	1,35	0,73	0,23

Fonte: Soares et al. (2013).

## 9.2 MODO DE APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA

O planejamento do modo de aplicação é feito com base na quantidade de ARC que é gerada e vai ser aproveitada. Uma unidade que processa 200 medidas de 60 L de frutos totalizando 12.000 L, e gasta 3 L de água por litro de frutos, gera 36 m<sup>3</sup> de ARC por dia. Se essa unidade adotar

o procedimento de reúso, o gasto poderá ser reduzido para 0,8 L de água por litro de frutos, gerando 9,6 m<sup>3</sup> de ARC por dia.

No caso da lavoura de café, a ARC pode ser aplicada superficialmente, em sulcos construídos entre as fileiras de plantas, em áreas planas ou em áreas com declividade, nas quais o plantio tenha sido realizado em curvas de nível (Figura 17A). Supondo que a dose seja de 200 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, como no caso do trabalho de Soares et al. (2013), citado no item 7.1, e que o espaçamento entre fileiras seja de 3 m, seria aplicado 0,06 m<sup>3</sup> de ARC por metro de sulco. Admitindo que a unidade de processamento gera 9,6 m<sup>3</sup> de ARC por dia, esse volume poderia ser usado em 160 m de sulco e seria preciso operar 20 dias para produzir a quantidade de ARC para aplicar em 1 ha.

Se a unidade de processamento for posicionada à montante da área a ser fertirrigada, a condução da ARC até os sulcos pode ser feita a partir da caixa ou tanque de recepção da ARC da própria unidade. Caso o posicionamento seja à jusante, será preciso uma bomba hidráulica para fazer o bombeamento da água até uma caixa posicionada de modo a facilitar a condução da ARC até os sulcos. Para uma distribuição mais uniforme da ARC, os sulcos devem ser subdivididos com barreiras de terra a cada 10 - 15 m.



**Figura 16.** Aplicação da água residuária (A); aspecto das plantas de café duas semanas após a aplicação da água residuária (B).



**Figura 17.** Aplicação da água residuária do café em sulcos (A); aplicação da água residuária da cana com canhão hidráulico (B).

A ARC pode ser aplicada por meio de carretas-tanque de aplicação de adubos líquidos, tracionadas por trator. Essas carretas são dotadas de bicos espalhadores, que possibilitam fazer a aplicação superficialmente, entre as fileiras de plantas, em áreas planas ou de pouca declividade, ou por aspersão, em faixas envolvendo várias fileiras simultaneamente, em áreas planas ou com declive. Nesse caso, a aplicação pode ser feita a partir dos carregadores. A ARC pode ser aplicada também por meio de canhão hidráulico (Figura 17B), por aspersão, em círculos com raio de aplicação variando entre 30 e 100 m.

A ARC deve ser aplicada sobre a superfície do solo de maneira homogênea, de modo a evitar a formação de poças próximas às plantas. Isso poderia causar *deficit* de  $O_2$  devido ao encharcamento e salinização do solo por excesso de nutrientes. Durante a aplicação, deve-se evitar o escoamento superficial para não causar erosão e a possível contaminação de corpos hídricos localizados próximos à área fertirrigada.

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processamento dos frutos do cafeeiro possibilita obter o café cereja descascado, produto com valor diferenciado no mercado; entretanto, consome muita água e gera ARC, com potencial de poluir os corpos hídricos. É preciso especial esforço no sentido de desenvolver tecnologias para diminuir o consumo de água e aproveitar os resíduos gerados no processamento dos frutos do cafeeiro a fim de

não comprometer a sustentabilidade da produção do café cereja descascado.

A diminuição do consumo de água vem acontecendo mediante o desenvolvimento de máquinas cada vez mais eficazes no uso da água, que deverão compor as novas unidades de processamento de café. A redução do gasto de água pode ser obtida com eficiência mediante ajustes na unidade de processamento que possibilitem reusar a ARC no descascamento. Nesse caso, o gasto pode ser de 0,5 L de água por litro de frutos processados, sem comprometimento da qualidade da bebida do café.

A ARC contém matéria orgânica e inorgânica constituída por elementos como N, P, K, Ca e Mg, que podem ser aproveitados para nutrição das plantas; a matéria orgânica melhora as condições físico-químicas e biológicas do solo. Vários autores recomendam que a ARC seja utilizada para fertirrigação de culturas reduzindo o gasto com adubos. O reúso da ARC no processamento aumenta sua concentração de nutrientes, facilitando a logística de aplicação na lavoura.

## 11 REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13969. tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em <[http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr\\_13969.pdf](http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2015.



- ANDRADE, F. V. *Ácidos orgânicos e sua relação com adsorção, fluxo difusivo e disponibilidade de fósforo em solos para plantas*. 2004. 42f. Tese (Doutorado em solos e nutrição de plantas). Universidade Federal de Vicosa, Vicosa, MG: 2004.
- EUCLYDES, H. P. *Atlas digital das águas de Minas: uma ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos*. Coordenação técnica, direção e roteirização. 2. ed. Belo Horizonte: RURALMINAS; Vicosa, MG: UFV, 2007. 1 (CD-ROM)
- BORÉM, F. M. Anatomia e composição química do fruto e da semente do cafeeiro. In: BORÉM, F. M. (Ed.). *Pós-colheita do café*. Lavras, MG: UFLA, p. 19-40. 2008a.
- BRASIL. Presidência da República. Lei nº 9433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. *Diário Oficial da União*, Brasília 9 jan. 1997. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/03/leis/19433.htm>>. Acesso em: 3 dez. 2014.
- CAMPOS, C. M. M.; PRADO, M. A. C.; PEREIRA, E. L. Caracterizado físico-química, bioquímica e energética da água residuária do café processado por via úmida. *Bioscience Journal*, Uberlândia, MG: v. 26, n. 4, p. 514-524, July/Aug. 2010.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, publicado no DOU em 16 maio 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Publicado no DOU em *Diário Oficial da União*, Brasília, 16 maio 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 3 dez. 2014.
- GARCIA, G. de O.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T. de; RUIZ, H. A.; MARTINS FILHO, S. Alterações químicas de três solos decorrentes da aplicação de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro conilon. *Engenharia na Agricultura*, Vicosa, MG: v.16, n.4, p. 416-427, out./dez., 2008.
- IDAF. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. *Instrução Normativa nº 11, de 23 de outubro de 2014a*, publicado no DOE em 29 out 2014. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=27630>>. Acesso em: 3 dez. 2014.
- IDAF. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. *Instrução Normativa nº 15, de 23 de outubro de 2014b*, publicado no DOE em 29 out 2014. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=276274>>. Acesso em: 3 dez. 2014.
- IEMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *Instrução Normativa nº 19, de 4 de outubro de 2005*, publicada no DOE em 6 out 2005. Disponível em: <[http://www.meioambiente.es.gov.br/download/IN\\_IEMA\\_019\\_2005.pdf](http://www.meioambiente.es.gov.br/download/IN_IEMA_019_2005.pdf)>. Acesso em: 3 dez. 2014.
- LO MONACO, P. A. *Fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos*. 2005. 101f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Vicosa, Vicosa, 2005.
- LO MONACO, P. A.; MATOS, A. T. de; MARTINEZ, H. E. P. FERREIRA, P. R.; RAMOS, M. M. Características químicas do solo após a fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos. *Irriga*, Botucatu: v.14, n.3, p. 348-364, jul./set., 2009.
- MALTA, M. R.; CHAGAS, S. J. de R.; CHALFOUN, S. M. Colheita e pós-colheita do café: recomendações e coeficientes técnicos. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: v.29, n.247, p. 83-94, nov./dez. 2008.
- MATOS, A. T. de. Tratamento de resíduos na pós-colheita de café. In: BORÉM, F.M. (Ed.). *Pós-colheita do café*. Lavras, MG: UFLA, p. 159-201, 2008.
- MATOS, A. T. de; LO MONACO, P.A. Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos e líquidos de lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. *Revista Engenharia na Agricultura*. Viçosa, MG: UFV, 2003. 68p. (Boletim Técnico, 7).
- MORELI, A. P. *Avaliação de um sistema de remoção de sólidos para maximização do uso da água no processamento dos frutos do cafeeiro*. 2010. 68f. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal). Centro de Ciências Agrárias, Alegre, Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, ES. 2010.
- MORELI, A. P. *Maximização da reutilização da água residuária do processamento dos frutos do cafeeiro: influências em características físico-químicas do efluente e qualidade da bebida do café*. 2013. 69f. Tese (Doutorado Produção Vegetal). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2013.
- PREZOTTI, L. C.; MORELI, A. P.; SOARES, S. F.; ROCHA, A. C. da. Teores de nutrientes nas águas residuárias do café e características químicas do solo após sua aplicação. Vitória, ES: Incaper, 2012. 24p. (Incaper, Documentos 208).
- REIS, E. F. dos; MORELI, A. P.; SOARES, S. F.; PREZOTTI, L. C. A recirculação da água no processamento dos frutos do cafeeiro como importante ferramenta para

- a viabilidade ambiental. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; OLIVEIRA, F. L.; COELHO, R. I. (Eds.). *Tópicos especiais em produção vegetal IV* [recurso eletrônico]. Alegre, ES: CAUFES, p. 530-546. 2013.
- SILVA, I. R. e MENDONÇA, E. S; Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. de; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. *Fertilidade do Solo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.
- SILVA, J. de S. *Sistema de limpeza da água residuária do café*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=WQJOpsKFW7o>. Acesso em: 5 jan. 2015.
- SILVA, J. de S.; DONZELES, S. M. L.; SOARES, S. F.; MORELI, A. P.; VÍTOR, D. G. *Lavadores e sistema de reúso da água no preparo do café*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 12p. (Circular Técnica, 04). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/99089/1/Lavadores-e-sistema-de-reuso-da-agua.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2014.
- SOARES, S. F.; DONZELES, S. M. L. Resíduos da pós-colheita do café: sólidos e líquidos. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da; CARVALHO, G. R. (Eds.). *Café Arábica: da pós-colheita ao consumo*. Lavras, MG: U. R. EPAMIG SM, 2011b. p. 67-95.734p.
- SOARES, S. F.; DONZELES, S. M. L.; MORELI, A. P.; ROCHA, A. C. da. Crescimento de plantas de milho em vasos após a aplicação de água residuária do processamento do café. In: SIMPOSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 7., 11. *Anais...* Brasília, DF: 2011a. (CD ROM).
- SOARES, S. F.; SOARES, V. F.; SOARES, G. F.; ROCHA, A. C. da; MORELI, A. P.; PREZOTTI, L. C. Destinação da água residuária do processamento dos frutos do cafeeiro. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, p.519-529. 2007.
- SOARES, S. F.; DONZELES, S. M. L.; MORELI, A. P.; ROCHA, A. C. da; PREZOTTI, L. C.; SOARES, G. F.; SOARES, V. F. *Água residuária do café: geração e aproveitamento*. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, 2008. (Circular Técnica, 30).
- SOARES, S.F.; DONZELES, S. M. L.; SOARES, G. F.; MORELI, A. P. Utilização da água residuária do processamento dos frutos do cafeeiro em alface. In: SIMPOSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009. Vitória, ES. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café, 2009. 1 CD-ROM
- SOARES, S. F.; MORELI, A. P.; DONZELES, S. M. L.; PREZOTTI, L. C. Reúso da água na produção de café cereja descascado. Brasília, DF. EMBRAPA, 2012. 8p. (Circular Técnica, 01). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/86772/1/Reuso-da-agua.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2014.
- SOARES, S. F.; MORELI, A. P.; DONZELES, S. M. L.; PREZOTTI, L. C.; ROCHA, A. C. da. Efeitos da água residuária do café em plantas e no substrato de cultivo de aveia, milho e alface. Brasília, DF. EMBRAPA, 2010. 8p. (Comunicado Técnico, 01). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33456/1/Efeitos-das-aguas.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2014.
- SOARES, S. F.; PREZOTTI, L. C.; DONZELES, S. M. L.; MORELI, A. P. Estimativa da dose de água residuária do café para fertirrigação com base na saturação de K na CTC do solo... In: SIMPOSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador, BA. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café, 2013. 1 CD-ROM
- VILELA, P. S.; RUFINO, J. S. dos S. (Coord.). Caracterização da cafeicultura de montanhas de Minas Gerais. Belo Horizonte: INAES, 2010. 300 p (INAES. Cadeias Produtivas Café. Estudos 1).







# Qualidade e Classificação do Café Conilon

Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, José Altino Machado Filho, Abraão Carlos Verdin Filho, Maria Amélia Gava Ferrão, Romário Gava Ferrão e Míriam Helena Alves Eugênio

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por qualidade é uma das maiores preocupações nos diversos seguimentos produtivos no Brasil e particularmente na cadeia produtiva do café conilon, na qual também vem sendo dispensada grande atenção à obtenção de um café compatível com as exigências do mercado contemporâneo. Os resultados até então alcançados caracterizam avanços muito significativos na qualidade do produto e têm conferido a ele uma presença cada vez mais marcante nas diferentes formas de consumo de café em todo o mundo (FERRÃO et al., 2013; SILVA; MORELLI; VERDIN FILHO, 2015).

Os cuidados necessários para a produção de cafés de qualidade, seja arábica ou conilon, iniciam-se mesmo antes do plantio, com a escolha das áreas mais apropriadas ao cultivo, definição da cultivar, do sistema de cultivo, e das operações de plantio e manejo. Após a implantação e condução adequada das lavouras, os esforços para obtenção de um melhor padrão de qualidade do café devem ser concentrados, sobretudo, nas operações de pré-colheita, colheita propriamente dita e pós-colheita, focando principalmente nos fatores que mais interferem na qualidade do produto em cada região em particular (FONSECA; SILVEIRA; BRAGANÇA, 1995), com o propósito de reduzir ao máximo a sua influência negativa (CARVALHO, 1998; ABIC, 2004; BORÉM, 2008).

Também importantes para a qualidade do café a ser comercializado são as condições para o armazenamento dos grãos, pois de forma natural,

o café tende a perder sua qualidade ao longo do tempo. Assim, torna-se de fundamental importância o pleno conhecimento das variáveis envolvidas nessa etapa visando a manter a qualidade dos grãos o mais próximo possível de suas condições iniciais (CORRÊA; OLIVEIRA; BOTELHO, 2015).

Assim, a avaliação dos atributos de um determinado café torna-se fundamental para a adequada comercialização do produto em todo o mundo. A evidenciação de forma clara, objetiva e padronizada de seus aspectos mais marcantes assume grande importância para a divulgação do produto e pode lhe conferir um preço mais justo. Por esse motivo, os processos de avaliação e classificação de cafés, seguindo-se protocolos aceitos por todos os seguimentos da cadeia nas diversas partes do mundo, vêm constantemente sendo aprimorados e estendidos, com as devidas restrições, às espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, de forma que possam alcançar mercados mais exigentes que reconhecem e remuneram mais regamente a agregação de determinadas características requeridas nas diferentes partes do mundo pelos consumidores da bebida.

A qualidade do café pode ser influenciada por um conjunto de fatores que interferem nas suas propriedades físicas, bem como na composição química dos grãos, entre as quais podem-se destacar as características genéticas (espécie e cultivar), as condições ambientais (solo, clima, altitude, face de exposição ao sol), culturais (manejo, espaçamento, controle de pragas e doenças, uso de irrigação), método de co-



lheita (colheita seletiva, derriça no solo ou em peneiras), o tratamento pós-colheita (preparo via seca ou úmida, descascado ou desmucilado, método de secagem), o armazenamento, o beneficiamento e até o transporte (CLIFFORD, 1985a; PRETE, 1992; TEIXEIRA, ALDIR; TEIXEIRA, ANA, 2001; MACÍAS; RIAÑO, 2002; MALTA; NOGUEIRA; GUIMARÃES, 2002; MALTA et al., 2003; CHAGAS; MALTA; PEREIRA, 2005; BORÉM et al., 2008; EUGÊNIO, 2011; CORRÊA; OLIVEIRA; BOTELHO, 2015).

A qualidade sensorial da bebida do café é, via de regra, definida por seu aroma e sabor formados durante torração, a partir de precursores presentes nos grãos crus constituídos por diversos compostos químicos. A presença desses precursores dependem, por sua vez, de fatores genéticos, ambientais e tecnológicos interagindo no decorrer do processo de produção, e sua transformação em compostos aromáticos é muito dependente das condições em que a torra é realizada (BORÉM et al., 2008).

Apesar da indiscutível importância da caracterização da bebida para a classificação de um café, seja ele da espécie *C. arabica* ou *C. Canephora*, esta não deve ser o único critério para a definição da qualidade, pois ela envolve uma série de outros aspectos que precisam ser considerados de forma conjunta. Não existem critérios absolutos que permitam definir adequadamente a qualidade de um café considerando os pontos de vista de todos os seguimentos envolvidos (RIBEYRE, 2007).

Dessa forma, a qualidade de um café, de maneira geral, é definida considerando-se desde os atributos intrínsecos do produto até as características do processo através do qual foi obtido. Alguns atributos de qualidade de cafés verdes estão relacionados a características físicas, como tamanho dos grãos (peneira) e número de defeitos (tipo) na amostra; a características sensoriais, como Amargor, Acidez e Doçura; e a características tecnológicas, como extratibilidade. São também utilizados como critérios para a definição da qualidade a sua origem, os fatores econômicos, sociais (comércios “justos”) e ambientais (cafés orgânicos, ecológicos), além dos processos de produção (boas práticas agrícolas). Podem também ser oportunas descrições relacionadas a critérios considerados para garantir a segurança alimentar do produto (TEIXEIRA, ALDIR; TEIXEIRA, ANA, 2001; RIBEYRE, 2007; BORÉM et al., 2008).

Um café é classificado como de boa qualidade,

quando atende aos critérios estabelecidos pelos compradores que, valorizando adequadamente o produto de seu interesse, estimulam investimentos para a obtenção e manutenção da qualidade, além da estabilidade da oferta. Palacin et al. (2005) resumizam que a qualidade de um café no mercado pode ser definida como sendo o somatório da presença de todos os atributos que satisfaçam as necessidades do consumidor.

A espécie *C. canephora*, apesar de introduzida no Brasil ainda no início do século XX, somente passou a ser explorada comercialmente a partir dos anos 60 (FONSECA, 1999; FONSECA; FERRÃO M.; FERRÃO R., 2002). Sua maior expressão se deu mais efetivamente a partir de 1970. O cultivo dessa espécie vem se expandindo extraordinariamente nos últimos anos em razão de sua participação cada vez mais frequente e expressiva nos *blends* de torrados e moídos e do significativo aumento do consumo de café solúvel em todo o mundo, bem como devido ao surgimento de inúmeras formas alternativas de consumo, tendo em vista que a espécie *C. canephora* é mais atrativa às indústrias por sua maior rentabilidade na produção dessas formas de consumo (FONSECA et al., 2015).

A espécie, ao contrário do que pode parecer a princípio, confere ao produto final uma expressiva capacidade de competição no mercado, tendo em vista seu maior rendimento industrial e por suas propriedades, que podem auxiliar de forma substancial na composição final de *blends*, com acidez mais equilibrada, corpo mais marcante e creme mais denso nos cafés do tipo *espresso* como também na sua comercialização, devido aos menores preços praticados no mercado em relação aos cafés arábicas (FONSECA, 1999; RIBEYRE, 2007; FONSECA et al., 2015). Pode ainda ser utilizado na produção de bolos, balas, doces, sorvetes, biscoitos, compondo tanto isotônicos ou *drinks* com teor alcoólico ou não como nas bebidas geladas, prontas para o consumo ou em sachês, e até mesmo em cosméticos, entre outras utilizações.

Este capítulo objetiva discorrer sobre as questões relacionadas à qualidade e classificação do café conilon, focando, sobretudo, em suas propriedades físicas, químicas e sensoriais e buscando, naturalmente, estabelecer paralelos com o café arábica, além de voltar também a atenção às características peculiares da espécie *C. canephora*.

## 2 IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE E CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ

### 2.1 HISTÓRICO

A classificação do café no Brasil teve início no século XIX, mais precisamente em 1836. A primeira referência de classificação foi regulamentada na então Província do Rio de Janeiro, com a Lei nº 33, que já tratava de qualificar o café em categorias por seus aspectos físicos, ou seja, coloração e integridade dos grãos. De um modo geral, por um longo período, os cafés foram designados pelos portos de embarque, e aqueles procedentes do Brasil eram conhecidos como: cafés do Rio, cafés de Santos, cafés da Bahia e cafés do Ceará (TEIXEIRA; PEREIRA; PINTO, 1974).

No mercado externo, o marco para a definição de critérios de avaliação da qualidade para os grãos de café surgiu nos EUA, grande comprador do produto, e onde a Bolsa de Nova York, em 1885, estabeleceu uma tabela para classificação de cafés oriundos do Brasil. Ela se baseava na contagem dos defeitos eventualmente contidos em amostras de café beneficiado. Dessa forma, ficou criada uma definição de qualidade por tipos possíveis de serem medidos e expressos em algarismos. Essa tabela dividia o café em nove tipos. Os tipos 10 e 9 foram suprimidos poucos anos mais tarde, quando se proibiu a entrada naquele país de cafés piores do que os do tipo 8. Esta proibição refletiu-se no Brasil através de um Decreto Federal (nº 19.318 de 27 de agosto de 1930), em que ficou proibido o transporte, o comércio e a exportação de café inferior ao tipo 8 (TEIXEIRA; PEREIRA; PINTO, 1974).

A consolidação do uso das tabelas de “Equivalência dos Defeitos” e de classificação por tipo, atualmente adotadas, ocorreu através do Decreto nº 27.173 de 14 de setembro de 1949 (BRASIL, 1949), que revogou todos os anteriores e determinou o uso das tabelas adotadas no porto de Santos, desde 1907 (TEIXEIRA; PEREIRA; PINTO, 1974).

Também ficou estabelecida no referido decreto, a classificação “por descrição”, em que, em um dos itens, definia a avaliação da qualidade de bebida do café através da degustação. Nesse momento, apenas se classificava como bebida “Mole” e livre de gosto “Rio” (TOLEDO, 1998). Entretanto, a avaliação

da bebida do café arábica através da “prova de xícara” é realizada desde 1917, três anos depois da instalação da Bolsa Oficial de Café e Mercadorias de Santos (SILVA, 2005).

Em 1952, o recém-criado Instituto Brasileiro de Café (IBC), assumiu a função de estabelecer a política do café no Brasil, acumulando também a função de agente fiscalizador e regulador do tipo e da qualidade do café nos mercados interno e externo do produto (TEIXEIRA; PEREIRA; PINTO, 1974). Esse instituto estabeleceu, em 1971, através da resolução 535, a classificação mais ampla da bebida do café da espécie arábica (*C. arabica* L.) como Bebida Fina com seus subgrupos e Bebidas Fenicadas também com seus subgrupos e apresentando sabor típico de iodofórmio em gradações distintas (SILVA, 2005). Esses documentos constituem a base metodológica utilizada por muitos profissionais para a classificação do café.

A mistura de cafés para obtenção de *blends*, sendo da mesma espécie ou não, é prática comum por parte da indústria no Brasil. Esse procedimento é adotado por diversos motivos, como, por exemplo, para obter maior uniformidade de produção, produtos mais equilibrados, ou mesmo, redução de custos, dado que o preço do grão do conilon está rotineiramente abaixo daquele praticado para o grão do arábica (FERNANDES et al., 2003). O fato de os grãos após a torra e a moagem, serem indistinguíveis propiciam essa mistura (DIAS, 2005). O café conilon é adicionado ao arábica visando-se a obtenção de *blends* mais equilibrados e ricos em determinadas características que lhes são peculiares, auxiliando ainda a redução do custo na industrialização com consequente aumento de renda (EUGÊNIO, 2011).

Nos últimos anos, a exigência por café conilon de qualidade vem aumentando consideravelmente, o que requer ações de caracterização e reconhecimento da qualidade do grão dessa espécie. Já vêm sendo realizados diversos concursos de qualidade para conilon no Estado do Espírito Santo, alguns inserindo o critério de avaliação de bebida. Desde 2003, uma das mais tradicionais cooperativas de agricultores, a Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel da Palha (Cooabriel), vem realizando um concurso de qualidade especificamente para o conilon.

Diversos protocolos ou metodologias de avaliação vêm sendo empregados para a avaliação da qualidade da bebida de conilon, o que dificulta um consenso ou a padronização de critérios adotados, ficando ao encargo dos compradores estabelecerem os seus critérios de avaliação, muitas vezes incompreendidos por seus fornecedores, tendo em vista que cada empresa, muitas vezes, possui o próprio protocolo ou normas para padronização da qualidade.

Cortez (2000) propôs uma metodologia específica para a classificação de cafés da espécie *C. canephora*. Essa proposta, contudo, não foi considerada quando, em 2003, através da Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003, definiu-se uma tabela de tipos para as duas espécies e foi sugerida a classificação da bebida para o cafeeiro conilon definindo-as pelos atributos Excelente, Boa, Regular ou Anormal (BRASIL, 2003). Obviamente, uma caracterização insuficiente para atender às exigências para a constituição de uma identidade para essa espécie, de modo especial, quando se consideram os aspectos mais relacionados à produção de cafés solúveis, em que outras características decisivas para a valoração do produto precisam ser consideradas.

A *Specialty Coffee Association of America* (SCAA), publicou o livro *The Coffee Cuppers' Handbook* (LINGLE, 2011), no qual se estabelece um protocolo de avaliação da qualidade de cafés, o qual já vem sendo amplamente utilizado para o cafeeiro arábica no Brasil. O que de certa forma contribui para uma padronização da avaliação, porém, pouco contribui para a percepção de uma identidade adequada para o café conilon, pois é comum, por parte de provadores tradicionais do café arábica, buscar analogia de sabores entre as duas espécies, o que acaba implicando notas inferiores ao conilon.

O café robusta ou conilon tem sido historicamente menos valorizado do que o arábica, tanto no mercado interno como no externo, por ter sido por muito tempo considerado, equivocadamente, como um produto de pior qualidade, razão pela qual não recebia os mesmos prêmios de preços e motivação para a melhoria da qualidade, comuns no mercado de arábicas especiais. Boa parte da reputação do café conilon, contudo, é resultado de defeitos plenamente passíveis de correções, já que em sua maioria, advêm de fatores relacionados a

seu cultivo, colheita e processamento (CQI/UCDA, 2015).

O *Coffee Quality Institute* (CQI), organização sem fins lucrativos, fundada em 1996 por Ted Lingle e outros, iniciou suas atividades em diversas regiões produtoras de café do mundo com o intuito de promover o desenvolvimento das nações e a qualidade de vida dos produtores de café através da melhoria da qualidade do produto, realizando diversas ações de capacitação e avaliação da qualidade. Para atender à demanda dos países produtores de *C. canephora* seu protocolo foi adaptado com a cooperação da *Ugandan Coffee Development Authority* (UCDA). Assim, foi criado o primeiro protocolo específico para avaliação de cafés da espécie *C. canephora*, ao qual nos referiremos daqui em diante somente por CQI (CQI/UCDA, 2015).

Como comprovado pelo sucesso no mercado de arábicas especiais, a diferenciação de qualidade para o robusta pode elevar o apreço do consumidor e o aumento do consumo, bem como propiciar melhores rendimentos para os seus produtores e o incentivo necessário para um maior avanço da indústria cafeeira. Os cafés classificados segundo os critérios CQI podem receber, mediante acordo de licenciamento e credenciamento de avaliadores, um certificado de qualidade emitido pela instituição proporcionando-lhes aos mesmos melhores e mais justas condições de comercialização (CQI/UCDA, 2015).

Existe, no Estado do Espírito Santo, uma rede de centros de classificação instalados em parceria entre o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) e prefeituras municipais e cooperativas. Esses centros objetivam a classificação física e sensorial descritiva do café, contudo somente uma pequena parte de suas salas se dedicam à classificação do conilon. A iniciativa vem contribuindo significativamente para incentivar a produção de café de melhor qualidade no Espírito Santo. Os laudos emitidos atestando a classificação de cada amostra analisada permitem ao técnico responsável indicar as principais medidas a serem adotadas pelo cafeeiro para que os defeitos encontrados possam ser evitados durante o processo de produção, colheita e pós-colheita das próximas safras.

Vale ressaltar que o grande desafio da atualidade é constituir uma identidade para o café conilon respeitando suas características próprias, descobrindo inúmeros atributos organolépticos, reconhecendo seu potencial e conferindo o devido valor à sua qualidade.

## 2.2 ATRIBUTOS DA QUALIDADE PARA O CAFÉ CONILON

É bastante comum, entre os produtores brasileiros de café conilon, a crença de que a melhoria da qualidade do produto não reflete em diferenciais expressivos no preço. A análise a ser feita, contudo, deve levar em consideração, concomitantemente, uma série de outros aspectos.

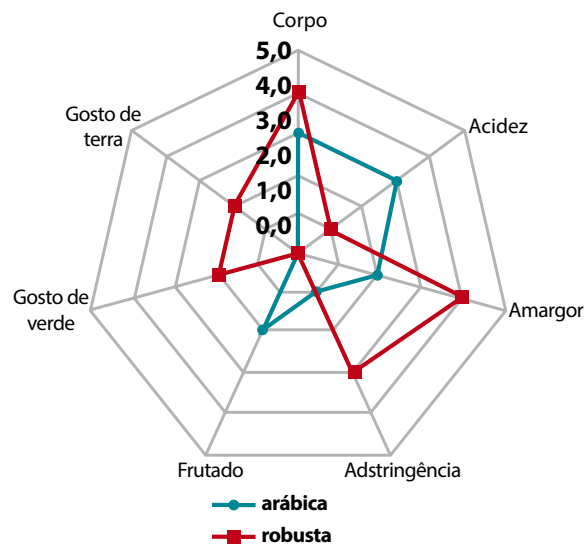
É fundamental que se considere que o mercado de café no mundo tem se tornado cada vez mais exigente e que, tanto a recuperação dos mercados atuais quanto a conquista de novos compradores e a maior participação do conilon em todas as formas de consumo de café, requerem que se observem as preferências desses mercados, que dispõem de muitas alternativas de fornecedores competitivos e bastante afinados com tais exigências. Ademais, é preciso considerar, também, que a grande maioria das atitudes que se traduzem em melhoria de qualidade do café não demanda custos adicionais tão expressivos a ponto de impossibilitar o atendimento das exigências contemporâneas e que, quando se evolui em qualidade, há um paralelo aumento na produtividade alcançada, pois todos os defeitos que comprometem a qualidade dos grãos de café os tornam substancialmente mais leves que os grãos normais (FONSECA et al., 2007).

A qualidade do conilon não deve ser entendida unicamente como critério relacionado a características da bebida (de xícara), mas precisa também envolver outros critérios requisitados ou mesmo impostos pelo mercado, ou seja, a qualidade do produto deve ser avaliada levando-se em consideração um conjunto de atributos (RIBEYRE, 2003; PALACIN et al., 2005).

Segundo Ribeyre (2003), os principais atributos que têm sido considerados nos mercados mais exigentes para a definição da qualidade do café conilon têm sido: a) características físicas (por exemplo, os defeitos dos grãos); b) características da bebida (por exemplo, o Corpo e o Amargor); c) características

tecnológicas (extratibilidade); d) critérios sociais observados no processo de produção; e) critérios relacionados ao meio ambiente; f) segurança alimentar; g) constância e estabilidade de oferta; h) origem; e i) preço.

A Figura 1, apresentada por Ribeyre (2003), ilustra algumas das características marcantes na distinção entre um café conilon e um arábica. Observa-se que, enquanto o arábica possui maior acidez e sabores frutados, o conilon é caracterizado por corpo muito mais acentuado, além de maior adstringência e maior amargor.



**Figura 1.** Algumas características emblemáticas de distinção entre os cafés arábicas e robustas.

**Fonte:** Adaptado de Ribeyre (2003).

Adicionalmente, atenção especial tem sido dada a outros critérios relacionados especialmente à composição dos grãos (teor de cafeína, teor de ácidos clorogênicos, trigonelina, proteínas, açúcares e minerais). Adicionalmente, Palacin et al., (2005) afirmam que tem sido cada vez maior a preocupação com a segurança do alimento, que dessa forma se constitui em fator importante como critério qualitativo do café.

Apesar de ainda não ser remunerado com preços tão significativos como nos casos de cafés arábicas de melhor qualidade, inúmeras e eficientes são as formas de melhorar a qualidade do conilon em relação às formas mais tradicionais de produção desse café. Há registros, no Estado do Espírito Santo, de comercialização de café conilon de qualidade diferenciada com pagamento de ágio da ordem de 10% a 20%, independentemente da forma de



preparo, ou seja, se é um cereja descascado (CD) ou café natural, seco em terreiros de cimento ou em estufas. Apesar disso, indubitavelmente, o processamento via úmida na produção de conilons CDs, desmucilados ou não, é uma forma que facilita bastante o alcance da qualidade desejada. Isso se deve ao fato de ele proporcionar redução dos riscos de depreciação do produto, o que ocorre quando do processamento para obtenção de cafés naturais, e por isso têm sido também comercializados com sobrepreços expressivos (SILVA; MORELLI; VERDIN FILHO, 2015).

Mesmo não sendo possível para determinados cafeicultores o emprego imediato de todas as tecnologias e recomendações apresentadas nesta obra visando a melhoria da qualidade do conilon, sobretudo as presentes no capítulo 20 “Colheita e Pós-colheita do Café Conilon”, a adoção, mesmo de apenas algumas delas, irá resultar em evolução contínua, ainda que de forma paulatina visando à fidelização do mercado já existente e abertura de novas oportunidades de mercado, com a obtenção de um produto de qualidade diferenciada (FONSECA et al., 1995).

Desejável é que haja um despertar dos cafeicultores no que diz respeito às práticas apropriadas nas etapas de produção do café para que haja cada vez mais avanços na atividade como um todo, desde a produção até o consumo.

### 3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ CONILON

Como já mencionado anteriormente, seja para o café arábica ou robusta, uma série de características podem ser utilizadas para a avaliação da qualidade do produto incluindo a cor, a forma, os métodos de processamento, a presença de defeitos, o tamanho e a uniformização dos grãos (peneiras) e, características químicas e sensoriais (CLARKE; MACRAE, 1987; BANKS; MCFADDEN; ATKINSON, 1999; FRANCA et al., 2005).

Nas avaliações da qualidade quanto à cor, consideram-se aspectos relacionados ao teor de umidade dos grãos, índice de maturação, tempo de exposição à luz, método de preparo e secagem e às condições do ambiente de armazenamento. Já em relação à peneira, considera-se o tamanho

e a forma dos grãos. O aspecto leva em conta a homogeneidade das características. Entretanto, entre todas elas, destacam-se como as mais importantes as avaliações quanto ao tipo, peneiras e bebida, rotineiramente empregadas na comercialização do café em todo o mundo (CLARKE; MACRAE, 1987; BANKS; MCFADDEN; ATKINSON, 1999; FRANCA et al., 2005). Detalhes dessas operações são apresentadas a seguir.

A importância relativa de cada característica encontra-se na destinação que se pretende dar ao produto, se para a produção de café solúvel, torrado para *expresso*, torrado e moído, puro ou para *blends*, entre outras.

#### 3.1 ASPECTOS GERAIS DA CLASSIFICAÇÃO OFICIAL BRASILEIRA PARA CAFÉ (COB)

A Classificação Oficial Brasileira para o Café (COB), regulamentada pela Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003, do Mapa (BRASIL, 2003), objetiva definir as características de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado. O grão cru de café beneficiado é classificado de acordo com:

**Categoria.** Café da espécie *C. arabica*: categoria I; café da espécie *C. canephora*: categoria II;

**Subcategoria.** Diz respeito à forma do grão cru: chatos ou mocas. Podendo ainda cada subcategoria ser subdividida em função da peneira (chato gráudo: peneiras 19/18 e 17; chato médio: peneiras 16 e 15 e o chato miúdo: peneiras 14 e menores); moca gráudo: peneiras 13/12 e 11; moca médio: peneiras 10; e moca miúdo peneiras 9 e menores.

Quando o café não for submetido à separação de acordo com o tamanho dos grãos, ou quando se enquadrar em quatro ou mais peneiras, será considerado bica corrida (B/C);

**Grupo.** De acordo com o sabor e aroma através de “prova de xícara” (Grupo I: cafés arábicas e Grupo II: cafés robustas/conilon).

**Subgrupo.** De acordo com a qualidade da bebida, os grãos de café robusta/conilon (Grupo II), podem ser classificados em quatro subgrupos: Excelente, Boa, Regular e Anormal.

**Classe.** Em função da coloração: Verde-azulada e Verde-cana, Verde, Amarelada, Amarela, Marrom,

Chumbado, Esbranquiçada ou Discrepante.

**Tipo.** Em função do número de defeitos; Intrínsecos e Extrínsecos, presentes em amostras de 300 g de grãos crus.

**Umidade.** Independentemente da classificação, o teor de umidade do café cru não pode exceder 12,5%.

Essa Instrução Normativa orienta, ainda, para uma série de questões importantes na classificação do produto: percentuais máximos permitidos de materiais estranhos e impurezas, quesitos que podem desclassificar o café, embalagens, rotulagem, amostragem, etc. Além disso, oferece um roteiro para todo o processo de classificação e de certificação.

A classificação do café quanto ao tipo, peneira e qualidade de bebida, envolve sistematicamente uma série das categorizações anteriormente relacionadas. E devido às particularidades que devem orientar a classificação do café conilon, serão discutidas mais detalhadamente neste capítulo.

Várias propostas alternativas de classificação vêm ganhando espaço e tornando-se muito frequentemente utilizadas análises rotineiras do produto visando tanto ao mercado interno quanto, sobretudo, ao externo. Algumas dessas alternativas, que buscam a obtenção e a valorização de cafés superiores, de qualidade diferenciada e que atendam à preferência de mercados mais exigentes e que se disponham a arcar com preços que remunerem adequadamente esse esforço, vêm conquistando grande credibilidade entre os torrefadores e consumidores e, por esse motivo, devem receber também a adequada atenção do setor produtivo, que pode alcançar, além de competitividade e aumento da renda, a ampliação e conquista de novos mercados e a fidelização dos já existentes.

### 3.2 CLASSIFICAÇÃO POR TIPO

O tipo do café, segundo a Instrução Normativa do Mapa (BRASIL, 2003), é definido em função do número de defeitos identificados em amostra de 300 g do produto beneficiado. Nesse aspecto, pode ser classificado em tipos que vão de 2 a 8. Café com até quatro defeitos são classificados como de tipo 2, enquanto os com até 360 defeitos como do tipo

8. Quando apresentam mais de 360 defeitos, são considerados impróprios para o consumo.

O termo 'defeito' é aqui utilizado para designar a presença de grãos defeituosos, tais como pretos, verdes, ardidos, brocados, bem como a existência de materiais estranhos nas amostras, como paus, pedras e torrões (BRASIL, 2003).

Assim, a classificação por tipo é baseada em uma amostra de 300 g de café beneficiado, coletada de forma criteriosa em um lote representativo. O classificador faz a avaliação dessa amostra separando os defeitos para que seja feita a contagem de acordo com a tabela de classificação oficial de equivalência de defeitos intrínsecos e extrínsecos (Tabela 1). Os defeitos intrínsecos são inerentes aos grãos, tais como: grão preto, verde, ardido, preto-verde, brocado, quebrado. E os extrínsecos referem-se às impurezas, como: pau, pedra, torrão, casca, coco, etc. Com base na contagem de defeitos, realiza-se a classificação oficial por tipo (Tabela 2), (BRASIL, 2003).

**Tabela 1.** Classificação do café beneficiado quanto à equivalência de defeitos intrínsecos e extrínsecos (impurezas)

Defeitos	Quantidade	Equivalência
1) Intrínsecos:		
- Grão preto	1	1
- Grãos ardidos	2	1
- Conchas	3	1
- Grãos verdes	5	1
- Grãos quebrados	5	1
- Grãos brocados	2 a 5	1
- Grãos malgranados ou chochos	5	1
2) Extrínsecos (impurezas):		
- Coco	1	1
- Marinheiros	2	1
- Pau, pedra, torrão grande	1	5
- Pau, pedra, torrão regular	1	2
- Pau, pedra, torrão pequeno	1	1
- Casca grande	1	1
- Cascas pequenas	2 a 3	1

**Fonte:** Brasil (2003).

Em função dessa classificação ter sido fundamentada em parâmetros estudados para o café arábica, Cortez (2000), baseando-se em uma série de propriedades específicas dos café robustas,

propôs nova tabela para classificação da espécie *C. canephora*, na qual mantém as categorias (2 a 8) e aumenta o número de defeitos para cada uma delas. O autor propôs a seguinte classificação: a) tipo 2 – até 6 defeitos; tipo 3 – até 12 defeitos; tipo 4 – até 25 defeitos; tipo 5 – até 50 defeitos; tipo 6 – até 100 defeitos; tipo 7 – até 200 defeitos; tipo 8 – até 400 defeitos; e tipo abaixo de 8 – acima de 400 defeitos. Ressalta-se que essa proposta não vem sendo utilizada rotineiramente, apesar de ter sido útil no sentido de alertar para a necessidade de particularização da classificação do robusta/conilon.

O CQI preconiza um roteiro de classificação de bebida adaptado ao café conilon para a qualidade da bebida dessa espécie seguindo, porém, literalmente a tabela de pontos e equivalência de defeitos da COB (BRASIL, 2003).

A presença de determinados defeitos está, quase sempre, relacionada a problemas ocorridos em todas as fases de produção, mas especialmente nas fases de colheita, operações de processamento e secagem e armazenamento.

Grãos pretos resultam de frutos fisiologicamente imaturos de café cereja (CLARKE; MACRAE, 1987; FRANCA et al., 2005) ou de frutos que caem naturalmente no solo pela ação de chuvas ou por terem passado muito do ponto ideal de colheita (MAZZAFERA, 1999; FRANCA et al., 2005). Já a presença de grãos ardidos pode estar associada principalmente com fermentação excessiva (CLARKE; MACRAE, 1987; FRANCA et al., 2005) e pela secagem inapropriada (SIVETZ; DEROSIER, 1979; FRANCA et al., 2005).

Os grãos verdes são provenientes de frutos colhidos ainda imaturos, enquanto os grãos pretos-verdes são aqueles oriundos de frutos colhidos verdes, fermentados ou submetidos à secagem incorreta, com temperatura maior do que as recomendadas (GUARÇONI, 1995; MAZZAFERA, 1999; GUARÇONI et al., 1998; FRANCA et al., 2005).

Defeitos como grãos pretos, verdes e ardidos são responsáveis por expressivas perdas de peso dos grãos em café conilon (GUARÇONI, 1995), além de ser também conhecidos por afetar significativamente a qualidade da bebida e, geralmente, designados por PVA. Quando presentes em amostras beneficiadas, comprometem o aroma

e o sabor da bebida, prejudicando sensivelmente sua qualidade (CLARKE; MACRAE, 1987; FRANCA et al., 2005). Estudando o efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café arábica “Estritamente Mole”, Pereira (1997) constatou que a inclusão desses grãos influencia a qualidade da bebida e altera as características sensoriais após a torração.

**Tabela 2.** Classificação oficial do café beneficiado quanto ao tipo em função de defeitos em amostra de 300 g

Tipo	Nº de defeitos/300 g
2	4
2/3	8
3	12
3/4	19
4	26
4/5	36
5	46
5/6	66
6	86
6/7	123
7	160
7/8	260
8	360
Fora de tipo	Acima de 360

Fonte: Adaptada de Brasil (2003).

Trabalhos conduzidos no Estado do Espírito Santo, nas safras colhidas em 1992 e 1993 mostraram, à época, que os defeitos brocados, verdes, chochos e pretos comprometeram de forma significativa o tipo do café conilon produzido no Estado, dos quais os dois primeiros foram responsáveis por uma média de 48,34% e 13,06% do total de defeitos intrínsecos identificados em 50 amostras coletadas em 40 municípios do Estado (FONSECA; SILVEIRA; BRAGANÇA, 1995).

Esses dados permitiram direcionar os esforços da assistência técnica e extensão rural para os defeitos mais significativos, de forma que a atividade pudesse vislumbrar mercados mais exigentes em café de qualidade superior, nas safras seguintes. Procedeu-se, então, a uma estratificação dos principais defeitos que interferiam mais significativamente na qualidade do café produzido nos 40 municípios com produções mais expressivas no Estado (SILVEIRA; FONSECA; DESSAUNE FILHO, 1996), de forma que

se conhecesse em cada município a importância relativa de cada um dos quatro principais defeitos levantados nas safras de 1992 e 1993 (FONSECA; SILVEIRA; BRAGANÇA, 1995).

A estratificação obtida permitiu o direcionamento das ações da assistência técnica e da extensão rural disponibilizando orientações mais específicas aos cafeicultores de cada município ou região, de maneira que eles pudessem focar seus esforços na minimização dos problemas mais frequentes para melhorar a qualidade do produto (SILVEIRA; FONSECA; DESSAUNE FILHO, 1996). Esse direcionamento trouxe, inegavelmente, resposta positiva para a qualidade do café, tanto que em levantamento posterior, realizado em municípios localizados nas principais regiões produtoras no Estado, nas safras de 1999 e de 2000, foi constatada expressiva redução do número médio dos defeitos intrínsecos na região amostrada, que passou dos 327,85 defeitos relatados para as safras 1992/1993 para uma média de 200 defeitos neste último biênio estudado, 1999/2000 (FORNAZIER et al., 2002; De MUNER et al., 2002). Esses autores verificaram, nesse período, uma significativa redução de grãos brocados da ordem de 14,35% passando de uma média de 48,35% no primeiro biênio (FONSECA; SILVEIRA; BRAGANÇA, 1995) para uma média de 34% dos defeitos totais observados no último biênio (1999 e 2000). Por outro lado, a participação porcentual dos grãos verdes no número dos defeitos encontrados, que representava 13,06% do total médio observado, reduziu-se somente em 3,16%, chegando a 9,9% na média das duas safras mencionadas.

Segundo Souza, Santos e Veneziano (2005), a obtenção de um café conilon de melhor qualidade se tornou essencial para que o cafeicultor assegure sua permanência na atividade, tendo em vista a competitividade atual existente na cafeicultura mundial.

### 3.3 CLASSIFICAÇÃO POR PENEIRA

Na classificação por peneira, leva-se em consideração o tamanho e o formato dos grãos, que são avaliados na passagem de uma amostra de 300 g de café em um jogo de peneiras, que possuem crivos redondos para a separação dos grãos chatos, alternadas com peneiras de crivos alongados, que separam os grãos mocas (BRASIL, 2003).

O objetivo da separação por peneira é homogeneizar o tamanho dos grãos, pois aqueles cujos tamanhos são diferentes comportam-se de forma distinta durante o processo de torração. Aqueles que têm a mesma dimensão proporcionam uma torra uniforme, garantindo qualidade no processo. Os grãos menores atingem um certo ponto de torra mais rápido que os demais, assim podendo chegar a ficar carbonizados até que o restante de maior tamanho atinja o ponto ideal. Sendo assim, conferirá sabor e aromas desagradáveis à bebida (MATIELLO, 1991; SANTOS, 2008).

De acordo com a Instrução Normativa nº 8, de 11 de julho de 2003 (BRASIL, 2003), o café inicialmente distinguido pela categoria a que pertence, arábica ou robusta/conilon, pode ser então subdividido em subcategorias, em função da forma dos grãos (chatos ou moca), que por sua vez são separados em função de seu tamanho, de acordo com as peneiras em que ficam retidos.

Os grãos chatos apresentam a superfície dorsal convexa, e a ventral plana ou ligeiramente côncava, com a ranhura central no sentido longitudinal, e os mocas formato ovoide, também com ranhura central no sentido longitudinal.

Assim, os grãos podem ser classificados como:

**Chato grúdo:** grãos chatos, retidos nas peneiras 19/18 e 17;

**Chato médio:** grãos chatos, retidos nas peneiras 16 e 15;

**Chato miúdo:** grãos chatos, retidos em peneiras 14 e menores;

**Moca grúdo:** grãos mocas, retidos nas peneiras 13/12 e 11;

**Moca médio:** grãos mocas, retidos na peneira 10;

**Moca miúdo:** grãos mocas, retidos nas peneiras 9 e menores.

A Instrução Normativa nº 8 indica a seguinte ordem de sobreposição das peneiras visando auxiliar no processo de classificação: Peneira 19 = chato, Peneira 13 = moca, Peneira 18 = chato, Peneira 12 = moca, Peneira 17 = chato, Peneira 11 = moca, Peneira 16 = chato, Peneira 10 = moca, Peneira 15 = chato, Peneira 9 = moca, Peneira 14 = chato, Peneira 13 = chato, Peneira 8 = moca, Peneira 10 = chato e Fundo plano.



### 3.4 CLASSIFICAÇÃO SENSORIAL DA BEBIDA DO CAFÉ

O café é um produto agrícola, cujo valor venal é baseado em parâmetros qualitativos variando expressivamente com a melhoria de sua qualidade (CORRÊA; OLIVEIRA; BOTELHO, 2015), notadamente quando é destinado a mercados mais exigentes. Para tanto, é necessário o estabelecimento de padrões que sejam aceitos no mercado interno e externo, que definam claramente aos produtores, comerciantes e consumidores os seus aspectos qualitativos, tornando mais fácil, seguro e, sobretudo, mais ágil o processo de comercialização.

Em razão do aumento das exigências dos consumidores por uma série de novos atributos que vêm sendo incorporados ao conceito de qualidade para o café, inclusive aquelas sem vinculação direta à qualidade intrínseca do produto (produção integrada, uso de boas práticas agrícolas na produção e processamento, produtos orgânicos, mercado justo, sustentabilidade econômica, ambiental e social, etc.), bem como da constante evolução das tecnologias disponíveis para a obtenção de produtos com qualidade diferenciada, os chamados cafés especiais, esses padrões vêm sendo continuamente aprimorados de forma a atender ao mercado, também cada vez mais diferenciado e que, embora exigente, remunera consideravelmente as adequações proporcionadas.

A procura por cafés especiais vem ocupando um espaço cada vez maior entre os consumidores por oferecer uma bebida com mais aroma e sabor. Esse mercado vem crescendo, ano a ano, em todo o mundo, com tendência de aumentos ainda maiores para a próxima década. Por outro lado, os cafés tradicionais, comercializados como *commodity*, continuam em queda (TEIXEIRA, 2015). Segundo esse mesmo autor, cafés especiais são aqueles obtidos com grãos de qualidade superior, sem a presença de defeitos capitais, como o preto, o verde, o ardido e o preto-verde, com uma bebida limpa, sem qualquer fermentação indesejável, com bom aroma e sabor, deixando um retrogosto agradável na boca por um longo período. Para reconhecermos a qualidade de um café, devemos bebê-lo puro, sem qualquer aditivo como açúcar, adoçante, creme, leite e outros ingredientes.

#### 3.4.1 Análise sensorial clássica

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a análise sensorial é definida como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (TEIXEIRA, 2009).

A análise sensorial tem alcançado cada vez maior importância para o setor de alimentos, pois possibilita avaliar a aceitabilidade do consumidor a um determinado produto, bem como a sua qualidade. Sua ferramenta principal são os órgãos do sentido do ser humano e, portanto, é de grande importância que sejam adotados critérios metodológicos no preparo das amostras e aplicação dos testes (TEIXEIRA, 2009).

Através da análise sensorial, pode-se conduzir a seleção da matéria-prima a ser utilizada em determinado novo produto, avaliar o efeito de processamento, o sabor, a estabilidade de armazenamento, a reação do consumidor, entre outros parâmetros. Os métodos existentes apresentam características que se ajustam ao objetivo da análise. O resultado deve ser expresso de forma específica conforme o teste aplicado e é estudado estatisticamente concluindo, assim, a viabilidade do produto (TEIXEIRA, 2009).

O método de análise sensorial de um determinado alimento objetiva responder três questões fundamentais no que se refere à aceitação, percepção das diferenças entre determinados produtos e as intensidades dessas diferenças. Dessa forma, os métodos sensoriais podem ser classificados como afetivos, discriminativos e descritivos, respectivamente em resposta às questões levantadas. Entre as características a serem consideradas quanto nos testes afetivos, uma delas é que seus julgadores não necessitam passar por treinamento e, mesmo assim, mantém sua importância para expressar a opinião por parte dos consumidores (DELLA LUCIA; MININ; CARNEIRO, 2006).

Os testes de aceitação buscam estabelecer graus de preferências através da avaliação de diversas amostras de alimentos de maneira específica a cada atributo que lhe é peculiar, podendo ser quanto à aparência, aroma, sabor, textura, etc. (SILVA, MARA; SILVA, MARIA; CHANG, 1998; MONTEIRO et al., 2010).

Segundo Monteiro et al. (2010), a influência da torração (clara, *espresso*, escura) sobre a aceitação da bebida do café interfere mais nas características sensoriais que o tipo de bebida (“Mole”, “Dura”, “Rio”).

As diferenças, sejam qualitativas e/ou quantitativas entre as amostras, podem ser descritas através dos testes discriminatórios (EUGÊNIO, 2011). Prescott et al. (2005) propuseram uma modalidade de teste discriminatório que vem sendo utilizada por alguns autores na avaliação da bebida do café, em que se preconiza a percepção mínima de um determinado atributo que possa resultar em rejeição por parte do consumidor. A exemplo disso, Deliza et al. (2006) utilizaram o Teste Triangular para estimar o *threshold*, o qual é definido como sendo o limite da capacidade sensorial de detecção de defeitos (PVA) em amostras de cafés.

A análise descritiva caracteriza e descreve as propriedades sensoriais de um produto empregando uma linguagem técnica. Uma desvantagem desse método é que necessita treinamento prolongado dos julgadores, implicando tempo longo de análise e alto custo (EUGÊNIO, 2011).

Assim, serão discutidas, a seguir, algumas das mais significativas iniciativas para a classificação sensorial da espécie *C. canephora*, atualmente disponíveis.

### 3.4.2 Caracterização sensorial da bebida do café conilon

Como anteriormente exposto, há uma legislação vigente, estabelecida pelo governo brasileiro que define os padrões que devem orientar a classificação do café. Esses parâmetros, que naturalmente buscam atender às principais sinalizações do mercado interno e externo, vêm recebendo constantemente contribuições para o seu contínuo aprimoramento. No caso mais específico do café conilon, essas contribuições têm sido, de forma geral, ainda mais importantes, tendo em vista que a que disciplina essa questão Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2013 (BRASIL, 2003) foi proposta priorizando o café arábica, já que o conilon era ainda relativamente menos importante à época.

Muitos autores relatam que a caracterização sensorial da bebida do café pode ser realizada através de sua degustação (“prova de xícara”) e pela utilização de técnicas sensoriais descritivas

e quantitativas. Essas metodologias permitem a verificação da qualidade do produto e a significância de certos fatores em influenciar de forma positiva ou negativa sua qualidade: espécie, forma de colheita e processamento, secagem, condições de armazenamento, intensidade e condições da torra, granulometria da moagem e composição dos *blends*, entre tantos outros (FONSECA et al., 2007; LIMA FILHO et al., 2013a).

Estudos sensoriais descritivos e quantitativos têm demonstrado que o café conilon apresenta maior amargor, maior corpo, maior adstringência, menor acidez e menor sabor frutado, quando comparado com o café arábica (RIBEYRE, 2003).

Além de sua acentuada utilização na produção de cafés solúveis, o conilon vem expandindo sua presença em *blends* com arábica tanto em cafés torrados e moídos como nos do tipo *espresso*, e noutras formas alternativas de consumo que se multiplicam a cada ano em todo o mundo. Assim, têm também sido ampliados estudos visando à caracterização sensorial de *blends* de café arábica e conilon.

Mori (2002), estudando a influência de distintos percentuais de café conilon em *blends* com cafés arábicas classificados como “tradicionais” (alto, médio e baixo) e “superiores” (alto, médio e baixo), verificou que a mistura com conilon, entre 15% e 30%, manteve ou melhorou a classificação conferida ao arábica puro, com 5%, 10%, 15% ou 25% de presença dos defeitos pretos, verdes e aridosos.

Moura et al. (2007) também avaliaram *blends* de cafés arábica e conilon quanto às suas características químicas e sensoriais e observaram, por meio de análise descritiva quantitativa, diminuição das notas dadas à bebida com o aumento de conilon no *blend*. Ressalta-se, contudo, que a diversidade de atributos que o conilon tem apresentado, este resultado não indica necessariamente que todo *blend* terá reduzida a sua aceitação. *Blends* com conilon podem também produzir excelentes resultados, trazendo corpo, creme consistente e equilíbrio. Essas propriedades tem tornado os *blends* muito atraentes a baristas adeptos ao *Latte Art*<sup>1</sup>.

Santos et al. (2013a), utilizando método de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), com equipe treinada com relação aos atributos descritos no Quadro 1

<sup>1</sup>(*Latte art* ou *coffee art* são termos que se referem às figuras feitas, por baristas, na superfície de bebidas feitas à base de café do tipo *espresso*).

analisaram as propriedades de bebidas de café e observaram maior intensidade de aroma de chocolate, aroma e sabor característico, aroma doce e gosto doce na formulação 100% arábica, quando comparada aos blends com 10%, 20%, 40%, 60% e 80% de conilon, bem como na formulação 100% conilon (Tabela 3). Nesta última, 100% conilon obteve maior intensidade nos atributos gosto amargo, corpo, aroma cereal e sabor cereal.

No entanto, o estudo mostrou que as bebidas com até 20% de conilon no *blend* mantiveram características sensoriais tradicionalmente positivas. Foi possível também demonstrar que bebidas com proporções de até 40% de grãos de conilon nos *blends* poderiam ainda alcançar uma satisfatória aceitação por parte dos consumidores, fato obviamente dependente da qualidade dos grãos utilizados dessa espécie (SANTOS et al., 2013a). Lima Filho et al. (2011) também observaram maior intensidade de gosto amargo nos *blends* contendo maior concentração de café conilon.

Segundo Clifford (1985a, 1985b), o amargor observado em bebidas preparadas com café conilon se deve, além da contribuição da cafeína, à degradação térmica dos ácidos clorogênicos, presentes em maior concentração nesse café, resultando em compostos fenólicos, que contribuem para o amargor. Em seu estudo, Lima Filho et al. (2011) verificaram que a bebida proveniente do café arábica descascado (via úmida sem fermentação) apresentou maior intensidade de aroma caramelizado, quando comparado às bebidas provenientes dos *blends* de arábica e conilon. As maiores intensidades em atributos, como aroma doce, aroma caramelizado e gosto doce encontrado em bebidas de café arábica, quando comparadas às de conilon, podem ser devido ao maior teor de açúcar encontrado no arábica (TRUGO; MACRAE, 1982; PÁDUA; PEREIRA; FERNANDES, 2001; SALVA, 2007), uma vez que os açúcares, principalmente a sacarose, estão entre os principais precursores do aroma e sabor do café torrado e, conseqüentemente, da bebida (MENDES, 2005).

**Quadro 1.** Atributos sensoriais levantados pela equipe de avaliadores, suas respectivas definições e referências que ancoraram os extremos da escala não estruturada utilizada durante a fase de treinamento na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

Atributo	Definição	Referência das bebidas
Aroma de Chocolate	Associado ao aroma de chocolate.	Ausente: Bebida 100% conilon. Forte: Bebida 100% arábica ("Mole").
Aroma e Sabor Característico	Aroma e sabor de café. Ausência de aromas e sabores estranhos.	Fraco: Bebida 100% conilon. Forte: Bebida 100% arábica ("Mole").
Aroma e Gosto Doce	Percepção da doçura associada aos açúcares presentes.	Fraco: Bebida 100% conilon. Forte: Bebida 100% arábica ("Mole").
Aroma e Sabor Velho	Odor e sabor de grãos antigos armazenados em saco de estopa.	Ausente: Bebida 100% arábica ("Mole"). Forte: Bebida 100% conilon safra 2005.
Aroma e Sabor Cereal	Aroma semelhante ao milho ou palha.	Ausente: Bebida 100% arábica ("Mole"). Forte: Bebida com 100% conilon. Fraco: Bebida 100% conilon.
Gosto Ácido	Associado à percepção de acidez refrescante e efervescente na bebida.	Forte: Bebida 100% arábica ("Mole") adicionado de 0,05% de ácido cítrico monohidratado PA (ACS do Grupo Química). Fraco: Bebida 100% arábica ("Mole").
Gosto Amargo	Associado ao amargor da bebida.	Forte: Bebida 100% conilon com adição de 0,1% de cafeína (Merck).
Sensação na Boca de Adstringência	Associado à sensação de secura deixada na boca após a ingestão.	Ausente: Bebida 100% arábica ("Mole"). Muito: Bebida 100% arábica (dura) adicionado de 0,1% de ácido tânico (Merck).
Sensação na Boca de Corpo	Sensação tátil de viscosidade, preenchimento percebido na boca.	Pouco: Água morna. Muito: Bebida 100% conilon.

**Fonte:** Santos et al. (2010) citado por Santos et al. (2013a).

**Tabela 3.** Média de valores dos atributos sensoriais das bebidas de café obtida na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

Atributos	Bebidas						
	100% arábica (A100)	10% conilon (C10)	20% conilon (C20)	40% conilon (C40)	60% conilon (C60)	80% conilon (C80)	100% Conilon (C100)
Aroma de chocolate	8,7a	5,5b	4,7b	2,2c	1,3c	1,2c	1,7c
Aroma/Sabor característico	8,5a	5,6c	6,8b	3,8d	2,6e	2,5e	2,5e
Aroma/Gosto doce	7,9a	5,4b	6,3b	3,8c	2,5d	2,1d	2,0d
Aroma/Sabor velho	0,4b	1,5b	0,4b	1,0b	0,9b	1,4b	6,6a
Aroma/Sabor de cereal	0,5d	2,7c	2,3c	4,2b	5,8a	6,5a	6,7a
Gosto ácido	5,2a	4,8ab	4,2b	3,4c	2,7d	2,8d	3,1cd
Gosto amargo	4,5b	4,5b	3,6c	4,1b	4,2b	3,5c	5,3a
Adstringência	1,1d	1,8c	2,1c	3,1b	3,2ab	3,5a	2,1c
Corpo	4,5cd	4,5cd	4,3d	4,8bc	4,7bc	5,0ab	5,2a

Fonte: Santos et al. (2010) citado por Santos et al. (2013a).

Para o processamento do café arábica, Lima Filho et al. (2011) constataram maior intensidade de aroma caramelizado na formulação 100% arábica descascado, quando comparada à formulação 100% arábica natural (processamento via seca). Resultado semelhante foi encontrado por Cortez (1996), que verificou maior intensidade de aroma em bebidas oriundas de grãos descascados em comparação a bebidas oriundas de grãos naturais. De acordo com Lima Filho et al. (2013b), o fundamental para obtenção de café conilon de qualidade superior é a qualidade da matéria-prima. O processamento dos grãos em estágio do cereja e realização adequada das etapas pós-colheita, evitando a ocorrência de processos fermentativos indesejados, possibilitam a obtenção de um produto final dentro dos padrões para sua classificação na condição de café de qualidade superior.

Para Lima Filho et al. (2013b), a grande vantagem do processamento via úmida está na utilização de apenas grãos cereja e na maior facilidade de se evitar processos fermentativos indesejados. Entretanto, afirmam os autores, esse trabalho permitiu demonstrar que é possível obter bebida encorpada e dentro dos padrões de qualidade utilizando a forma de processamento via seca (café natural), processamento mais econômico que os demais, desde que sejam processados apenas grãos cereja e que seja evitada a fermentação indesejada do café.

Santos (2010) verificou que o aumento da proporção de conilon nos *blends* contribuiu para a diminuição

do gosto ácido e aumento da adstringência da bebida. A maior adstringência percebida em bebidas de café conilon está relacionada com a maior concentração de ácido clorogênico, também observada nessa espécie de café, quando comparada ao arábica (DE MARIA et al., 1995). Segundo Cortez (1996), a presença de grãos verdes também é responsável pela maior adstringência da bebida.

Quanto ao grau de torra, Moura et al. (2007) realizaram um estudo do efeito da variação do binômio tempo x temperatura de torração nas características sensoriais do café arábica puro. Foi verificado que o aumento linear do tempo e da temperatura diminuiu significativamente a intensidade dos atributos aroma e sabor característicos, sabor chocolate e doçura, assim como aumentou significativamente a intensidade dos atributos acidez e amargor.

Monteiro e Trugo (2005) avaliaram o gosto amargo, sabor fermentado e sabor queimado de bebidas de café arábica com diferentes classificações de bebida ("Mole", "Dura" e "Rio") e diferentes graus de torra (clara e escura). As amostras de torra escura apresentaram maior intensidade e tempo de duração do estímulo nos atributos de gosto amargo e sabor queimado; já as amostras de torra clara obtiveram menor intensidade em tais atributos. A amostra "Rio" obtida com grãos de torra *espresso* foi a que apresentou maior intensidade de sabor fermentado. Schmidt, Miglioranza e Prudêncio (2008), em um estudo



com arábica puro em diferentes pontos de torra e moagens, verificaram que as torras de média a escura obtiveram maior aceitação por parte de consumidores. Entretanto, apesar da moagem mais fina ter uma maior preferência pelo aspecto, os provadores não observaram diferenças sensoriais no sabor. O aumento do número de trabalhos visando ao estudo das características sensoriais de bebidas de café demonstra a maior preocupação com a qualidade sensorial que vem ocorrendo ao longo dos últimos anos. A proposta da Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) de adoção de critérios de qualidade mínima para a bebida de café evidencia ainda mais essa nova tendência pela busca da qualidade. Nessa adoção de critérios de qualidade, os órgãos podem adotar o Nível Mínimo de Qualidade (NMQ) igual ou maior a 4,5 pontos, ou se referir às categorias de qualidade: Tradicional, Superior ou Gourmet (ABIC, 2012).

#### 3.4.2.1 Classificação da qualidade sensorial oficial brasileira para o café arábica e conilon

Através da IN 08 (BRASIL, 2003), a qualidade da bebida do café pode ser classificada em:

**Arábicas:** Bebidas Finas do Grupo I (Arábicas) – “Estritamente Mole”, “Mole”, “Apenas Mole” e “Dura”.

Bebidas Fenicadas do Grupo I (Arábicas): “Riada”, “Rio” e “Rio Zona”.

**Robustas:** Bebidas do Grupo II (Robustas): Excelente, Boa, Regular e Anormal.

Essa proposta de normatização, contudo, não é adequada à classificação da qualidade da bebida do café conilon. O mercado de café tem buscado sistematicamente alternativas que satisfaçam, que sejam aceitas e adotadas por todos os seguimentos da cadeia em todas as partes do mundo, especialmente nos últimos anos, quando o crescimento da produção e do consumo de robustas vem experimentando avanços muito mais significativos do que os apresentados pelos arábicas, detendo atualmente cerca de 40% do total produzido e comercializado no mundo.

#### 3.4.2.2 Classificação da qualidade sensorial proposta por Cortez

De forma semelhante à classificação do café conilon

quanto ao tipo, Cortez (2004) propôs também um padrão sensorial específico para essa espécie (Quadro 2), mas que apesar dos esforços do autor, também não satisfaz e não vem sendo adotado de forma ampla no comércio de café.

**Quadro 2.** Proposta de padronização para a avaliação da qualidade da bebida de café conilon

Tipo	Descrição sensorial
Suave	Gosto característico de café conilon com intensidade suave.
Média	Gosto característico de café conilon com intensidade média.
Intensa	Gosto característico de café conilon com intensidade intensa.
Gostos estranhos	Outros gostos de origens diversas predominando sobre o gosto característico do café conilon.

**Fonte:** Cortez (2004).

#### 3.4.2.3 Classificação sensorial proposta pelo CQI/UCDA

De forma geral, os provadores de café conilon buscam, tradicionalmente, distinguir, nas avaliações sensoriais, a presença de características que comprometam a qualidade do produto, atribuindo, posteriormente, uma pontuação geral, que normalmente é tanto maior quanto mais neutra for a bebida. Essa classificação está fundamentada na necessidade de levar em consideração, além dos atributos que comprometem a qualidade, a presença daqueles que contribuem efetivamente para a qualidade final do café, tais como, no corpo mais acentuado e no equilíbrio da acidez em *blends* e na maior densidade do creme em um *espresso* ou mesmo na maior extratibilidade, na industrialização de cafés solúveis.

Para que seja bem conduzida para a avaliação sensorial (também denominada “prova de xícara”), no sentido de identificar com precisão os atributos que qualificam o café, o provador deve possuir adequada sensibilidade olfativa e gustativa para que possa diferenciar as várias nuances de aromas e sabores que se formam na bebida (ILLY, 2002).

Entre as metodologias empregadas, a preconizada pela SCAA tem se tornado quase que uma unanimidade com relação à avaliação da qualidade para o café arábica. A partir desse protocolo, utilizado até bem pouco tempo atrás quase que exclusivamente para o café arábica, é que foi

adaptada a classificação sensorial para o café robusta/conilon, proposta pelo CQI, denominada de *Fine Robusta Coffee Standards and Protocols: technical standards, evaluation procedures and reference materials for quality-differentiated Robusta coffee* (Normas e Protocolos para Classificação de Café Robusta de Qualidade: normas técnicas, procedimentos de avaliação e materiais de referência para o café Robusta diferenciado por qualidade (CQI/USDA, 2015).

De acordo com esse protocolo, os testes sensoriais tem como objetivo definir as diferenças sensoriais entre as amostras, descrever o seu sabor e, por fim, determinar a preferência do degustador pelas amostras. Mas nenhum teste é capaz de tratar de forma eficaz todas as questões relacionadas. É importante que o degustador conheça os objetivos da avaliação que vai realizar. Os atributos de qualidade específicos são analisados com base na experiência do profissional, cada atributo de *Flavor* é classificado numa escala numérica e, assim, as pontuações entre as amostras podem ser comparadas.

Segundo Teixeira (2011), o método preconizado pelo Protocolo CQI de degustação para o café robusta/conilon, fornece um meio sistemático para a caracterização de dez atributos de qualidade no sabor do conilon como: Fragrância/Aroma *Flavor*, Retrogosto, a Relação Acidez e Salinidade, Relação Amargor e Doçura, Sensação na Boca, Equilíbrio, Corpo, Uniformidade, Limpeza e Impressão Geral. A descrição dessas características, bem como toda a metodologia preconizada no Protocolo CQI (CQI/UCDA, 2015), encontra-se transcrita nos itens que se seguem. Os defeitos e as impurezas podem ser identificados e registrados.

#### 3.4.2.3.1 Preparo das amostras para degustação

O Protocolo CQI estabelece várias necessidades a ser consideradas para a realização das avaliações sensoriais, entre elas, a faixa de umidade dos grãos permitida, a qualidade da água (pureza, pH e temperatura), o ponto e o tempo de torra, o momento da torra em relação à prova propriamente dita e o armazenamento das amostras torradas. Orienta também quanto à moagem (momento e granulometria), volume e materiais dos recipientes, a quantidade de pó utilizada (0,058g por ml), o

tempo de repouso das amostras após o volume do recipiente ter sido completado com água, a capacidade das colheres, as condições do ambiente e a dinâmica da operacionalização (CQI/UCDA, 2015).

Os grãos de café robusta/conilon, ao contrário dos arábicas, não estralam tão acentuadamente quando atingem o ponto de torra adequado. Segundo Lingle (2011), seus grãos são, em geral, muito mais densos que a maioria dos arábicas, além de mais resistentes ao calor. Por isso, sua superfície deve refletir uma torra muito mais escura que a dos grãos de arábica para alcançar um desenvolvimento semelhante no sabor e na cor após a moagem.

#### 3.4.2.3.2 A escala de qualidade (CQI/UCDA)

Os atributos específicos ao *Flavor* resultam nas pontuações positivas de qualidade, refletindo uma classificação pertinente ao julgamento do degustador, enquanto os defeitos resultam em pontuações negativas, traduzindo as sensações desagradáveis de sabor. A pontuação geral é baseada na experiência sensorial do degustador e, portanto, constitui-se em uma avaliação pessoal. Os atributos sensoriais são classificados em uma escala de 16 pontos que representam os níveis de qualidade conforme apresentado na Tabela 4. A escala varia teoricamente a partir de um valor mínimo de 0 e um valor máximo de 10 pontos. A extremidade inferior da escala (0,25 a 5,75) é aplicável a cafés comerciais, que são avaliados principalmente por tipos de defeitos e suas intensidades (CQI/UCDA, 2015).

**Tabela 4.** Escala de qualidade do café segundo o Protocolo CQI

Bom	Muito Bom	Fino	Excepcional
6,00	7,00	8,00	9,00
6,25	7,25	8,25	9,25
6,50	7,50	8,50	9,50
6,75	7,75	8,75	9,75

Fonte: CQI/UCDA (2015).

No caso de determinados atributos positivos, há duas escalas. As escalas verticais são usadas para avaliar a intensidade do componente sensorial listado, para registro do avaliador. As escalas horizontais são usadas para indicar a preferência do avaliador por componentes específicos e de

sua percepção da amostra e seu entendimento da qualidade, a partir de sua experiência. A pontuação do atributo é indicada no campo correspondente do Formulário de Degustação.

### 3.4.2.3.3 Atributos sensoriais de qualidade

Os atributos sensoriais de qualidade são avaliados segundo o Protocolo CQI (CQI/UCDA, 2015), conforme a descrição a seguir, em formulário sugerido pela entidade (Figura 2).

a) **Fragrância/Aroma:** Os aspectos aromáticos incluem Fragrância Seca (definida como o cheiro de café moído, quando ainda seco) e Aroma Molhado (o cheiro do café após infusão com água quente). Pode-se avaliar esses aspectos em três situações distintas: a) cheirando o café torrado e moído posto na xícara antes de despejar a água quente; b) cheirando os aromas liberados durante a quebra da crosta e; c) cheirando os aromas enquanto o café repousa.

Notas enzimáticas são características comumente encontradas nos café finos e incluem: rosas, chá, limão, flor do café e mel; e os comumente encontrados nos comerciais, batata e ervilha. Já as notas de caramelização comuns em cafés finos lembram baunilha, manteiga, caramelo, cacau e nozes; enquanto que nos comerciais, são pão tostado e amendoim torrado. As notas de destilação seca normalmente encontradas nos cafés finos remetem a malte; e nos comerciais, pimenta, cedro e tabaco de cachimbo. Os defeitos aromáticos leves são comumente encontrados nos cafés finos e incluem polpa de café; e os comumente encontrados nos comerciais, terra, remédios, fumaça, borracha e palha.

b) **Flavor:** O termo *Flavor*, palavra do idioma inglês, vem equivocadamente sendo traduzido como sabor. Contudo, a expressão refere-se ao conjunto de sensações fisiológicas percebidas através da interação do paladar e olfato ao se ingerir um alimento

ou bebida.

Refere-se às principais características do café e equivale às notas da “fase média” da avaliação, indo das primeiras impressões, do primeiro aroma e gosto até o retrogosto final. É uma impressão combinada de todas as sensações percebidas nas papilas gustativas e todos os aromas apreendidos na área retrorrenal da boca ao nariz. A pontuação dada a esse quesito deve refletir a intensidade, a qualidade e a complexidade da combinação de gosto e aroma, experimentada quando o café é sugado vigorosamente, de modo a envolver todo o palato na avaliação.

As notas de *Flavor* encontradas nos robustas/conilonos são distintas para os cafés chamados finos e para o comerciais:

**Robustas Finos:** Frutas (cereja, groselha, uva passa, framboesa, frutos em bagas, figo seco, limão e ameixas secas); nozes (castanha, amêndoa); especiarias (cravo, coentro e pimenta-da-Jamaica). O conjunto é referido como arredondado, complexo, completo, maduro, profundo e delicado.

**Robustas Comerciais:** Vegetais (grama, feno, grãos, cevada, legumes, batata, ervilha, silagem, jaca, pipoca e biscoito); fenol (remédios, metais, borracha, fumaça, queimado, madeira); adstringentes (úrico, salgado, salmoura, salobro). O conjunto é referido como monótono, sem vida, insípido, desigual, neutro, duro, ensaboado.

c) **Retrogosto:** É definido como a duração das qualidades positivas de sabor (gosto e aroma) que emanam do fundo do palato e permanecem depois que o café é expelido da boca ou engolido. Se o Retrogosto for de curta duração ou desagradável, uma pontuação mais baixa deve ser aplicada. Em *C. canephora*, o Retrogosto é frequentemente induzido pelos teores de potássio do café. Teores altos resultam em Retrogostos salobros (aromas muito salinos e desagradáveis) e teores baixos

Amostra #	Nível de Torra	Fragrância / Aroma	Flavor	Salinidade/Acidez	Amargor/Doçura	Sensação na Boca	Equilíbrio	Conjunto	Nota Final
	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10	6 7 8 9 10
	Seco	Quedra	Retrogosto	Baixo	Alto	Aspero	Suave		
	6 3 1	6 3 1	6 3 1	6 3 1	6 3 1	6 3 1	6 3 1		
			Salobro	Saboroso	Salinidade	Acidez	Amargor	Doçura	
			6 3 1	6 3 1	6 3 1	6 3 1	6 3 1		
	Observações								

**Figura 2.** Formulário de avaliação de amostras.

**Fonte:** CQI/UCDA (2015).

resultam em condimentados (baixa salinidade e aromas agradáveis).

d) **Relação Salinidade/Acidez:** Diz respeito ao gosto agradável e delicado que provém da acidez e doçura perceptíveis nos robustas/conilons, resultante da presença de ácidos e açúcares de frutas. O atributo em epígrafe é comparável à categorização de “Estritamente Mole” das bebidas dos cafés brasileiros. A percepção de acidez é um dos grandes diferenciadores de gosto entre os robustas finos e os comerciais.

e) **Relação Amargor/Doçura:** Tanto o gosto amargo quanto o doce estão presentes nos robustas/conilons. O amargo decorre principalmente dos teores de cafeína e potássio no café; o doce, dos teores de ácidos de frutas, ácidos clorogênicos e açúcares do café. No gosto dos robustas/conilons finos, o aspecto amargo é pouco pronunciado e o doce é mais perceptível; e no gosto dos robustas comerciais, o aspecto amargo é mais destacado ao contrário do doce. Ao determinar a relação Amargor/Doçura, o degustador avalia o amargor relativo numa escala de 1 a 6, atribuindo o maior número de pontos ao amargor mais baixo percebido; e avalia a doçura relativa numa escala de 1 a 6, dando o maior número de pontos à doçura mais alta percebida. As duas pontuações são então somadas para determinar o resultado da Relação Amargor/Doçura.

f) **Sensação na Boca:** A qualidade do Retrogosto se baseia na sensação tátil do líquido na boca, especialmente como percebida entre a língua e parte superior. A maioria das amostras que pesam na boca também podem receber uma pontuação alta em termos de qualidade devido à presença de coloides na bebida. Os coloides são formados quando os óleos extraídos do café moído se coagulam em volta das fibras microfinas dos grãos suspensas na bebida. A Sensação na Boca tem dois aspectos distintos: peso e textura.

g) **Equilíbrio:** É a maneira como os diversos aspectos da amostra (Sabor, Retrogosto, Relação Salinidade/Acidez, Relação Amargor/Doçura e Sensação na Boca) se combinam e complementam ou contrastam uns com os outros. À medida que a intensidade de cada um desses atributos aumenta, o Equilíbrio de todos se torna mais difícil. Quando todos eles aumentam com igual intensidade, a

pontuação de Equilíbrio é alta. Quando a amostra não possui um ou mais atributos, ou quando alguns atributos se revelam excessivamente, a pontuação de Equilíbrio se reduz.

h) **Uniformidade:** Refere-se à consistência de sabor nas diferentes xícaras da amostra provada. Se um único grão ácido, fermentado, fenólico ou com outros defeitos de sabor estiver presente em qualquer das xícaras, um gosto diferente poderá surgir em uma ou mais delas. A inconsistência no sabor do café é um atributo muito negativo, que deve ser distinto a ponto de o degustador poder identificar facilmente a xícara com defeito numa triangulação com as outras do mesmo grupo. A avaliação desse atributo é feita xícara por xícara. Dois pontos são atribuídos a cada xícara uniforme (que tem o mesmo gosto que as demais), com um máximo de 10 pontos se as cinco xícaras se mostrarem uniformes.

i) **Limpeza:** Refere-se à falta de impressões negativas desde a primeira ingestão até o Retrogosto final, ou seja, a uma “transparência da bebida”. Ao avaliar esse atributo, é preciso notar toda a experiência do sabor, desde o momento da ingestão inicial até que seja expelido o café ao final da avaliação. Se um único grão mofado, sujo, contaminado pela sacaria ou com outro defeito estiver presente, sabores estranhos poderão ser detectados em uma ou mais xícaras. Qualquer gosto ou aroma que não seja de café desqualifica uma determinada xícara. Dois pontos são atribuídos a cada xícara que esteja isenta de um gosto ou aroma que não seja de café.

j) **Conjunto:** Deve refletir uma avaliação holisticamente integrada da amostra, segundo a percepção do degustador. Uma amostra com muitos atributos altamente agradáveis, mas não bem à altura das expectativas do degustador receberia uma pontuação mais baixa. Um café, cujas características satisfizessem suas expectativas e refletissem qualidades de sabor específicas da origem, receberia uma pontuação alta. Um exemplo marcante de características preferidas não inteiramente refletidas na pontuação individual de atributos específicos poderia, inclusive, receber uma pontuação mais alta. Esse é o momento em que os degustadores fazem sua avaliação pessoal do café. Os bons profissionais não deixam sua preferência pessoal por um café interferir na avaliação dos demais atributos de sabor da amostra.



k) **Defeitos:** São sabores negativos ou indesejáveis, cuja percepção depreciam a qualidade do café. São classificados em duas categorias: a) Um defeito leve pode ser notado, mas não predomina sobre os demais e habitualmente se encontra entre os aspectos aromáticos, recebendo a nota 2 por sua intensidade; b) Um defeito grave em geral se encontra nos aspectos de gosto que predomina sobre os demais ou dá à amostra um paladar muito desagradável e recebe a nota 4 por sua intensidade. O defeito deve primeiro ser classificado (leve ou grave), depois descrito (azedo, borracha, fermentado, fenólico, por exemplo), e a descrição anotada. O número de xícaras em que o defeito foi encontrado deve então ser anotado, e a intensidade do defeito registrada como 2 ou 4. A pontuação do defeito é multiplicada pelo número de xícaras em que ele é encontrado e subtraído da pontuação total no cálculo do resultado final, de acordo com as instruções no formulário de degustação.

#### 3.4.2.3.4 Resultado final da avaliação sensorial pelo Protocolo CQI/UCDA

O resultado final da avaliação sensorial pelo Protocolo CQI (CQI/UCDAO, 2015) é calculado primeiro pela soma das pontuações de cada atributo primário no campo “Total de Pontos”. O valor correspondente aos defeitos é, então, subtraído do total de pontos para se obter um resultado final. Com base na pontuação final, têm-se a chave da descrição da qualidade e respectiva classificação, segundo os critérios do CQI (Tabela 5).

**Tabela 5.** Equivalência entre a pontuação total alcançada, descrição da qualidade e classificação CQI

Pontuação Total	Descrição da Qualidade	Classificação
90-100	Excepcional	Muito Fino
80-90	Fino	Fino
70-80	Muito Bom	Premium
60-70	Médio	Boa Qualidade Usual
50-60	Razoável	Boa Qualidade Usual
40-50	Razoável	Comercial
< 40		Classificação Comerciável
< 30		Abaixo da Classificação
< 20		Não Classificável
< 10		Escolha

Fonte: CQI/UCDA (2015).

#### 3.4.2.3.5 Passo a passo do processo de degustação e classificação sensorial

De acordo com o Protocolo CQI (CQI/UCDA, 2015), o processo de degustação e classificação sensorial do café se desenvolve seguindo-se os passos descritos a seguir. As amostras devem primeiramente ser inspecionadas visualmente para constatação da cor da torra. Esta é marcada no lado esquerdo do formulário e pode ser usada como referência durante a verificação de um atributo de sabor específico, particularmente se a torra da amostra for muito clara ou muito escura. A sequência da avaliação de cada atributo se baseia em mudanças de percepção do sabor causadas pela redução da temperatura do café à medida que ele esfria.

**1º Passo:** Avaliação da Fragrância/Aroma. Após 15 minutos da moagem das amostras, a Fragrância Seca deve ser avaliada levantando-se a tampa e cheirando o café moído. O tipo e intensidade da Fragrância Seca são pontuados numa escala de 1 a 6 e então indicados no campo correspondente da escala vertical. O degustador também deve anotar o tipo da Fragrância Seca na pequena linha horizontal. Depois da infusão com água, deve-se manter a crosta, sem quebrá-la, por três minutos, no mínimo, e cinco, no máximo. A quebra da crosta é feita mexendo-se três vezes, depois deixando a espuma escorrer pela parte posterior da colher e cheirando delicadamente o café. Tanto o tipo quanto a intensidade do Aroma Molhado são pontuados numa escala de 1 a 6, depois indicados no campo correspondente da escala vertical. O degustador também deve anotar o tipo de Aroma Molhado na pequena linha horizontal.

Calcula-se então o total da pontuação da Fragrância Seca e do Aroma Molhado e indica-se no formulário o resultado conjunto de Fragrância/Aroma, com uma pontuação máxima de 10.

**2º Passo:** Avaliação do *Flavor*, Retrogosto, Salinidade/Acidez, Amargor/Doçura e Sensação na Boca. Quando a amostra esfriar para 70 °C, 8-10 minutos após a infusão, a avaliação da bebida pode começar. A bebida é sugada para a boca de modo a cobrir a maior área possível, especialmente da língua e do palato alto. Como os vapores convergem na área retrorrenal em sua intensidade máxima nessas temperaturas altas, *Flavor* e Retrogosto são avaliados nesse ponto.

À medida que o café continua a esfriar (entre 70°C e 60°C), os itens Relação Salinidade/Acidez, Relação Amargor/Doçura e Sensação na Boca devem ser avaliados:

a) **Relação Salinidade/Acidez** é o equilíbrio relativo entre as sensações criadas pelo sal, principalmente em razão de níveis mais altos de potássio nos Robustas, em contraste com os níveis normalmente mais baixos de ácidos orgânicos, particularmente o ácido cítrico. Os Robustas “Finos” são caracterizados por níveis mais baixos de sal, que produzem um gosto “Duro” na xícara, e por níveis mais altos de ácidos orgânicos, que produzem um gosto “Mole” na xícara. Salinidade baixa é indicada na escala vertical de 1 a 6, em que o número mais alto representa uma percepção de um nível baixo de Salinidade. Acidez alta é indicada na escala vertical de 1 a 6, em que o número mais alto representa a percepção de um nível elevado de acidez. As duas pontuações são somadas para obter a avaliação total da Relação Salinidade/Acidez, com uma pontuação máxima de 10.

b) **Sensação na Boca** é uma combinação de peso e textura. O peso provém das partículas fibrosas microfinas que os grãos absorvem do solo, e a textura provém dos óleos extraídos das partículas de café suspensos na bebida. A avaliação tanto do peso (peso na língua comparado com água pura) quanto da textura (viscosidade comparada com água pura) é indicada nas escalas verticais de 1 a 6. As duas pontuações são somadas para obter a avaliação da Sensação na Boca, com uma pontuação máxima de 10.

A Relação Amargor/Doçura é o equilíbrio relativo entre as sensações de gosto amargo e doce, em que o resultado ideal corresponde a uma combinação de amargor baixo e doçura alta. A avaliação de amargor baixo é indicada na escala vertical de 1 a 6, em que o número mais alto representa a percepção de um nível baixo de amargor. A doçura elevada é indicada na escala de 1 a 6, em que o número mais alto representa uma percepção de um nível alto de doçura. As duas pontuações são somadas para obter a avaliação total da Relação Amargor/Doçura, com uma pontuação máxima de 10. A preferência do degustador por cada atributo é avaliada em diversas temperaturas (2 ou 3 vezes) à medida que a amostra esfria. Para registrar sua avaliação da amostra na escala de 16 pontos, o degustador

deve fazer um círculo no campo apropriado no formulário de degustação. Se uma mudança precisar ser feita (se a percepção indicar aumento ou redução da qualidade de uma amostra devido a mudanças de temperatura), fazer nova marca na escala horizontal e desenhar uma seta indicando a direção da pontuação final.

**3º Passo:** Avaliação do Equilíbrio, Uniformidade e Limpeza. À medida que a bebida se aproxima da temperatura ambiente (menos de 38 °C), os atributos Equilíbrio, Uniformidade e Limpeza são avaliados:

a) **Equilíbrio** é a avaliação do degustador de quão bem os atributos *Flavor*, Retrogosto, Sensação na Boca e Relação Amargor/Doçura se encaixam numa combinação sinérgica. Os quatro atributos devem estar presentes em iguais intensidades para que haja “equilíbrio” na xícara. Quanto maior a intensidade, sem dispensar o Equilíbrio da bebida, mais alta deve ser a pontuação.

b) **Uniformidade e Limpeza** são julgadas xícara por xícara. No tocante a esses atributos, o degustador faz um julgamento de cada xícara, dando 2 pontos pela Uniformidade e 2 pela Limpeza da Bebida (pontuação máxima de 10).

**4º Passo:** Avaliação do Conjunto e Total de Pontos. A avaliação da bebida deve terminar quando a amostra alcança 21 °C, e o Conjunto é determinado pelo degustador, que atribui à amostra “Pontos do Degustador” com base em todos os atributos combinados. Os pontos atribuídos a cada um dos dez atributos são então somados e indicados no campo do lado direito do formulário, onde se lê “Total de Pontos”.

**5º Passo:** Avaliação final da qualidade e classificação. Depois que se calcula o Total de Pontos, faz-se a dedução dos pontos referentes a defeitos, leves e graves, que se encontrem em qualquer uma das cinco xícaras, e indicado no campo onde se lê “Resultado Final”.

### 3.4.3 Considerações sobre outros atributos sensoriais característicos do café conilon

O robusta/conilon tem demonstrado uma infinidade de aromas e fragrâncias. Isso se deve às peculiaridades genéticas, condições edáficas de cultivo, traços culturais e manejo de colheita e pós-colheita. Os

plantios de cultivares clonais têm possibilitado avaliar e isolar uma gama de sabores, que podem ser alvo de nichos de mercado altamente promissores.

A maioria das salas de prova têm se utilizado de vários termos para classificar sensorialmente a bebida do conilon. Entre eles, alguns referem-se a nuances, como atributos positivos da bebida e a defeitos como os atributos negativos, cujas características encontram-se descritas a seguir.

As nuances mais citadas do café conilon são a frutada e a amadeirada. Os dois termos vêm sendo utilizados para, de certa forma, caracterizar o grau de doçura ou aspereza da bebida. O sabor frutado, muitas vezes se apresenta em amostras com maior nível de doçura, uma fermentação leve acentuando sabores análogos aos de frutas. A nuance amadeirada advém de uma percepção mais áspera da bebida, mais adstringente, com notas de madeiras ou ervas. Em avaliação de qualidade de bebidas em experimentos com cultivos sombreados e não sombreados, foram observadas distinções quanto a essas nuances, onde o frutado é mais observado em plantas conduzidas a pleno sol e o amadeirado em plantas cultivadas sob efeito de sombra de árvores (CQI/USDA, 2015).

O Corpo é um atributo que vem sendo bastante utilizado e está quimicamente relacionado aos teores de sólidos solúveis. Esse atributo refere-se ao “peso” da bebida no paladar, à sensação de preenchimento e à permanência na cavidade oral. É a percepção tátil de oleosidade, viscosidade e volume na boca, podendo variar de encorpado a semiencorpado (PAIVA, 2005).

Para o café conilon, não era muito aceitável seu uso, pois considerava-se que, em relação ao arábica, todos os “conilons” seriam considerados encorpados. Porém, nos últimos anos, dentro de um universo de amostras avaliadas de café conilon, foram observadas variações sensíveis nessa característica, à qual podem-se atribuir graduações. Essa variação tem sido observada em função do processamento pós-colheita (descascamento, desmucilagem, etc).

O Verde Característico é um atributo conferido ao café que, mesmo com baixa pontuação desse defeito na classificação por tipos, ainda assim, apresenta certa adstringência na “prova de xícara”. São vários fatores que dificultam a separação

entre grãos efetivamente verdes e verdolengos já próximos à adequada maturação, que apresentam coloração muito próxima da normal e, por fim, mescla de cores provenientes da secagem rápida em altas temperaturas (fogo direto), que atrapalham a visualização da coloração natural dos grãos.

O defeito Fumaça é atribuído à presença de forte odor característico que advém da secagem utilizando madeira úmida proveniente da combustão de espécies não indicadas, uso de casca de café úmida e secagem com emprego de fogo direto. O café que apresenta esse defeito tem sido rechaçado por compradores mais exigentes.

O defeito Borracha é uma característica apresentada nos cafés processados em fornalhas de fogo direto em secagens rápidas e a altas temperaturas. Está também associada à presença de muitos grãos verdes. Também é uma característica de xícara que desvaloriza muito o café do mercado. Há também um certo fundo rançoso, persistente, associado a esse atributo.

O defeito Químico encontrado na xícara é atribuído, na verdade, a uma soma de vários defeitos e na sua característica “persistência” acentuada. Ocorre em amostras de café que geralmente extrapolam a tabela de tipo com grande escore de pontos por defeitos.

O defeito Ranço está relacionado a uma fermentação butírica, também associada a uma secagem em altas temperaturas, em que os lipídios naturais do café extravasam as membranas e são decompostos através de reações de oxidação pelo oxigênio do ar. Assemelha-se ao que acontece com a manteiga derretida e descrito como um “gosto de sebo” persistente na língua.

O defeito Terra surge da colheita realizada jogando-se o café no chão ou quando há a secagem em terreiros de terra. Essa imperfeição está associada a um odor de terra molhada. Não é um defeito considerado grave quando acontece em níveis leves.

Quanto ao Fermentado, é proveniente de diversos fatores supracitados. Vale aqui acrescentar o cuidado na percepção desse defeito, pois há níveis e tipos de fermentações que são aceitáveis ou mesmo desejáveis no café, conferindo-lhe atributos de frutas maduras ou vinhos, acidez láctica, sabores exóticos e complexos.

## 4 PROGRAMAS DE QUALIDADE DO CAFÉ DA ABIC

A Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC), por meio de seu Programa Permanente de Controle da Pureza do Café, criou, em 1989, e mantém, desde então, o Selo de Pureza do Café. Esse selo tem contribuído de forma expressiva para a significativa recuperação e ampliação do consumo interno de café no Brasil, que passou de 2,85 para 6,12 kg de café verde por habitante/ano, no período entre 1985 e 2014, equivalente à aproximadamente 81 L da bebida por habitante/ano (ABIC, 2015). Objetiva certificar que o café industrializado, contido nas embalagens que o portam, não contém outro produto, senão café. Não atesta a qualidade do produto, mas, sim, a sua pureza. O selo em questão pode ser obtido por qualquer empresa que comercializa café torrado no mercado interno.

Em 2004, como uma evolução do Selo de Pureza, a ABIC lançou o PQC, que gerou o Selo de Qualidade do Café, uma nova e diferente proposta, que distingue três categorias de café para o consumo. Esse selo atesta tanto o sabor do café de uso cotidiano, designado como o 'Tradicional' como os cafés de mais alta qualidade, o 'Superior' e o 'Gourmet' (ABIC, 2004). As normas desse programa, cabível a grãos torrados e torrados e moídos, vêm passando por sucessivas revisões, ajustando-se em função das necessidades contemporâneas e, desde o seu lançamento, sendo aprimorada continuamente, cujo último ajuste foi registrado em 28/08/2013 (ABIC, 2013).

Segundo o PQC, para a definição da qualidade da bebida de um determinado café torrado ou torrado e moído, o primeiro fator a se considerar é a sua espécie, uma vez que há substanciais diferenças entre os cafés arábicas e robustas/conilons produzidos e comercializados no mundo.

O robusta/conilon destaca-se por apresentar, em relação ao arábica, maior conteúdo de sólidos solúveis, característica de grande interesse na industrialização de cafés solúveis e por contribuir nos *blends* com arábicas, conferindo mais corpo à bebida por diminuir sua acidez e torná-la mais equilibrada. Presta-se ainda a ajustar a bebida à preferência ou ao costume de determinados seguimentos de consumidores e para reduzir o preço do produto final, tendo em vista seu mais

baixo custo de produção e os menores preços praticados no mercado em relação aos cafés arábicas.

O segundo fator considerado no PQC como determinante da qualidade do café é o ambiente, no qual está sendo cultivado, uma vez que a diversidade climática proporciona variações quanto à sua acidez, corpo, doçura e aroma.

Observadas as questões anteriormente discutidas, bem como as orientações contidas no capítulo 20 "Colheita e Pós-colheita do Café Conilon" desta obra, relacionadas aos procedimentos adequados para a colheita, pós-colheita e armazenamento do café, todas de grande relevância para a qualidade final do produto, realiza-se o seu beneficiamento assim que é definida a sua comercialização.

Na indústria, ainda em função da qualidade do produto, é também fundamental que se considere a torra e o grau de moagem, pois são também fundamentais para a definição final da bebida. O ponto de torra ideal, que revela todo o sabor e aroma, tem, segundo a ABIC, a cor de chocolate. Já a moagem define a forma de preparo do café. A mais fina é usada para o preparo de café turco, e a grossa para cafeteiras italianas (ABIC, 2004).

Assim, verifica-se que a metodologia em questão, para a classificação entre essas diferentes categorias, considera, simultaneamente, a presença de defeitos e de características qualitativas propriamente ditas, além de outras, relacionadas a aspectos legais e às chamadas boas práticas, desde a produção à industrialização.

As características do produto consideradas atualmente pelo PQC são: a) aspecto (tipo do café segundo (COB) e o porcentual máximo em peso de grãos verdes, pretos, preto-verdes, ardidos e fermentados na amostra); b) características físicas da torra; c) características químicas, sensoriais e a qualidade global da bebida; d) características biológicas; e) legislação vigente; f) embalagem e rótulo; e g) características macro e microscópicas (ABIC, 2013).

Adicionalmente, o PQC, além da classificação macro do café quanto à categoria em que melhor se enquadra, recomenda a apresentação de outras informações relevantes para a especificação do produto, o perfil de seu sabor, que identifica sete características do produto. Essas informações vêm



estampadas ao lado da categoria. Define-se, assim, o perfil de cada café em função da bebida, torração, moagem, sabor, corpo, aroma e tipo de café. Explicita-se, ainda, quando se trata de arábica puro, robusta/conilon puro ou um blend entre ambas, especificando-se a predominante.

As normas do programa em questão, bem como todas as atualizações realizadas, encontram-se disponíveis no site da ABIC, em 'Programa de Qualidade de Café – PQC', na aba 'Norma de Qualidade' (ABIC, 2004, 2013).

## 5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO CAFÉ

O café é reconhecido como uma das commodities com composição química mais complexa. Os diferentes compostos químicos que constituem os grãos reagem e interagem em todos os estágios do processamento do café, resultando em um produto final com grande complexidade e diversidade (ILLY; VIANI, 2005; ALESSANDRINI et al., 2008).

Segundo Clifford (1975), os principais componentes químicos presentes no café são conhecidos há muito tempo. Entre eles, a cafeína é um dos que vêm merecendo atenção especial pelo fato de possuir efeito estimulante em função de seu antagonismo com receptores de adenosina no cérebro (FREDHOLM et al., 1999)

De acordo com Lima Filho et al. (2013a), a composição físico-química do café está relacionada com as características sensoriais do produto final e definem a qualidade final da bebida. Entretanto, as caracterizações sensorial e físico-química do café mostram-se bastante complexas, uma vez que são influenciadas por diversos fatores, o que demanda inúmeros estudos a fim de elucidar os que garantem cafés de melhor qualidade.

Segundo Clarke (2003), a composição química (Tabela 6) varia de acordo com a espécie e essa diferença contribui para que os grãos crus, quando submetidos aos tratamentos térmicos, forneçam bebidas com características sensoriais diferenciadas.

É bastante frequente que resultados encontrados em trabalhos realizados com os mais diversos objetivos apresentem pequenas variações na composição química de cafés arábicas e robustas/conilon. Contudo, é necessário que se analisem

essas variações à luz das possibilidades da influência dos fatores genéticos e ambientais e das condições em que são produzidos e processados, de forma a evitar interpretações equivocadas.

**Tabela 6.** Teores de alguns constituintes de grãos crus e torrados de café arábica e conilon

Constituintes	Composição Média (%)			
	Arábica Cru	Arábica Torrado	Conilon Cru	Conilon Torrado
Cafeína	0,9-1,2	1,0-1,3	1,6-2,0	1,7-2,4
Trigonelina	1,0-1,2	0,5-1,0	0,7-1,0	0,3-0,7
Cinzas	3,0-4,2	3,0-4,5	4,0-4,4	4,0-6,0
Ácidos Clorogênicos	5,5-8,0	2,5-4,5	7,0-10,0	3,8-4,6
Outros Ácidos	1,5-2,0	1,0-2,4	1,5-2,0	1,0-2,6
Sacarose	6,0-8,0	0,0	5,0-7,0	0,0
Açúcares Redutores	0,1-1,0	0,2-0,3	0,4-1,0	0,2-0,3
Polissacarídeos	44,0-55,0	24,0-39,0	37,0-47,0	25,0-37,0
Proteínas	11,0-13,0	7,8-10,4	11,0-13,0	7,8-10,4
Aminoácidos	0,5	0,0	0,8	0,0
Lípídeos	14,0-16,0	14,0-20,0	9,0-13,0	11,0-16,0
Sólidos Solúveis	23,8-27,3	26,8-30,1	26,0-30,0	28,0-32,0

Fonte: Clarke (2003).

Santos et al. (2013b), visando estudar o efeito da cafeína e dos ácidos clorogênicos sobre doenças neurológicas, verificaram conteúdo de alguns importantes componentes encontrados em grãos crus (Tabela 7) e torrados (Tabela 8) de ambas as espécies, respectivamente.

Fonseca et al. (2011), estudando a composição química de um grupo de 49 clones de *C. canephora* selecionados pelo programa de melhoramento genético conduzido no Incaper, avaliaram os teores de cafeína, trigonelina, ácidos clorogênicos e sólidos solúveis totais. Verificaram expressiva variação entre os diferentes clones analisados, com valores extremos de 1,51% a 2,64% para cafeína; de 0,64% a 1,30% para trigonelina; de 3,61% a 5,64% para ácidos clorogênicos e de 29,36% a 36,36% para sólidos solúveis. Os resultados obtidos, caracterizam a existência de variabilidade genética significativa para as características estudadas, bem como a possibilidade de seleção de plantas possuidoras de características qualitativas mais específicas e de maior interesse comercial.

Durante o processo de torração, desenvolvem-se atributos sensoriais específicos, como sabor, aroma e coloração, que são fundamentais para uma boa qualidade de bebida (HERNÁNDEZ; HEYD; TRYSTRAM, 2008). As centenas de compostos químicos formados durante o processo de torração conferem ao café características sensoriais que podem ser desejáveis ou não (EUGÊNIO, 2011).

**Tabela 7.** Composição química de grãos crus de café arábica e robusta/conilon

Componentes	Conteúdo porcentual	
	Arábica	Robusta
Cafeína	1,2	2,2
Trigonelina	1,0	0,7
Minerais (42% = K)	4,2	4,4
Ácidos Clorogênicos	6,5	10,0
Ácidos Alifáticos	1,0	1,0
Ácidos Químicos	0,4	0,4
Sacarose	8,0	4,0
Açúcares Redutores	0,1	0,4
Polissacarídeos	44,0	48,0
Lignina	3,0	3,0
Pectina	2,0	2,0
Proteínas	11,0	11,0
Aminoácidos Livres	0,5	0,8
Lípídeos	16,0	1,0

Fonte: Santos et al. (2013b).

**Tabela 8.** Composição química de grãos torrados (torra média) de café arábica e robusta/conilon

Componentes	Conteúdo (% em base seca)	
	Arábica	Robusta
Cafeína	1,3	2,4
Lípídeos	17,0	11,0
Proteínas	10,0	10,0
Carboidratos	38,0	41,5
Trigonelina, Niacina	1,0	0,7
Ácidos Alifáticos	2,4	2,5
Ácidos Clorogênicos	2,7	3,1
Compostos Voláteis	0,1	0,1
Minerais	4,5	4,7
Melanoidinas	23,0	23,0

Fonte: Santos et al. (2013b).

Entre os diversos parâmetros, a coloração é o mais usado para descrever os níveis de torração do café, que conforme a luminosidade da cor, é classificado como claro, médio e escuro (ILLY; VIANI, 1998; EGGERS; PIETSH, 2001; SACCHETTI et al., 2009). As reações de Maillard<sup>2</sup>, a degradação de Strecker, a caramelização de açúcares e a degradação de ácidos clorogênicos, proteínas e polissacarídeos se destacam dentre várias reações que ocorrem durante o processo de torração (ILLY; VIANI, 1998).

Os polissacarídeos fazem parte de mais da metade de todos os constituintes do grão de café, apresentando-se entre 37% e 47% no café conilon e entre 44% e 55% no arábica (ILLY; VIANI, 1998). Durante a torração, os polissacarídeos são parcialmente perdidos, formando complexos com outros polissacarídeos, proteínas, fragmentos de proteínas e ácidos clorogênicos. Eles, por sua vez, não contribuem diretamente para a formação do sabor do café durante a torração, porém, são importantes para a retenção do aroma da bebida, além de interferirem na viscosidade do café *espresso*. Outros carboidratos conhecidos, como açúcares de menor massa, ao contrário dos polissacarídeos, já têm maior interferência na formação do sabor da bebida (FLAMENT, 2002; RODARTE, 2008).

Segundo esses mesmos autores, a degradação dos açúcares não redutores, particularmente a sacarose, durante o processo de torração podem incrementar os teores dos açúcares redutores que são encontrados em pequenas quantidades no café cru. Durante a torração, os açúcares redutores reagem com aminoácidos (reação de Maillard), dando origem à coloração característica dos grãos torrados, além da formação de compostos responsáveis pelo aroma e sabor da bebida (FLAMENT, 2002; RODARTE, 2008). Os teores médios de açúcares totais observados em grãos crus das espécies *C. arabica* e *C. canephora* têm sido, de modo geral, bastante próximos (FERNANDES, et al., 2003; AGNOLETTI, 2015).

Durante o processo de torração, ocorrem reações de decomposição das proteínas presentes nos grãos, que contribuem para a formação do sabor do café. Grupamentos aminos reagem com açúcares

<sup>2</sup>A Reação de Maillard ocorre durante a torração quando os açúcares redutores reagem com aminoácidos, dando origem à coloração característica dos grãos torrados e à formação de compostos relacionados ao aroma e sabor da bebida (FLAMENT, 2002; RODARTE, 2008).

redutores, originando compostos responsáveis pela coloração marrom do café torrado, além de promoverem a formação de diversos compostos voláteis importantes para o aroma e sabor da bebida (CARVALHO; CHAGAS; SOUZA, 1997; FLAMENT, 2002, RODARTE, 2008; EUGÊNIO, 2011).

Moura et al. (2007) observaram que com o aumento do percentual de café conilon na composição de *blends* com café arábica, há uma proporcional redução da quantidade de açúcares não redutores no produto final, independentemente dos valores de açúcares totais, que permanecem inalterados com as diferentes composições.

A cafeína é um dos componentes mais conhecidos do café. Entre os mais divulgados atributos da substância, encontram-se, já cientificamente comprovados, seu efeito estimulante do sistema nervoso central e da musculação cardíaca e redução do sono (MONTEIRO; TRUGO, 2005). Possui sabor amargo, é inodora e resistente à torra, não sendo reduzida pelo processo, mesmo que mais intenso (FARAH et al., 2005).

Em cafés comerciais, torrados e moídos, os diferentes teores de cafeína encontrados vêm sendo atribuídos por diferentes autores à utilização de maior ou menor percentual de café conilon nos respectivos *blends* (MONTEIRO; TRUGO, 2005; SOUZA et al., 2010), já que Moura et al. (2007), além de muitos outros, comparando amostras de ambas as espécies, concluem que a presença desse alcaloide é substancialmente maior em *C. canephora*, e que, devido à sua elevada estabilidade térmica, mesmo os cafés torrados ou torrados e moídos refletem o teor original desse componente nos grãos (SOUZA et al., 2010).

Durante o armazenamento, o café fica sujeito a uma série de alterações na sua qualidade que, para serem evitadas, requerem cuidados diversos. A deterioração da qualidade da bebida do café é influenciada por diversas reações químicas, destacando-se entre elas a oxidação de lipídeos que se efetivam normalmente no decorrer do processo de armazenamento e podem favorecer importantes alterações da qualidade do produto, notadamente no que diz respeito ao seu sabor e aroma (PÁDUA et al., 2002).

Lipídeos são capazes, por outro lado, de exercer papel importante para a melhoria da qualidade do

café, pois podem, durante a torra, ser acumulados nas porções mais externas dos grãos, agindo como protetores em relação às perdas de importantes substâncias envolvidas na formação do aroma, estando quase sempre presentes nessas áreas, em café de melhor qualidade, apresentando-se com corpos lipídicos bem definidos no interior dos protoplastos (PÁDUA et al., 2002). A distribuição de lipídeos nos tecidos em grãos torrados, de forma dispersa e irregular, dentro das células e nos espaços intercelulares está quase sempre associada a cafés de qualidade inferior (GOULART et al., 2007; RODARTE, 2008).

Resultados semelhantes foram encontrados por Ribeiro et al. (2014), que concluem que há mudanças expressivas dos atributos sensoriais em função da composição das espécies *C. arabica* e *C. canephora* nos diferentes *blends*. Segundo esses autores, à medida que se eleva a proporção de *canephora* nos *blends*, observa-se redução das notas para os atributos Fragrância, Aroma e Acidez, Extrato Etéreo e de Açúcares Totais e Não Redutores e aumento para os atributos Amargor e Corpo, ao mesmo tempo que se constata maiores teores de cafeína, sólidos solúveis e polifenóis.

A trigonelina é uma N-metil betaina, importante para o sabor e aroma do café. Ela contribui para o aroma por meio da formação de produtos de degradação durante a torração e, entre esses produtos, estão as piridinas e o N-metilpirrol (MONTEIRO; TRUGO, 2005). O café é um dos únicos produtos que, mediante um processo tão drástico como a torração, produz uma vitamina importante para o metabolismo humano, a niacina. Durante a torração, a trigonelina sofre desmetilação para formar a niacina em quantidades próximas de 20 mg 100 g<sup>-1</sup> de café torrado (MONTEIRO; TRUGO, 2005).

Diversos autores relatam que a variação do teor de trigonelina varia com a espécie do grão, sendo o arábica o que apresenta maiores valores (CLARKE; MACRAE, 1989; DAGLIA et al., 2004; SOUZA et al., 2010). O processo de torração também influenciará no conteúdo desse componente nos grãos. No entanto, aqueles submetidos a processo de torração mais drástico apresentarão menor teor desse constituinte (MONTEIRO; TRUGO, 2005).

Farah et al. (2005) concluíram que bebidas

de melhor qualidade apresentam valores de trigonelina superiores aos daquelas de pior qualidade e que o café arábica apresenta maiores teores de trigonelina que o robusta, tanto para o café cru quanto para o torrado, para as diferentes qualidades de bebidas estudadas. Ainda observaram que as torrações mais intensas diminuem o teor desse componente.

Os compostos fenólicos são conhecidos por suas características antioxidantes *in vitro* e *in vivo*. Entre eles, figuram os ácidos clorogênicos (ACG), que são considerados os mais importantes e os que se apresentam em maior concentração no café.

Os ácidos clorogênicos são compostos por cinco grupos principais de compostos fenólicos e seus isômeros formados, principalmente, pela esterificação do ácido quínico com um dos seguintes ácidos derivados do ácido cinâmico: o ácido cafeico, o ferúlico ou o p-cumárico. Esses grupos são os ácidos cafeoilquínicos, com três isômeros principais (3, 4, 5); os ácidos dicafeoilquínicos, cujos isômeros principais são 3,4; 3,5; 4,5; ácidos feruloilquínicos (3,4,5); ácidos p-cumaroilquínicos e os ácidos cafeoilferuloilquínicos (CLIFFORD, 1985b; MONTEIRO; TRUGO, 2005). Por serem precursores importantes dos ácidos fenólicos livres e, por conseguinte, dos compostos fenólicos voláteis, que participam da formação do aroma do café torrado, os ácidos clorogênicos são importantes para a avaliação sensorial da bebida do café (MOREIRA; TRUGO; DE MARIA, 2000; ABRAHÃO et al., 2008).

Em estudo sobre compostos bioativos em café integral e descafeinado, e a qualidade sensorial da bebida, Abrahão et al. (2008) constataram que o processo de torração induziu a uma redução significativa na concentração do ácido 5-cafeoilquínico. E, em trabalho semelhante, Lima Filho et al. (2010) concluem que a descafeinação reduz a atividade antioxidante *in vitro* da bebida do café, enquanto o processo de torração potencializa a atividade sequestrante de radicais livres e o seu poder redutor, mas que, independentemente do processo de torração ou de descafeinação, as bebidas resultantes apresentam atividade antioxidante, podendo contribuir para a prevenção ou redução do desenvolvimento de patologias associadas ao estresse oxidativo.

Morais et al. (2009) verificaram a diminuição dos

teores de 5-ACQ nas amostras em um estudo de caracterização dos compostos bioativos e atividade antioxidante do café conilon submetido a diferentes graus de torração. Os teores de 5-ACQ encontrados no café conilon foram superiores ao do café arábica nas torrações clara e média, mas inferiores na escura. Os autores concluem que a composição química da bebida do café conilon é dependente da torra, e que o rendimento de óleo essencial na torra média foi superior às outras torras, tornando-a mais aromática.

Trabalhando com amostras de café arábica classificadas com bebida "Mole", "Dura" e "Rio", em café cru e com torras clara, média e escura, Rodarte et al. (2009) verificaram que as torras mais acentuadas promoveram uma maior degradação de trigonelina e ácido 5-cafeoilquínico dos grãos, enquanto que a torração clara favoreceu somente a degradação do ácido clorogênico, não interferindo nas concentrações da trigonelina, sendo que o teor de cafeína não foi alterado em quaisquer das situações estudadas.

Farah e Donangelo (2006), através de análises de diversos resultados publicados por outros autores, concluíram estarem associados ao *C. canephora* maiores teores de ácidos clorogênicos, o principal componente da fração fenólica dos grãos de café cru. Contudo, os ácidos clorogênicos contribuem para a acidez final (Tabela 9) e conferem adstringência e amargor segundo diversos autores relacionados a esta revisão (CARELLI et al., 1974; CLIFFORD; WIGHT, 1976; TRUGO; MACRAE, 1984; VARIYAR et al., 2003; citados por FARAH; DONANGELO, 2006). Variyear et al. (2003) explicam que, como resultados das reações de Maillard e Strecker, o amargor do café aumenta devido à degradação de compostos fenólicos com a liberação de ácido cafeico, formação de lactonas e de diversos derivados fenólicos responsáveis pelo aroma e sabor. Portanto, sendo atribuída à espécie *C. canephora* maiores teores desses ácidos, justificam as características mais preponderantes em sua bebida como o amargor acentuado e a adstringência característica.

Por outro lado, os autores enumeram as propriedades benéficas à saúde devido às suas características antioxidantes e também como agentes hepatoprotetores, hipoglicemiantes e antivirais (FARAH; DONANGELO, 2006).



**Tabela 9.** Conteúdo de ácidos clorogênicos em amostras de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* expresso em porcentual, em grama de matéria seca, encontrado por diversos autores

Amostras	CQA	FQA	diCQA	CGA Total	Referências
<i>C. arabica</i>	5,76	0,25	0,87	6,88	Trugo e Macrae (1984)
<i>C. arabica</i> var. Caturra	4,63	0,33	0,66	5,62	Clifford e Ramirez-Martinez (1991)
<i>C. arabica</i> var. Bourbon	4,77	0,34	0,56	5,67	
Wild <i>C. arabica</i> (average)	3,26	0,19	0,60	4,10	Ky et al. (2001)
<i>C. arabica</i> (Angola)	4,30	0,57	1,23	6,10	Correia et al. (1995)
<i>C. arabica</i> (Angola)	4,84	0,28	0,53	5,65	
<i>C. arabica</i> (Angola)	5,67	0,79	1,39	7,85	
<i>C. arabica</i> var. Boubon (Brasil)	4,20	0,28	0,77	5,25	Farah et al. (2005a)
<i>C. arabica</i> cv. Longberry (Etiópia)	4,60	0,29	0,84	5,73	
<i>C. canephora</i> cv. Robusta	6,82	0,60	1,37	8,80	Trugo e Macrae (1984)
<i>C. canephora</i> cv. Robusta (Angola)	3,43	0,54	1,20	6,08	Correia et al. (1995)
<i>C. canephora</i> cv. Robusta (Angola)	4,97	0,75	1,46	7,18	
<i>C. canephora</i> cv. Conillon (Brasil)	7,42	0,95	1,09	9,47	Farah et al. (2001)
Wild <i>C. canephora</i> (average)	7,66	1,43	2,31	11,3	Ky et al. (2001)
<i>C. canephora</i> var. Robusta (Uganda)	5,77	0,47	1,34	7,58	Farah et al. (2005a)
<i>C. canephora</i> cv. Robusta	5,33	0,79	1,05	7,17	Clifford e Ramirez-Martinez (1991)
Timor hybrid ( <i>C. arabica</i> x <i>C. canephora</i> )	4,71	0,33	0,58	5,62	
Catimor (Timor hybrid x <i>C. arabica</i> )	5,51	0,35	0,45	6,31	
<i>C. liberica</i> cv. Dewevrei	5,39	0,48	1,10	6,97	Ky et al. (1977)

**Fonte:** Adaptado de Farah; Donangelo (2006).

CQA- ácidos cafeoilquínicos; FQA – ácidos feruloilquínicos; diCQA ácidos dicafeoilquínicos. CGA Total – ácidos clorogênicos totais. As unidades podem ter se alterado para consistência na comparação.

Em seu estudo, Farah e Donangelo (2006) acrescentam, ainda, que os principais grupos de ácidos clorogênicos encontrados nos grãos de café verdes são os ácidos cafeoilquínicos, dicafeoilquínicos, feruloilquínicos, p-cumaroilquínicos e ésteres mistos dos ácidos cafeico e ferúlico com ácido quínico, com pelo menos três isômeros por grupo. E acrescentam os efeitos que eles podem sofrer durante o processamento do café, a exemplo, a parcial isomerização, hidrólise ou degradação a compostos de baixo peso molecular. Outra questão importante que Farah et al. (2005) e Monteiro e Trugo (2005) discutem quanto aos ácidos clorogênicos é a sua interferência na qualidade de bebida, pois há expressivo aumento de seus teores em grãos que apresentam defeitos, como imaturos, pretos, verdes e ardidos.

De acordo com Halsted, citado por Lima et al. (2010), o café é considerado um alimento singular, pois apesar da degradação parcial dos compostos fenólicos durante a torração, possui atividade antioxidante por ter alta capacidade sequestradora de radicais livres (DPPH), ou seja,

de inibir a degradação oxidativa e também pelo desenvolvimento de outros compostos bioativos. Daglia et al. (2008), estudando o isolamento de componentes de alto peso molecular e a contribuição da atividade protetora do café contra a peroxidação lipídica no sistema de microssomos em fígado de ratos, observaram que os compostos de alto peso molecular (>3500dA) foram capazes de inibir a atividade antioxidante completamente (100%), enquanto os compostos de baixo peso molecular (<3500dA) inibiram em 52% a atividade antioxidante.

## 6 DESCRIÇÃO DOS DEFEITOS, CAUSAS E RELAÇÃO COM A QUALIDADE

A caracterização dos defeitos encontrados no café, suas causas e influência na qualidade do produto, apresentada a seguir de forma resumida, foram adaptadas de CQI/USDA (2015).

### Grãos pretos

São causados por oxidação de grãos verdes, fermentações excessivas e descontroladas, danos causados por insetos e geadas. Originam-se de frutos colhidos excessivamente maduros, passas ou secos, caídos no solo e podem estar associados a atividades de microrganismos (fermentação aeróbica e anaeróbica). São distinguidos pela coloração preta opaca. Contudo, grãos de conilon/robusta imaturos tendem a oxidar e crescer de maneira turva, com coloração evoluindo de verde-claro para um verde-acinzentado, marrom, marrom-escuro e, finalmente, preto. Nesse caso, é necessário que se observe as camadas mais internas dos grãos para que se possa verificar a coloração além das películas mais externas, que, nesse caso, devem estar também pretas.

São geralmente menos densos e podem ser retirados em mesas de densidade. Influenciam na qualidade da bebida por conferir cheiro mofado, de terra, malcheiroso, de peixe, além de gostos fenólicos. Podem oferecer risco de contaminação com ocratoxina (OTA).

A remoção manual ou por meio de selecionadoras eletrônicas é a melhor maneira de eliminá-los. A ocorrência desse defeito pode ser prevenida por um processo de nutrição balanceado e colheita seletiva e evitando o contato dos frutos com o solo.

### Grãos completamente/parcialmente ardidos

O grão fermentado é caracterizado pela morte do embrião em seu interior. Isso é causado por fermentação excessiva (extensa atividade microbiológica) e temperaturas elevadas em várias etapas durante a colheita e o processamento. Causas específicas incluem: colheita de cerejas muito maduras, colheita de café no chão, água contaminada durante o processo de despulpamento, excesso de fermentação no fruto quando a umidade está elevada e secagem em altas temperaturas (> 45 °C). Lavouras implantadas em áreas baixas e próximas a lagos, represas ou rios ficam mais sujeitas a esse tipo de defeito.

A influência na qualidade da bebida é função da fermentação e de sua intensidade. Pode ser positiva em se utilizando leveduras específicas e em condições controladas. Porém, se não adequadamente planejada, pode afetar o aroma e a

aparência física do grão verde. Quando o grão estiver parcialmente fermentado, pode trazer sabores de polpa, fermentado ou adocicado. Quando o grão estiver muito fermentado, produz um odor característico pungente lembrando fermento, fruta podre, cebola, suor e ranço.

### Grãos com fungos/mofos

Os fungos prejudiciais à qualidade do café são normalmente dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. O café pode ser infectado em qualquer fase de cultivo, da colheita, do processamento e do armazenamento, particularmente sendo este realizado em ambientes com alta temperatura e alta umidade relativa do ar. A presença de fungos em grãos pode ocasionar a percepção de gosto de mofo, terra, sujo, excessivamente fermentado e sabores fenólicos, além de oferecer risco de ocorrência de ocratoxina (OTA). A ação de fungos e bactérias tende a ocorrer até que os grãos, no processo de secagem, alcancem 11%/12% de umidade, e mesmo no armazenamento.

A identificação de fungos pode ser facilmente realizada pela presença de um pó escuro sobre os grãos ou pergaminho e por eles apresentarem pontos roxos em sua superfície. A presença de fungos pode ser prevenida com atenção à utilização de boas práticas nos locais de processamento evitando-se que os grãos sofram danos físicos nessa etapa, fermentações descontroladas, permanência de grãos nos despulpadores, interrupção do processo de secagem, grãos brocados, armazenamento em condições de temperatura elevada e alta umidade relativa do ar.

Sendo o café cultivado em regiões tropicais, com temperatura e umidade do ar mais elevadas, alguns esforços são necessários no sentido de limitar situações que favoreçam a proliferação dos fungos, tais como: recolher o café que caiu no solo, evitar ocorrência de grãos brocados, retirar o excesso de grãos brocados, bem como os grãos remanescentes e as cascas de café.

### Café com materiais estranhos

Materiais estranhos podem ser acumulados em todas as etapas do processamento do café e representar ameaça à saúde, além de provocar a percepção de sabores atípicos à bebida. Afetam a

aparência do café verde e pode causar danos aos equipamentos de torrefação.

Podem ser evitados ou removidos pela adequada manutenção dos equipamentos, colheita seletiva, uso de tanques de flutuação para pré-limpeza, higienização constante dos despulpadores e terreiros de secagem. Nos casos de processamento seco ou natural, devem ser usados equipamentos, como catadores de pedras ou mesas de gravidade.

### Grãos secos ou cocos

Causados por falta de água e/ou ocorrência de pragas e doenças que podem provocar a seca do fruto ainda preso à planta ou o seu desprendimento e queda no solo. Esses fatores acarretam grãos fermentados, mofados, percepção de terra e substâncias fenólicas nas análises de degustação. A presença de grãos secos ou cocos é também resultado de falhas de remoção desse tipo de grão nos removedores ou nos tanques de flutuação.

A presença de cocos afeta a aparência dos grãos verdes. A casca, uma vez torrada, proporciona aromas de fumaça e carvão, acarretando sabores amargos e desagradáveis. Previne-se sua ocorrência evitando-se a colheita de grãos secos do chão ou da planta, notadamente os colhidos de galhos secos e mortos. O contínuo manejo da lavoura, com fertilização adequada é recomendado para manter a lavoura sadia e vigorosa.

### Grãos brocados

Os prejuízos provocados pela broca-do-café podem ser classificados segundo a intensidade do dano causado. Pequenos danos, quando são encontrados entre uma e duas perfurações/grão, e danos severos, quando são detectados três ou mais perfurações/grão.

Vega et al. (2009) acrescentam que a broca-do-café (*Hypothenemus hampei* Ferrari), um pequeno besouro, muito adaptado em áreas que cultivam café, é praga de maior relevância à cultura do café em todo o mundo. As fêmeas adultas depositam seus ovos em uma perfuração que fazem no fruto, e, após a eclosão, as larvas alimentam-se das sementes, reduzindo o rendimento e comprometendo a qualidade do produto comercial. Segundo esses autores, a ocorrência da praga impacta na aparência

e no peso de grãos verdes e torrados e gera uma bebida fermentada, suja, mofada. É tanto mais comprometedora quanto mais internamente no grão se instala a praga. Pode oferecer risco de ocratoxina (OTA).

Grãos severamente danificados pela broca podem ser separados logo na lavagem do café usando-se tanques de flutuação e de fermentação. Podem ser também retirados por mesas dessimétricas. Pequenos danos, por outro lado, são muitas vezes difíceis de retirar devido à pequena diferença de peso em relação aos grãos normais.

O controle da broca pode ser feito de forma eficaz integrando-se técnicas de manejo da cultura e da colheita a alternativas de controle químico e, até mesmo, ao controle biológico. O emprego de armadilhas pode ser uma boa alternativa para redução de broca.

### Grãos quebrados/cortados/dilacerados

São, via de regra, causados pelo processamento, sobretudo, no despulpamento ou descascamento mecânico dos frutos. Quando o despulpador estiver descalibrado, pode exercer uma pressão excessiva no grão, causando sua quebra ou esmagamento. Podem também originar-se no processo de beneficiamento, pela secagem excessiva dos grãos que se quebram mais facilmente quando em atrito com as paletas dos equipamentos. Provoca a percepção de terra, sujeira e sabores fermentados na bebida e afeta a aparência dos grãos verdes e a uniformidade na torra.

A colheita seletiva promove certa uniformidade no tamanho dos frutos a serem processados e pode reduzir substancialmente a ocorrência do defeito. Deve-se ainda ajustar os despulpadores e os equipamentos de beneficiamento visando a evitar pressão e fricção muito elevadas no processamento.

### Grãos imaturos/verdes

Grãos imaturos ou verdes são aqueles colhidos sem estar ainda totalmente desenvolvidos. Eles não atingiram seu peso ideal e a quantidade de açúcar máxima. Ocorrem em consequência da colheita realizada muito precocemente ou devido à derriça de frutos provenientes de diferentes floradas em uma única ocasião.

Podem ser evitados com planejamento adequado das operações na lavoura utilizando-se de cultivares que apresentam maior uniformidade de maturação. O controle da aplicação de água por irrigação pode auxiliar na concentração da florada.

Grãos verdes podem ser separados dos mais secos ou passas por densidade no procedimento de lavagem dos frutos, e dos maduros ou cerejas durante o descascamento ou despolpamento. Influenciam na bebida por acarretar aromas e sabores de verde, grama, lembrança de bambu, cereal ou amargo, além de impactar na aparência do grão torrado.

### **Grãos chochos**

São causados por falta de água suficiente durante a fase de desenvolvimento dos frutos, do vigor e da nutrição das plantas. Afeta a aparência do grão e a uniformidade da torra, provocando sabor de verde, grama, com lembrança de bambu, promovendo retrogosto adstringente,

O sombreamento e irrigação auxiliam a redução de sua ocorrência. Sombreamento e técnicas de manejo adequado do solo, assim como boa nutrição, reduzem os impactos dos chochos na qualidade do produto. Contudo, como a maioria dos grãos chochos é menos densa, pode ser facilmente retirada em tanques de limpeza.

### **Grãos conchas**

São oriundos de um fenômeno natural causado pela genética do café. Conchas não conferem sabor intrínseco que comprometa a bebida, porém esse tipo de grão pode originar uma torra desigual pela facilidade de se queimar durante a operacionalização do processo, resultando em aromas e sabores de queimado, carvão e fumaça.

Deve se evitar o plantio de cultivares que sabidamente são portadoras de elevada taxa de ocorrência desse defeito. Durante o processamento, a separação dos grãos conchas pode ser realizada por tamanho ou com a ajuda de uma mesa densimétrica.

### **Grãos esbranquiçados**

A ocorrência de grãos esbranquiçados não é bem elucidada, porém acredita-se que podem

ser provenientes de questões genéticas, de alta temperatura durante o processo de secagem, de desequilíbrio nutricional, de estresse hídrico produzido por plantas mais velhas ou de armazenamento em locais úmidos e muito claros, e por muito tempo.

No processamento, a presença de grãos esbranquiçados indica uma secagem de má qualidade. Contribui para nuances de madeira, papelão, bambu, aromas de cereais e alta adstringência. Afeta a aparência dos grãos, os quais tendem a queimar quando torrados com outros normais.

### **Grãos malgranados/esponjosos**

Originam-se de lavouras malnutridas, conduzidas com estresse hídrico e de plantas mais velhas. Excesso de umidade, temperaturas altas, danos mecânicos e atividade microbológica podem formar grãos malgranados (morte do embrião, degradação da matéria orgânica, perda de peso).

No processamento, a presença de grãos malgranados indica um processo pós-colheita realizado de forma inadequada. Grãos esponjosos são causados por secagem e armazenamento impróprios. Pergaminho ou coco presos em máquinas de secar ou despolpar retêm umidade excessiva e podem contribuir para o aparecimento de grãos esponjosos.

Esse defeito afeta a aparência dos grãos, os quais tendem a se queimar quando torrados com outros normais. Influencia na qualidade da bebida, acarretando nuances amadeiradas, de papelão, de arbustos, aromas de cereal.

Grãos malgranados podem ser prevenidos com a seleção das melhores cultivares, com a correta nutrição das plantas, utilização de podas, renovação das lavouras e manejo adequado do solo. Mesas densimétricas ajudam na seleção e separação dos grãos com esse defeito.

### **Grão 'pergaminho'**

São aqueles oriundos de frutos imaturos ou deformados que permanecem muito colados ao pergaminho. Esse defeito é indicativo de mau processamento, devido a uma imprópria calibração da máquina de despolpar ou beneficiar, além



da utilização de equipamentos inapropriados com peneiras e mesas densimétricas. Grãos 'pergaminho' têm aparência afetada, influenciam a bebida do café por se queimarem quando torrados juntamente com grãos normais, causando sabores e aromas de fumaça.

Para a separação dos grãos em pergaminho e sua retirada, é preciso que as máquinas de beneficiamento sejam mantidas bem calibradas. Peneiras e mesas densimétricas ajudam a reduzir esse problema.

### Cascas

Cascas aparecem, geralmente, quando da utilização de processos naturais de secagem, quase sempre em virtude de equipamentos mantidos sem os devidos cuidados de limpeza e higienização. Originam-se também da inadequada calibração das máquinas de beneficiamento e prejudicam a aparência dos grãos verdes e podem se queimar quando torradas com os grãos normais. Dependendo das condições em que se encontram as cascas, podem causar percepção de sujeira, terra, mofo, fermentado e aromas e sabores fenólicos.

Podem ser separadas em tanques de flutuação. O uso de separadores de verde e máquinas de beneficiar bem calibradas contribuem para reduzir sua presença.

## 7 REFERÊNCIAS

AGNOLETTI, B. Z. *Avaliação das propriedades físico-químicas de café arábica (Coffea arabica) e conilon (Coffea canephora) classificados quanto à qualidade da bebida*. 2015. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre. 2015.

ABIC. Associação Brasileira da Indústria de Café, 2004. *Programa de qualidade do café*. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=15>>. Acesso em: 17 set. 2015.

ABIC. Associação Brasileira da Indústria de Café, 2012. *Nível mínimo de qualidade licitações – orientações*. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=17>>. Acesso em: 17 set. 2015.

ABIC. Associação Brasileira da Indústria de Café,

2013. *Norma de qualidade recomendável e boas práticas de fabricação de cafés torrados em grão e cafés torrados e moídos*. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/media/Norma%20de%20qualidade.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2015.

ABIC. Associação Brasileira da Indústria de Café, 2015. *Consumo de café no Brasil cresce 1,24% em 12 meses, diz Abic*. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=59&inoid=4180>>. Acesso em: 17 set. 2015.

ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; LIMA, A. R.; FERREIRA, E. B.; MALTA, M. R. Compostos bioativos em café integral e descafeinado e qualidade sensorial da bebida. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Campinas: v. 43, n. 12, p. 1799-1804, 2008.

ALESSANDRINI, L.; ROMANI, S.; PINNAVAIA, G.; DALLA ROSA, M. Near infrared spectroscopy: an analytical tool to predict coffee roasting degree. *Analytica Chimica Acta*, Amsterdam: v. 625, n. 1, p. 95-102, 2008.

BANKS, M.; MCFADDEN, C.; ATKINSON, C. The world encyclopedia of coffee: the definitive guide to coffee, from simple bean to irresistible beverage. Hermes House. *Anness Publishing*, 1999. 256 p.

BORÉM, F. M. Processamento do café. In: BORÉM, F. M. (Ed.). *Pós-colheita do café*. Lavras, MG: UFLA, p.127-158, 2008.

BORÉM, F. M.; NOBRE, G. W.; FERNANDES, S. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; OLIVEIRA, P. D. Avaliação sensorial do café cereja descascado, armazenado sob atmosfera artificial e convencional. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras: v. 32, n. 6, p. 1724-1729, 2008.

BRASIL. Atos do Poder Executivo. Decreto nº 27.173, de 14 de setembro de 1949. Aprova as especificações e tabelas para a classificação e fiscalização do café, visando sua padronização. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Rio de Janeiro, RJ: 16 set. 1949. Seção 1, p. 13364.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. Regulamento técnico de identidade de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília, DF: 13 jun. p. 4-6, Seção 1, 2003.

CARVALHO, V. D. de Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade, 1998. 73f. Monografia

- (Especialização Lato Sensu). Universidade Federal de Lavras. Fundação de Apoio, Ensino, Pesquisa e Extensão, Lavras. 1998.
- CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. R.; SOUZA, S. M. C. Fatores que afetam a qualidade do café. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: v. 18, n. 187, p. 5-20, 1997.
- CHAGAS, S. J. R.; MALTA, M. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Potencial da região sul de Minas Gerais para a produção de cafés especiais: I., atividade da polifenoxidase, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras: v. 29, n. 3, p. 590-597, 2005.
- CLARKE, R. J. Em *encyclopedia of food sciences and nutrition*. In: CABALLERO, B.; TRUGO, L. C.; FINGLAS, P. (Eds.). Academic Press: London, England, v. 3, p. 1486, 2003.
- CLARKE, R. J.; MACRAE, R. *Coffee: technology*. Amsterdam: Elsevier Applied Science, v. 2, 1987.
- CLARKE, R. J.; MACRAE, R. *Coffee: chemistry*. London: Elsevier Applied Science, 1989. 253 p.
- CLIFFORD, M. N. The composition of green and roasted coffee beans. *Process Biochemistry*, London, v. 2, n. 24, p. 20-23, 1975.
- CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. (Eds.). *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: *Croom Helm*, p. 305-359, 1985a.
- CLIFFORD, M. N. Chlorogenic acids. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Eds.). *Coffee*. Amsterdam: *Elsevier Applied Science*, v. 1, p. 153-202, 1985b.
- CQI/UCDA. Coffee Quality Institute/Ugandan Coffee Development Authority. *Fine robusta coffee standards and protocols*. Disponível em: <<https://finerobusta.coffee/>>. Acesso em: 27 jun. 2015.
- CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, G. H. H. de.; BOTELHO, F. M. Armazenamento: In: FONSECA, A. F. A da; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A. (Eds.). *Café conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV, p. 231-257, 2015.
- CORTEZ, J. G. *Melhoramento da qualidade do café brasileiro: influência de sistemas de produção e processamento sobre algumas características da bebida*. 1996. 48f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.
- CORTEZ, J. G. A qualidade do café robusta. In: SIMPÓSIO SOBRE AS PERSPECTIVAS DA CULTURA DO CAFÉ NA AMAZÔNIA, 2000. Porto Velho. *Anais... Porto Velho: Embrapa Rondônia*, p. 37-39. 2000.
- CORTEZ, J. C. Padrões de bebida para café conilon. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE CAFÉ, 6., 2004, Vitória, ES. *Anais... Vitória, ES: 2004*.
- DAGLIA, M.; RACCHI, M.; PAPETTI, A.; LANNI, C.; GOVONI, S.; GAZZANI, G. In vitro and ex vivo antihydroxyl radical activity of green and roasted coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 52, n. 6, p. 1700-1704, 2004.
- DAGLIA, M.; PAPETTI, A.; ACETI, C.; SORDELLI, B.; GREGOTTI, C.; GAZZANI, G. Isolation of high molecular weight components and contribution to the protective activity of coffee against lipid peroxidation in a rat liver microsomal system. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 56, n. 24, p. 11653-11660, 2008.
- DE MARIA, C. A. B.; TRUGO, L. C.; MOREIRA, R. S. A.; PETRACCO, M. Simultaneous determination of total chlorogenic acids, trigonelline and caffeine in green coffee samples by high performance gel filtration chromatography. *Food Chemistry*, v.52, n.4, p.447-449, 1995.
- DELIZA, R.; DE OLIVEIRA GONÇALVES, A. M.; FARAH, A.; TEIXEIRA, A. A.; BARROS, P. R. *Estimando o threshold de detecção para defeitos da bebida de café*. Rio de Janeiro: Embrapa, DF, 2006. 3 p. (Comunicado técnico. Embrapa).
- DELLA LUCIA, S. M.; MININ, V. P. R. M.; CARNEIRO, J. D. S. Análise sensorial de alimentos. In: MININ, V. P. R. (Ed.) *Análise sensorial*. Estudos com consumidores. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225 p.
- De MUNER, L. H.; FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. dos S.; OLIVEIRA, G. M. Tipificação do café conilon produzido no Estado do Espírito Santo – safra 99/00. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. *Anais... Brasília, DF: p. 1025-1030. 2002*.
- DIAS, R. C. E. *Discriminação de espécies de café (Coffea arabica e Coffea canephora) em diferentes graus de torra*. 2005. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.
- EGGERS, R., PIETSCH, A. Technology 1: roasting. In: CLARKE, R. J.; VITZTHUM, O. G. (Eds.). *Coffee: Recent Developments*. Oxford: Blackwell Science, p. 90-107. 2001.
- EUGÊNIO, M. H. A. *Blends de cafés arábicas e conilon: avaliações físicas, químicas e sensoriais*. 2011. 111f.

- Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2011.
- FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Phenolic compounds in coffee. *Brazilian Journal Plant of Physiology*, Londrina: v. 18, n. 1, p. 23-26, 2006.
- FARAH, A.; DE PAULIS, T.; TRUGO, L. C.; MARTIN, P. R. Effect of roasting on the formation of chlorogenic acid lactones in coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 53, n. 5, p. 1505-1513, 2005.
- FERNANDES, S. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; PINTO, N. A. V. D.; NERY, M. C.; PÁDUA, F. D. Constituintes químicos e teor de extrato aquoso de cafés arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*Coffea canephora* Pierre) torrados. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras: v. 27, n. 5, p. 1076-1081, 2003.
- FERRÃO, R. G.; SILVA, A. E. S. da; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da. No ES Cafeicultura Responde por 43% da Produção Agrícola. *Visão Agrícola*, v. 12, p. 95-96, 2013.
- FLAMENT, I. *Coffee flavor chemistry*. West Sussex: J. Wiley, cap. 5, 2002.
- FONSECA, A. F. A. da. *Análises biométricas em café conilon (Coffea canephora Pierre)*. 1999. 121 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. A cultura do café robusta, 2000. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. *Anais...* Brasília, DF: p. 759-761, 2002.
- FONSECA, A. F. A. da; SILVEIRA, J. S. M.; BRAGANÇA, S. M. Principais defeitos que interferem no tipo do café no Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 21., 1995, Caxambu. *Anais...* Rio de Janeiro: MAARA/Procafé, p. 163, 1995.
- FONSECA, A. F. A. da; SARAIVA, J. S. T.; BRAGANÇA, S. M.; BREGONCI, I. S.; PELISSARI, S. A. Colheita, preparo e armazenamento. In: COSTA, E. B. da (Ed.). *Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: SEAG-ES, p. 121-130. 1995.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Qualidade do café conilon: operações de colheita e pós-colheita. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. (Eds.). *Café Conilon*. Vitória: Incaper, p. 501-517, 2007.
- FONSECA, A. F. A. da; SALVA, T. J. G.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; GUARÇONI, R. Composição química de café conilon (*Coffea canephora*). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. *Anais...* Brasília, DF: 2011. CD-ROOM.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C. O café conilon. In: FONSECA, A. F. A. da; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A. (Eds.). *Café conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV. p. 9-28, 2015.
- FORNAZIER, M. J.; De MUNER, L. H.; MARTINS, D. dos. S.; ARLEU, R. J.; BENASSI, V. L. R. M.; FONSECA, A. F. A. da.; ALMEIDA, L. F. de; PAGIO, V. Tipificação do café conilon produzido no Estado do Espírito Santo – safra 98/99. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. *Anais...* Brasília, DF: p. 759-761, 2002.
- FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; MENDONÇA, J. C.; SILVA, X. A. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. *Food Chemistry*, Oxford, v. 90, n. 01/02, p. 89-94, 2005.
- FREDHOLM, B. B.; BATTIG, K.; HOLMEN, J.; NEHLIG, A.; ZVARTAU, E. E. Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. *Pharmacological Reviews*, v. 51, p. 83-133, 1999.
- GOULART, P. de F. P.; ALVES, J. D. CASTRO, E. M. de; FRIES, D. D.; MAGALHÃES, M. M.; MELO H. C. de. Aspectos histoquímicos e morfológicos de grãos de café de diferentes qualidades. *Ciência Rural*, Santa Maria: v. 37, n. 3, p. 662-666, 2007.
- GUARÇONI, R. C. *Efeito da temperatura de secagem e da percentagem de frutos verdes na qualidade do café conilon (Coffea canephora Pierre ex Froehner)*. 1995. 50f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- GUARÇONI, R. C.; SILVA, J. N.; FONSECA, A. F. A. da; SILVEIRA, J. S. M. Influência de distintos percentuais de frutos colhidos verdes no rendimento do café conilon. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v. 17, n. 13, p. 105-109. 1998.
- HERNÁNDEZ, J. A.; HEYD, B.; TRYSTRAM, G. Prediction of brightness and surface area kinetics during coffee roasting. *Journal of Food Engineering*, v. 89, n. 2, p. 156-163, 2008.
- ILLY, E. A saborosa complexidade do café. *Scientific American*, New York, v. 286, n. 6, p. 48-53, 2002.
- ILLY, A.; VIANI, R. *Espresso coffee: the chemistry of quality*. 3rd ed. London: Academic, 1998. 253p.

- ILLY, A.; VIANI, R. *Espresso coffee: the science of quality*. 2nd ed. San Diego: Academic, 2005. 253p.
- LIMA, A. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; ABRAHÃO, S. A.; DUARTE, S. M. S.; PAULA, F. B. A. Compostos bioativos do café: atividade antioxidante in vitro do café verde e torrado antes e após a descafeinação. *Química Nova*, São Paulo: v. 33, n. 01, p. 20-24. 2010.
- LIMA FILHO, T.; LUCIA, S. M. D.; SARAIVA, S. H.; CARNEIRO, J. C. S.; ROBERTO, C. D. Perfil sensorial e aceitabilidade de bebidas de café tipo *Espresso* preparadas a partir de *blends* de café arábica e Conilon. *Enciclopédia biosfera*. Centro Científico Conhecer. Goiânia: v. 7, n. 12, p. 1-17. 2011.
- LIMA FILHO, T.; LUCIA, S. M. D.; SARAIVA, S. H.; LEITE, S. T. Qualidade sensorial e físico-química dos cafés arábica e Conilon. *Enciclopédia biosfera*. Centro Científico Conhecer. Goiânia: v. 9, n.16, p. 1887-1901. 2013a.
- LIMA FILHO, T.; LUCIA, S. M. D.; SARAIVA, S. H.; SARTORI, M. A. Composição físico-química e qualidade sensorial de café conilon produzido no Estado do Espírito Santo e submetido a diferentes formas de preparo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina: v. 34, n. 4, p. 1723-1730. 2013b.
- LINGLE, T. R. *The coffee cupper's handbook: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor*, 4. ed., 2011, Long Beach Californian, 66 p.
- MACÍAS, M. A.; RIAÑO, L. C. E. Café orgánico: caracterización: torrefacción y enfriamiento. *Cenicafé*, v. 53, n. 4, p. 281-292, 2002.
- MALTA, M. R.; NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G. Avaliação da qualidade do café (*Coffea arabica* L.) fertilizado com diferentes fontes e doses de potássio. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, n. 5, p. 9-14, 2002.
- MALTA, M. R.; NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G.; SILVA, F. D. M. Composição química, produção e qualidade do café e fertilizado com diferentes fontes e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras: v. 27, n. 6, p. 1246-1252, 2003.
- MATIELLO, J. B. *O café: do cultivo ao consumo*. São Paulo: Globo, 1991. 320p.
- MAZZAFERA, P. Chemical composition of defective coffee beans. *Food Chemistry*, Oxford, v. 64, n. 04, p. 547-554, 1999.
- MENDES, L. C. *Estudos para determinação das melhores formulações de blends de café arábica (C. arabica) com café robusta (C. canephora Conilon) para uso no setor de cafés torrados e moídos e de cafés expresso*. 2005. 186f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- MONTEIRO, M. C.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. *Química Nova*, São Paulo: v. 28, n. 04, p. 637- 641, 2005.
- MONTEIRO, M. A. M.; MINIM, V. P. R.; DA SILVA, A. F.; CHAVES, J. B. P. Influência da torra sobre a aceitação da bebida café. *Revista Ceres*, Viçosa, MG: v. 57, n. 2, p. 145-150, 2010.
- MORAIS, S. A. L. de; NASCIMENTO, E. A. do; AQUINO, F. J. T. de; NASCIMENTO, P. M. do; CHANG, R. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café conilon submetido a diferentes graus de torra. *Química Nova*, São Paulo: v. 32, n. 2, p. 327-331, 2009.
- MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C.; DE MARIA, C. A. B. Componentes voláteis do café torrado. Parte II: compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. *Química nova*, v. 23, n. 2, p. 195-203, 2000.
- MORI, E. E. M. Qualidade dos cafés do Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. *Palestras...* Brasília, DF: Embrapa Café: CBP&D/Café, p. 99-107, 2002.
- MOURA, S. D.; GERMER, S. P. M.; ANJOS, V. D. A.; MORI, E. E. M.; MATTOSO, L. H. C.; FIRMINO, A.; NASCIMENTO, C. J. F. Avaliações físicas, químicas e sensoriais de 'blends' de café arábica com café canephora (Robusta). *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas: v. 10, n. 04, p. 271-277, 2007.
- PÁDUA, F. R. M.; PEREIRA, R. G. F.; FERNANDES, S. M. Açúcares totais em café arábica e conilon. 2001. In: II SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br>>. Acesso em: ago. 2015.
- PADUA, F.; PEREIRA, R.; LOPES, L.; MELO, W.; MORAIS, A. Avaliação sensorial e da composição química, durante o armazenamento do café torrado e moído. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa: Especial café, v. 27, n. 5, p. 15-21, 2002.
- PAIVA, E. F. F. *Análise sensorial dos cafés especiais do Estado de Minas Gerais*. 2005. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- PALACIN, J. J. F.; LACERDA FILHO, A. F.; MELO, E. C.; SILVA, J. S.; DONZELES, M. L. Boas práticas



- para produzir café com qualidade. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina, PR. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café: CBP&D/Café, 2005. 1 CD-ROOM
- PEREIRA, R. G. F. A. *Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (Coffea arabica L.) "estritamente mole"*. 1997. 96f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- PRETE, C. E. C. *Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (Coffea arabica L.) e sua relação com a qualidade da bebida*. 1992. 125 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1992.
- SCHMIDT, C. A. P.; MIGLIORANZA, E.; PRUDÊNCIO, S. H. Interação da torra e moagem do café na preferência do consumidor do oeste paraense. *Ciência Rural*, 2008.
- PRESCOTT, J. et al. Estimating a consumer threshold for cork taint in white wine. *Food Quality and Preference*, Oxford, v. 16, n. 4, p. 345-349, June 2005.
- RIBEIRO, B. B.; MENDONÇA, L. M. V. L.; ASSIS, G. A.; MENDONÇA, J. M. A, de; MALTA, M. R.; MONTANARI, F. F. Avaliação química e sensorial de blends de *Coffea canephora* Pierre e *Coffea arabica* L. *Coffee Science*, v. 9, n. 2, p. 178-186, 2014.
- RIBEYRE, F. Reconocimiento de calidades de robusta In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CAFÉ, 1., 2003, Campinas. *Palestras...* Campinas, SP: IAC – Instituto Agrônomo de Campinas, 2003. Disponível em: <www.iac.sp.gov.br>. Acesso em: ago. 2015.
- RIBEYRE, F. Reconhecendo a qualidade do café robusta. In: SALVA, T. J. G.; GUERREIRO FILHO, O.; THOMAZIELLO, R. A. FAZUOLI, L. C. (Eds.). *Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais*. Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas, p. 371-387. 2007.
- RODARTE, M. P. *Análise sensorial, química e perfil de constituintes voláteis de cafés especiais*. 2008. 147f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- RODARTE M. P.; ABRAHÃO. S. A. PEREIRA; R. G. F. A.; MALTA, M. R. Compostos não voláteis em cafés da região sul de minas submetidos a diferentes pontos de torração. *Ciência agrotecnologia*. Lavras: v. 33, n. 5, p. 1366-1371, 2009.
- SACCHETTI, G.; DI MATTIA, C.; PITTIA, P.; MASTROCOLA, D. Effect of roasting degree, equivalent thermal effect and coffee type on the radical scavenging activity of coffee brews and their phenolic fraction. *Journal of Food Engineering*, Essex, v. 90, n. 01, p. 74-80, 2009.
- SALVA, T. J. G. A Composição química do grão e a qualidade da bebida em consequência do método de preparo e cultivar. In: SALVA, T. J. G.; GUERREIRO FILHO, O.; THOMAZIELLO, R. A.; FAZUOLI, L. C. (Org.). *Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais*. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, v. 1, p. 255-280, 2007.
- SANTOS, R. A. *Monitoramento de parâmetros físico-químicos na pós-colheita de café arábica (Coffea arabica L.) colhido em diferentes estágios de maturação*. 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- SANTOS, E. S. M. *Perfil sensorial e aceitabilidade do consumidor para blends de bebidas de café preparadas com grãos arábica (Coffea arabica L.) e conilon (Coffea canephora P.)*. 2010. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.
- SANTOS, E. S. M. dos; DELIZA, R.; FREITAS, D. D. G. C; CORRÊA, F. M. Efeito de grãos conilon no perfil sensorial e aceitação de bebidas de café. *Revista Semina: Ciências Agrárias*, Londrina: v. 34, n. 5, p. 2297-2306. 2013a.
- SANTOS, R. M. M; HUNTER, T.; NICK, W.; ANDRADE, L. D. R. A. Caffeine and chlorogenic acids in coffee and effects on selected neurodegenerative diseases. *Journal of pharmaceutical and scientific innovation*. n.2, SCAA Protocols | Cupping Specialty Coffee, *Specialty Coffee Association of America* SCAA, 2013b.
- SILVA, J. S. da; MORELLI, A. P.; VERDIN FILHO, A. C. Tecnologias pós-colheita para conilon de qualidade. In: FONSECA, A. F. A da; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A. (Eds.). *Café conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV, p. 204-230, 2015.
- SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. da; CHANG, Y. K. Utilização da farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) na elaboração de biscoitos tipo Cookie e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas: v. 18, n. 01, p. 25-34, 1998.
- SILVA, V. A. *Influência dos grãos defeituosos na qualidade do café (Coffea arabica L.) orgânico*, 2005, 120p. Dissertação (Mestrado em Ciência

- dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- SILVEIRA, J. S. M.; FONSECA, A. F. A. da; DESSAUNE FILHO, N. Estratificação dos defeitos que interferem na qualidade do café conilon no Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22., 1996, Águas de Lindóia, SP. *Anais...* Rio de Janeiro, RJ: MAARA/Procafé, p. 107-109, 1996.
- SIVETZ, M.; DESROSIER, N.W. Physical and chemical aspects of coffee. *Coffee Technology*. Westport, p.527-575, 1979.
- SOUZA, F. S., SANTOS, M. M., VENEZIANO, W. Análise de qualidade de grãos em duas variedades de café robusta, preparados por via seca com diferentes percentuais de maturação à colheita In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. *Anais...* Brasília, DF: 2005. 1 CD-ROOM.
- SOUZA, R. M. N. de; CANUTO, G. A. B.; DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T. Teores de compostos bioativos em cafés torrados e moídos comerciais. *Química Nova*, São Paulo: v. 33, n. 4, p. 885-890, 2010.
- TEIXEIRA, A. A. *O que são cafés especiais?* Hoje em dia. Disponível em: <<http://www.hojeemdia.com.br/noticias/aldir-alves-teixeira-o-que-s-o-cafes-especiais-1.337467>>. Acesso em: Ago. 2015.
- TEIXEIRA, A. A.; TEIXEIRA, A. R. R. Cuidados na colheita, secagem e armazenamento. In: SEMINÁRIO SOBRE A QUALIDADE DOS CAFÉS DESCASCADOS, 1., 2001, Venda Nova do Imigrante, ES. *Palestras...*Venda Nova do Imigrante: Universidade Illy do café, p. 1-5. 2001.
- TEIXEIRA, A. A.; PEREIRA L. S. P.; PINTO, J. C. A. *Classificação de cafés: noções gerais*. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro do Café. 1974. 117p.
- TEIXEIRA, M. M. *Influência dos diferentes processos de pós-colheita na agregação de valor do café Conilon*. 2011, 77f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.
- TEIXEIRA, J. L. B. Análise sensorial na indústria de alimentos. *Rev. Inst. Latic*. "Cândido Tostes", n. 366, v. 64. p. 12-21, 2009.
- TOLEDO, J. L. B. *Classificação e degustação do café*. ed. Rio de Janeiro: Sebrae, 1998. 91 p.
- TRUGO, L. C.; MACRAE, R. *The determination of carbohydrates in coffee products using high performance liquid chromatography*. Association International du Café – ASIC, 10ème Colloque, Salvador, 187-192, 1982.
- VARIYAR, P. S.; AHMAD, R.; BHAT, R.; NIYAS, Z.; SHARMA, A. Flavoring components of raw monsooned arabica coffee and their changes during radiation processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v.51, n.27, p.7945- 7950, 2003.
- VEGA, F. V; INFANTE, F.; CASTILLO, A.; JARAMILLO, J. The coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae): a short review, with recent findings and future research directions. *Terrestrial Arthropod Reviews*. v. 2, p. 129-147. 2009.







# Industrialização do Café Conilon

Fernando Fernandes, Camila Régia Arcanjo Teles e Nathan Herszkowicz

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo mundial de café vem aumentando mais de 2,0% ao ano, com destaque para os cafés especiais, os quais apresentam crescimento da ordem de 20% ao ano (ABIC, 2013). Essa realidade mostra a demanda e a valorização crescente por produtos de melhor qualidade.

Os avanços nas inovações das diferentes fases de produção, associados à utilização de bases tecnológicas sólidas na industrialização do café, são caminhos importantes na agregação de valor aos grãos visando à maior competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional.

O desenvolvimento, o aperfeiçoamento e as frequentes adaptações dos processos industriais, bem como a modernização nas indústrias de alimentos têm sido importantes para obtenção de produtos de melhor qualidade e com preços mais competitivos. A cadeia do café no Brasil segue essa linha para ampliar sua presença nos competitivos mercados internacionais e também para aumentar o consumo interno. A contínua melhoria da eficiência tecnológica dos processos industriais, como os de torrefação, moagem, produção de solúveis e embalagens, vem contribuindo significativamente para a competitividade da indústria nacional do café e beneficiando, de forma direta, a cadeia produtiva, os consumidores brasileiros e a exportação de industrializados.

No Brasil, para aumentar o consumo interno e enfrentar a competitividade internacional, há a necessidade de se usar tecnologias que visam ao aumento da produção, assim como de investir na industrialização, com objetivo de ampliar a diversidade de *blends* para atender às exigências crescentes dos consumidores.

A dinamicidade e evolução do processo de industrialização têm promovido o desenvolvimento contínuo de novos produtos à base de café e novas formas de consumo da bebida. Com isso, as pesquisas vêm oferecendo aos industriais processos e tecnologias contemporâneas que, além de promover a agregação de valor aos produtos, têm auxiliado a ampliação do consumo.

Neste capítulo, serão abordadas as principais fases do processo de industrialização do café conilon envolvendo a recepção e armazenamento do café cru, torração e as reações químicas, formulação dos *blends*, moagem, transporte e empacotamento do café.

## 2 RECEPÇÃO E ARMAZENAMENTO DO CAFÉ CRU

Quando chega às torrefações, o café cru já vem beneficiado, contudo muitas vezes se faz necessário um processo de limpeza dos grãos. Nesse processo, são removidos pequenos objetos, partículas metálicas, areia, barbantes e fitilhos provenientes da sacaria, pedras, pó, entre outros elementos estranhos à matéria-prima. Essa limpeza é importante, já que o café é um alimento, mas também é útil para prolongar a vida de componentes dos torradores, moinhos e transportadores.

Normalmente, essa limpeza é feita antes do armazenamento do café cru usando-se equipamentos que combinam peneiras vibratórias e sucção de ar. As peneiras separam, por diferença de tamanho, areia, pedra, barbantes e fitilhos, enquanto o fluxo forçado de ar remove o pó.

Existem também equipamentos que usam o fluxo de ar e a vibração para remover pedras dos grãos



de café por sua diferença de densidade. Como muitas das pedras têm densidade semelhante à dos grãos de café, somente poderão ser removidas posteriormente em equipamentos alocados no processo, após o processo de torra. Esses “despedradores” também utilizam o fluxo de ar para separar as pedras do café torrado, agora mais leve do que elas.

O café cru deve ser armazenado em silos, normalmente metálicos, para que haja um “pulmão de trabalho” que permita um processamento continuado dos grãos. Para tanto, devem ser transportados dentro da torrefação, da área de limpeza até os silos. O transporte de café cru é feito normalmente por transportadores mecânicos, como roscas transportadoras horizontais ou verticais, elevadores de canecas ou mesmo transporte pneumático.

A grande diversidade de tipos de café, tanto do *Coffea Canephora* (robusta ou conilon) quanto da espécie *Coffea Arábica*, normalmente exige o uso de vários compartimentos no sistema de silagem para que cada matéria-prima possa ser armazenada separadamente. Com exceção das indústrias de café solúvel, é muito comum o *blend* dos cafés conilons com os arábicas. Mesmo nas indústrias de solúvel, são utilizados diversos tipos de conilon, o que também torna obrigatório o uso de vários silos para o armazenamento da matéria-prima antes do processo de torra.

O *blend* do café cru, antes da torra, é muito utilizado pelo fato de exigir uma estrutura menos custosa do que os sistemas de *blend* feitos após a torra. Como normalmente já se tem vários compartimentos para armazenar todos os tipos de café verde, basta acrescentar um sistema de transporte e uma balança para se obter um sistema de dosagem preciso de cada componente do *blend*, cuja mistura e uniformização são feitas dentro dos próprios torradores de café.

### 3 TORRAÇÃO

A torra é um processo em que os grãos são sujeitos a um tratamento térmico suficiente para que as reações de transformações responsáveis pela cor e características de sabor e aroma de café torrado ocorram.

No processo de torração, independentemente do tipo de torrador, seja tambor rotativo ou leito fluidizado, além da fonte de calor, gás combustível ou fornalha com chama direta ou indireta, a temperatura dos grãos aumenta e a diferença de temperatura entre eles e o ar diminui. Se a transferência de calor ocorrer a essa taxa, a relação de aumento da temperatura dos grãos decresce progressivamente até que se iniciam as reações exotérmicas ao final da torração. Quando os grãos atingem a temperatura final de torra ou o padrão de cor, eles sofrem um acréscimo de água e então o processo de torra é interrompido. Em seguida, os grãos são direcionados a uma moega refrigerada, ou não, para posterior tratamento, moagem ou embalagem.

A torra dos grãos de café envolve o controle de alguns parâmetros físico-químicos do próprio grão e especificações técnicas do torrador a ser utilizado, que, conforme Schwartzberg (2002), não implica somente medir ou controlar a temperatura final de torra, tempo, cor, perda de peso geral e perda de matéria seca. Essas medidas e controles servem para indicar, grosseiramente, uma extensão global das reações de transformação durante a torra. Já os aromas e sabores desenvolvidos dependem de reações relativas e não globais.

As reações desencadeadas no processo de torra ainda não são completamente conhecidas, já que milhares delas ocorrem simultaneamente como reações de formação e degradação de proteínas, açúcares, ácidos e especialmente a formação de compostos voláteis, entre os quais, aproximadamente 850 já identificados (FLAMENT, 2002). Qualquer mudança de processo altera fundamentalmente as possíveis reações de formação de compostos voláteis ou classe de aromas, principalmente a das pirazinas, furanos, lactonas (DE MARIA; MOREIRA; TRUGO, 1999; FARAH et al., 2005; OLIVEIRA; EBERLIN; CABRAL, 2009).

Alguns compostos, como sacarose, açúcares redutores e aminoácidos livres são importantes precursores de compostos aromáticos no café. Mazzafera (1999) encontrou uma correlação entre o nível de sacarose em grãos verdes e qualidade da bebida, e Murkovick e Derler (2006) encontraram uma relação do nível de sacarose em arábica por volta de 90mg/g e robusta 45mg/g. A sacarose presente no grão é degradada devido a reações de hidrólise, presença de ácidos graxos e calor

em moléculas menores, como glicose, frutose, galactose, manose, sendo os mais importantes os açúcares redutores que, junto com alguns aminoácidos (resultante da quebra de proteínas), são responsáveis pela cor marrom, descritos por Maillard<sup>1</sup>, e por aproximadamente 450 compostos com propriedade sensorial (FORS, 1983).

A Tabela 1 mostra o teor de sacarídeos ou açúcares presentes em café verde de diferentes países. Observa-se, no café robusta, menor teor de sacarose e maior de frutose, o que pode influenciar de forma direta as reações de Maillard, tanto na transformação da cor verde para o amarelo palha comparados ao arábica como no tempo de formação de compostos voláteis.

Os impactos da torra em robustas sempre são objetos de estudos e sugerem que a blendagem de cafés seja feita após a torra, e não antes como realizado majoritariamente. Algumas comparações de processo podem indicar uma alteração na qualidade final do produto.

Vários trabalhos vêm sendo realizados em torrador de tambor rotativo com chama direta utilizando parâmetros de torra específicos para grãos arábicas para preparar amostras de arábica CD e conilon CD (padrão). Para amostras de conilon CD (modificada),

foi utilizado um tempo mínimo de 9 e máximo de 14 minutos, conforme Protocolo CQI (*Coffee Quality Institute*) para robusta, no qual é citado que nessa espécie os grãos são geralmente mais densos que os de arábica e apresentam maior resistência ao calor, e que por essa razão precisam apresentar uma torra de média à média escura, ou seja, uma leitura #45 Agtron para grãos inteiros e #75 para moído. Adicionalmente, sugere a espera do primeiro *crack*<sup>2</sup> antes de finalizar a torra.

Na Figura 1, são mostradas curvas experimentais de torra para conilon CD<sup>3</sup> e arábica CD, utilizando parâmetros semelhantes e modificados em relação ao tempo e temperatura de torra.

As amostras de conilon com diferentes tratamentos de torra apresentados na Figura 1 e submetidas à avaliação sensorial através de teste de diferença não direcional (triangular) não apresentam diferença sensorial ao nível de 5% de significância, mas alguns atributos percebidos pelos provadores, como aroma menos intenso, com notas de cereal ou pipoca para o conilon CD (padrão), e aroma intenso, rico lembrando castanha, picante e encorpado para conilon CD (modificada), mostram que uma pequena modificação no processo pode valorizar o uso dos grãos *C. canephora* (robusta ou conilon) no *blend*.

**Tabela 1.** Teor de açúcar em grãos de café arábica e robusta obtidos de diferentes origens

Local/Café	Sacarose	Frutose	Glicose	Manose	Arabinose	Total
Café Arábica						
Colômbia	8,2	0,15	<0,01	ND	<0,01	8,35
Salvador	7,3	0,02	<0,01	ND	0,09	7,43
Brasil	6,65	0,15	<0,01	0,02	0,15	6,87
Quênia	8,45	0,02	<0,01	<0,01	0,07	8,55
Tanzânia	7,55	0,2	0,45	0,08	0,05	8,33
Etiópia	6,3	0,4	0,4	ND	<0,01	7,1
Nova Guiné	7,7	0,07	<0,01	ND	0,06	7,84
Leste da Índia	6,5	0,04	<0,01	ND	0,1	6,64
Café Robusta						
Madagascar	3,9	0,25	<0,01	ND	0,12	4,29
Camarões	3,2	0,3	<0,01	ND	0,09	3,6
Costa do Marfim	3,4	0,35	0,2	ND	0,09	4,06
Indonésia	1,25	0,25	<0,01	0,06	0,05	1,56
Filipinas	4	0,4	0,35	0,02	0,1	4,87

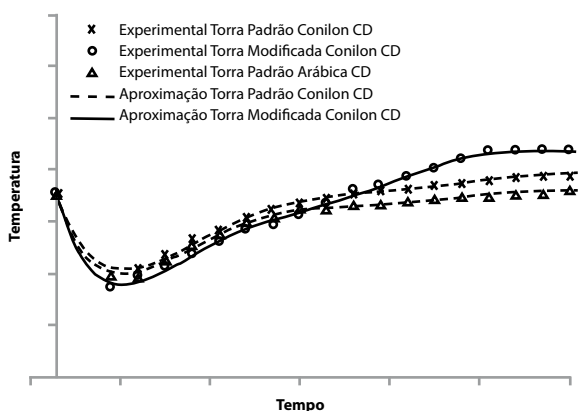
Fonte: Bradbury (2001).

Expresso como percentual de base seca.

<sup>1</sup>Louis-Camille Maillard, químico francês que descreveu, em 1912, a reação entre aminoácidos e açúcares redutores.

<sup>2</sup>Cracks: são picos de intensidade alcançados pelos grãos durante o processo de torrefação (parecido com estouro de pipoca), no qual os gases em alta temperatura se expandem aumentando o volume dos grãos e dando a eles aparência de café torrado.

<sup>3</sup>CD Cereja Descascado.



**Figura 1.** Plotes de pontos experimentais e aproximados para torra de conilon CD e arábica CD (padrão) e conilon CD (modificada).

Variáveis importantes para cada tipo de torrador e grão devem ser controladas, por exemplo, a variável traduzida pela soma da capacidade calorífica dos grãos e da água é menor para robustas que para arábicas. Um modelo utilizado para melhorar a reprodutibilidade dos parâmetros tempo e temperatura, descritas por Schwartzberg (2002), antecipa as perturbações do processo de torra utilizando princípios termodinâmicos.

Há necessidades de estudos mais aprofundados de capacidade e transferência de carga térmica e composição química dos grãos para obter resultados significativamente relevantes no processo de torra de grãos *C. canephora* (robusta ou conilon).

### 3.1 PROCESSO DE TORRA

O calor desempenha papel preponderante na preparação dos mais diversos alimentos, sejam eles de preparo doméstico ou industrial. É o calor que faz a água ferver e, assim, cozinhar o arroz, cujos grãos ficam maiores pela absorção da umidade e também mais macios. É o calor fornecido por um forno que acelera o processo de fermentação que faz pães e bolos crescer e adquirir um aspecto agradável. Durante o preparo dos alimentos, ocorre também a liberação de diversos odores, muitos deles agradáveis ao olfato humano.

Isso acontece porque o calor é uma forma de energia que, quando transferida para os alimentos, possibilita uma série de reações químicas que não aconteceriam em sua ausência. A torra do café é um desses processos. O grão cru de café não possui as

características de sabor e aroma tão distintas nessa bebida. O grau de torração e a maneira como o calor é transferido para o grão pode acentuar ou diminuir essas características.

#### 3.1.1 Interferência de calor no grão, na torra do café

No início do século XXI, os equipamentos de torra consistiam em cilindros de metal com pequenos furos, que permitiam a circulação do calor sem deixar que os grãos caíssem. Os cilindros mantinham rotação constante, posicionados diretamente sobre a fonte de calor, tipicamente lenha ou carvão. Uma torra feita com esse processo costumava levar cerca de 30 minutos, e qualquer tentativa de tirar um torra mais rápida chamuscava os grãos, trazendo amargor indesejável para a bebida.

A torra feita dessa maneira apresenta uma série de dificuldades. A primeira é que o uso de lenha ou carvão não fornece a temperatura constante que uma boa torra precisa, e não permite um bom controle de quanto calor um lote de café recebe. Em segundo lugar, os grãos ficavam em contato com a superfície metálica muito aquecida. O processo de transferir calor por meio do contato físico é chamado de condução. O fato de a condução de calor deixar partes do grão em contato com a superfície metálica aquecida provocava pontos em que o grão ficava queimado, assumindo uma cor mais escura do que a desejada. Esses pontos queimados pelo contato com a superfície metálica diminuía a qualidade do café, fazendo com que a torra ficasse irregular ao longo da superfície do grão.

Hoje, os torradores adotam métodos bem diferentes. No lugar da condução, que exigia o indesejado contato físico do grão com uma superfície metálica aquecida, os torradores atuais utilizam a convecção como método de transferência de calor. Nela, o calor é transferido para o grão por meio do ar quente que o envolve. Se o torrador tiver a capacidade de fazer circular o ar quente de maneira a envolver todo o grão, a torra será mais eficiente e uniforme. Isso resultará em grãos torrados com melhores características de sabor e aroma. É claro que tecnologias mais antigas, que ainda usam condução, convivem com as práticas modernas de torra, pois os torradores onde a fonte de calor é posicionada abaixo do

cilindro tem uma concepção fabril mais barata. É por isso que a escolha do equipamento de torra torna-se extremamente técnica, devendo levar em consideração as formas de transmissão de calor e o controle de como ele é fornecido ao longo do processo.

Uma modificação importante vista nos torradores atuais é a fonte de calor. Em vez de lenha ou carvão, eles usam óleo diesel ou gás, sendo este último o que permite melhor qualidade de controle do processo. O gás é um combustível seguro, e o controle da sua vazão permite que a temperatura ao longo da torra varie com precisão de acordo com as preferências do mestre de torra.

Nos processos antigos, a fonte de calor ficava diretamente abaixo do cilindro que continha os grãos. Esses são os torradores de chama direta. Nos equipamentos com tecnologia mais avançada, o queimador não está diretamente alinhado com o tambor giratório que contém o lote de café sendo torrado. Tampouco o ar quente entra por baixo do tambor, de forma que a chama não exerce nenhuma influência direta sobre a temperatura do tambor de torra. Só o ar quente que circula ao longo do tambor é que transfere calor para os grãos. Como as paredes metálicas do tambor não são externamente aquecidas pelo ar quente ou pela chama, elas não mais trabalham em temperaturas elevadas, eliminando, assim, a indesejada transferência de calor por condução.

### 3.2 REAÇÕES QUÍMICAS DURANTE A TORRA

Durante o processo de torra, há dois tipos de reações químicas: as reações de Maillard e a pirólise. As reações de Maillard são transformações químicas, que começam mais cedo dentro do grão, mesmo quando ele ainda se encontra em temperaturas inferiores a 100 °C. A pirólise, contudo, intensifica-se a partir da fusão dos açúcares, que ocorre entre 150 °C e 160 °C. A partir desse ponto, inicia-se a caramelização.

As reações de Maillard são endotérmicas. Isso significa que elas absorverão calor durante todo o processo. A pirólise, por outro lado, é uma reação exotérmica, ou seja, quando ela acontece, não há absorção, e sim liberação de calor. Isso, contudo, não elimina a necessidade de se manter o fornecimento externo de calor para que o processo químico seja

acelerado de acordo com o que se requer para uma boa qualidade de torra. Cada um desses tipos de reações químicas corresponde a fases no processo de torra e provoca nos grãos resultados distintos. Assim, também o controle do fornecimento de calor deve observar essas diferenças e dar o tratamento mais adequado para cada fase.

Nas transformações de Maillard, tipicamente ocorre a redução do teor de açúcares presentes nos grãos, já que esse complexo conjunto de reações envolve a combinação de açúcares com aminoácidos. Essas reações estão presentes na preparação de vários alimentos. Diversos processos, com seus respectivos aromas resultantes, em que as reações de Maillard são preponderantes, podem ser citados: pão assado (aroma típico), vegetais cozidos ou grelhados (aromas herbáceos), bife grelhado (aroma típico do churrasco) e amendoim torrado, entre outros. Esses aromas estão normalmente relacionados mais ao aminoácido envolvido na reação do que ao açúcar. A lista abaixo enumera alguns exemplos típicos:

- Cisteína: aroma com notas de carne;
- Metionina: aroma de vegetais ou cozidos;
- Prolina: aroma de pão assado ou biscoito;
- Glutamina: aroma de chocolate.

Certamente, a presença de alguns desses aromas já devem ter sido percebidos por muitos em café torrado. Isso mostra a necessidade de controlar as alterações químicas, com objetivo de melhorar o aroma do café, cujas nuances, comumente associados a Maillard são variadas e podem apontar em direções diversas, como pão assado, biscoitos, castanhas torradas ou mesmo chocolate. Estas duas últimas notas aromáticas são normalmente as mais desejadas. O Quadro 1 ajuda a enxergar a relação entre alguns aminoácidos e o controle da temperatura de torra.

Percebe-se pelo experimento acima, realizado por Mabrouk (1979), que, apesar da importância do aminoácido na definição do aroma, o controle da temperatura de reação pode causar profundas mudanças no resultado final. O tempo pode ser usado no controle da exposição, mais ou menos prolongada, do café a uma determinada faixa de temperatura.

Pelo que foi tratado, pode-se concluir que os açúcares presentes no café cru têm um papel fundamental no processo de torra, tanto quando



pensamos nas reações de Maillard como quando visamos ao processo de caramelização. O primeiro está mais relacionado à formação de aromas, que enriquecem a complexidade da bebida, e o segundo à doçura do grão e aos aromas relacionados ao caramelo.

**Quadro 1.** Descrição do odor de café formado pela reação de glicose com diversos aminoácidos

Aminoácido	100 °C	120 °C	180 °C
Leucina	Chocolate doce	Casca de pão (leve)	Queijo queimado
Treonina	Chocolate	Fraco	Queimado
Glutamina	Chocolate		Caramelo com manteiga
Valina	Pão de centeio, frutado, aromático	Casca de pão (leve)	Chocolate (forte)

**Fonte:** Mabrouk (1979).

Cafés com alto teor de açúcar podem ter seus perfis de torra trabalhados para que as reações de Maillard possam realçar notas aromáticas desejadas, como chocolate. É claro que, para que esse objetivo seja atingido, é necessária a existência do aminoácido correto na composição do café cru, mas se as transformações de Maillard não acontecerem com intensidade suficiente, esses aromas serão menos perceptíveis.

Os cafés com alto percentual de açúcar também podem ser trabalhados de forma diferenciada no processo de caramelização. Um perfil de torra mais lento depois que os açúcares já estejam em estado líquido pode realçar a doçura do café. Percebe-se que esta técnica surtirá menos efeito nos cafés da espécie Robusta por apresentarem menor teor de açúcar. Contudo, é interessante notar também que este teor também é maior ou menor conforme a origem e variedade do robusta.

As reações de Maillard não deixam de acontecer em temperaturas mais altas do grão, quando as reações de pirólise tornam-se mais intensas. Contudo, a velocidade da pirólise sobrepõe seus efeitos sobre Maillard e, por isso, normalmente, o controle de torra passa a focar mais as implicações associadas a ela. Na verdade, a formação de aromas e paladar da bebida do café sempre será influenciada por esses dois fenômenos químicos.

Curiosamente, durante a torra, a pirólise atinge dois

*cracks*. O primeiro comumente acontece dentro da faixa de temperatura entre 190 °C e 205 °C, e a temperatura exata varia de acordo com a variedade do café cru. O segundo acontecerá em temperaturas próximas de 230 °C. Pela intensidade das reações nessas etapas de torra e consequente grande volume de formação de gases, o tamanho dos grãos aumenta significativamente. Essa expansão de volume, que acontece praticamente durante todas as fases de torra, ocorre devido à força exercida pelos gases produzidos dentro dos grãos enquanto forçam seu caminho para fora. Esse processo, mais intenso durante os *cracks*, gera um ruído típico que acabou por dar o nome peculiar deste fenômeno.

No processo de pirólise, grandes moléculas orgânicas, que compõem as milhares de substâncias presentes nos grãos de café cru, são quebradas em moléculas menores. Como resultado dessa degradação química, é produzida grande quantidade de moléculas menores, muitas das quais são substâncias voláteis e gases, como vapor de água e o dióxido de carbono. Produzidos dentro dos grãos, eles forçam seu caminho para fora, expandindo sua estrutura e as membranas das células do café. Essa expansão aumenta a permeabilidade do café torrado e isso é útil para facilitar a extração dos componentes solúveis, quando é preparado o cafezinho usando efusão de água quente. Essa permeabilidade também é favorável para uma liberação mais fácil dos aromas tão típicos do pó de café torrado. Além disso, é ela que permite a migração de parte do conteúdo de substâncias oleosas para a superfície do grão. Principalmente em torras mais escuras, pode-se notar que os grãos torrados adquirem uma aparência brilhante, que é proveniente desses óleos que afloram.

Devemos entender que essas duas reações típicas podem ser controladas em sua duração e ritmo de processo ao longo da torra, de maneira a realçar determinadas características presentes no grão. A maneira pela qual a temperatura dos grãos varia ao longo do tempo de torra é conhecida como perfil de torra e pode ser mudada de acordo com as preferências de cada mestre de torra. Esse controle deverá levar em consideração as diferentes fases do processo, como: as reações que ocorrem antes da caramelização, a caramelização em si, o período do primeiro *crack*, a fase de torra entre os *cracks* e,

quando a torra for escura o suficiente, o segundo *crack*. O ritmo de torra em cada um desses períodos influencia as características da bebida do café de forma diferente alterando corpo, acidez, amargor e os aromas.

O processo de torra termina quando se atinge a cor desejada para os grãos. Nesse momento, o café precisa ser resfriado imediatamente para que o calor armazenado dentro dos grãos não gere transformações indesejadas. Esse resfriamento brusco é feito com grandes volumes de ar frio e, para torradores de grande porte, com a adição de água pulverizada. A água adicionada ao café em pequenas gotículas extrai grandes quantidades de calor dos grãos ao evaporar. Um volume controlado de água pulverizada pode resfriar o café significativamente sem necessariamente adicionar umidade aos grãos, o que seria indesejável para cafés gourmet. Já para cafés tradicionais, a adição de umidade costuma ser intencional para reduzir os efeitos da quebra em peso que o café sofre durante a torra.

### 3.3 PROCESSO DE TORRA E O MEIO AMBIENTE

Um dos subprodutos indesejáveis da torra é fumaça resultante dos gases que se desprendem do grão como resultado da pirólise. Apesar desses gases não serem prejudiciais à saúde, são alvo do controle ambiental, pois seu odor pode se tornar incômodo para a comunidade próxima à torrefação. Por esse motivo, é acoplado aos torradores um sistema de pós-queima que oxida esses gases orgânicos, transformando-os em vapor de água e CO<sub>2</sub>, garantindo que, pela chaminé do torrador, saiam apenas gases inertes, incolores e inodoros. Normalmente, é preciso para isso um queimador e uma fornalha que garantam temperaturas acima de 600 °C. No caso de alguns países, como o Brasil, a legislação ambiental exige temperaturas mínimas de 750 °C.

Muitos torradores, portanto, incorporam duas fornalhas, uma para gerar calor para a torra e outra para eliminar a fumaça. Contudo, equipamentos mais modernos possuem um sistema de recirculação de gases, onde a mesma fornalha que gera calor para torra também é usada para oxidar os gases provenientes da torração. Esses sistemas permitem grande eficiência energética, já que reduzem

a vazão de gases eliminados para a atmosfera e reaquecem os gases de torra a partir de uma temperatura superior à ambiente. Naturalmente, todo equipamento que consome menos energia também reduz a quantidade de CO<sub>2</sub> emitida para a atmosfera, sendo assim ecologicamente considerado como mais correto.

## 4 BLENDAGEM

Na industrialização de cafés, o processo de blendagem, normalmente realizado antes da torração, é voltado para se alcançar um produto de boa aceitação, que seja financeiramente sustentável e competitivo. Quando se trata de mistura ou combinação dos grãos, é possível determinar essa etapa como uma das mais importantes, depois da torração.

Existem várias técnicas de blendagem. Algumas normas regulamentadoras (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2007a, 2007b, 2010; ABIC, 2013) sugerem uma porcentagem máxima de impurezas, de fração entre *C. arabica* (arábica) e *C. canephora* (robusta ou conilon), e o percentual máximo de defeitos extrínsecos e intrínsecos do café. No entanto, o importante dessa etapa é a composição com resultado final esperado, algo como elaborar um perfume ou compor uma música, na qual captasse os compostos mais leves, os de corpo e os de fundo, ao misturar-se espécies e cultivares de café pretendendo-se intuitivamente extrair o melhor de cada matéria-prima e o conjunto delas compor um produto esplendidamente completo, com aromas, sabores e sensações percebidos pelos sentidos humanos. Este é um resultado complexo das interações entre compostos voláteis e não voláteis associados à natureza do aroma (ESPINOZA-DIAZ; SEUVRE; VOILLEY, 1996). Por exemplo, o aroma lembrando rosas, cítrico será mais perceptível no café em grão ou no moído que no café coado ou percolado, do mesmo modo que aromas que lembram nozes serão menos perceptíveis na crema do *espresso* do que na bebida em si ou mesmo em cafés coados ou percolados.

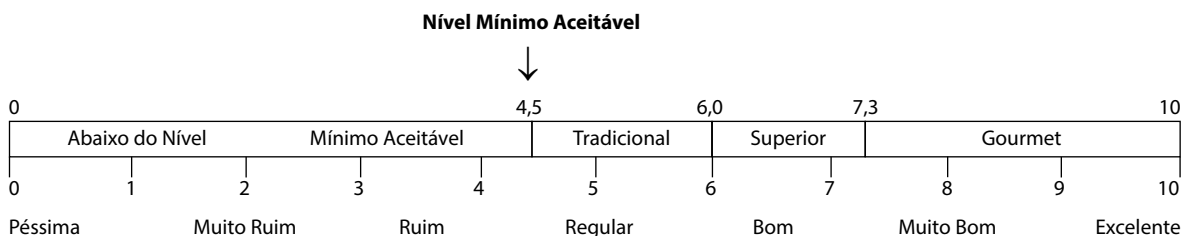
O café robusta ou conilon tem apresentado diferenças em matéria de composição para preparo de *blends*. Com o resultado da transferência de tecnologia e aumento significativo da qualidade do produto surge, a necessidade de aprimorar a classificação sensorial para esse tipo de café.

Devido ao aumento na oferta de matérias-primas diferenciadas, as possibilidades de produtos de qualidade sensorial com o uso do conilon ou robusta finos diversificam. Alguns estudos revelam que se forem considerados *blends* entre as duas espécies, *C. arabica* e *C. canephora* de qualidade regular, quando adicionados a uma quantidade de até 50% no total do *blend*, observa-se uma diferença mínima em relação à aceitação sensorial do produto final (MENDES, 2005). As bebidas com até 20% de grãos de conilon mantêm características sensoriais tradicionalmente positivas, como atributos mais intensos de aroma de chocolate, aroma e sabor característico de café, aroma e gosto doce (SANTOS et al., 2013).

Considerando a classificação da categoria de cafés (Figura 2), observa-se que *blends* preparados com arábica e conilon finos e avaliados pelo grupo de avaliação do café dentro da categoria gourmet, resultaram em cafés de mesma categoria, gourmet

(Tabela 2 e Figura 3).

Manter as especificações e controle sobre essa etapa implica ter um produto que confere a habilidade em satisfazer um gosto ou suscitar na necessidade de um público optar pela compra, que podem ser separados em dois elementos sensoriais distintos; o primeiro, a colocação de atributos e o segundo, o atingir a satisfação ou uma necessidade implícita. Um produto com essas especificações pode ser a base de acordo entre vendedor e comprador (CARPENTER; LYON; HASDELL, 2000). Alguns parâmetros não associados ao caráter sensorial, como rotulagem, representam mais ou menos essa extensão do produto. Porém, entende-se que os cinco parâmetros de qualidade, como aparência ou cor, aroma, sabor, textura e ausência de defeitos, estão associados sensorialmente e que são levados em conta no momento da compra. No caso do café torrado e mais especificamente dentro do Programa de Qualidade do Café (PQC) da ABIC, os

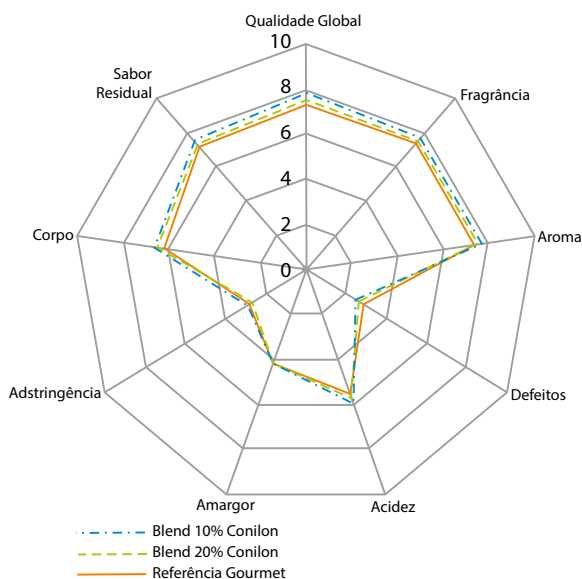


**Figura 2.** Categorias de cafés baseadas na escala de qualidade global.

**Fonte:** ABIC (2013).

**Tabela 2.** Valores médios e desvio-padrão para avaliação de atributos sensoriais de *blends* preparados com arábica e conilon finos

Atributos	Blend com 90% de arábica e 10% de conilon			Blend com 80% de arábica e 20% de conilon		
Fragrância	7,6	±	0,1	7,6	±	0,1
Aroma	7,7	±	0,1	7,5	±	0,2
Defeitos	2,5	±	0,2	2,5	±	0,3
Acidez	5,7	±	0,1	5,7	±	0,2
Amargor	3,8	±	0,2	3,9	±	0,2
Adstringência	2,8	±	0,4	2,6	±	0,2
Corpo	6,6	±	0,3	6,5	±	0,4
Sabor Residual	7,5	±	0,1	7,4	±	0,1
Qualidade Global	7,7	±	0,1	7,6	±	0,1



**Figura 3.** Perfil de *blends* preparados com café arábica e conilon finos.

parâmetros não sensoriais e sensoriais são descritos na embalagem por meio de palavras, símbolos e a Roseta de atributos ou perfil de sabor, chamados de especificações sensoriais orientadas a produtos (Figura 4). Esse programa tem como objetivo fornecer ao consumidor informações básicas sobre o café que está dentro da embalagem, por exemplo, cafés das categorias Tradicional, Superior e Gourmet, prática que pode ser recomendada nacional e internacionalmente, pois firma um acordo voluntário entre vendedor e comprador.

O uso de técnicas e metodologias, como parâmetros de torra, técnicas de blendagem e, principalmente, o comportamento do consumidor, permite que a indústria de café transfira o processo de industrialização em uma gama de combinações para uma infinidade de públicos diferentes. Isso significa que, para cada situação, pode existir uma mistura perfeita entre os grãos, aliada a outros temas, como marca e apresentação do produto.

#### 4.1 BLEND DE CAFÉ TORRADO

O *blend* de café torrado apresenta vantagens qualitativas com relação ao *blend* de café feito antes da torra. A principal razão para isso é que cafés diferentes torram em tempos diferentes. Assim, quando a mistura é realizada antes da torra, o fato desses cafés serem torrados simultaneamente faz com que cada um apresente uma cor final diferente, deixando um aspecto ruim que também resulta em problemas do ponto de vista sensorial da bebida. Torrando cada tipo de café separadamente é possível trabalhar o processo de torra da forma mais adequada para cada grão e exercer um controle de cor individual. Isso certamente proporciona um ganho na qualidade da bebida e na qualidade visual da torra. É muito importante mencionar que existe uma diferença significativa no tempo de torra entre os cafés arábica e conilon. Normalmente, o tempo do café conilon é de um a dois minutos mais longo, quando comparado ao arábica utilizando-se as mesmas condições de troca de calor.



Figura 4. Símbolos do Programa de Qualidade do Café (PQC) da ABIC, utilizados em rótulos de marcas comerciais de café.



É muito comum a composição do café misturando-se arábica e conilon. O arábica normalmente apresenta uma complexidade de aromas maior enquanto o conilon resulta em mais corpo e cor mais intensa na bebida. Esta última característica está associada a uma maior extração de sólidos solúveis. Essa é uma das razões que justifica o uso mais intenso do conilon na indústria de café solúvel. A composição adequada e precisa das proporções da mistura é que vão garantir que se consiga as características gustativas almejadas.

Um sistema de *blend* de café torrado requer um sistema de silagem com vários compartimentos, um para cada tipo de grão e um meio de transporte desses grãos até uma balança para que se possa fazer a dosagem de cada componente do *blend*. Além disso, diferentemente do sistema de *blend* de cru, é necessária a instalação de um misturador para homogeneizar a mistura. Existem sistemas de liga que não utilizam balanças, normalmente trabalhando a dosagem por volume, contudo são muito imprecisos, ocasionando variações na composição da mistura e indesejáveis oscilações no padrão de bebida. Após passar pelo misturador, o café deve ser armazenado numa silagem que pode ter mais de um compartimento para abrigar diferentes tipos de *blends*.

## 5 TRANSPORTE DO CAFÉ TORRADO EM GRÃO

O café torrado em grão pode ser transportado por roscas transportadoras, por transporte de arraste, correias transportadoras e pneumáticamente. Cada tipo de transporte é mais adequado dependendo da finalidade e do produto, mas praticamente todos eles são adequados para a produção dos cafés tradicionais. Os transportadores mecânicos tendem a apresentar um consumo de energia menor do que os pneumáticos enquanto estes últimos normalmente oferecem um custo de manutenção muito menor do que os mecânicos.

Os cafés gourmets são normalmente produzidos em pequenas quantidades. Diferentes cafés não devem ser misturados com aqueles transportados anteriormente. Para atingir esse objetivo, normalmente, são usados os transportes pneumáticos, por arraste ou canecas basculantes, pois são transportadores limpos, que não

deixam resíduos no caminho. Tanto o transporte pneumático como os de canecas basculantes garantem contaminação zero entre um lote e outro que passe por eles. Conforme as condições de produção de cada empresa, esse aspecto também pode ser relevante para manufatura de cafés tradicionais.

Quando o objetivo é vender o café gourmet em grão, é importante se evitar a quebra dos grãos durante o transporte para que se mantenha uma boa aparência do produto. Esse objetivo traz limitações ao transporte pneumático, que deve ser especial, buscando evitar impactos e, certamente, fica limitado a distâncias mais curtas. As roscas transportadoras definitivamente não podem ser usadas para esse fim. Já alguns transportes por arraste, os de canecas basculantes e as correias transportadoras, não quebram grãos.

## 6 PROCESSO DE MOAGEM

Existem diversas maneiras de moer grãos de café. Os métodos mais conhecidos são a moagem a disco, a martelos e por rolos. Cada um deles tem um sistema diferente de controle da granulometria do pó e todos eles necessitam dispendir energia para triturar os grãos. Parte dessa energia é retida pelo café elevando sua temperatura, sendo esse fenômeno mais intenso quanto mais fina for a moagem.

Os moinhos de martelo usam um rotor de alta rotação com pinos ou martelos em sua periferia. Próximos a esse rotor e ao redor dele são presos pinos fixos de forma que os pinos do rotor passam muito perto deles, quando o rotor está em movimento. O café é inserido no interior do rotor e, por ação da força centrífuga, desloca-se para a sua periferia. Como existe uma chapa perfurada circular ao redor dos pinos fixos, fechando todo o sistema de moagem, o café não consegue sair, sendo forçado, pela força centrífuga, a ficar junto da periferia do rotor, bem na região onde seus pinos movimentam-se rentes aos pinos fixos. Dessa forma, os grãos são quebrados e moídos ao passarem por entre os dois jogos de pinos, fixos e móveis. Na medida que a granulometria do pó atinge dimensões menores do que os furos da chapa perfurada, o café começa a extravasar da gaiola de moagem. Como esse tipo de moagem envolve alto impacto, gera uma

quantidade de calor muito grande e isso eleva a temperatura do café significativamente. Do ponto de vista da granulometria, fica garantido o tamanho máximo dos grânulos, mas a formação de micropó, é elevada.

A moagem por discos faz com que os grãos torrados passem entre dois discos com superfícies providas de ranhuras. Um é fixo e o outro trabalha em alta rotação. Esse tipo de moagem gera um atrito considerável por causa do movimento relativo entre os discos e isso, como no caso anterior, também produz muito calor. O controle para o tamanho máximo dos grânulos está associado à distância entre os discos. A geração de micropó é menor do que nos moinhos de martelo, pois não existe impacto no processo.

A grande geração de calor das moagens feitas a martelo e a disco geram alguns inconvenientes para o produto final. A temperatura do café se eleva muito e, assim, ocorre uma perda excessiva de umidade e de aromáticos, além da alteração da percepção sensorial da bebida. Os efeitos desses métodos de moagem são tão agressivos que o café escurece, e também ocorre uma redução do seu peso, que gira entre 1,5% e 2,5%. Como o conilon é normalmente mais duro do que os cafés arábicas, a geração de calor tende a ser ainda maior.

Esses dois tipos de moagem também apresentam uma curva de granulometria problemática. A quantidade elevada de micropó, maior no moinho a martelos do que no moinho de discos, implica um tempo de filtração longo em coador de papel. Isso acontece devido ao entupimento dos poros do filtro, que ficam bloqueados pelas partículas menores. Contudo, além do micropó, a dispersão granulométrica dessas formas de moagem é ampla e também apresenta um índice elevado de particulado grosso. Isso reduz o percentual de sólidos solúveis extraídos durante a infusão, o que reduz a sensação de corpo na bebida.

A moagem por rolos utiliza um método semelhante à moagem da cana-de-açúcar. Nesse equipamento, existem ranhuras e veios nos rolos que cortam o grão em vez de comprimi-lo. É possível adicionar estágios com rolos cada vez mais próximos entre si para atingir a granulação desejada. Outra função das ranhuras é puxar o café forçando-os a passar por entre o par de rolos, já que a distância

entre eles chega, para cafés com moagem fina, a alguns centésimos de milímetro. São utilizados normalmente dois, três ou quatro pares de rolos dependendo do perfil granulométrico a que o moinho se destina. No mesmo par de rolos, a rotação pode ser diferenciada ou sincronizada. Mesmo nos moinhos de rotação diferenciada, o atrito gerado em que é muito menor do que o existente nos moinhos de disco. Já os moinhos de rotação sincronizada em que o atrito é eliminado, são os de menor geração de calor disponíveis na atualidade.

A baixa geração de calor da moagem por rolos torna esse processo melhor porque não provoca grandes elevações na temperatura do café e isso preserva as características sensoriais da bebida, além de resultar numa menor perda de peso, a qual, nos moinhos de rolo é, ao menos, 0,5% menor do que nos moinhos a disco ou martelo. Deve-se lembrar que o café conilon tem uma dureza superior à do arábica, e é natural a conclusão que irá requerer uma regulagem diferenciada do moinho com distâncias menores entre os rolos.

O perfil granulométrico é outra vantagem desse princípio de moagem. O tamanho máximo dos grãos é ajustado pelas distâncias entre os rolos. Já a produção de micropó é bastante reduzida por não existir nem impacto nem atrito no processo. A moagem feita de forma gradativa, em vários estágios, também ajuda a operação ser mais suave e isso também reduz a geração de micropó. O resultado é um tempo de filtração rápido devido à ausência de partículas muito pequenas. Nesses moinhos, é possível reduzir muito o percentual de partículas de maior tamanho e ainda manter um percentual de micropó muito baixo. Esse tipo de perfil granulométrico estreito, sem partículas muito pequenas, nem muito grandes, proporciona uma extração de sólidos solúveis superior. O alto percentual de pó grosso, prejudicial à extração, não pode ser eliminado nas moagens a martelo e a disco, pois ajustá-los para isso geraria tanto micropó, que o tempo de filtração atingiria níveis inaceitáveis.

## 7 TRANSPORTE DE CAFÉ EM PÓ

Os meios mais comumente utilizados no transporte de café em pó são arraste e, principalmente, roscas transportadoras. O uso intensivo das roscas transportadoras, tanto para o pó como em outras

partes das torrefações, deve-se ao seu baixo custo de manutenção, quando comparadas a outros tipos de transportadores mecânicos. O transporte por correias, apesar de menos utilizado, também é viável e pode ser usado para evitar contaminação entre diferentes tipos de café.

## 8 DESGASEIFICAÇÃO E EMPACOTAMENTO

O café libera, durante a torra, uma grande quantidade de gases voláteis, vapor de água e um enorme volume de  $\text{CO}_2$ . Contudo, grande parte desses gases e do  $\text{CO}_2$ , produzidos na torração, permanecem aprisionados dentro dos grãos. Durante o processo de moagem, parte desse  $\text{CO}_2$  é liberada, mas ainda uma boa quantidade fica presa dentro dos pequenos grânulos do café em pó. Esses gases remanescentes vão migrar para fora lentamente. Como as embalagens de café modernas são normalmente seladas, exceção feita às valvuladas, o café não pode ser empacotado imediatamente após a moagem e precisa ser desgaseificado antes disso. Se o café recém-moído for imediatamente empacotado, a embalagem ficará estufada mais do que o tolerável com o acúmulo de  $\text{CO}_2$ .

O processo de desgaseificação requer uma silagem de café em pó, em que o produto moído possa permanecer por certo tempo até que a maior parte do  $\text{CO}_2$  tenha naturalmente deixado as partículas do pó de café. Esses silos deverão ter janelas de escape para os gases que permitam a saída do  $\text{CO}_2$ , mas que não sejam grandes o suficiente para permitir a entrada de oxigênio da atmosfera, que é prejudicial ao café por oxidá-lo. Por esta razão, alguns silos de pó são fabricados com válvulas de via única que permitem a saída do  $\text{CO}_2$ , mas impedem a entrada de oxigênio.

O tempo de desgaseificação depende do tipo de moagem. As moagens do tipo a rolo, como evitam grandes porcentuais de café mais grosso, facilitam o escape do  $\text{CO}_2$  dos grânulos, já que é certamente mais difícil para os gases saírem de um grânulo maior do que dos menores. Os tempos de desgaseificação muitas vezes caem pela metade usando-se moagem por rolos.

O tipo de empacotamento também afeta o tempo

necessário para a desgaseificação. Embalagens a vácuo, quando a moagem é feita a rolos, podem permitir tempos de desgaseificação de até quatro horas, apesar dos números mais comuns desses processos variar em torno de seis horas. Contudo, no empacotamento sem vácuo, com ou sem gás inerte, esse tempo pode até dobrar.

## 9 REFERÊNCIAS

- ABIC. Associação Brasileira de Indústria de Café. Programa de Qualidade do Café. *Norma da qualidade recomendável e boas práticas de fabricação de cafés torrados em grão e cafés torrados e moídos*. Revisão 26, 28 agosto 2013. 18f.
- BRADBURY, A. G. W. *Carbohydrates in coffee*. Association Scientifique Internationale du Café, Paris (Francia); INTERNATIONAL SCIENTIFIC COLLOQUIUM ON COFFEE. 19. *Proceedings...* Trieste (Italia). May 2001.
- CARPENTER, R. P.; LYON, D. H.; HASDELL, T. A. What is sensory analysis used for? *Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control*. Springer Science & Business Media, 2000. Cap. 1.
- DE MARIA, C. A. B. de; MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C. Compostos voláteis do café torrado. Parte I: compostos heterocíclicos. *Química Nova*, São Paulo: v. 22, n. 2, p. 209-217, 1999.
- ESPINOSA DIAZ, M.; SEUVRE, A. M.; A. VOILLEY. *Influence of physico-chemical properties of aroma compounds on their interactions with other constituents*. Special Publication – Royal Society of Chemistry, 197 (Flavour Science), p. 442-445, 1996.
- FARAH, A.; DE PAULIS, T.; TRUGO, L. C.; MARTIN, P. R. Effect of roasting on the formation of chlorogenic acid lactones in coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. V. 53, n.5, p.1505-1513. 2005.
- FLAMENT, I. *Coffee Flavor chemistry*. Wiley, Chapter 4. p. 75. FORS, 1983. Copyright 2002.
- GOVERNO DO ESTADO DE SAO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento - SAA. Resolução SAA – 30 de 22-6-2007 – *Norma de padrões mínimos de qualidade para Café torrado em grão e torrado e moído* – Característica Especial: Café Superior.D.O.E. Secao I, Sao Paulo, 117 (117), 23 jun. 2007.

GOVERNO DO ESTADO DE SAO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento - SAA. Resolução SAA – 31 de 22-6-2007 – *Norma de Padrões Mínimos de Qualidade para Café Torrado em Grão e Torrado e Moído* – Característica Especial: Cafe Gourmet. D.O.E. Secao I, Sao Paulo, 117 (117), 23 jun 2007.

GOVERNO DO ESTADO DE SAO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento – SAA. Resolução SAA -19, de 05 de Abril de 2010 – *Norma de Padrões Mínimos de Qualidade para Café Torrado em Grão e Torrado e Moído* – Característica: Cafe Tradicional. D.O.E. Secao I, Sao Paulo, 120 (667). 09 abril 2010.

MAZZAFERA, P. Chemical composition of defective coffee beans. *Food Chemistry*, v. 64, n. 4, p. 547-554, 1999.

MENDES, L. C. *Estudos para determinação das melhores formulações de blends de café arábica (C. arabica) com café robusta (C. canephora, Conilon) para uso no setor de cafés torrados e moído e de cafés expresso*. 186f. Tese (doutorado em Tecnologia de alimentos). Faculdade de engenharia de alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 2005.

MURKOVICK, M.; DERLER K. Analyses of amino acid and carbohydrates in green coffee. *Journal of biochemical and biophysical methods*, v. 69, p. 25-32, 2006.

OLIVEIRA, A. L. de; EBERLIN, M. N.; CABRAL, F. A. Prediction of the solubility of aromatic compounds from Brazilian roasted coffee (2-Methylpyrazine; 2-Furfuryl alcohol; 2, 5-Dimethylpyrazine; GAMMA-Butyrolactone and 2-Furfurylacetate) in SC-CO<sub>2</sub>. *Journal of chemical engineering of Japan*, v. 42, n. 4, p. 219-230, 2009.

SANTOS, E. de S. M.; DELIZA, R.; FREITAS, D. D. G. C.; CORREA, F. M. Efeito de grãos conilon no perfil sensorial e aceitação de bebidas de café. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 5, p. 2297-2306, 2013.

SCHWARTZBERG, H. G. Modeling bean heating during batch roasting of coffee beans. Chap. 52 in *Engineering and Food for the 21st Century*, J. WELTI-CHANES, G. V. BARBOSACANOVAS. J. M. AGUILERA (eds.), CRC Press, Boca Raton, p. 871-890. 2002.

## 10 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CLARKE, R. J. Water and mineral contents. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Eds.). *Coffee: Chemistry*, Vol. 1, London, Elsevier Applied Science, pp. 42-82, 1985.

FINOT, P. A., AESCHBACHER, H. U., HURREL, R. F. AND LIARDON, R. The maillard reaction in food processing, human nutrition and physiology. In 4TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MAILLARD REACTION. 1990.

HOLMAN, J. P. *Heat transfer*. McGraw-Hill Book Company. 10. ed., 2009. Cap. 5.

Ku MADIHAN, K. Y.; ZAIBUNNISA, A. H.; NORASHIKIN S.; ROZITA O.; MISNAWI J. Optimization of roasting conditions for high-quality robusta Coffee. In. 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON ASIA AGRICULTURE AND ANIMAL (ICAAA 2012). *APCBEE Procedia*, v. 4, p. 209-214, 2012.

MAYER, F.; GROSCH, W. Aroma simulation on the basis of the odourant composition of roasted coffee headspace. *Flavour and fragrance journal*, v. 16, n. 3, p. 180-190, 2001.

MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. *Sensory evaluation techniques*. CRC press, 2006.

SIVETZ, M.; FOOTE, H. E. Coffee processing, v.1. The Avi Publishing Company, Inc. 1963.

REDGWELL, R.; FISCHER, M. Coffee carbohydrates. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 18, n. 1, p. 165-174, 2006.

SCHWARTZBERG, H. Batch coffee roasting; roasting energy use; reducing that use. In: *Advances in Food Process Engineering Research and Applications*. Springer US, p. 173-195, 2013.

STONE, H.; SIDEL, J. L. *Sensory evaluation practices*. Londres: Academic Press, 3.ed. 2004. 377 p.

WANG, Niya. *Physicochemical changes of coffee beans during roasting*. 2012. Tese de Doutorado. The University of Guelph.









# Mercado e Comercialização do Café Conilon

Celso Luis Rodrigues Vegro, Eduardo Heron dos Santos e Paulo Henrique Leme

## 1 INTRODUÇÃO

O atual milênio trouxe substanciais mudanças para o contexto socioeconômico e cultural em todo o mundo. Inovações, como as biotecnologias e as tecnologias da informação, especialmente, provocaram rupturas em trajetórias tecnológicas prevaletentes, reconfigurando as estratégias dos agentes econômicos e a forma como comercialmente se relacionavam até então. Os ambientes de negócios tornaram-se mais complexos, exigindo de seus agentes o emprego de conhecimento refinado na formulação de suas decisões. Nesse contexto, tornou-se crucialmente decisivo o monitoramento dos mercados por meio da constituição de centros aglutinadores de inteligência competitiva.

Acompanhar a dinâmica dos negócios e, principalmente, a movimentação dos competidores no mercado globalizado consiste, portanto, em função inescapável para explorar vantagens tanto comparativas quanto competitivas, seja de empreendedores, empresas e nações. O sistema agroalimentar mundial não figura como exceção considerando-se tal perspectiva, mas, ao contrário, exige do conjunto de seus agentes econômicos mais e melhores análises sobre temas como: balanço de oferta e demanda, hábitos e preferência dos consumidores, inovações tecnológicas, fusões e aquisições, bioeconomia, políticas de segurança alimentar e de sanidade dos alimentos.

A relevância dos negócios envolvendo a cafeicultura desdobra-se em múltiplas dimensões (ambiental, social e econômica). Em torno desse ramo produtivo, movimenta-se um dos mais

dinâmicos comércios globais. Em 2014, estima-se que o faturamento com as vendas de café no varejo mundial tenha alcançado US\$ 84,5 bilhões (EUROMONITOR, 2015). Ainda que grande parte desse montante se concentre em poucos países tanto produtores quanto exportadores<sup>1</sup>, em alguma medida, mais de 70 nações se beneficiam da demanda mundial por café. Ademais, acredita-se que mundialmente entre 20 e 25 milhões de cafeicultores ou 125 milhões de pessoas (contabilizando suas famílias) estejam ocupadas com essa atividade (PENDERGRAST, 2010).

O Brasil tem uma história econômica/comercial da cultura do café que soma mais de 190 anos (desde que deixou sua condição de colônia portuguesa), tornando-se, a partir dos anos 1850, o país mais relevante desse agronegócio em âmbito global. A adaptabilidade da cultura aos diferentes ambientes de cultivo associada tanto à vocação empreendedora dos cafeicultores quanto à histórica liderança tecnológica no segmento marcaram a trajetória da economia brasileira e dos territórios em que essa cultura atingiu seu apogeu.

Sob qualquer ponto de vista, ainda que o desenvolvimento econômico do Brasil tenha constituído matriz industrial/financeira complexa e diversificada, os negócios envolvendo café mantiveram-se relevantes para o País. Em 2014, por exemplo, alcançou-se recorde de exportações com embarques totalizando 36,4 milhões de sacas aportando receita cambial de US\$ 6,60 bilhões, representando incremento de 14,76%

<sup>1</sup>Em valor, os principais mercados consumidores no período foram EUA (US\$ 12,8 bilhões), Brasil (US\$ 6,4 bilhões), Alemanha (6,3 bilhões) e Japão (US\$ 4,5 bilhões) (EUROMONITOR, 2015).

na quantidade e de 26,27% nas receitas em comparação ao ano anterior (CECAFÉ, 2015). Tal faturamento posicionou o segmento no quinto lugar do ranking das exportações do agronegócio nacional.

Recentemente, o desempenho do comércio exterior de café brasileiro tem sido nitidamente impulsionado pelas exportações de conilon. Em 2014, os embarques totalizaram 3,45 milhões de sacas (expansão de 163% em comparação ao ano anterior), representando resultado cambial de US\$ 413 milhões. A demanda internacional por conilon brasileiro segue em alta, pois, nos dez primeiros meses de 2015, as exportações totalizam 3,77 milhões de sacas, acumulando saldo de US\$ 419,83 milhões. Ademais, a estrutura produtiva de conilon atende quase que a totalidade da demanda das solubilizadoras que absorvem de 3,3 a 3,6 milhões de sacas na fabricação de café solúvel, um dos mais importantes segmentos do agronegócio café quanto à agregação de valor, geração de empregos, distribuição de renda e arrecadação de impostos no segmento<sup>2</sup>. Com a acentuada desvalorização do real em 2015 e a retenção dos embarques por parte dos concorrentes, o interesse pelo conilon deve se intensificar, incrementando seus embarques e, conseqüentemente, sua importância nos negócios do segmento.

Diante desse contexto bastante favorável, compreender a dinâmica desse mercado (doméstico e internacional) e as rotinas de comercialização do produto (conilon/robusta) são exigências fundamentais para os agentes econômicos atuantes no segmento. Assim, no próximo capítulo, apresenta-se o panorama mundial da oferta e demanda de robusta por meio da análise das estatísticas de países que competem com o Brasil nesse mercado. Em seguida, serão apreciadas as informações dos estados brasileiros que possuem cinturões com cultivo de conilon, enfatizando-se em maior detalhe a produção capixaba. Continuando, discute-se a dinâmica dos segmentos de solubilização e de exportação, destacando-se o interesse desses ramos empresariais pelo conilon. Finalmente, elabora-se cenário para esse mercado, destacando-se as dinâmicas e apontando as estratégias que possam

incrementar a competitividade dessa cadeia produtiva.

## 2 PANORAMA

### 2.1 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO, EXPORTAÇÃO, CONSUMO DOMÉSTICO E PREÇOS ENTRE PRINCIPAIS CONCORRENTES

O bloco dos quatro países (excetuando-se o Brasil) mais importantes na produção de robusta é constituído por Vietnã, Indonésia, Índia e Costa do Marfim, que juntos representam aproximadamente 60% da oferta global do produto<sup>3</sup>. Entre 2011 a 2015, o conjunto desses países tem exibido tendência de crescimento, cuja produção expandiu-se em quase 10 milhões de sacas nesse quinquênio (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produção de café dos principais países concorrentes (C4) no mercado de conilon, 2010/11 a 2014/15

Tipo	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15*
Arábica	4.030	4.430	5.540	5.521	5.207
Robusta	30.810	36.244	39.580	40.657	40.350
Total	34.840	40.674	45.121	46.177	45.556

**Fonte:** Elaborado a partir de tabulação especial da OIC (2015).

\*Estimativa

O maior responsável pelo crescimento da oferta foi o Vietnã que exibiu, isoladamente, salto de mais de 7 milhões de sacas no período. Todavia, excetuando-se a Índia, os demais concorrentes do C4 também mostram expansão da produção local, em especial a Costa do Marfim que apresentou crescimento superior a 120% entre as safras 2010/11 e 2014/15.

O avanço do *market share* no comércio internacional de café (robusta e arábica) dos países concorrentes selecionados<sup>4</sup> acompanhou a mencionada evolução observada na produção e, nitidamente, concentrou-se na expansão da oferta de robusta. Entre 2010 e 2015, a oferta total de robusta disponível para exportações cresceu 44%, enquanto a de arábica desse mesmo bloco de países e período elevou-se em 35% (Tabela 2).

<sup>2</sup>Lembrando que aproximadamente 20% da demanda dessa agroindústria é composta por arábica. Os embarques de café solúvel, em 2014, totalizaram US\$ 599 milhões, montante que deverá ser novamente alcançado em 2015.

<sup>3</sup>O bloco de países do C4 possui ainda pequena produção de arábica, e a que mais se destaca é aquela proveniente da Indonésia.

<sup>4</sup>Não se obteve dados relativos ao comércio exterior da Costa do Marfim. Portanto, o C4 nessa tabulação resume-se aos três primeiros principais concorrentes do Brasil.

**Tabela 2.** Exportação e importação de café de países concorrentes (C4) no mercado de conilon, 2010 a 2015

(em mil sacas de 60kg)				
Ano	Exportações			Importações Verde (A/R)
	Robusta	Arábica	Total	
2010	22.846,07	1.731,10	24.577,16	1.073,45
2011	24.684,86	1.412,30	26.097,16	1.163,03
2012	32.489,94	2.333,78	34.823,72	2.118,68
2013	32.950,12	2.118,23	35.068,35	1.683,40
2014**	33.034,36	2.335,00	35.369,36	1.239,00

Fonte: Elaborado a partir de tabulação especial da OIC (2015).

\*Estimativa

As importações de café por parte dos membros do C4 foram crescentes, superando 2 milhões de sacas em 2012. Comparando-se 2010 com 2015 (esse último ainda uma estimativa), a expansão das importações do bloco ultrapassa 15%. Ademais, nesses países, permite-se o *drawback* e a composição de ligas com produto importado, havendo, portanto, a expectativa de que a expansão das importações seja ainda maior no futuro.

Outro dado importante é à evolução do consumo doméstico nos países considerados, o qual tem timidamente contribuído para absorver parte do aumento registrado na produção. Entre 2010/11 e 2014/15, constatou-se incremento de 21% no consumo, ou seja, cerca de 1,5 milhão de sacas a mais, o qual vem ocorrendo de forma sustentável

ao longo do quinquênio. Tal tendência deverá se manter para os próximos anos, com expectativas até de aumento devido à rápida ocidentalização dos hábitos de consumo, aceleração do ritmo de urbanização com diminuição da população rural e aumento da renda *per capita*. Juntos, tais fatores podem alavancar a demanda interna por café naqueles países (Tabela 3).

**Tabela 3.** Consumo interno de café de países concorrentes (C4) no mercado de conilon, 2010/11 a 2014/15

(em mil sacas de 60kg)					
Tipo	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15*
Arábica	1.254	1.324	1.400	1.509	1.514
Robusta	5.779	5.893	6.326	6.893	6.988
Total	7.033	7.217	7.726	8.401	8.501

Fonte: Tabulação especial da OIC (2015).

\*Estimativa

## 2.2 TRAJETÓRIA DA PRODUÇÃO E PREÇOS NO BRASIL

Entre 2010 e 2015, a área em produção no Brasil com a lavoura de conilon exhibe substancial baixa, contabilizando declínio de 16,5% (Tabela 4). Em contrapartida, graças à expansão da produtividade, calculada em 15,3% no mesmo período, não houve impacto significativo na oferta total que, inclusive, apresentou um ligeiro crescimento de 2,2% (resultado possível em razão da erradicação de áreas com baixa produtividade). Esse fato,

**Tabela 4.** Balanço sintético de oferta e demanda de café conilon nas exportações, Brasil, 2010 a out./2015

Item	Conilon			Estoques 31/03	Oferta Total
	Área em produção (ha)	Produção (mil sc.)	Produtividade (sc./ha)		
2010	518.159	11.271	21,75	699	11.969
2011	503.463	11.296	22,44	1.005	12.301
2012	476.913	12.482	26,17	693	13.176
2013	450.712	10.866	24,11	1.572	12.438
2014	441.279	13.036	29,54	1.054	14.091
2015*	432.852	10.853	25,07	1.386	12.239

Item	Demanda p/exportações (mil/sc.)			Total (mil sc.)	Resíduo (mil sc.)
	Exportação	Solubilização (80% de conilon)	T&M (58% de conilon)		
2010	1.169	2.690	34	3.893	8.076
2011	2.663	2.879	38	5.580	6.721
2012	1.145	2.835	23	4.003	9.173
2013	1.309	2.838	18	4.165	8.273
2014	3.452	2.767	15	6.234	7.857
2015*	3.768	2.920	14	6.702	5.537

Fonte: Conab (2015) e Cecafé (2015).

\* Até outubro de 2015.



aparentemente, é sincrônico com todos os demais ramos da agropecuária em que se constatou queda persistente da área cultivada com incremento sustentável da quantidade colhida.

Desde 2010, a área em formação de lavouras de conilon no Brasil vem se mantendo estável, somando 40 mil ha ao ano (CONAB, 2015). Tal renovação de talhões tem potencial para reverter a queda observada na produção, graças ao incremento de produtividade que acrescenta ao parque produtivo, pois se assenta na substituição de materiais menos produtivos por clones de alta produtividade. Tal hipótese mostra-se plausível na medida em que se estima para 2015 rendimento de 25,07 22 sc./ha, quando cinco anos antes esse indicador sequer atingia as 22 sc./ha.

O avanço das lavouras clonais em substituição dos talhões de plantas convencionais pode, aparentemente, explicar a queda na área cultivada. Devido à sua maior produtividade, há tendência de o cafeicultor concentrar seu esforço em menor área cultivada, obtendo maior e melhor resultado com redução do trabalho empreendido e, adicionalmente, diversificando sua produção com a liberação de glebas para outros cultivos e criações.

Outra possibilidade que pode causar a redução da área com lavouras relaciona-se com as questões envolvendo a sucessão da exploração familiar. A idade média dos cafeicultores concentra-se no terço final de sua vida economicamente ativa, tornado crucial a capacitação de sucessores para a condução da empresa agrícola. Entretanto, tal estratégia não tem logrado grande êxito em razão da dificuldade em reter jovens no campo diante da atratividade e conveniência exercida pelos centros urbanos<sup>5</sup>.

Mesmo considerando o ajuste verificado na área em termos de produção, os resultados são favoráveis. Na média do período considerado, a produção registrou 11,63 milhões de sacas<sup>6</sup> que, se somada aos estoques contabilizados, alcança média de oferta total de 12,70 milhões de sacas. Tal montante posiciona o Brasil atrás do Vietnã, na vice-liderança na oferta do produto em âmbito global.

Considerando-se a exportação do agronegócio café

no Brasil, situa-se nos vínculos que se estabelecem após a produção de conilon vantajosa agregação de valor nessa cadeia, promovida pela agroindústria de solubilização que se abastece com 80% de seu suprimento dessa matéria-prima. Entre 2010 e 2014, a média da produção de café solúvel foi de 3,15 milhões de sacas em equivalente verde.

O encontro entre oferta global (produção mais estoques) e demanda da exportação (verde, solubilizado e torrado) produz resíduo matemático, ou seja, produto disponível para o consumo interno (torrefadoras) da ordem de 7,67 milhões de sacas na média do período 2010 a 2014. Em 2015, há a possibilidade de que esse resíduo diminua substancialmente em razão do acelerado ritmo dos embarques que até outubro contabilizaram 3,77 milhões de sacas. Ademais, com a expressiva desvalorização do real, existe forte possibilidade de que o solúvel brasileiro reconquiste mercados tomados por concorrentes em consequência do reflexo do ganho de competitividade auferido pela variação cambial.

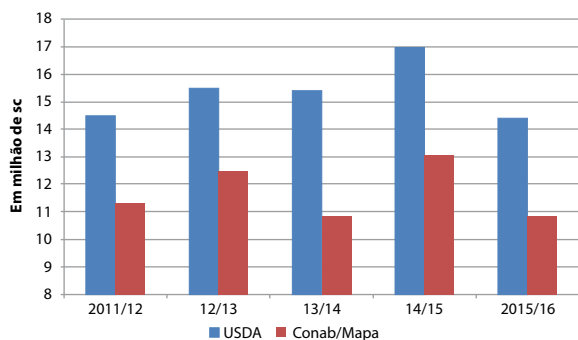
O resíduo disponível para o suprimento do mercado interno tem sido objeto de grande controvérsia entre órgãos públicos (Conab/IBGE e Secretarias de Agricultura) e agentes desse mercado. A construção de planilhas de oferta e demanda, considerando como legítimos os dados de exportação e de consumo interno, resultaria na falta de produto para o mercado, fenômeno nunca acontecido. Diante dessa inconsistência, estimativas publicadas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) ganham enorme interesse ante aquelas publicadas pelos órgãos nacionais. Considerando apenas a safra 2015/16, o USDA presume que a produção de conilon no Brasil supere 14,4 milhões de sacas, ou seja, 3,55 milhões a mais que a estimativa oficial (Figura 1).

A diferença entre as estimativas ronda a casa dos 3 a 4 milhões de sacas por safra. O somatório do período 2011/12 a 2015/16 contabiliza *gap* de oferta entre as duas estimativas de 18,3 milhões de sacas. O melhor ajuste entre oferta e demanda obtido com o emprego das estimativas do USDA é o que tem estabelecido sua preferência entre os agentes de mercado. Entretanto, não apenas as técnicas de levantamento estatístico (com emprego de imagens de satélite e evolução

<sup>5</sup>O Cecafé possui importante programa de inclusão digital no campo (cinturões cafeicultores) somando 135 laboratórios instalados no país. Essa iniciativa visa justamente a reverter esse esvaziamento do campo.

<sup>6</sup>Neste estudo optou-se pela apreciação dos dados estatísticos oficiais divulgados pela Conab. Outras fontes utilizando matrizes de oferta, procura e desaparecimento, exibem montante de colheita significativamente acima da que se emprega.

climática) como também atualização dos cadastros (realização de novo censo agropecuário) permitirão que os números oficiais se tornem mais aderentes ao real.



**Figura 1.** Estimativa de oferta de conilon, Conab e USDA, Brasil, 2011/12 a 2015/16.

**Fonte:** Conab e USDA (2015).

### 2.3 EVOLUÇÃO DOS PREÇOS

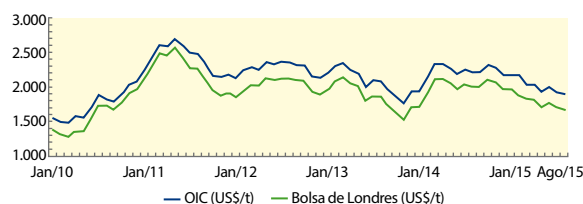
Na Bolsa de Londres, ocorre encontro diário de investidores que, comprando e vendendo títulos financeiros derivados de transações envolvendo café robusta<sup>7</sup>, sinalizam os preços praticados para o produto em todas as demais praças de comercialização no mundo. O registro para a certificação de estoques de robusta pode ser firmado nos portos de Amsterdã, Antuérpia, Barcelona, Bremen, Gênova, Hamburgo, Le Havre, Marselha, Nova Orleans, Nova York, Roterdã e Trieste.

A quantidade de contratos diariamente oferecidos na Bolsa de Londres (compra e venda) supera 12 mil títulos de 10 toneladas cada, representando potencialmente movimentação financeira de aproximadamente US\$ 250 milhões ao dia<sup>8</sup>. A dimensão desse mercado de títulos é o que concede liquidez para as trocas, permitindo que exista permanentemente agentes econômicos interessados em adquirir o produto. Normalmente, de todas as posições abertas para a realização de transações (meses de janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro), a segunda a contar da mais próxima em aberto é a que possui maior liquidez sendo, usualmente, a adotada como referência para a sinalização de preços futuros.

<sup>7</sup>A unidade de precificação dos contratos é US\$/t. Essa bolsa congrega os negócios por oferecer contrato padrão com grande liquidez no mercado, construindo, assim, sua hegemonia.

<sup>8</sup>A referência para a estimativa de movimentação financeira tomou como base a média de preços da Bolsa de Londres em segunda posição, ao longo de 2014 (260 cotações). Trata-se de mercado potencial em razão da não comercialização de todos os lotes em aberto.

As cotações médias mensais registradas entre janeiro de 2010 e agosto de 2015 (Figura 2) evidenciam característica típica do mercado de commodities, qual seja, comportamento cíclico para a trajetória dos preços. Entre janeiro de 2010 e agosto de 2015, as cotações oscilaram entre US\$ 1.500,00/t e US\$ 2.500,00/t. Tal variação nas cotações traz implicações relevantes para a gestão dos negócios de todos os demais agentes dessa cadeia produtiva, especialmente os cafeicultores, que constituem o elo mais fragilizado nesse sistema, pois posicionam-se como tomadores de preços.



**Figura 2.** Cotações do robusta na bolsa de Londres em segunda posição e preços registrados pela Organização Internacional do Café em US\$/t, janeiro de 2010 a agosto de 2015.

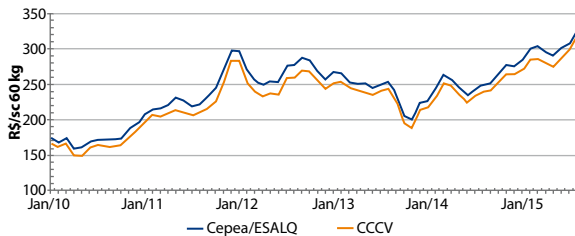
**Fonte:** Elaborado a partir de dados básicos de [www.ico.org](http://www.ico.org) e [www.globalderivatives.nyx.com/](http://www.globalderivatives.nyx.com/)

Outra referência usual para monitoramento dos preços praticados para o robusta é a compilação liderada pela Organização Internacional do Café (OIC). No cálculo do preço composto da organização, as cotações do robusta nos mercados estadunidense, alemão e francês são diariamente levantadas, resultando em média ponderada dos preços segundo a participação nas importações de cada respectiva praça. Provavelmente, devido ao custo do frete para cada um desses destinos está a explicação para que os preços do robusta divulgados pela organização mantenham-se ligeiramente acima daqueles registrados na Bolsa de Londres. Ainda assim, há forte correlação entre as curvas<sup>9</sup> evidenciando que ambas as fontes são confiáveis e que a divergência encontrada se deve à abordagem metodológica empregada em cada um dos sistemas de apuração.

No Brasil, existem duas bases importantes para os preços do conilon. Uma delas é a contabilizada pelo Centro do Comércio do Café de Vitória (CCCV – tipo 7 c/10% de broca) e outra é a elaborada pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

<sup>9</sup>A correlação entre as duas curvas foi estatisticamente calculada em 0,98.

(ESALQ – tipo 6 sem impostos). Embora utilizando metodologias e padrões de qualidades diferentes, ambas as curvas exibem trajetórias muito similares (Figura 3).



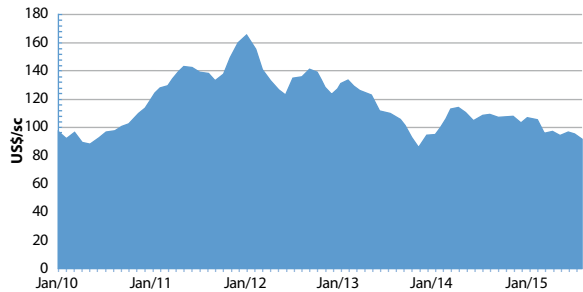
**Figura 3.** Preço recebido mensal, café conilon, R\$/sc. (nominal), Espírito Santo, Brasil, 2010- ago./2015.

**Fonte:** Elaborada a partir de dados básicos de ESALQ/USP (2015) e CCCV (2015).

Os preços pagos nas praças capixabas em que se comercializa o produto<sup>10</sup> exibem grande variação ao longo do período. Na série em evidência, constata-se que os preços oscilaram, no mínimo, de R\$ 149,00/sc. em setembro de 2010, para o máximo de R\$ 325,00/sc. em agosto de 2015. Essa grande faixa de variação dos preços, cuja volatilidade calculada atingiu 28% para as cotações em reais e de 32% para as contabilizadas em dólares estadunidenses<sup>11</sup>, consiste em uma das principais fontes de risco na atividade cafeeira. Sua mitigação exige elaboração de estratégia comercial que geralmente envolve a antecipação da venda de parte da colheita utilizando a Cédula de Produto Rural (CPR). A recomendação para venda por meio de contratos do mercado futuro, devido à sua atual baixa liquidez (poucos agentes atuando), em razão da preferência de *hedger* por meio de contrato futuro de arábica<sup>12</sup>, não se constitui em alternativa disponível para todos os cafeicultores.

Ao se apreciar os preços recebidos convertidos em dólares, pode-se constatar que nos últimos cinco anos a trajetória real dos preços não foi favorável aos cafeicultores. Nas commodities, a tendência de declínio dos preços prevalece para o conjunto de

produtos que formam esse mercado, sejam eles de natureza agrícola, metálica ou até para o petróleo, que é a mais importante das matérias-primas negociadas no mundo<sup>13</sup> (Figura 4).



**Figura 4.** Preço recebido mensal, Café conilon, Espírito Santo, US\$/sc., jan./2010 a ago./2015.

**Fonte:** Elaborado a partir de dados básicos de ESALQ/USP (2015) e CCCV (2015).

Esse fato traz implicações relevantes para a cafeicultura. Manter-se viável economicamente sob cenário de queda persistente nos preços exige do empreendedor esforço contínuo de melhoria de sua produtividade e da qualidade de seu produto, aplicando em sua exploração agrícola conhecimentos agrônômicos e de gestão da propriedade capazes de potencializar o uso dos fatores produtivos (terra, trabalho e capital). Ademais, demanda que se posicione no mercado de forma coletiva, especialmente na compra (de insumos) e venda (da produção), por meio da participação em cooperativas, associações e sindicatos visando a incrementar seu poder de barganha diante do sistema de preços.

Embora reconhecido como ativo financeiro, são escassos os contratos de comercialização de longo prazo no mercado interno para o conilon<sup>14</sup>. Desse modo, a coordenação desse mercado se processa pelo mecanismo de oferta e procura que forma seus preços (*spot* e futuros na bolsa londrina). Tal modalidade de governança chancela posturas especulativas, exigindo do cafeicultor refinamento em seu planejamento comercial visando à agregação de algum nível de proteção diante da variação dos preços.

Outro indicador relevante na elaboração de estratégias de comercialização do produto, consiste

<sup>10</sup>O Cepea calcula a média simples dos preços recebidos pelos cafeicultores de São Gabriel da Palha/ES e Colatina/ES.

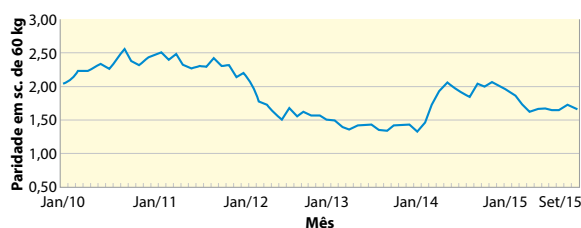
<sup>11</sup>Essa volatilidade é menor que a calculada para as cotações do arábica. Vegro e Azarias (2015), considerando os preços mensais recebidos pelos cafeicultores paulistas entre 2010 e 2014, para os tipos 6 (bebida dura e cereja descascado), obtiveram volatilidades próxima dos 40% expandindo-se ainda mais em 2014, quando beirou a taxa dos 60%.

<sup>12</sup>Outras razões para a baixa liquidez do contrato futuro de conilon são: correlação entre os preços de arábica e robusta induzindo o *hedger* do robusta em usar o contrato de arábica para mitigar o risco de seu preço futuro; o próprio contrato de arábica, que tem maior produção no Brasil, tem pouca liquidez na BM&F (o robusta teria menor ainda) e as cooperativas de arábica são mais representativas e mais acostumadas a operar em Nova York do que as que operaram o contrato de robusta.

<sup>13</sup>O petróleo tipo *brent*, por exemplo, era cotado a US\$ 108,37/barril em maio de 2014, tendo seu preço reduzido para US\$ 46,96/barril em outubro de 2015.

<sup>14</sup>Talvez os conilon descascados inaugurem a adoção dos contratos, já que esses produtos conquistam especificidade em termos de perfil de sabor.

no monitoramento da paridade entre cotações do arábica e do conilon. Existe faixa de cotações limites para os preços de ambos os produtos dada a possibilidade de substituição entre eles. Quando são necessárias mais de duas sacas de conilon para a aquisição de uma de arábica, inicia-se movimento de substituição do último pelo primeiro fazendo abaixar sua cotação. Inversamente, quando se necessita de menos de uma saca e meia de conilon para aquisição de uma saca de arábica, este último passa a se apreciar (Figura 5). Portanto, existe relativa consistência em afirmar que a cotação de equilíbrio entre os dois tipos se situa na casa das duas sacas de conilon para cada uma de arábica.



**Figura 5.** Paridade de preços entre arábica e robusta, 2010 a set./2015.

**Fonte:** Elaborada a partir de dados do FMI compilados da OIC (2015).

### 3 ANÁLISE DOS COMPETIDORES INTERNACIONAIS

#### 3.1 ANÁLISE DAS TENDÊNCIAS DOS PAÍSES COMPETIDORES DO BRASIL NO SUPRIMENTO DO MERCADO MUNDIAL DE ROBUSTA

##### 3.1.1 Vietnã

A República Socialista do Vietnã é um país asiático localizado na Península da Indochina. Limitado ao norte pela China, a leste e ao sul pelo Mar da China Meridional e a oeste pelo Golfo da Tailândia, pelo Camboja e pelo Laos, possui população de 89,7 milhões de habitantes, sendo o 14º país mais populoso do mundo.

O Vietnã ocupa uma área de 330 mil km<sup>2</sup>. De sua fronteira com a China ao norte até sua extremidade inferior ao sul, são 1.650 km de distância, com 3.260 km de costas. Montanhas e florestas tropicais cobrem cerca de três quartos do país, porém é nas planícies que se concentra a maior parte da população.

No agronegócio café, o Vietnã é o maior produtor e exportador de robusta e segundo maior exportador de café do mundo<sup>15</sup>. O país é também o maior exportador mundial de pimenta-do-reino e castanha-de-caju, segundo maior exportador de arroz e terceiro maior exportador de borracha (INTRACEN, 2015). O agronegócio é responsável por aproximadamente 25% do PIB e por empregar cerca de 70% da força de trabalho no país.

No ano safra 2014/2015, que se encerra em setembro, o país teve uma produção cafeeira estimada de 28,2 milhões de sacas. Ainda, segundo o USDA, as estimativas para o ano safra entrante 2015/16 são de estabilidade na produção, em torno de 28 milhões de sacas, segundo o USDA. Deste total, 95% são de café robusta e o restante de arábica (1,1 milhão de sacas). A expectativa de exportação do ano safra 2015/16 é de 25 milhões de sacas, e os principais mercados são, respectivamente, Alemanha, EUA, Itália e Espanha. Nos últimos 10 anos, o Vietnã tem consistentemente superado expectativas de produção, exibindo produtividade média acima das 40 sc./ha, patamar elevado e, aparentemente, reflexo do sistema de cultivo sob irrigação. De acordo com a OIC e o USDA, a produção total no ano safra de 2013/14 foi de 29.833 milhões de sacas, um recorde histórico.

A produção de robusta vietnamita destina-se fundamentalmente às exportações. Política de intervenção comercial no mercado (exportações centralizadas por agência estatal), adotada pelas autoridades do país, pode promover, em determinadas situações, forte acúmulo de estoques que inclusive chegaram a superar a produção da corrente safra como foi o caso de 2009/10.

Apesar dos esforços governamentais encorajando o plantio de outros produtos em áreas marginais e também maior cultivo de arábica, a renovação do parque cafeeiro e a utilização de novas técnicas de manejo, os cafeicultores continuam investindo na expansão da área cultivada com robusta. Por muito tempo, a área "oficial" de produção de café foi de 500 mil ha, porém, fontes extraoficiais já indicavam o crescimento da área com robusta. Atualmente, o número estimado pelo USDA é de 670 mil ha. No entanto, o Ministério da Agricultura

<sup>15</sup>O café ocupa o planalto central (*Central Highlands*), concentrando-se nas províncias de Dak Lak (maior produtor), Lam Dong e Gia Lai.



e Desenvolvimento Rural do Vietnã (MARD, em sua sigla em inglês) afirma que a área sustentável para a produção no país seria de 600 mil ha.

A expansão do cultivo é compreensível, pois a atividade tem remunerado os cafeicultores vietnamitas graças ao aumento dos preços no mercado global e aos baixos custos de produção locais. Ademais, aproximadamente 90% do preço de exportação *Free on Board* (FOB) é repassado para os cafeicultores, constituindo, assim, a segunda estrutura de produção de café mais competitiva do globo. Como entraves, podemos citar a forte dependência da irrigação, o que torna a cafeicultura vietnamita extremamente suscetível às secas.

As estatísticas do MARD indicam que 86 mil ha de área colhida são de cafeeiros com mais de 20 anos de idade, representando cerca de 13% da área total de café. Ao redor de 140 mil a 150 mil ha são constituídos por árvores de 15 a 20 anos respondendo por 22% da área total. Por esse motivo, a renovação do parque cafeeiro do país é prioridade para o MARD nos próximos anos.

O consumo de café no país, no ano de 2015, foi estimado pelo USDA em 2,17 milhões de sacas, das quais 1,91 milhão de sacas são do café torrado e torrado e moído, e 260 mil sacas de solúvel.

Mas a competitividade do robusta vietnamita é a grande ameaça à agroindústria de café solúvel brasileira. O custo baixo dessa matéria-prima associado ao menor desembolso com fretes têm incentivado o surgimento de plantas congêneres não apenas no Vietnã como em países vizinhos e do Leste Europeu (Rússia). Ademais, constam como importadores de café vietnamita países produtores de café, que são também produtores e/ou exportadores de café solúvel, como Índia, Indonésia e Equador.

### 3.1.2 Indonésia

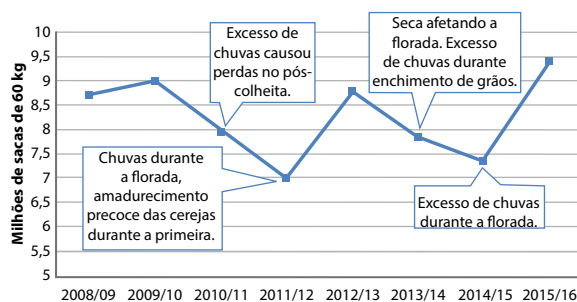
A República da Indonésia localiza-se no sudoeste asiático entre os Oceanos Pacífico e Índico. Composto de 17.508 ilhas, consiste no maior arquipélago do mundo. Sua população soma mais de 250 milhões de habitantes, sendo a quarta e maior entre os países islâmicos. Com extensão territorial de 1.919.400 km<sup>2</sup> divididos entre 30 províncias, duas regiões e um distrito especial,

confronta-se com Papua Nova Guiné, Timor-Leste e Malásia. Outros países vizinhos são as Filipinas, Austrália e Ilhas Andamã e Nicobar, territórios ultramarinhos pertencentes à Índia.

Localizada na região conhecida como “anel de fogo”, a Indonésia está vulnerável à ação de vulcões e terremotos. O país foi arrasado por um *tsunami* em dezembro de 2004, que afetou particularmente a província de Aceh (importante região produtora de robusta) e causou aproximadamente 100 mil mortes e um total de danos que chegou a US\$ 4 bilhões.

O café foi introduzido no país pelos holandeses no século XVII. A ferrugem-do-cafeeiro praticamente extinguiu a produção de arábica do país no século XVIII, abrindo espaço para a introdução do robusta, resistente à doença. O cultivo de arábica foi retomado através da criação de linhas de financiamento para a implantação de lavouras. Atualmente, a produção de robusta representa cerca de 85% do total.

A estimativa do USDA para a safra da Indonésia de 2015/16 é de 9,3 milhões de sacas de robusta e 1,6 milhão de sacas de arábica totalizando 10,9 milhões de sacas (quarto maior produtor mundial). O USDA, com base em dados do *FAS Jakarta Coffee Reports*, elaborou uma correlação entre a produção de café na Indonésia e eventos climáticos. As exportações para 2015/16 foram estimadas em 9,05 milhões de sacas (Figura 6).



**Figura 6.** Anomalias climáticas incidentes na cafeicultura da Indonésia, 2008/09 a 2015/16.

**Fonte:** USDA (2015).

A ilha de Sumatra é responsável por aproximadamente 80% da produção de robusta do país e de 85% da produção de café arábica. Sua região conhecida como “triângulo de ouro” (sul de Sumatra, Bengkulu e Lampung) possui grandes cultivos irrigados de robusta tornando-a menos

dependente de chuvas, como são os cafeicultores de Java<sup>16</sup>. O arábica é cultivado na região norte da ilha incluindo a região de Aceh.

Outras regiões cafeeiras são: Ilha de Flores (arábica), Ilha de Bali (arábica), Ilha de Timor Oeste (arábica), Ilha de Sulawesi (arábica) e Ilha de Bornéu e Kalimantan (arábica).

A Indonésia possui a segunda maior área cultivada com café no mundo, com diversas fontes apontando para extensão de 1,2 milhão a 1,3 milhão de ha. Porém, ao se dividir a produção total pela área, chega-se à ínfima produtividade de 8,38 sc./ha. O fato é que existem diversas áreas de café sob floresta abandonadas no país, consequência das diversas crises econômicas e da concorrência com outros produtos, como cacau e óleo de palma.

Os principais importadores são respectivamente EUA (10%), Alemanha (7,7%), Japão (9,6%) e Itália (4,6%). A Indonésia importou 1,295 milhão de sacas de café no ano safra 2014/15 para atender a demanda local. O consumo interno cresceu de forma consistente, ao redor de 24% ao ano, no período de 2010 a 2013, e para 2015/16 a expectativa de consumo é 3,1 milhões de sacas.

Nesse país, encontra-se o famoso café do “Luwak” ou “Kopi Luwak” como é conhecido<sup>17</sup>. No mercado internacional, o quilo desse produto pode alcançar mais de US\$ 1.200,00, já que, ao ano, estima-se uma produção de apenas 230 kg.

A Indonésia, como país produtor concorrente do Brasil no cenário internacional, não é ameaça no curto prazo para a oferta brasileira. Poderia, entretanto, sê-lo no médio e longo prazo, principalmente como resultado da expansão da produtividade, que ainda é muito baixa. Existe espaço para expansão da área cultivada e para a renovação de áreas com plantas envelhecidas. É importante ressaltar que o país é o segundo em área cultivada com café no mundo, e incentivos governamentais, aliados a preços bons globalmente, podem alavancar a produção do país, pois a produtividade pode ser melhorada com o uso de tecnologias amplamente conhecidas.

Atualmente, os incentivos governamentais favorecem o cultivo de palma e cacau, porém, isso pode ser alterado ao sabor do mercado internacional e de mudanças no governo. Como no Vietnã, a produção de café robusta é extremamente dependente de sistemas de irrigação e da disponibilidade de água, o que, excetuando-se grandes cultivos ao sul da ilha de Sumatra, não é realizado ou é realizado de maneira deficiente na grande maioria das pequenas propriedades.

A cafeicultura na Indonésia é um gigante adormecido que ainda enfrenta sérias dificuldades ligadas, principalmente, ao modelo de produção baseado em pequenos cultivos, à concorrência com culturas mais rentáveis e às dificuldades logísticas encontradas em um arquipélago formado por mais de 17 mil ilhas.

### 3.1.3 Índia

A República da Índia localiza-se no sul da Ásia, ocupando a maior parte do subcontinente indiano<sup>18</sup>. É o sétimo maior país do mundo em área geográfica, o segundo mais populoso (1,210 bilhão de habitantes - censo de 2011) e a democracia mais populosa do planeta. O país possui 7.517 km de costa banhada a sul pelo Oceano Índico, a oeste pelo Mar Arábico e a leste pela Baía de Bengala.

O clima da Índia varia entre o tropical, ao sul, e o temperado, ao norte. Nas regiões setentrionais, neva com frequência no inverno. O clima é fortemente influenciado pela Cordilheira do Himalaia e pelo Deserto de Thar (localizado a noroeste da Índia e a leste do Paquistão). Ambos são responsáveis pelos movimentos sazonais dos ventos de monção. As monções influenciam enormemente a produção de café no país.

A Índia é o terceiro maior produtor de café da Ásia, atrás do Vietnã e Indonésia, com uma produção de 5,3 milhões de sacas de 60 kg estimadas para a safra 2015/16 (USDA, 2015). Desse total, a produção de robusta representa 3,81 milhões de sacas<sup>19</sup>.

<sup>16</sup>A região central da ilha de Java cultiva o robusta, enquanto que a região leste concentra o cultivo de arábica. Em geral, o arábica ocupa áreas elevadas de montanha, enquanto que o robusta é cultivado em baixas altitudes.

<sup>17</sup>O Luwak é um mamífero, da família civeta (*Paradoxurus hermaphroditus*), parecido com gambá, que à noite percorre as plantações em busca de cerejas maduras para se alimentar. No estômago do animal, o café passa por um processo de digestão enzimática que retira sua mucilagem. Os humanos então recolhem suas fezes e o café é limpo e processado.

<sup>18</sup>Geograficamente e climaticamente, o país apresenta grande diversidade. Os estados do norte e do nordeste estão parcialmente localizados nos Himalaias. O planalto do Decão forma vasta área que constitui a maior parte do centro e do sul do país e situa-se ao sul da planície indo-gangética, limitado a oeste pela cordilheira dos Gates Ocidentais (que percorre os principais estados cafeeiros de Karnataka, Tâmil Nadu e Kerala) e a leste pela cordilheira dos Gates Orientais.

<sup>19</sup>Os principais estados produtores são Karnataka, Kerala e Tâmil Nadu, todos no sul da Índia. Áreas não tradicionais e com novos plantios aparecem dispersas em Andhra Pradesh, Orissa e nos sete estados do nordeste (Assam, Manipur, Meghalaya, Mizoram, Tripura, Negaland e Arunachal Pradesh).

As regiões cafeeiras indianas possuem grande diversidade de condições climáticas que favorecem o cultivo de diferentes tipos de café. Algumas regiões de elevada altitude são apropriadas para arábicas de qualidade, enquanto que as regiões de menor altitude, mais quentes e úmidas, apresentam aptidão para o cultivo de robusta. Em alguns casos, é possível encontrar ambos os cultivos lado a lado.

A produção de robusta cresceu mais rapidamente que a de arábica, alcançando atualmente cerca de 72% da produção total, enquanto que nos anos 1980 representava 50%. São produzidos robustas e arábicas tanto lavados quanto naturais, e a Índia é reconhecida por produzir excelentes robustas lavados, muito apreciados pela indústria do *espresso*. Tradicionalmente, a colheita de robusta ocorre de dezembro a fevereiro. Estima-se que 75% dos plantios no país possuem menos de 10 ha, sendo responsáveis por 70% da produção, enquanto que fazendas maiores (acima de 10 ha) respondem por 30% do total.

O consumo de café, de acordo com o relatório do USDA, permanece estável (apesar da entrada de cadeias internacionais no país), ao redor de 1,25 milhão de sacas, um número baixo se considerarmos o consumo potencial comparado à sua grande população.

De maneira geral, a Índia não é ameaça à produção brasileira, pelo contrário, tem potencial para ser grande oportunidade, já que, com o aumento do consumo, o país se tornará grande importador. Por sua vez, a experiência com o incremento da qualidade dos robustas lavados e sua grande aceitação pelos mercados compradores servem de inspiração para o conilon brasileiro.

Além disso, analisando-se a produção de café indiana, pode-se dizer que seu espaço para crescimento, tanto em área quanto em produtividade, é limitado. Em relação à expansão da área cultivada, cedo ou tarde, a cafeicultura indiana encontrará resistência governamental, pois o café terá que disputar espaço com a produção de alimentos para suprir a gigantesca demanda de seu mercado interno. Quanto ao crescimento em produtividade, esta esbarra em questões fitossanitárias, tecnológicas e no próprio modo de produção sombreado e diversificado com outras culturas.

## 3.2 NACIONAIS

Embora os dados apontem grande concentração da produção de conilon no Espírito Santo, outros estados têm apresentado um gradual incremento à oferta total no país. Nesse subitem, discorre-se, a seguir, sobre esses potenciais competidores internos.

### 3.2.1 Bahia

Todo o café conilon produzido no Nordeste do País concentra-se na Bahia, mais especificamente na sub-região atlântica situada no sul do Estado. A cafeicultura instalou-se recentemente nessa região consolidando explorações de perfil empresarial. Inicialmente, glebas cacaeiras devastadas pela vassoura-de-bruxa foram convertidas para o conilon. O êxito obtido por essas explorações, associado ao baixo custo do investimento em terras, atraiu outros empreendedores que alavancaram ainda mais a produção baiana.

Entre 2010 e 2015, a área em produção de conilon na Bahia aumentou em 11.295 ha, ou seja, expansão de 47,2% no período considerado. Concomitantemente à expansão na área, houve forte alavancagem na produção, que mais que dobrou. Assim, constatou-se crescimento de 109,5% no volume da produção estadual, entre 2010 e 2015 atingindo atualmente cerca de 1,2 milhão de sacas (Tabela 5).

**Tabela 5.** Indicadores da lavoura de conilon, Bahia, 2010 a 2015

Ano	Área (em ha)		Produtividade sc./ha	Produção 1.000 sc. 60kg
	Produção	Formação		
2010	23.933	3.177	23,60	565
2011	24.939	3.146	29,72	741
2012	24.434	3.882	33,28	813
2013	24.179	5.255	29,92	723
2014	32.600	5.255	31,90	1.040
2015*	35.228	3.763	33,60	1.184

**Fonte:** Elaborada a partir de dados básicos de Conab (2015).

\*Estimativa

O formidável incremento da produção deve-se, em grande medida, à elevação da produtividade média dos talhões. Em 2010, registrou-se 23,60 sc./ha de produtividade média que salta para 33,60 sc./ha em 2015. Certamente, essa expansão

é decorrência da adoção das lavouras clonais com cultivares escalonadas por linhas nos talhões permitindo aumento substancial do rendimento.

A atual tendência de expansão da lavoura de conilon na Bahia deve se manter nos próximos anos, tendo em vista que em média cerca de 4 mil ha são instalados ao ano, considerando a área em formação estimada entre 2010 e 2015. Essas novas áreas devem acrescentar à produção estadual aproximadamente 150 mil sacas, prevendo-se que até 2020 a Bahia esteja com produção acima dos 2 milhões de sacas.

No entanto, também há fatores limitadores nessa direção. Uma adversidade com a qual deverão se deparar os cafeicultores baianos constitui-se na extinção do órgão responsável pela pesquisa e extensão rural no estado. Sem esse aparato institucional operando na difusão das modernas tecnologias, maiores obstáculos serão enfrentados pelos cafeicultores para manterem o atual ritmo de expansão de sua cafeicultura<sup>20</sup>.

### 3.2.2 Rondônia

Em sentido contrário ao da Bahia, Rondônia exhibe substancial erradicação da área em produção, a qual declinou em 43,4% no período considerado, mesmo se levando em conta a instalação de novos talhões que, em média, atingem os 6,5 mil ha ao ano. Ademais, a redução da área não alavancou o rendimento médio que, entre 2010 e 2015, foi de pouco mais de 14 sc./ha, denotando que as lavouras desse estado são pouco produtivas, inclusive as que foram poupadas da erradicação<sup>21</sup> (Tabela 6).

A forte queda na área em produção tem feito diminuir a produção desse estado, cuja quantidade colhida entre 2010 e 2015 caiu 38,5%. Colheitas intermediárias da série foram ainda menores, registrando, em 2013, apenas 1,36 milhão de sacas, praticamente um milhão abaixo da contabilizada em 2010. Aparentemente, em razão da rudimentar tecnologia empregada nas lavouras, o nível de produtividade constitui-se no grande limitador para o incremento da colheita estadual. Considerando a

estimativa de área de 2015, caso Rondônia exibisse o patamar de rendimento da Bahia, por exemplo, o potencial produtivo alcançaria 3 milhões de sacas. Não efetivar o potencial produtivo das lavouras, traduziu-se em redução do faturamento bruto agrícola, em 2015, estimado em R\$ 400 milhões<sup>22</sup>.

**Tabela 6.** Indicadores da lavoura de conilon, Rondônia, 2010 a 2015

Ano	Área (em ha)		Produtividade sc./ha	Produção 1.000 sc 60kg
	Produção	Formação		
2010	154.783	6.923	15,31	2.369
2011	153.391	6.220	9,31	1.428
2012	125.667	5.714	10,88	1.367
2013	102.840	5.465	13,20	1.357
2014	86.004	8.040	17,18	1.477
2015*	87.657	6.904	19,51	1.710

**Fonte:** Elaborada a partir de dados básicos de [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)  
\*Estimativa

Existe grande expectativa com a expansão da produção rondoniense por parte da agroindústria de solubilização e torrefação. A introdução da variedade produzida pela EMBRAPA – BRS Ouro Preto; a realização de investimentos em melhoria logística; e a assistência técnica e extensão rural permitem que se vislumbre cenário futuro mais promissor do que se vivenciou até o momento. Como é natural que ocorra nas áreas de fronteira, o pioneirismo cede lugar ao empreendedorismo que, pautado por planejamento e metas, concretizará o cenário vislumbrado.

### 3.2.3 Minas Gerais

A lavoura de conilon mineira não mostra sinais de expansão da área cultivada, oscilando em torno de 14 mil ha. Entretanto, com a implantação de cerca de mil ha ao ano, já aderentes aos modelos de alto rendimento, observa-se crescimento consistente da produtividade exibindo salto de 50% entre 2010 e 2015 (Tabela 7).

Acredita-se que a pujança cafeicultora, aliada à excelência tecnológica em arábica, induzirá os cafeicultores mineiros a se alinharem com avançadas tecnologias de cultivo, fato que repercutirá também nas áreas de conilon. Essa tendência deve se aprofundar nos próximos anos

<sup>20</sup>Os cafeicultores empresariais recorrem à oferta de serviços de assistência técnica disponíveis no mercado, mantendo suas explorações tecnologicamente alinhadas ao padrão empregado nos cinturões mais competitivos nessa lavoura, não sendo, portanto, grandemente afetados pela supressão do órgão oficial de assistência técnica do estado.

<sup>21</sup>As opções produtivas na agricultura são bastante limitadas na Amazônia em razão das dificuldades logísticas que conformam a região. A cafeicultura é das poucas que possuem viabilidade econômica.

<sup>22</sup>Considerando preço recebido pelo cafeicultor de R\$ 320,00/sc. de 60 kg.



com ganhos incrementais de produtividade das lavouras e crescente oferta doméstica do produto. Em 2015, espera-se que 340 mil sacas de conilon sejam colhidas em Minas Gerais.

**Tabela 7.** Indicadores da lavoura de conilon, Minas Gerais, 2010 a 2015

Ano	Área (em ha)		Produtividade sc./ha	Produção 1.000 sc. 60kg
	Produção	Formação		
2010	14.692	1.211	17,15	252
2011	15.201	1.028	19,67	299
2012	15.291	1.098	19,62	300
2013	12.986	1.158	21,56	280
2014	13.469	984	22,08	297
2015*	13.389	947	25,43	340

**Fonte:** Elaborada a partir de dados básicos de Conab (2015).

\*Estimativa

### 3.2.4 Mato Grosso

A crescente área com conilon em Mato Grosso ainda não trouxe repercussões significativas na produção, pois as grandes variações na produtividade média das lavouras não têm propiciado saltos sustentáveis que, em média, situam-se ao redor das 140 mil sacas ao ano (Tabela 8).

**Tabela 8.** Indicadores da lavoura de conilon, Mato Grosso, 2010 a 2015

Ano	Área (em ha)		Produtividade sc./ha	Produção 1.000 sc. 60kg
	Produção	Formação		
2010	13.582	4.797	9,28	126
2011	14.056	1.323	9,25	130
2012	13.970	6.192	13,37	187
2013	18.293	2.898	6,93	127
2014	20.892	1.718	5,82	122
2015*	20.805	1.201	8,17	170

**Fonte:** Elaborada a partir de dados básicos de Conab (2015).

\*Estimativa

As lavouras de conilon se concentram nos Municípios de Colniza e Juína. Este último, inclusive, exhibe plantios com rendimento similar aos do sul da Bahia e do Espírito Santo. Todavia, em termo gerais, as lavouras do Mato Grosso possuem mais de 30 anos, sendo esse o fator determinante da baixa produtividade registrada.

Em média, a área em formação do estado oscila

em torno dos 3 mil ha. Contudo, o esforço desses cafeicultores não tem resultado em incremento da produtividade das lavouras. Talvez, o foco na produção de grãos tem secundarizado a cafeicultura no estado. Assim, construindo-se o mesmo exercício efetuado para o caso rondoniense, em Mato Grosso, a perda financeira representada pela não aplicação de técnicas agrônomicas de ponta na lavoura (como já se faz na Bahia) resulta em diminuição do faturamento bruto em aproximadamente R\$170 milhões ao ano<sup>23</sup>.

Excetuando-se o Espírito Santo, os demais estados produtores de conilon no Brasil aportam à safra nacional entre pouco menos de 3,0 até 4,5 milhões de sacas a depender do quão favorável tenha sido o regime climático. Ainda que tenha havido crescimento da área cultivada com a lavoura, não se deve esperar saltos substantivos no patamar dessa produção, pois Rondônia, com todo o potencial instalado, não foi ainda capaz de desenhar políticas de estímulo à produção voltadas para a obtenção dos ganhos de produtividade. Cinturão promissor, o sul da Bahia representa fronteira de expansão da lavoura do conilon, porém a retomada da lavoura cacaueteira poderá refrear seu avanço. Minas Gerais pode até exibir crescimento na produção e produtividade, entretanto, o direcionamento do esforço produtivo para o arábica deve conduzir o empreendedorismo no estado. Por fim, Mato Grosso, desde que se adote política de diversificação de sua pauta agropecuária, poderá incrementar sua participação na oferta nacional do produto, o que, porém, atualmente, é decisão que ainda não se observa a partir dos resultados obtidos pelas últimas colheitas.

## 4 CONILON CAPIXABA

A introdução do conilon no Espírito Santo ocorre ao final da década de 20 do século passado<sup>24</sup>. As primeiras sementes foram cultivadas no então Município de Cachoeiro de Itapemirim. Todavia, a forte expansão que o cultivo do conilon alcançou no Estado foi, ironicamente, derivada do programa de erradicação dos cafezais imposto pelo Grupo Executivo de Racionalização da Atividade Cafeeira

<sup>23</sup>Considerando a produtividade da safra de 2015 da Bahia e preço recebido de R\$ 320,00/sc.

<sup>24</sup>Panorama histórico-econômico sobre a lavoura de conilon capixaba foi analisado por Vegro (1992).

(GERCA), instituído pelo Instituto Brasileiro do Café (IBC).

Elaborado em 1962, o plano estabeleceu como parâmetro para erradicação os cafezais que apresentassem produtividade inferior a 6 sc./1.000 pés e situadas em regiões inaptas para a cafeicultura (zoneamento agroecológico). O somatório dos parâmetros estabelecidos indicava que mais de 70% das lavouras de arábica do Estado deveriam ser eliminadas, fato esse desencadeado por duas campanhas de erradicação (de 1962 até 1966 e de 1966 a 1967) causando severos impactos sobre o desenvolvimento rural e o bem-estar das famílias ali residentes, embora o processo tenha contado com indenizações.

Na ausência de planejamento que oferecesse alternativas viáveis à altura da lavoura erradicada, a partir do início dos anos 1970, tratativas do governo estadual com o IBC lograram deliberar que poderiam contratar crédito para o plantio de conilon nas áreas com altitude de até 450 metros. Todavia, temendo que a reputação do café brasileiro fosse maculada pela produção de conilon no país e que, a médio, prazo essa lavoura viesse a substituir o arábica, muito pouco dessa iniciativa se concretizou<sup>25</sup>.

Reflexo resultante da geada de 1975 foi a quebra da resistência quanto ao plantio de conilon. Inicia-se então a recuperação do parque cafeeiro capixaba com avanço no ritmo de cultivo do conilon, apoiado em farta oferta de crédito rural (Tabela 9). Na safra 1977/78, a produção de robusta no Estado alcança 900 mil sacas. A expansão das quantidades colhidas induziu, ao início dos anos 1980, a diversificação dos exportadores sediados em Vitória, os quais passaram a negociar também embarques de conilon.

**Tabela 9.** Cafeeiros plantados com financiamentos no Espírito Santo, safras 1974/75 a 1977/78

Plantios com financiamento (em milhão de pés)				
Safra	Conilon (a)	Arábica	Total (b)	Participação (a/b)
1974/75	1,6	1,7	3,3	48,5
1975/76	2,3	9,5	11,8	19,5
1976/77	4,0	15,5	19,5	20,5
1977/78	5,5	16,2	21,7	25,3

**Fonte:** Bandes (1987).

<sup>25</sup>Outros esforços merecem destaque, como a distribuição de mudas pelas prefeituras municipais, com apoio da extensão rural oficial e do financiamento público para a instalação de unidade de fabricação de café solúvel.

#### 4.1 EVOLUÇÃO RECENTE

Após esse arranque inicial, a lavoura de conilon se expandiu, concentrando-se na região norte litorânea, noroeste, Colatina e na bacia do Itapemirim devido às condições edafoclimáticas prevaletentes. Ao início dos anos 1990, a colheita se aproximava de 2 milhões de sacas, montante que rivalizava com a produção de arábica no Estado. Também nessa década, teve início a ruptura tecnológica que iria condicionar a lavoura para salto sem igual na produção e rendimento após o domínio da tecnologia de clonagem de plantas selecionadas.

Ao longo dos anos 2000, a safra de conilon capixaba alcançava patamares acima dos 7 milhões de sacas, ritmo de crescimento que se intensificou a partir da década seguinte. Em 2012 e 2014, a colheita de conilon no Estado se aproximou de 10 milhões de sacas, sem que houvesse incremento significativo da área cultivada (Tabela 10).

**Tabela 10.** Indicadores da lavoura de conilon, Espírito Santo, 2010 a 2015

Ano	Área (em ha)		Produtividade (sc./ha)	Produção (1.000 sc. 60kg)
	Produção	Formação		
2010	281.940	20.945	26,09	7.355
2011	280.082	19.945	30,33	8.494
2012	280.106	25.532	34,68	9.713
2013	283.124	28.073	29,00	8.211
2014	283.124	25.100	35,14	9.949
2015*	273.701	26.429	27,18	7.440

**Fonte:** Elaborada a partir de dados básicos de Conab (2015).

\* Estimativa

O Estado tem mantido cerca de 10% da área total cultivada sob formação, garantindo vitalidade para a lavoura nos próximos anos e, sobretudo, renovando variedades tradicionais pelas clonais de alto rendimento<sup>26</sup>. Esse patamar de renovação indica que os cafeicultores capixabas têm buscado e implementado moderna tecnologia agrônômica, preparando-se para tornar mais eficientes seus estabelecimentos, assegurando maior competitividade em sua inserção no mercado.

Em 2014, a produtividade média das lavouras superou 35 sc./ha no Estado que, todavia, não

<sup>26</sup>Várias foram as variedades clonais melhoradas da série Emcapa, Robustão Capixaba, Vitória Incaper, Diamante, Jequitibá, Centenária. Há ainda a não clonal (reprodução por semente) Robusta tropical.

se repetiu no ano seguinte, em decorrência de anomalia climática que assolou seus cinturões produtivos. Caso não ocorram surpresas quanto ao andamento do clima, não é razoável esperar produtividade média para o conilon capixaba abaixo de 30 sc./ha.

#### 4.2 PERFIL SOCIOECONÔMICO

A produção familiar predomina na paisagem rural da cafeicultura capixaba. Entretanto, são numerosos os estabelecimentos que se organizam como pessoa jurídica.

Os dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) contabilizam o saldo de empregos (ativos em 31/12 de cada ano) com carteira assinada por setor da economia. Considerando exclusivamente os estabelecimentos da agropecuária (lavouras, criações e florestais) que possuem trabalhadores permanentes e formalizados, a atividade cultivo do café (arábica e conilon), no Espírito Santo, mobiliza cerca de 7.200 empregos diretos, distribuídos por mais de 2.500 estabelecimentos, nos quais essa lavoura representa a porção majoritária da receita

bruta do imóvel (Tabela 11).

Em termos de estabelecimentos agropecuários que possuem trabalhadores permanentes registrados, o cultivo do café representa aproximadamente um terço do total de propriedades agrícolas do Estado e um quinto do número de ocupações da agropecuária, denotando a importância para a geração de emprego e renda dessa atividade. Caso se exclua a atividade florestal (representada por grandes grupos empresariais com geração de elevado número de empregos por estabelecimento), a média da cafeicultura se aproximaria da média estadual. Adicionalmente, a atividade possui forte efeito multiplicador na economia, na medida em que os 2,8/2,9 empregos formais criados pela lavoura produzem de 11 a 12 contratações formais em elos subsequentes da cadeia (Tabela 12).

É possível que na lavoura do conilon esse impacto seja ainda maior do que sugere a média resultante de toda a cafeicultura do Estado. Embora em fase experimental, ainda não se pratica de forma sistemática a colheita mecanizada nessa lavoura, o que exige, portanto, mobilização de contingente mais expressivo de trabalhadores

**Tabela 11.** Informações gerais sobre emprego formal no setor agropecuário, Espírito Santo, 2010 a 2014

Vínculos ativos em 31/12	2010	2011	2012	2013	2014
Produção agrícola (café <i>exclusive</i> )	11.675	12.473	11.842	12.761	12.423
Cultivo de café	7.035	7.248	7.063	7.208	7.382
Atividades florestais (plantadas e nativas)	3.354	3.858	3.550	4.087	4.412
Criações pecuárias	9.768	9.702	9.467	9.803	9.801
Subtotal agropecuária (1)	31.832	33.281	31.922	33.859	34.018
<b>Total de estabelecimentos</b>					
Produção agrícola ( <i>exclusive</i> café)	1.399	1.417	1.420	1.467	1.526
Cultivo de café	2.458	2.565	2.513	2.612	2.550
Atividades florestais (plantadas e nativas)	146	183	192	213	220
Criações pecuárias	3.816	3.882	3.824	3.789	3.752
Subtotal agropecuária (2)	7.819	8.047	7.949	8.081	8.048
<b>Média (vínculos/estabelecimentos)</b>					
Produção agrícola (café <i>exclusive</i> )	8,3	8,8	8,3	8,7	8,1
Cultivo de café	2,9	2,8	2,8	2,8	2,9
Atividades florestais (plantadas e nativas)	23,0	21,1	18,5	19,2	20,1
Criações pecuárias	2,6	2,5	2,5	2,6	2,6
MÉDIA DO TOTAL (1/2)	4,1	4,1	4,0	4,2	4,2

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir de banco de dados de MTE (2015).

comparativamente ao arábica que, mesmo em condição montanhosa, já conta com equipamento específico para colheita (derrigadeiras)<sup>27</sup>.

O efeito multiplicador de emprego e renda gerados a partir da atividade cafeeira representa um dos mais importantes meios de se promover desenvolvimento na economia regional, tanto na cidade quanto no campo. Na atualidade, são poucas as alternativas econômicas capazes de propiciar quatro outras ocupações para cada emprego gerado, como é o caso da cafeicultura<sup>28</sup>. Portanto, consiste em importante política pública o estímulo e apoio financeiro para a manutenção e expansão desse cultivo no Estado.

Assim, consulta ao Balanço Social 2013 do Incaper, constata-se que pelo menos três ações diretamente relacionadas ao café conilon (irrigação, poda e variedades melhoradas) e outras duas indiretamente relacionadas (calagem e sistemas orgânicos) têm sido estrategicamente

adotadas visando ao incremento da produtividade e qualidade do produto. O somatório das ações diretamente aplicadas ao conilon, segundo o relatório mencionado, repercutiu em vantagem econômica de R\$ 499 milhões para essa exploração agrícola.

## 5 SEGMENTOS À JUSANTE DA LAVOURA

Neste estudo, detalham-se dois dos principais segmentos à jusante: a agroindústria de solubilização e o comércio exportador. A falta de informações públicas sobre a agroindústria de torrefação e moagem nacional quanto à sua demanda por conilon impediu detalhar sua dinâmica.

### 5.1 AGROINDÚSTRIA DE SOLUBILIZAÇÃO<sup>29</sup>

A agroindústria de solubilização do café possui inserção ímpar no segmento, pois consiste naquela que mais acrescenta valor nessa cadeia produtiva.

**Tabela 12.** Informações gerais sobre emprego formal nas atividades conexas à cafeicultura, Espírito Santo, 2010 a 2014

Vínculos ativos em 31/12	2010	2011	2012	2013	2014
Torrefação e moagem de café	429	579	456	451	478
Fabricação de produtos à base de café	289	332	331	360	339
Comércio atacadista de café em grão	735	874	922	954	989
Subtotal (1)	1.453	1.785	1.709	1.765	1.806
<b>Total de estabelecimentos</b>					
Torrefação e Moagem de Café	33	39	37	38	41
Fabricação de Produtos à Base de Café	1	2	1	1	2
Comércio Atacadista de Café em Grão	90	91	98	106	111
Subtotal (2)	124	132	136	145	154
<b>Média (vínculos/estabelecimentos)</b>					
Torrefação e moagem de café	13,0	14,8	12,3	11,9	11,7
Fabricação de produtos à base de café	289,0	166,0	331,0	360,0	169,5
Comércio atacadista de café em grão	8,2	9,6	9,4	9,0	8,9
MÉDIA (1/2)	11,7	13,5	12,6	12,2	11,7

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir de banco de dados de MTE (2015).

<sup>27</sup>Existem esforços para a obtenção de equipamentos e máquinas que permitam empreender a mecanização da colheita do conilon. O êxito desse esforço, forçosamente, implicará produção de indicadores menos favoráveis ao segmento.

<sup>28</sup>Pode-se questionar que, por não ter sido considerada a produção obtida nas propriedades familiares, esse número estaria sobrestimado. Entretanto, é sabidamente conhecido que há grande informalidade no segmento de torrefação e moagem de café que, por razões óbvias, também não foi aqui considerada. Assim, temos indícios de que a proxy firmada possui boas chances de expressar o real.

<sup>29</sup>Informações colhidas diretamente com representação institucional do segmento.



Ademais, lidera globalmente a fabricação desse produto no mundo. Entre 2010 e 2014, o segmento produziu, em média, 4,63 milhões de sacas de solúvel<sup>30</sup> em equivalente verde (exportações e mercado interno), embora possua capacidade instalada para processar até 5,3 milhões de sacas ao ano. Em 2014, o embarque de 3,46 milhões de sacas em equivalente verde propiciou a apuração de US\$ 600 milhões em divisas cambiais ao país, o qual transacionou com mais de 130 países às expensas das barreiras tarifárias impostas ao produto de origem brasileira numa série de países importadores, especialmente, pelo bloco europeu. Ademais, responde pela geração de 5 mil empregos diretos e 12,5 mil indiretos.

Devido ao seu mais alto rendimento (15% a 20% acima do arábica) e menor preço, o conilon é a matéria-prima preferencial para a fabricação do café solúvel<sup>31</sup>. Atualmente, no Brasil, existem cinco<sup>32</sup> agroindústrias atuando no segmento compondo *blends* que podem conter entre 70% e 90% de conilon. A qualidade do produto usualmente adquirida pelas plantas agroindustriais classifica-se abaixo do tipo 6, ou seja, com até 100 defeitos ou mais<sup>33</sup>. Além disso, a massa de grãos processada pode conter variável percentual (teto de 15%) de conilon de padrão superior. Esse percentual poderia se elevar caso as empresas não enfrentassem dificuldades no acesso a produto com classificação mais elevada de qualidade, tendo em vista que produto superior exhibe melhor rendimento na extração.

O produto recebido pelas agroindústrias provém, majoritariamente, do Espírito Santo (média acima de 50% das necessidades). Entretanto, há aqueles estabelecimentos que se abastecem exclusivamente com produto originado no Estado. A vice-liderança no suprimento cabe ao produto oriundo de Rondônia. Embora tenha garantido seu abastecimento, a indústria é francamente favorável à adoção da política de *drawback* que seria implementada, somente em último caso, visando à competitividade e plena garantia de suprimento diante dos novos investimentos que se projetam no segmento. A obtenção de mandato legal que amparasse o *drawback* consiste em meta que

alinhará o marco regulatório com a concorrência, incrementando novos investimentos no segmento.

Com a desvalorização cambial ocorrida no Brasil, em 2015, e considerando o baixo endividamento em dólar do segmento, espera-se que ocorra incremento das exportações de café solúvel. Essa perspectiva poderá pressionar as origens de seu suprimento, demandando maiores quantidades com ainda melhor qualidade. O esforço das instituições de pesquisa e dos cafeicultores em elevar a produtividade de suas lavouras encontrará nesse segmento um caminho importante para o escoamento de sua produção.

Convergindo com essa previsão, recentemente o segmento traçou planejamento estratégico no qual pretende incrementar em 50% sua produção nos próximos 10 anos, elevando em 1,5 milhão de sacas em equivalente verde as exportações que se somariam a outras 500 mil sacas no consumo interno (LIMA, 2015). Tendo em vista a capacidade ociosa existente (estimada em 28%), aparentemente, o plano é absolutamente plausível. Expansão dessa magnitude, ainda que estendida ao longo dos próximos dez anos, exigirá empenho redobrado da base agrícola visando a amparar tão decisão.

## 5.2 SEGMENTO EXPORTADOR

Nos últimos cinco anos, houve queda e recuperação das exportações de conilon. Após ter registrado embarques de 2,66 milhões de sacas em 2011<sup>34</sup>, as exportações declinam<sup>35</sup>. Todavia, nos anos seguintes, iniciou-se rápida recuperação das quantidades exportadas alcançando, em 2014, 3,45 milhões de sacas<sup>36</sup>. Caso se mantenha o atual ritmo de embarques em 2015, espera-se que sejam embarcadas aproximadamente 4 milhões de sacas (Tabela 13).

Inovação relevante nesse comércio tem sido a substituição dos embarques de sacaria por produto a granel (acondicionado no próprio container, na operação denominada de estufagem).

<sup>30</sup>Na pauta exportadora do segmento, além do solúvel, tem-se ainda os extratos.

<sup>31</sup>Necessita-se entre 2,3 e 2,5 kg de café verde para a obtenção de 1 kg de solúvel.

<sup>32</sup>São elas Nestlé, Cacique, Iguacú, Cocam e Realcafé.

<sup>33</sup>Classificação proposta por Cortez (2000). Entretanto, o mercado comercializa os tipos 7 e 8 como aqueles com até 13% de umidade e 10% de broca e com o mesmo teor de umidade, mas sem teto para a incidência de broca, respectivamente.

<sup>34</sup>A súbita elevação nas cotações do arábica, quando ultrapassou a casa dos US\$ 0,02/lbp, foi a causa do aumento das exportações de conilon em 2011.

<sup>35</sup>Curiosamente, após esse declínio nos embarques, não foi absorvido pela demanda da indústria de torrefação e moagem, pois o crescimento do consumo interno no período foi de apenas 1 milhão de sacas. Aparentemente, carregam-se mais estoques de conilon do que informam as estatísticas oficiais e que estariam agora respondendo pela aceleração das exportações sem colapso do abastecimento interno.

<sup>36</sup>Esse saldo decorre tanto da variação cambial que se iniciou em 2014 como da descoberta por parte dos torradores internacionais da possibilidade de substituição do robusta vietnamita pelo conilon brasileiro na composição de seus *blends*.

**Tabela 13.** Exportação brasileira de conilon por tipo de acondicionamento e total, 2010 a out./2015

Exportação brasileira de café conilon por tipo de acondicionamento (em sacas)					
Ano	Sacas	Granel	Outras vias	Total	Nº de contêineres
2010	623.688	408.191	137.007	1.168.886	3.185
2011	1.008.572	1.505.678	148.991	2.663.241	7.353
2012	495.707	491.714	157.836	1.145.257	2.992
2013	555.201	504.315	249.146	1.308.855	3.316
2014	1.239.262	1.546.474	666.119	3.451.855	9.665
2015*	1.007.298	2.087.568	673.427	3.768.293	10.749

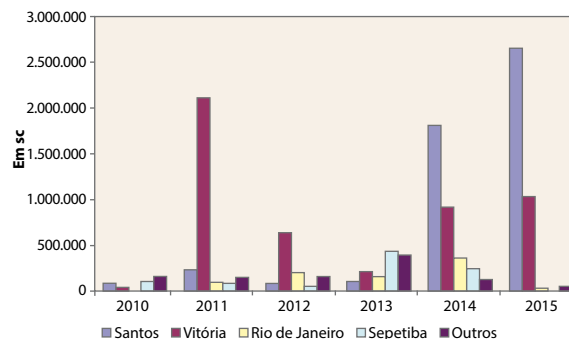
Fonte: Tabulação especial do Cecafé (2015).

As exportações por via aérea e por rodovias (países fronteiriços), sob outras modalidades de acondicionamento, também têm crescido em detrimento daquelas que utilizam o tradicional saco de juta. Essa mudança, aparentemente, favorece a competitividade do negócio incorporando significativa economia de escala e melhor ajuste às necessidades do cliente.

Mudança significativa tem sido constatada na preferência das firmas importadoras e dos armadores internacionais quanto ao porto de escoamento do conilon brasileiro<sup>37</sup>. Entre 2010 e 2013, os embarques ocorriam pelos portos de Vitória/ES e Sepetiba/RJ, majoritariamente. Em 2014, o porto de Santos passou a liderar as exportações, representando 52,3% dos embarques de conilon ascendendo a 70,2% em 2015 (percentual contabilizado entre janeiro e outubro). Sepetiba e todos os demais<sup>38</sup>, excetuando-se Vitória, perdem relevância no negócio exportador de conilon. Entre as possíveis explicações para o fato, encontra-se o melhor aparelhamento logístico do terminal santista, calado capaz para receber navios maiores e maior fluxo de embarcações para esse destino. Por sua vez, Sepetiba (terminal privado) encerrou as operações com café, favorecendo transferência das operações para Santos, onde há consolidadas firmas exportadoras (Figura 7).

Os importadores do conilon brasileiro reconhecem e valorizam o produto de qualidade superior. Aqueles com atributos diferenciados (certificados, rastreados e descascados) exibem significativo ágio considerando-se o chamado conilon médio.

Em 2012, por exemplo, 19% das quantidades embarcadas foram de produto diferenciado e, na média do período, esse percentual oscilou em torno dos 10% da quantidade total. Novamente em 2012, o prêmio pela qualidade atingiu 41,69%, acima do preço médio dos cafés comuns, situando-se acima dos 30% nos últimos três anos (Tabela 14).



**Figura 7.** Exportações brasileiras de café conilon por terminal de embarque, 2010 a jan.-out./2015

Fonte: Elaborado a partir de Banco de Dados do Cecafé (2015).

A valorização do produto diferenciado legitima a recomendação de que os cafeicultores devam investir em tecnologias e práticas de manejo que venham a melhorar a qualidade da bebida, pois o mercado é segmentado e exige cada vez mais qualidade do produto despertando o interesse dos compradores em pagar valores diferenciados para esses cafés de alto valor agregado.

Ademais, a percepção da reputação do conilon brasileiro nas solubilizadoras do exterior vem se destacando em relação ao produto vietnamita por permitir a elaboração de bebida suave sem o gosto amargo/terroso, encontrado no solúvel produzido a partir de suprimento asiático. Tal testemunho poderá abrir novas oportunidades de negócios tanto no exterior quanto entre torrefadoras e solubilizadoras nacionais (CRAYMER; TRONG-KHANH, 2015).

<sup>37</sup>Vale ressaltar que as exportações de conilon são efetuadas Free On Board (FOB), cabendo ao importador a contratação do armador que se encarregará da operação logística.

<sup>38</sup>São eles: Uruguaiana, São Francisco do Sul, Chui, Iguape, Aeroporto Internacional de São Paulo e do Rio de Janeiro, Salvador, Jaguarão, Suape, Itajaí e Rio Grande.

**Tabela 14.** Exportações de café conilon (diferenciados e médios), Brasil, 2010 a 2015

Ano	Diferenciados			Médios			Ágio (%)
	Quant. 1.000 sc.	Valor US\$ milhão	Preço médio US\$/sc.	Quant. 1.000 sc.	Valor US\$ milhão	Preço médio US\$/sc.	
2010	92,13	11,34	123,05	1.076,75	107,22	99,58	23,57
2011	197,00	33,03	167,68	2.466,24	339,06	137,48	21,97
2012	181,94	33,55	184,38	963,316	125,36	130,13	41,69
2013	162,37	26,57	163,65	1.146,29	143,33	125,03	30,89
2014	142,77	22,72	159,14	3.309,09	390,38	117,97	34,90
2015*	294,04	43,71	148,64	3.474,25	376,12	108,26	37,30

Fonte: Elaborado a partir de Banco de Dados do Cecafé (2015).

\*Dados de janeiro a outubro.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O domínio e aprimoramento da tecnologia agrônômica de produção com emprego de variedades clonais associado às outras tecnologias inovadoras (irrigação, podas e descascamento, por exemplo) têm propiciado grande êxito para a lavoura do conilon no Brasil, particularmente no Espírito Santo e sul da Bahia. Crescentes patamares de produtividade acompanhados de investimento em melhoria da qualidade ampliam, progressivamente, o leque de possibilidades comerciais desse produto.

A existência de um grande mercado interno somado à histórica tradição e reputação no cultivo e processamento do café formaram ambiente ímpar para que a trajetória de diversificação de nossa cafeicultura, através do cultivo do conilon, propiciasse a mudança do patamar produtivo que exhibe essa lavoura na atualidade.

Maior interesse internacional por negócios envolvendo o conilon brasileiro consiste na oportunidade suficiente e necessária para que os mecanismos de comercialização sejam também modernizados. Essa mudança poderá ser induzida pelos compradores internacionais, motivados por acrescentar itens, como sustentabilidade, rastreabilidade e qualidade de xícara, tendo então grande influência na reconfiguração dessa cadeia. Esse ambiente de negócios forçará os demais clientes a ajustarem-se, beneficiando todos os elos desse agronegócio.

Do ponto de vista governamental, o estímulo financeiro à expansão da lavoura do conilon (recursos do Funcafé para renovação de talhões) associado ao avanço das pesquisas de melhoramento genético visando à maior

produtividade e qualidade mostra-se crucial para fazer frente à demanda que se projeta para os próximos anos (doméstica e internacional). Ademais, consiste em acertada estratégia pública na promoção do desenvolvimento rural (crescimento econômico associado à melhoria das condições de vida e bem-estar).

O processo de comercialização ainda carece de inovações. A ausência de *hedge* específico para o produto pode se constituir em significativo obstáculo para o aumento da produção. Enquanto ativo financeiro que é, o conilon precisa igualmente de modernas ferramentas financeiras capazes de precificar o futuro e mitigar o risco de preço.

Responsável pela expansão desse cultivo e motor indutor das mudanças que experimenta o segmento, os cafeicultores capixabas são aqueles que mais se beneficiam das novas oportunidades de negócios que se apresentam em âmbitos interno e externo, uma vez que mais de 90% do preço FOB exportação lhes é transferido. Ademais, a experiência acumulada pela estrutura pública de pesquisa e extensão, associada ao know-how dos exportadores e industriais, permitirá que, progressivamente, o estado constitua-se na principal plataforma de negócios mundial para transações comerciais envolvendo café conilon.

A possível retomada da agroindústria de solubilização brasileira aliada ao crescimento do interesse dos importadores e a necessidade de compor *blends* na torrefação e moagem doméstica pressionam a base produtiva no sentido de ampliar sua oferta (contemplando inclusive questões relativas à sustentabilidade), incrementando a liquidez desse comércio e

abrindo mais e melhores oportunidades para o conilon.

### Agradecimento

Os autores agradecem a colaboração do pesquisador científico do Instituto de Economia Agrícola (IEA) Carlos Eduardo Fredo na organização dos dados da RAIS.

## 7 REFERÊNCIAS

- ABICS. Associação Brasileira da Indústria do Café Solúvel. *Banco de dados*: Tabulação Especial. São Paulo. 2015.
- BANDES. Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo S/A. *Café*: Programa de melhoria da qualidade. Vitória, BANDES, 1989. 23p.
- CCCV. Centro do Comércio do Café de Vitória. Cotações. Vitória/ES. Disponível em: <<http://www.cccv.org.br/cotacao/cotacoes-antigas/>>. Acesso em: nov. 2015.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). Universidade de São Paulo (USP). *Indicador café conilon*. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/cafe/?page=387>>. Acesso em: 05 set. 2015.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Previsão de safras*. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 25 set. 2015.
- CORTEZ, J. G. A qualidade do café robusta. In: SIMPÓSIO SOBRE AS PERSPECTIVAS DA CULTURA DO CAFÉ NA AMAZÔNIA, 2000. Porto Velho. *Anais...Porto Velho, RO. Embrapa Rondônia*, p. 37-39, 2000.
- CECAFÉ. Conselho dos Exportadores de Café do Brasil. *Banco de dados*: Tabulação especial. São Paulo. 2015.
- CECAFÉ. Conselho dos Exportadores de Café do Brasil. Disponível em: <<http://www.cecafe.com.br/>>. Acesso em: nov. 2015.
- COTAÇÕES Futuras do Café Robusta na Bolsa de Londres. Disponível em: <<https://globalderivatives.nyx.com/>>. Acesso em: 10 set. 2015.
- CRAYMER, L.; TRONG-KHANH, V. Grão brasileiro deixa café instantâneo com novo gosto. *The Wall Street Journal*, Nova York, 2 nov. 2015. Disponível em: <<http://br.wsj.com/articles/SB10176747513982564497404581329914200246294>>. Acesso em: nov. 2015.
- EUROMONITOR. International. *Coffee Market Share by Company*. Disponível em <<http://www.euromonitor.com/>>. Acesso em: 25 ago. 2015.
- INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. IMPACTO: incremento de produtividade. *Balanco Social 2013 Incaper Vitória*, Espírito Santo. 60p. Disponível em: <[http://www.incaper.es.gov.br/balanco\\_social/balanco\\_social\\_2013.pdf](http://www.incaper.es.gov.br/balanco_social/balanco_social_2013.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2015.
- INTRACEN. International Trade Center. *Regions, countries and territories*. Disponível em: <<http://www.intracen.org/country/viet-nam/>>. Acesso em: 10 nov. 2015.
- IMF. International Monetary Fund. *IMF. Primary Commodity Price – Monthly Data*. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx/>>. Acesso em: 15 set. 2015.
- LIMA, A. J. de. Pronunciamento em reunião com a ministra da agricultura. Associação Brasileira da Indústria de Café Solúvel (ABICS). MAPA, Brasília, DF, 2015. 3p.
- MARD. Ministry of Agriculture and Rural Development. Agricultural Products. *Coffee*. Disponível em: <<http://www.mard.gov.vn/en/Pages/news.aspx?CategoryId=3/>>. Acesso em: 10 nov. 2015.
- MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. *Banco de dados*. Brasília: MTE. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/portal-pdet/>>. Acesso em: 11 mar. 2015.
- OIC. Organização Internacional do Café. *Banco de dados*: Tabulação especial. Acesso em: 15 set. 2015.
- OIC. Organização Internacional do Café. Disponível em: <[http://http://www.ico.org/new\\_historical.asp/](http://http://www.ico.org/new_historical.asp/)>. Acesso em: 15 set. 2015.
- PENDERGRAST, M. *Uncommon grounds: The history of coffee and how it transformed our world*. New York: Basic Books. 2010.
- USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. *Commodities & Products*. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/commodities>>. Acesso em: 15 set. 2015.
- USDA. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. *Vietnam coffee*. Annual, gain report vm5030. May. 2015. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/data/vietnam-coffee-annual>>. Acesso em: 10 nov. 2015.
- USDA. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. *Indonesia coffee*. Annual, gain report id1516. May. 2015. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/data/indonesia-coffee-annual>>. Acesso em: 10 nov. 2015.
- USDA. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. *India coffee*. Annual, gain Report IN5061. May. 2015. Disponível em: <[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Coffee%20Semi-annual\\_New%20Delhi\\_India\\_10-30-2015.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Coffee%20Semi-annual_New%20Delhi_India_10-30-2015.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2015.
- VEGRO, C. L. R ; MARTINS, W. A. Comparação entre volatilidades de preços recebidos pelos cafeicultores paulistas: naturais versus cereja descascado. In: IX SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFES DO BRASIL. Curitiba, IX, 2015. *Anais...Curitiba*, 2015.
- VEGRO, C. L. R. A crise internacional do café e a reestruturação técnico-produtiva e comercial do segmento do café robusta capixaba. *Agricultura em São Paulo*: 39(2):55-77, 1992.





Aumento da produtividade

Conservação do solo e da água

Qualidade e segurança do alimento

Irrigação e uso racional da água

Tratamento de esgoto (fossa séptica)

Preservação de nascentes e APPs

Boas condições de moradia e água potável

Uso do EPI (Equipamento de Proteção Individual)

Recarga do lençol freático

Controle dos custos de produção e registro de informações

Diversificação da renda familiar

Agregação de valor ao produto



# Cafeicultura Sustentável do Conilon

Lúcio Herzog De Muner, Francisco Roberto Caporal, Maurício José Fornazier, Pedro Paulo de Faria Ronca, João Alberto Peres Brando e Maria da Penha Padovan

## 1 INTRODUÇÃO

O café (*Coffea arabica* L.) foi introduzido no Estado do Espírito Santo, nos primórdios do século XIX, em decorrência da expansão das áreas de cultivo do Vale do Paraíba, São Paulo. A monocultura do café era a atividade predominante na agricultura do Espírito Santo, no final desse século. Ocupou o primeiro lugar na economia e, a partir de 1850, passou a ser o principal vetor de desenvolvimento e responsável pela formação de povoados, vilas e cidades. Nessa época, as regiões norte e centro-serrana eram imensos maciços florestais naturais que foram sendo substituídos pela cultura do café com a chegada dos primeiros imigrantes italianos e alemães (BITTENCOURT, 1987). Até 1920, apenas 28,6% do território estava ocupado pelos estabelecimentos agrícolas e 17,6% eram cultivados, apesar da chegada de novos imigrantes europeus que recebiam terras do governo para a implantação dessa cultura. A região norte do Espírito Santo era isolada pela barreira natural formada pelo Rio Doce e passou a ser ocupada a partir de 1928 com a construção da ponte no Município de Colatina (SEAG, 1988).

Entre 1920 e 1950, foi muito comum a derrubada de florestas nativas para expansão da cafeicultura. Com a queda dos preços do café, as terras foram abandonadas ou ocupadas por pastagens, caracterizando o ciclo mata-café-pastagens responsável pela devastação da cobertura florestal nativa de grande parte do território do Espírito Santo (VALE et al., 1989). A prática de queimadas com baixo aproveitamento da madeira,

a implantação da pecuária extensiva em terrenos de baixa fertilidade natural e limitações de ordem climática promoveram a erosão dos solos da região norte, com assoreamento dos rios e contaminação das águas (SCHETTINO, 2000). O processo de desmatamentos se intensificou a partir de 1958 e a cobertura florestal original foi reduzida à cerca de 30% em decorrência do início da industrialização do Estado e da crise cafeeira internacional. Nesse cenário, o governo federal promoveu a erradicação de 53% dos cafezais que ocupavam principalmente a região norte e compreendiam 71% da área total cultivada no Espírito Santo.

Os primeiros plantios comerciais de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) no Município de São Gabriel da Palha foram motivados pela implantação das ações do Plano de Renovação e Revigoramento da Lavoura Cafeeira, a partir de 1971. Esse cultivo se expandiu posteriormente para toda a região norte e sul do Espírito Santo. Atualmente, o conilon é a variedade mais cultivada no Espírito Santo em regiões de altitude até 500 m e de clima mais quente. Encontra boas condições de desenvolvimento em regiões com *deficit* hídrico anual não superior a 350 mm e temperatura média ideal entre 22° a 26 °C (FERRÃO et al., 2012). Os principais municípios produtores estão na região norte e se destacam Jaguaré, Governador Lindenberg, Linhares, Nova Venécia, Pinheiros, Rio Bananal, São Gabriel da Palha, São Mateus, Sooretama e Vila Valério, responsáveis por cerca de 52% da safra cafeeira capixaba de conilon (IBGE, 2014). A cultura ocupa cerca de 300 mil hectares em aproximadamente 40 mil propriedades, a maioria

de base familiar. São 78 mil famílias que dependem diretamente dessa cultura (FERRÃO et al., 2011; CONAB, 2014). Essas propriedades cafeeiras se caracterizam por apresentar 74% da área total inferior a 50 ha, sendo 28% menores que 10 ha e área média de cultivo de 9,4 ha; as famílias rurais são altamente dependentes economicamente do café e de 60 a 70% dos ingressos das propriedades vêm dessa cultura (TEIXEIRA, 1998; SCHIMIDT; De MUNER; FORNAZIER, 2004).

A produtividade média de 35 sacas beneficiadas por hectare (sc./ha) (CONAB, 2014) pode alcançar patamares elevados (acima de 120 sc./ha), dependendo da utilização dos corretos tratamentos culturais e adoção de tecnologias apropriadas, como variedades melhoradas, poda programada de ciclo, irrigação e nutrição adequada do cafeeiro (FERRÃO et al., 2012). A maior necessidade por serviço se dá durante a colheita do café, onde a mão de obra de maior demanda é contratada de forma temporária. Muitas vezes isso constitui problema social, principalmente nas propriedades com lavouras superiores a 50 ha. As propriedades familiares também necessitam de força de trabalho externa, normalmente suprida pela família em sistema de parceria e colaboração entre vizinhos. A forma predominante de remuneração da mão de obra volante na época de safra na região do conilon capixaba é por produção (94%) ou produtividade (sacos colhidos de café maduro ou seco); na época da entressafra essa remuneração se dá por diária (55%) ou por salário mensal (25%) (FETAES, 2006).

O café é comercializado predominantemente beneficiado, de acordo com as condições e infraestrutura da propriedade. Entretanto, o serviço de processamento se realiza geralmente por proprietários estruturados, por intermediários compradores que prestam esse serviço e/ou prestadores de serviços com equipamento móvel. A maior parte da produção é comercializada com os intermediários, exportadores e cooperativas que atuam regionalmente.

As intervenções públicas, em parceria com o setor privado, na geração e adoção de tecnologias focadas na alta produtividade e na resistência à seca, elevaram a produtividade média do café conilon de 9 sc./ha em 1993 para 24,12 sc./ha em 2002, superando as metas do Programa de Revitalização da Cafeicultura Capixaba (RECAFÉ) (De

MUNER et al., 2003). Atualmente, a produtividade média se encontra em 35 sc./ha (CONAB, 2014). O zoneamento agroecológico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo mostra que as áreas aptas para cultivo do conilon abrangem 404.601 ha (DADALTO; BARBOSA, 1997). A maior parte delas está localizada nas mesorregiões central e sul, onde não há tradição no cultivo dessa espécie e constitui grande potencial para o desenvolvimento da cafeicultura de conilon de maneira mais sustentável.

## 2 O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE

A base conceitual da sustentabilidade está no reconhecimento de que os recursos naturais são finitos e as limitações biofísicas do planeta limitam o crescimento econômico. O alcance da sustentabilidade tem como principal desafio a mudança nos padrões de consumo e não pode prevalecer a lógica do mercado sobre a das necessidades (FERRAZ, 2003). O ambiente, fonte dos recursos, recebe todo o lixo decorrente da atividade humana, entretanto a disponibilidade de recursos e a capacidade de assimilação desses resíduos são limitadas. O crescimento econômico é confundido com desenvolvimento e a busca de alternativas para esse modelo conduziu à direção do desenvolvimento sustentável.

O conceito de “Ecodesenvolvimento”<sup>1</sup>, enfatizado na “Declaração de Estocolmo”/Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente/1972 evoluiu para “Desenvolvimento Sustentável”, preconizado pela Comissão Brundtland (ONU) no Relatório “Nosso Futuro Comum”/1987, em que foi pauta principal da Conferência do Rio/1992 e demais conferências mundiais sobre desenvolvimento que se sucederam. No entanto, o desenvolvimento sustentável não é conceito acabado, mas idéia que transita entre o desenvolvimento, entendido como estágio socioeconômico e político de uma comunidade e a sustentabilidade, que se refere à capacidade de suporte da biosfera. É um fim a ser perseguido com o objetivo de garantir sua preservação em uma visão de futuro. Entendemos desenvolvimento como crescimento alométrico (variação das relações entre

<sup>1</sup>Ecodesenvolvimento é um estilo de desenvolvimento que em cada ecorregião insiste nas soluções específicas de seus problemas particulares, levando em conta os dados ecológicos da mesma forma que os culturais, as necessidades imediatas como também as de longo prazo (...) sem negar a importância dos intercâmbios” (SACHS, 1986).



as partes) das dimensões da sustentabilidade<sup>2</sup>.

Historicamente, as teorias sobre o desenvolvimento não incorporaram os custos ambientais nas relações do homem com a natureza. Dessa forma, os recursos naturais sempre foram considerados como subsistema da economia. O alcance da sustentabilidade pressupõe que a economia considere os aspectos biofísicos da produção de bens e serviços e a internalização da visão do envolvimento e integração do sistema produtivo (MARTINS, 2002). O modelo de modernização ocidental de produção e consumo torna o desenvolvimento insustentável. Considera-se a necessidade de envolver toda a sociedade na estruturação da sustentabilidade (BOFF, 2003). A elaboração de processos sustentáveis passa por uma abordagem holística e pela necessidade de construção coletiva de uma rede de interações. Capra (1997) sugere imitar a natureza para o entendimento do funcionamento dos sistemas e para compreender a interdependência dos diversos fatores que formam essa rede complexa.

Embora se reconheça o papel crucial da agricultura no desenvolvimento humano, considera-se que os processos agrícolas são as atividades antrópicas que mais utilizam recursos naturais fundamentais como terra e água. A agricultura convencional é considerada como altamente degradadora do ambiente e a principal causa da devastação das florestas, exaustão dos solos, assoreamento dos rios, contaminação das águas por agrotóxico e empobrecimento da biodiversidade (VAN RAIJ, 2003; FOLEY et al., 2011; FORESIGHT, 2011).

A "Revolução Verde", modelo de agricultura difundido na década de 1970, intensificou esse processo de degradação. Pacotes tecnológicos foram desenvolvidos baseados no melhoramento genético de sementes associados ao intensivo uso de agroquímicos, na mecanização e técnicas para aumento da produção e da produtividade. Serviu, sobretudo, para ampliar a comercialização de insumos, máquinas e equipamentos em nome da modernização da agricultura. Entretanto, gerou

dependência de elementos externos e ruptura dos padrões de produção tradicionais (BRUM, 1987; BEDDINGTON, 2010).

Os sistemas de monocultura do modelo convencional de produção baseado na agroquímica causam redução na eficiência energética dos sistemas produtivos. Isso é provocado, entre outros fatores, pela pequena cobertura do solo, associado à grande dependência de insumos externos e de alto custo energético (LI et al., 2002; SOUZA et al., 2008; De MUNER et al., 2015). O dispêndio energético impõe séria preocupação devido à quantidade de energia investida na produção de alimentos pois muitas vezes tem sido maior que o retorno conseguido em valor energético dos produtos gerando balanço negativo e comprometendo a sustentabilidade (GRÖNROOS et al., 2006). Energia e produção de alimentos estão relacionadas e qualquer impacto no custo do petróleo é transmitido e ampliado ao longo da cadeia alimentar. Isso porque a energia de origem fóssil desempenha papel vital nos sistemas de produção agrícola e o seu preço afeta todos os custos da cadeia produtiva (CAMPOS, Alessandro; CAMPOS, Aloísio, 2004).

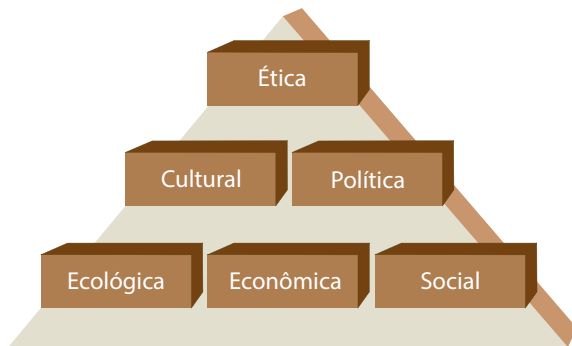
No entanto, a sustentabilidade pressupõe enfatizar o uso de energias renováveis visando a garantir a produção em longo prazo. A agricultura sustentável busca rendimentos mediante o uso de tecnologias e práticas de manejo que melhorem a eficiência do sistema (ALTIERI; NICHOLS, 2004; TILMAN et al., 2011). Foi definida como o manejo e a conservação da base dos recursos naturais e a orientação de mudanças tecnológicas e institucionais de maneira a assegurar a obtenção e a satisfação contínua das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras. Tal desenvolvimento sustentável na agricultura deve resultar na conservação do solo, água e recursos genéticos animais e vegetais e não deve degradar o ambiente, mas ser tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável (FAO, 1991).

Embora possa haver dissonância em relação ao conjunto de atributos básicos que deve possuir um sistema de manejo para ser considerado sustentável, ele deve considerar, de forma holística e sistêmica, as dimensões ecológica, econômica e social. A construção do desenvolvimento rural sustentável a partir da aplicação dos conceitos da Agroecologia é

<sup>2</sup>A chamada seria para definir sustentabilidade? Segundo Guzmán Casado, Gonzales de Molina e Sevilla Guzmán (2000), "Em seu significado mais amplo o conceito de desenvolvimento significa o desdobramento das potencialidades de uma identidade, seja biológica ou sociocultural. Se trata de alcançar um estado superior, ou mais pleno que o pré existente". Esses autores citam como concepção pioneira do uso do termo desenvolvimento aquela apresentada no século XVIII, no âmbito das Ciências Naturais, quando Caspar Friedrich Wolff definiu o desenvolvimento embrionário como sendo o crescimento alométrico das partes na direção da forma apropriada do ser humano. Essa definição pode contribuir para, de forma análoga, se pensar a ideia de desenvolvimento desde uma perspectiva agroecológica.



alicerçada em seis dimensões básicas relacionadas entre si: ecológica, econômica e social (primeiro nível), cultural e política (segundo nível) e ética (terceiro nível) (CAPORAL; COSTABEBER, 2007) (Figura 1).



**Figura 1.** Dimensões hierarquizadas da sustentabilidade.  
**Fonte:** Caporal e Costabeber (2007).

Na *dimensão ecológica*, considera-se que a conservação e melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo, da biodiversidade, dos mananciais hídricos e dos recursos naturais, em geral, constituem a base para o alcance da sustentabilidade. É importante ter em mente a abordagem holística e o enfoque sistêmico, dando tratamento integral a todos os elementos do agroecossistema aliado a estratégias de reutilização de materiais e energia e a eliminação de insumos tóxicos.

A *dimensão social* representa outro pilar básico da sustentabilidade e inclui a busca contínua de melhores níveis de qualidade de vida. Aborda a produção e o consumo de alimentos com qualidade biológica superior e a perspectiva da distribuição equitativa da produção. Implica menor desigualdade na distribuição de ativos, capacidades e oportunidades.

Na *dimensão econômica*, a sustentabilidade não trata apenas de aumento de produção e produtividade agropecuária a qualquer custo, pois a manutenção da base de recursos naturais é fundamental para as gerações futuras. A lógica da sustentabilidade econômica nem sempre se manifesta através da obtenção do lucro, mas também em outros aspectos, como a subsistência e produção de bens de consumo, em geral, que não costumam aparecer nas medições monetárias convencionais. Pressupõe, ainda, a obtenção de balanços agroenergéticos positivos a partir da

compatibilização da relação entre produção e consumo de energias não renováveis. Entretanto, deve proporcionar retornos financeiros suficientes para continuidade das atividades agrícolas atuais e em gerações futuras, manutenção/ampliação da qualidade de vida dos agricultores e satisfação de suas aspirações sociais.

No segundo nível, a *dimensão cultural* considera que os saberes, conhecimentos e valores das populações locais devem ser o ponto de partida para os processos de desenvolvimento rural. A agricultura deve ser entendida como produto da relação histórica, envolvendo o sistema social e ecológico e deve espelhar a “identidade cultural” das pessoas que vivem e trabalham no agroecossistema.

A *dimensão política* engloba as redes de organizações sociais e de representações dos diversos segmentos da população rural e os processos participativos e democráticos. No desenvolvimento rural sustentável, considera-se que os agricultores devem ser os protagonistas e decisores dos processos de mudança social, com participação decisiva em políticas públicas apropriadas.

A noção de sustentabilidade tem dado lugar ao surgimento de uma série de correntes do desenvolvimento rural sustentável. Dessas, destaca-se a corrente agroecológica que sugere a massificação dos processos de manejo e desenho de agroecossistemas sustentáveis em uma perspectiva de análise sistêmica e multidimensional.

Outras correntes se orientam pela busca de nichos de mercado e pela expectativa de prêmio econômico, centrando sua atenção na redução do uso de insumos químicos ou sua substituição por insumos orgânicos ou ecológicos. No enfoque agroecológico, deve-se otimizar o equilíbrio do agroecossistema e entender as complexas relações existentes entre pessoas, cultivos, animais e o ambiente que alimentam a noção de sustentabilidade; não se deve focar a maximização da produção de uma atividade em particular (CAPORAL; COSTABEBER, 2007).

A sustentabilidade de um agroecossistema está diretamente relacionada à potencialização dos processos ecológicos. Para tanto, deve-se otimizar a disponibilidade e equilíbrio do fluxo de nutrientes, proteger e conservar o solo, preservar e integrar

a biodiversidade e explorar a adaptabilidade e complementaridade dos recursos genéticos animais e vegetais. No aspecto socioeconômico, deve-se otimizar as sinergias entre as distintas atividades nos processos produtivos, fortalecer os mecanismos de cooperação e solidariedade e potencializar as capacidades e habilidades locais, favorecendo, sobretudo, a autogestão das propriedades rurais. Dessa forma, a propriedade rural sustentável se caracteriza como uma unidade produtiva que utiliza as boas práticas agrícolas visando a maximizar e diversificar a renda, conservar e recuperar os recursos naturais (água, solo e floresta) e respeitar as leis ambientais e trabalhistas. Visa à melhoria contínua da qualidade de vida das famílias rurais e de suas futuras gerações por meio do modelo de desenvolvimento que considera todas as dimensões da sustentabilidade. Sua premissa básica é criar condições para que os agricultores possam construir uma agricultura em patamares cada vez mais sustentáveis. Surge, então, um novo desafio para a implementação do desenvolvimento tecnológico e das ações da Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) através de abordagens metodológicas participativas e estratégicas para o desenvolvimento rural sustentável (BRASIL, 2003; CAPORAL; COSTABEBER, 2007; EMBRAPA, 2006).

### 3 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

Processos de avaliação e monitoramento são ferramentas importantes na identificação dos problemas e limitações, bem como na definição de estratégias que promovam mudanças necessárias para melhorar o desempenho de determinado sistema. No entanto, a avaliação da sustentabilidade na agricultura tem sido um grande desafio devido, principalmente, à complexidade dos aspectos ambientais, socioeconômicos e culturais, considerando a perspectiva holística e sistêmica. Trata-se de processo dinâmico e complexo que evolui ao longo do tempo e não existem parâmetros nem critérios universais comuns que permitam avaliar toda essa complexidade. Ainda, os procedimentos convencionais, como a análise de custo-benefício, mostram-se insuficientes e inadequados (SARANDÓN, 2002; ASTIER et al., 2012).

Diversos autores têm desenvolvido e aplicado métodos para a avaliação da sustentabilidade.

Alguns deles têm dado ênfase à definição de indicadores ambientais, sociais e econômicos, outros ao estabelecimento de níveis de qualificação, mas, sem um marco claro que permita integrar os resultados das análises (HAMMOND et al., 1995; AZAR; HOLMBERG; LINDGREN, 1996). Há ainda aqueles que propõem um marco metodológico para a definição de critérios e indicadores que serão utilizados na avaliação (FAO, 1994; MASERA; ASTIER; LÓPES-RIDAURA, 2000; ASTIER; MASERA; GALVÁN-MIYOSHI, 2008).

As principais vantagens dos marcos de avaliação é que oferecem referencial analítico para o estudo e a comparação de sistemas de manejo alternativos sobre base multidimensional. Ainda, permitem priorizar e selecionar um conjunto de indicadores para monitoramento do sistema de manejo adotado e orientar processos de planejamento e tomada de decisões (GALVÁN-MIYOSHI; MASERA; LOPEZ-RIDAURA, 2008).

O Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Mediante Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS) vem sendo amplamente utilizado no México e na América Latina (LOPEZ-RIDAURA; MASERA; ASTIER, M., 2001; ASTIER; MASERA; GALVÁN-MIYOSHI, 2008; ASTIER et al., 2012). Esse método considera sete atributos principais inter-relacionados: produtividade, estabilidade, resiliência, confiança ou segurança, adaptabilidade ou flexibilidade, equidade e autonomia (Quadro 1). Seus resultados e conclusões são aplicados para a identificação dos pontos críticos da sustentabilidade e intervenção nos sistemas de produção, de forma a alcançar gradativamente a sustentabilidade. O método é válido para sistemas de produção específicos em determinado contexto sociopolítico, em uma escala espacial e temporal determinada. É atividade participativa que requer a perspectiva de equipe de trabalho interdisciplinar. É de caráter comparativo ou relativo, isto é, a sustentabilidade só pode ser avaliada comparando a evolução de um mesmo sistema através do tempo ou confrontando, simultaneamente, dois ou mais sistemas alternativos com um de referência.

Considera-se a sustentabilidade como sistema em construção, que evolui e se estabiliza em patamares crescentes e adaptados a cada realidade socioeconômica e cultural regional.

**Quadro 1.** Atributos, critérios e indicadores de sustentabilidade para a avaliação de sistemas de manejo dos recursos naturais

Atributo	Crítérios	Indicadores <sup>1</sup>	Âmbito
<b>Produtividade</b>	Eficiência	Rendimento; eficiência energética	A
		Relação custo-benefício; inversão (dinheiro e trabalho); produtividade do trabalho; ingresso	E
<b>Estabilidade; resiliência; confiabilidade</b>	Diversidade	Espécies manejadas e presentes; policultivos; rotações	A
		Número de cultivos; grau de integração da produção e comercialização	E
		Número de etnias envolvidas no manejo de recursos	S
	Conservação de recursos	Qualidade do solo e água	A
		Relação entre entrada e saída de nutrientes críticos	A
		Número de variedades crioulas utilizadas	A
		Capacidade de reciclar e economizar no uso de recursos naturais	E
	Fragilidade do sistema	Incidência de pragas e doenças	A
		Tendências e variação de rendimento	E
	Distribuição de riscos	Acesso a créditos, seguros e outros mecanismos	E
Qualidade de vida	Índices de qualidade de vida	S	
<b>Adaptabilidade</b>	Fortalecimento do processo de aprendizagem	Capacitação e formação dos integrantes	S
		Adaptações locais dos sistemas propostos	S
	Capacidade de mudança e inovação	Evolução do número de produtores por sistema	S
		Geração de conhecimentos e práticas	S
<b>Equidade</b>	Distribuição de custos e benefícios	Número de beneficiários segundo etnias, gênero e grupo social	S
	Evolução do emprego	Demanda de mudança de local de trabalho	E
<b>Autonomia (autogestão)</b>	Participação	Implicação dos beneficiários nas distintas fases do projeto	S
	Autossuficiência	Grau de dependência de insumos externos críticos	A
		Nível de autofinanciamento	E
	Controle	Reconhecimento dos direitos de propriedade (individuais ou coletivos)	S
		Uso de conhecimentos e habilidades locais	S
		Poder de decisão sobre aspectos críticos do funcionamento do sistema	S
Organização	Tipo, estrutura, processo de tomada de decisões	S	

**Fonte:** Adaptada de Masera, Astier, López-Ridaura (2000).

<sup>1</sup>A Tabela não apresenta, necessariamente, todos os indicadores, sendo adaptados para cada situação específica de manejo, levando-se em consideração as três áreas básicas: social (S), ambiental (A) e econômica (E).

Assim, a noção de sustentabilidade não significa algo absoluto, mas sim relativo. Pode-se avançar no sentido da sustentabilidade ou, pelo contrário, gerar mais degradação, de acordo com as práticas, tecnologias, formas de manejo e relações socioeconômicas presentes em cada estratégia adotada. Por essa razão, é fundamental o monitoramento (avaliação) sistemático dos processos, com métodos participativos.

A apresentação e integração dos resultados obtidos pelo método MESMIS deve ser ferramenta transparente, de cunho participativo e de fácil entendimento, para que sejam úteis na tomada de decisões quanto às mudanças necessárias para melhorar os sistemas propostos de manejo. Esse

método foi utilizado na cafeicultura brasileira de arábica (FERRARI, 2002; De MUNER, 2012) evidenciando que famílias que utilizavam técnicas mais agroecológicas apresentaram maior autonomia e menor dependência de recursos externos em relação àquelas com técnicas convencionais. Os melhores retornos econômicos foram observados no sistema de boas práticas agrícolas com técnicas que viabilizaram produtividades de café economicamente aceitáveis. A diversificação das atividades permitiu otimizar o uso da mão de obra e dos recursos naturais e econômicos disponíveis. Assim, a diversificação da produção se constitui fator determinante da segurança alimentar das famílias rurais (De MUNER, 2012).

Segurança alimentar, valor de uma alimentação saudável, custo da saúde dos trabalhadores rurais, valor do solo conservado e valor monetário de diversos serviços ambientais prestados à coletividade pelos agricultores que estão implementando sistemas agroecológicos são de difícil valoração. Exemplos desses serviços são a proteção e conservação de nascentes e cursos d'água através do reflorestamento e manejo adequado dos solos; conservação da fauna com o plantio de espécies nativas e frutíferas destinadas à alimentação de pássaros; e conservação e valorização da agrobiodiversidade. Muitos impactos econômicos não são necessariamente "monetários", sendo fundamental encontrar formas de valorizá-los nas análises da sustentabilidade (FERRARI, 2002).

Outra limitação na avaliação da sustentabilidade está diretamente relacionada ao fator tempo, pois a transição para a sustentabilidade pressupõe a identificação de sistemas eficientes em longo prazo, o que dificulta a comprovação de resultados (LAL, 1994; SARANDÓN, 2002). Enquanto a avaliação econômica é feita, geralmente após uma série de safras, as avaliações dos aspectos biofísicos e sociais podem requerer décadas ou até séculos (Quadro 2).

**Quadro 2.** Escala de tempo para a avaliação de diferentes aspectos da sustentabilidade

Aspectos	Escala de tempo
Avaliação econômica de lucratividade	Uma ou várias safras
Tendências de rendimento	Cinco a vinte anos
Características do solo	Uma a várias décadas
Características hidrológicas	Uma a várias décadas
Parâmetros ecológicos	Várias décadas a séculos
Aspectos sociais e culturais	Poucas a várias gerações

Fonte: Adaptada de Lal (1991).

As análises energéticas têm proporcionado maior segurança nos estudos de longo prazo, bem como na comparação entre culturas, sistemas e atividades agropecuárias desenvolvidas em diversos locais (FERRARO JÚNIOR, 1999; SOUZA et al., 2008). No entanto, qualquer marco metodológico para avaliação da sustentabilidade relacionado com recursos naturais necessita ser devidamente adaptado para sua aplicação em uma ampla gama

de agroecossistemas em várias regiões.

No Estado de Minas Gerais, tem sido adotado o sistema de Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA), composto por conjunto de 23 parâmetros que abrangem os balanços econômicos e sociais, gerenciamento do estabelecimento, qualidade do solo e da água, manejo dos sistemas de produção e diversificação da paisagem e o estado de conservação da vegetação nativa (Quadro 3).

**Quadro 3.** Descrição dos sete subíndices e dos 23 indicadores utilizados no sistema de Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA), no Estado de Minas Gerais, Brasil

Subíndices	Indicadores
<b>Balanco econômico</b>	1- Produtividade e preço de venda apurados
	2- Perfil e diversificação da renda
	3- Evolução patrimonial
	4- Grau de endividamento
<b>Balanco social</b>	5- Serviços básicos disponíveis
	6- Segurança alimentar no entorno das residências
	7- Escolaridade/Cursos direcionados/ Atividades agrosilvopastoris
	8- Qualidade da ocupação e do emprego gerado
<b>Gestão do estabelecimento rural</b>	9- Gestão do empreendimento
	10- Gestão de informação
	11- Gerenciamento de resíduos e efluentes
	12- Segurança do trabalho e Gestão do uso de agrotóxicos e produtos veterinários
<b>Capacidade produtiva do solo</b>	13- Fertilidade do solo
<b>Qualidade da água</b>	14- Qualidade da água superficial
	15- Qualidade da água subterrânea
	16- Risco de contaminação da água por agrotóxico
<b>Manejo dos sistemas de produção</b>	17- Áreas com solo em estágio de degradação
	18- Grau de adoção de práticas conservacionistas
	19- Estado de conservação de estradas internas e externas
<b>Ecologia da paisagem agrícola</b>	20- Vegetação nativa – fitofisionomias e estado de conservação
	21- APPs
	22- RL
	23- Diversificação da paisagem agrícola

Fonte: Ferreira et al. (2012).



O ISA permite a geração automática de gráficos e de tabelas agregando os indicadores em temas. O uso, ocupação do solo e a identificação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) são determinados com apoio de imagens de satélite, levantamento de campo e uso de técnicas de geoprocessamento. Esse sistema tem demonstrado sensibilidade a variações inter e intrarregionais relacionadas com os diferentes padrões de manejo, sistemas de produção e gestão das propriedades cafezeiras que integram diversos programas de certificação. (FERREIRA et al., 2012).

#### 4 SUSTENTABILIDADE NA CAFEICULTURA

O café tem papel fundamental no desenvolvimento de grande número de países pobres em área tropical, sendo responsável por significativa parcela das receitas de suas exportações e fonte primordial de renda para cerca de 25 milhões de famílias de pequenos produtores em todo o mundo (OIC, 2004). O café é fonte geradora de numerosos empregos, não somente no meio rural, onde se constitui em fator de estabilidade social, mas também em áreas urbanas dos países produtores, assim como nos países consumidores e transformadores/reprocessadores.

O permanente desequilíbrio entre oferta e procura tem provocado oscilações históricas nos preços, cujos níveis, na maioria dos países produtores, não têm permitido cobrir os custos de produção, intensificando os índices de pobreza e o aumento do êxodo rural em direção às periferias dos centros urbanos (OIC, 2004). Isso justifica maior preocupação com as várias dimensões da sustentabilidade.

A dimensão social é geralmente abordada apenas superficialmente em muitos projetos, no entanto, as dimensões econômica, social e ecológica, cultural, política e ética devem ser conciliadas na busca permanente de novos pontos de equilíbrio em patamares crescentes de sustentabilidade. Deve-se ter visão crítica quanto ao bem-estar social e garantia de renda dos participantes, principalmente da família rural, elo mais frágil da cadeia produtiva.

Esse ponto é visível na cafeicultura do conilon do Espírito Santo e o impacto social e econômico de

crises cíclicas pode ser percebido de forma mais dramática com os agricultores familiares. Estes abandonam suas lavouras ou vivem do extrativismo e os trabalhadores rurais perdem seus empregos. Entretanto, a renda originária da cafeicultura se concentra nos países transformadores (COELHO, 2002). Isso se deve, em parte, ao desequilíbrio existente na cadeia produtiva. No início da década de 1990, as vendas mundiais de café no varejo eram de US\$ 30 bilhões/ano, sendo um terço (US\$ 10-12 bilhões) desses valores destinados aos países produtores. Em 2001, apenas US\$ 5,5 bilhões, dos US\$ 70 bilhões movimentados com café, chegaram aos países produtores. Em uma década, o negócio mais que duplicou. Entretanto, o rendimento econômico dos produtores foi reduzido pela metade, e a participação nos lucros ficou quatro vezes menor (OIC, 2002).

A queda dos preços pagos no mercado internacional se reflete sensivelmente nos indicadores da sustentabilidade. Isso significa queda da receita agrícola, redução dos salários dos trabalhadores rurais e menor número de empregos, sendo os agricultores sempre os mais afetados. Preço baixo do café robusta no mercado internacional determina diminuição de receitas e cria círculo vicioso que dificulta a mobilização de recursos para investimentos, em particular nos métodos de produção com respeito ambiental. Isso gera reflexos nas produtividades e rendimentos, inclusive com abandono das lavouras (OIC, 2006).

As quedas de preços aumentam a pressão sobre o meio ambiente, pois os cafeicultores se veem forçados a expandir as áreas de produção para compensar o declínio de suas rendas. Muitos países da América Central abandonaram seus métodos tradicionais de produção de café, em particular o cultivo sombreado que conserva o solo, a água, espécies da flora e da fauna e se constitui em moderador natural do microclima. A necessidade de introduzir variedades de alto rendimento para enfrentar a concorrência dos produtores de menor custo levou à utilização intensiva de agroquímicos, causando redução da biodiversidade (OIC, 2002).

A história do setor cafeeiro é marcada pelos inadequados desenvolvimentos de infraestrutura e uso de técnicas agrônômicas, deficiências sistêmicas na cadeia de abastecimento e imperfeições mercadológicas que geraram

desafios ambientais, econômicos e sociais. Entretanto, em função da crescente tendência da cadeia de abastecimento e relações de mercado mais transparente, maior diferenciação no mercado e adoção intencional de melhores práticas em prol da sustentabilidade, busca-se alcançar a maior sustentabilidade e estabilidade no sistema produtivo cafeeiro (PEREIRA; BLISKA; GIOMO, 2007).

O Programa Cafés Sustentáveis do Brasil, iniciativa da Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC), surgiu em 2007 com a proposta de estimular a sustentabilidade na produção de café, com qualidade e certificação. Buscou introduzir a nova tendência mundial do consumo consciente de produtos com comprovado respeito à sustentabilidade ambiental, econômica e social no mercado brasileiro. Tem o objetivo de ampliar as parcerias entre a indústria, cafeicultores e suas cooperativas. O programa distingue as marcas de café torrado e torrado e moído que agregam qualidade e sustentabilidade. O selo na embalagem comprova que 60% da composição do *blend*, ou seja, da matéria-prima básica para cafés superiores e *gourmets* são provenientes de fornecedores sustentáveis (ABIC, 2015).

O café desempenha importante papel na fixação da população agrícola e na criação de emprego nas zonas rurais, propiciando melhor distribuição de renda entre as famílias dessas áreas. No Estado do Espírito Santo, a cafeicultura gerava mais de 362 mil postos de trabalho, distribuídos entre proprietários, parceiros e empregados, dos quais 209 mil trabalhadores estavam vinculados ao conilon, envolvendo mais de 78 mil famílias (TEIXEIRA, 1998).

Esses aspectos acarretam riscos e mudam o perfil das relações de trabalho, uma vez que essa cafeicultura de base familiar se torna cada vez mais dependente de mão de obra contratada e de trabalhadores temporários. Com relação ao café arábica da agricultura de base familiar no Estado do Espírito Santo, por exemplo, constatou-se cerca de 31% da mão de obra com idade superior a 50 anos e apenas 13% de jovens com idade inferior a 17 anos (De MUNER; FORNAZIER; SCHIMIDT, 2009). Essa situação ameaça a sustentabilidade da economia cafeeira em regiões e municípios que dependem substancialmente do café para obtenção do essencial para sua sobrevivência.

Com relação às organizações sociais no Estado do Espírito Santo, as cooperativas de produtores de café conilon se encontram em diversas fases de desenvolvimento técnico e administrativo, com participações diferenciadas na classificação de café e na comercialização do produto. Algumas delas promovem o beneficiamento e rebeneficiamento, bem como o armazenamento para os associados. Atuam no setor cooperativista da cafeicultura de conilon capixaba a Cooperativa dos Cafeicultores do Sul do Estado do Espírito Santo (Cafesul), a Cooperativa Agropecuária Centro-Serrana (Coopeavi) e a Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel (Cooabriel). Esta última possui o maior espaço para armazenamento, localizada no Município de São Gabriel da Palha, considerada a maior cooperativa de conilon do Brasil, com capacidade de recepção de mais de 1 milhão de sacas.

Na busca do equilíbrio na distribuição da renda ao longo da cadeia produtiva, os esforços têm se concentrado na abertura de novos nichos para os cafés especiais e mercados diferenciados para grãos verdes e para a exportação do torrado e moído; a promoção do consumo do café e seus derivados; o incentivo ao associativismo para a comercialização; o melhoramento da qualidade do café; a certificação e a rastreabilidade da produção; e a diversificação das atividades da propriedade cafeeira visando agregação de valor e aumento da renda das famílias rurais.

Os fatores econômicos e sociais do desenvolvimento sustentável são questões tão importantes que podem obscurecer as preocupações ambientais, principalmente em períodos de baixos preços. No entanto, a promoção de uma cafeicultura sustentável deve levar em conta todos esses diferentes aspectos e atribuir-lhes o mesmo grau de prioridade. Nesse contexto, os cafeicultores que quiserem se inserir no processo de transição gradual de sua propriedade para estilos de agricultura mais sustentáveis devem observar:

- **Na dimensão social:** respeito à força de trabalho, representada pelos trabalhadores rurais contratados, parceiros e meeiros, através do total cumprimento da legislação trabalhista, da remuneração justa e da moradia digna, bem como a possibilidade de acesso à educação, saúde e

recreação, com relações justas e humanas entre o capital e o trabalho. A organização e a participação social devem ser promovidas. A dimensão social da sustentabilidade tem que ser entendida como meio de se reduzir as desigualdades e a pobreza no meio rural, com equidade entre os membros da sociedade, melhor distribuição dos ativos, capacidades e oportunidades para os menos favorecidos, propiciando acesso à saúde, à educação, aos recursos creditícios e à cultura.

- **Na dimensão ecológica:** a utilização da água, do solo e dos recursos naturais deve ser racional, planejada e definida pela adoção de tecnologias e procedimentos simples ao alcance de todos os produtores. A promoção da adequação ambiental das propriedades por meio da proteção de nascentes e mananciais de água, da conservação das matas ciliares junto às nascentes e no topo dos morros, a correta destinação dos esgotos domésticos e reuso das águas residuárias do despulpamento de café e criatórios de animais deve ser estimulada. A degradação dos solos no interior das lavouras, nas estradas e nos corredores de acesso deve ser sistematicamente combatida através do uso de técnicas adequadas, como a roçada das ervas espontâneas e a construção de caixas-secas para captação do excedente das águas de chuvas. Deve haver diversificação nos cultivos e adoção de tecnologias que minimizem/eliminem o uso de agrotóxicos, como o manejo integrado de pragas e a produção orgânica. Devem ser mantidas as áreas de RL e as áreas degradadas devem ser recuperadas favorecendo a conservação da biodiversidade e o estabelecimento de corredores ecológicos.

- **Na dimensão econômica:** é necessário ao produtor rural assegurar a sobrevivência financeira, o bem-estar e a segurança alimentar das famílias sob sua dependência, monitorando seus gastos e receitas, evitando desperdícios por meio da otimização das sinergias entre os sistemas de produção animal e vegetal, agregando valor aos produtos agrícolas, diversificando as atividades produtivas e as fontes de renda e buscando a autogestão da propriedade. Deve ser facilitado o acesso aos canais de comercialização, ao crédito e à assistência técnica. Ao mesmo tempo, devem ser construídos canais de comercialização que assegurem aos agricultores maior grau de autonomia e renda mais elevada, do mesmo modo

que devem ser buscadas estratégias que reduzam a dependência do mercado de insumos.

## 5 TRANSIÇÃO DE SISTEMAS: BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS

Podem ser distinguidos quatro níveis fundamentais no processo de transição para agroecossistemas sustentáveis: a) o incremento da eficiência das práticas convencionais para reduzir o uso e consumo de *inputs* caros, escassos e muitas vezes danosos ao meio ambiente tem sido a principal ênfase da pesquisa agrícola, resultando disso muitas práticas e tecnologias que ajudam a reduzir os impactos negativos da agricultura convencional; b) a substituição de *inputs* e práticas convencionais por práticas alternativas, cuja meta é a utilização de produtos e práticas mais benignas do ponto de vista ecológico em substituição àquelas mais intensivas em uso de recursos e degradadoras do meio ambiente. Nesse nível de transição, a estrutura básica do agroecossistema seria pouco alterada, podendo ocorrer, portanto, problemas similares aos dos sistemas convencionais; c) o redesenho do agroecossistema, para que funcione como novo conjunto de processos ecológicos. Nesse nível, buscar-se-ia eliminar as causas dos problemas que ainda continuam existindo nos dois níveis anteriores; d) a mudança de ética e valores, que prioriza a relação entre produtor e consumidor, baseada na educação deste último, uma vez que o que ele consome não é somente o produto em si, mas o resultado de um complexo processo que gera impactos ambientais e socioeconômicos. Isso guiará as decisões a serem tomadas pelos agricultores. Relaciona-se à produção e consumo conscientes (GLIESSMAN, 2001; GLIESSMAN et al., 2007).

O modelo de desenvolvimento do café conilon no Estado do Espírito Santo vem privilegiando a dimensão econômica em detrimento das demais dimensões da sustentabilidade. Observa-se o crescente aporte tecnológico visando aumento da produtividade e à redução dos custos de produção. A opção por esse modelo de desenvolvimento de monocultura, principalmente na região norte do Estado, tem demandado expressivos investimentos na aquisição de equipamentos de irrigação, maiores doses de fertilizantes e incremento no uso de agrotóxicos. Esse sistema tem favorecido

a incidência de pragas e doenças, como a broca-do-café, cochonilhas, lagarta-das-rosetas, bichomineiro e a ferrugem-do-cafeeiro, que assumem, a cada dia, maior relevância nos cultivos.

O sistema de produção convencional do café, quando comparado a sistemas com maior diversificação, ou “mais agroecológicos”, indicou ser menos sustentável, embora apresente maior produção. A diversificação dos cultivos, no entanto, permite o aumento do valor da renda agregada na propriedade agrícola (FERRARI, 2002). O café conilon no Espírito Santo é produzido de forma convencional e embora tenha mais que duplicado

a produtividade média estadual, não impediu que muitos cafeicultores, principalmente os de base familiar, ainda conduzam suas lavouras em áreas pouco vocacionadas e sem a utilização dos aportes tecnológicos disponíveis.

A caracterização dos sistemas de manejo convencional e de manejo mais sustentável, com boas práticas agrícolas utilizadas pelos cafeicultores familiares capixabas é apresentado no Quadro 4.

Um dos grandes desafios ambientais consiste em buscar sistemas de produção agrícola adaptados ao ambiente de tal forma que a dependência

**Quadro 4.** Características dos sistemas de manejo do café conilon da cafeicultura familiar convencional e de boas práticas agrícolas no Estado do Espírito Santo

Determinantes do agroecossistema	Convencional	Boas práticas agrícolas	
Tecnologias e Manejo	Sistema de cultivo predominante	Monocultivo com variedades tradicionais e/ou melhoradas	Monocultivo com variedades melhoras e uso de sistemas associados de cultivo
	Densidade de cultivo	De 2 a 3 mil plantas/ha; número variável de hastes/ha	Média de 3 mil plantas/ha; de 12 a 15 mil hastes/ha
	Nível de mecanização	Baixo a médio	Baixo a médio
	Mão de obra	Familiar e contratos eventuais na fase colheita	Familiar e contratos na fase colheita
	Adubação dos cafezais	Química; uso eventual de análise de solo	Química e orgânica, com uso da palha do café baseada em análise do solo
	Práticas de conservação de água e solo	Cultivo em contorno e menor uso dessas práticas	Cultivo em contorno, manejo de cobertura e dos carreadores, roçadas e uso de quebra-ventos. Captação de água pluvial por meio de caixas-secas
	Manejo de plantas espontâneas	Capinas com enxada, roçadas e uso de herbicidas	Uso predominante de roçadas e uso controlado de herbicidas
	Manejo (pragas e doenças)	Controle químico e/ou nenhum controle	Monitoramento e uso do princípio do Manejo Integrado de Pragas e Doenças (MIPD)
	Manejo e sistemas de irrigação	Predomínio do cultivo de sequeiro e sistemas de aspersão	Predomínio de sistemas de irrigação localizados e manejo da água
	Colheita e pós-colheita	Menor adoção de boas práticas na colheita e pós-colheita	Adequada utilização de boas práticas na colheita, secagem e beneficiamento visando à produção de cafés de qualidade superior
Socioeconômicas	Área da propriedade e da lavoura	Predomínio de áreas menores que 50 ha e lavoura com área média de 9,4 ha	Predomínio de áreas menores que 50 ha e lavoura com área média de 9,4 ha
	Produtividade média	Inferior a 35 sc./ha	Superior a 50 sc./ha
	Tipo e qualidade da produção	Predomínio do tipo 7/8	Predomínio do tipo 6, 6/7 e cereja descascado (CD)
	Gestão, associativismo, comercialização e assistência técnica	Baixo nível de gestão, associativismo com vendas predominantes para intermediários e pouca assistência técnica	Melhor gestão, acompanhamento do custo-benefício, gestão associativa e venda para cooperativas, intermediários regional e exportador e melhor assistência técnica pública e privada
Objetivo da produção	Obter ingressos monetários	Ingressos monetários e café sustentável passível de verificação/certificação com diferencial de preço	

Fonte: Adaptado de De Muner (2008).



de insumos externos e de recursos naturais não renováveis seja reduzida (TOMAZ; AMARAL; JESUS JUNIOR, 2008).

A transição de sistemas implica substituição de tecnologias contaminantes, degradantes e dependentes de capital e de técnicas de manejo inadequado por outras que devam ser menos demandantes de capital e de maior acessibilidade local e que permitam a manutenção da diversidade biológica e da capacidade produtiva do solo.

Diversas técnicas de manejo consideradas alternativas, menos dependentes de insumos externos e do uso de agroquímicos, como o zoneamento agroecológico para implantação das lavouras; o correto preparo da área e a localização adequada das lavouras nas propriedades; a utilização de variedades menos suscetíveis a pragas e doenças: espaçamento e densidades de plantio mais adequadas à arquitetura das variedades; calagem e adubações química e orgânica; poda; práticas de conservação dos solos e da água; manejo ecológico de plantas espontâneas e de pragas e doenças, da irrigação e da colheita e pós-colheita, vêm sendo colocadas à disposição dos agricultores.

As lavouras de café conilon do Espírito Santo estão predominantemente localizadas em Zonas Naturais de Terras Quentes (FEITOZA; STOCKING; RESENDE, 2001; FEITOZA et al., 2010). A grande maioria das áreas de cultivo dessa espécie está localizada em áreas de transição chuvosa/seca e seca, com *deficit* hídrico que pode variar entre 140 e 600 mm/ano, abrangendo zonas com períodos secos anuais que podem variar de quatro a oito meses (CONAB, 2014; GEOBASES, 2014).

Nessas áreas, caracterizadas como áreas aptas com restrições climáticas, a produção apresenta maior dependência da irrigação, aumentando os custos de produção e elevando os riscos naturais de frustração da safra. A irrigação tem sido utilizada como ferramenta para superação desse *deficit* hídrico em mais de 50% das lavouras de conilon no Estado, o que representa mais de 150 mil hectares. A escolha do sistema de irrigação mais adequado depende de vários fatores, como a topografia, espaçamento, quantidade e qualidade de água disponível, condições edafoclimáticas, níveis tecnológicos e econômicos do produtor e do custo do equipamento. Predomina a irrigação localizada

(microaspersão e gotejamento), na qual o consumo de água é mais próximo da demanda, com menor desperdício. Esse item é o principal fator limitante para a manutenção e crescimento da área de cultivo do conilon no Espírito Santo.

A área irrigada é limitada pela disponibilidade de água, que tem sido fator motivador de conflitos, inclusive judiciais, principalmente em períodos de maior restrição hídrica. Considera-se que a disponibilidade de água seja o principal fator de sustentabilidade da produção cafeeira no Espírito Santo. Deve-se incentivar o uso de tecnologias de manejo ambiental como reflorestamento e cultivos sombreados, além do manejo adequado do uso da água e técnicas para sua produção e conservação nas propriedades rurais.

Grande parte das regiões aptas para o cultivo do café conilon no Espírito Santo apresenta solos e declividade que requerem a utilização de práticas de conservação para controle da erosão. O índice de degradação de solos cultivados com café arábica e conilon no Espírito Santo alcança 118.706 ha. Entretanto, cerca de 18% da área cultivada na região noroeste estão degradadas, onde predomina o cultivo do conilon (BARRETO; SARTORI; DADALTO, 2012). Práticas intensivas de roçada em fileiras de café com preservação da vegetação nativa diminuíram as perdas de solo, água e nutrientes em relação às lavouras inteiramente capinadas (LANI et al., 1996). No entanto, verifica-se que essas práticas têm sido pouco usadas pelos agricultores. A utilização de animais associados às lavouras tem-se apresentado como alternativa de múltiplas funções. Galinhas têm servido na capina, na adubação e no controle de brocas, lesmas e outros insetos nas lavouras, além de ser fator de diversificação da produção, garantindo a segurança alimentar e fonte alternativa de renda para a agricultura familiar no Espírito Santo (GUELBER SALES, 2013).

O desenvolvimento de pesquisas e observações participativas do cultivo associado de árvores e integração pecuária x café conilon é estratégico para a sustentabilidade dessa cafeicultura no Espírito Santo, tendo em vista as ameaças das mudanças climáticas, a escassez de água nas propriedades familiares e a baixa diversificação de renda do cafeicultor. Entre os principais desafios do café cultivado em ambiente sombreado está a competição por luz, água e nutrientes com as

árvores (FRANCK; VAAST, 2009; PADOVAN et al., 2015). Diversas experiências bem-sucedidas do consórcio produtivo de café com banana, mamão, pimenta-do-reino, pupunha, seringueira, entre outras, são relatadas. Além dessas, é tradicional o consórcio com espécies anuais, como abóbora, feijão e milho nos dois primeiros anos de formação da lavoura. Iniciativas como essas irão contribuir de forma efetiva para a melhoria da sustentabilidade da cafeicultura capixaba.

A caracterização das áreas de cultivo de café consorciado com árvores no Espírito Santo (SALES; ARAÚJO, 2004) evidenciou que estas devem ser compatíveis com o cafeeiro, predominando as de crescimento rápido. A diversificação com espécies florestais, principalmente se associadas a outros cultivos perenes, é investimento de baixo custo que agrega valor ao cultivo, funcionando como poupança de retorno em médio e longo prazos e permite a geração de renda durante a renovação das lavouras. Maior taxa de crescimento das árvores levou à menor produção de café em sistemas agroflorestais.

Em situações de baixa de preços do café conilon, os cultivos intercalados poderiam assegurar renda e representariam a transição para sistemas mais diversificados. Brum et al. (2007) verificaram que o cultivo de café conilon consorciado com pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth), na região sul do Espírito Santo trouxe incremento econômico, quando comparado a cultivo solteiro de café. O cedro (*Toona ciliata* M. Roem.) foi a espécie que mais competiu com a produção do conilon, porém foi a que apresentou maior crescimento vegetativo no período avaliado. O jequitibá [*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze] não competiu com o cafeeiro, mas foi a espécie com menor desenvolvimento (SALES et al., 2013). As melhores produtividades médias de clones de café conilon cultivado em consórcio com seringueira foram obtidas quando a seringueira foi implantada em espaçamentos de 30 m e 40 m, em fileiras duplas. Espaçamento de 20 m apresentou menor produtividade de café devido ao seu maior sombreamento; entretanto, mais 100 plantas de seringueira são acrescidas por hectare e isso deve ser considerado em épocas de preços baixos do café, além da rentabilidade ao longo do tempo útil de vida de cultivo da seringueira. Alguns materiais de café conilon de origem clonal com grande

potencial de produção em sistema de consórcio parcialmente sombreado foram identificados (MACHADO FILHO, 2010).

O cultivo de café conilon arborizado com macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), na região do sul da Bahia diminuiu a incidência de radiação fotossintética ativa sobre as plantas de café, reduziu a incidência de vento e provocou alterações no regime térmico e de umidade relativa do ar. A média da temperatura máxima do ar foi 2,2 °C inferior ao cultivo a pleno sol e indicou que a arborização dos cafezais pode ter possibilidade promissora para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas na cafeicultura (PEZZOPANE et al., 2010).

Pragas e doenças se tornam uma limitação apenas se o agroecossistema não está em equilíbrio (ALTIERI; NICHOLS, 2004; VANDERMEER; PERFECTO; PHILPOTT, 2010). Nesse sentido, a produtividade não é afetada por causas específicas, e as pragas são apenas o sintoma de uma enfermidade mais ecossistêmica.

No Espírito Santo, a principal praga do café conilon é a broca-do-café [*Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867)], cujos danos anuais à safra cafeeira foram estimados em mais de R\$ 40 milhões, em anos favoráveis ao seu desenvolvimento populacional (De MUNER et al., 2000). A principal recomendação adotada para seu manejo, visando à redução da utilização de agrotóxicos, é a utilização de práticas mais adequadas com a manutenção da biodiversidade e o equilíbrio do sistema através do controle cultura - com a retirada de todos os frutos da planta e da área de cultivo - e da colheita bem feita e do repasse (FORNAZIER et al., 2000). Também, há a adoção do controle biológico por meio da liberação de inimigos naturais nas lavouras (BENASSI, 1989), embora ainda seja realizado de forma incipiente. Somente após a utilização de tais métodos de controle e realizado o monitoramento sistemático da população da broca é que se admite a intervenção química, localizada em talhões de maior incidência da praga.

A poda de produção e a poda programada de ciclo são consideradas como práticas importantes de manejo da cultura do café conilon capixaba, pois, além de serem tecnologias de baixo custo e impacto ambiental, propiciam geração de empregos. Lavouras conduzidas com poda sistematizada mostraram aumento de

produtividade de mais de 50%, aumentaram a vida útil do cafeeiro, revigoraram as lavouras, diminuíram o efeito da bianualidade, facilitaram a colheita, permitiram maior número de plantas produtivas por área e forneceram matéria orgânica originada das partes vegetativas eliminadas da planta (SILVEIRA et al., 1993; FERRÃO, et al., 2012).

O melhoramento genético de café conilon no Estado do Espírito Santo tem visado ao aumento da eficiência agrônômica das lavouras e otimização do uso adequado dos recursos naturais na cultura e adaptados ao sistema de produção. Foram desenvolvidas as variedades clonais Emcapa 8141 - Robustão Capixaba, Vitória Incaper 8142, Diamante ES8112, ES8122 - Jequitibá e Centenária ES8132 e a variedade propagada por semente Emcaper 8151 - Robusta Tropical. A primeira tem como principal característica a tolerância à seca (FERRÃO et al., 2000a, 2000b, 2014). A 'Robusta Tropical' vem resgatar a base do melhoramento do café conilon por ser uma variedade altamente produtiva, tolerante à seca e multiplicada por sementes, o que permite a preservação dos recursos da variabilidade genética encontrada naturalmente no conilon capixaba. Essa variedade é recomendada para os agricultores, preferencialmente os de base familiar, com produção cafeeira em regiões de *deficit* hídrico e com limitações financeiras para o uso de irrigação e de outras tecnologias, como a aquisição de mudas clonais de custo mais elevado. Entretanto, verifica-se a necessidade de observação do comportamento desses materiais genéticos em ambiente sombreado e/ou em cultivo associado com árvores e com seringueira.

As recomendações para adubação química, orgânica e calagem (COSTA; BRAGANÇA; LANI, 2000; BRAGANÇA; LANI; De MUNER, 2001; PREZOTTI, 2014) da lavoura de conilon no Espírito Santo foram desenvolvidas especificamente para as condições de produções do Estado.

A produção de café pode ter seus níveis de sustentabilidade melhorados com a substituição das entradas energéticas não renováveis (fertilizantes químicos, combustíveis fósseis e lubrificantes) por outras de menor custo energético, como biocombustíveis e fertilizantes orgânicos. Existe uma série de ações que permitem combinar os aspectos energéticos com os requerimentos nutricionais do café; se adotadas em conjunto

melhorar a sustentabilidade do cultivo de forma global. Uma delas está no cultivo de espécies leguminosas para adubação verde visando ao incremento nutricional no sistema, principalmente de nitrogênio (N), altamente limitante da conversão energética e, na maioria das vezes, é obtido por meio de fontes energéticas não renováveis (De MUNER et al., 2015).

Outra forma seria a utilização adequada dos subprodutos originados do processamento do café, como a palha e a água residuária da lavagem e despulpamento do café, na maioria das vezes utilizada de forma inadequada. Elas têm sido importantes para equilibrar a relação custo-benefício no aumento da produtividade do café conilon, racionalizando as quantidades de adubo utilizadas.

O uso da compostagem orgânica e da palha de café é uma prática recomendada, que visa o aproveitamento dos resíduos orgânicos na propriedade, em substituição parcial da adubação química (BRAGANÇA et al., 1995; ARAÚJO et al., 2007; SILVA et al., 2013). Outra prática é a utilização dos adubos verdes e o manejo dessas leguminosas nas entrelinhas do café, como calopogônio, crotalária, galáctia e guandu proporcionando elevada produção de massa verde e grande aporte de N ao solo através da fixação biológica (RICCI; ARAÚJO; FRANCH, 2002; MOURA et al., 2005; ARAÚJO et al., 2013, 2014; CARDOSO, 2013) permitindo ao agricultor menor dependência de recursos e insumos externos. Ainda, proporcionam proteção contra erosão laminar e promovem a ciclagem de nutrientes entre as camadas de solo (BALOTA; CHAVES, 2011). Entretanto, um dos principais desafios para o uso de adubos verdes em consórcio com o cafeeiro está em estabelecer o manejo adequado para ambas as espécies e sincronizar a disponibilização de nutrientes da adubação verde com a demanda do cafeeiro (ARAÚJO, 2015).

O capim-braquiária (*Urochloa decumbens* = *Brachiaria decumbens*) tem sido plantado na entrelinha do café e também favorece a ciclagem de nutrientes, acesso ao N do solo fora da faixa das raízes do cafeeiro, liberação gradual desse N, a porosidade do solo (PEDROSA, 2013; PEDROSA et al., 2014; ROCHA, 2014) e aumenta em até 18% a quantidade de água disponível no solo (FAVARIN et al., 2010).

A pós-colheita do café conilon é outro importante fator que afeta a dimensão econômica da sustentabilidade e influencia na manutenção do mercado de comercialização, principalmente para compradores mais exigentes em relação aos fatores intrínsecos e extrínsecos do café, como a qualidade da bebida e o tamanho dos grãos. As cultivares Centenária, Diamante e Jequitibá foram lançadas visando a esse mercado.

A etapa de secagem do café, no beneficiamento pós-colheita, tem se mostrado extremamente importante nesse competitivo mercado onde ela é exigida. Visando à conservação ambiental e o redesenho do sistema, é importante o uso de métodos mais naturais, com o aproveitamento da energia solar para realização dessa etapa da secagem, seja em terreiros, estufas ou por meio de outras alternativas que reduzam o uso intensivo de secadores mecânicos, os quais demandam grande aporte energético. Quando a utilização de secadores mecânicos for necessário, deve-se tomar o cuidado para se utilizar fogo indireto para secagem da massa de grãos. Nesse sentido, é necessário o desenvolvimento de uma matriz tecnológica que permita a produção de café com maior nível de produtividade e qualidade superior e incorpore as outras dimensões da sustentabilidade.

## 6 PROGRAMA CAFÉ SUSTENTÁVEL

O Programa Café Sustentável (SCP, 2015) é uma iniciativa pré-competitiva público-privada global e envolve parceiros da indústria e do comércio de café, governos locais, ONGs e organizações verificadoras/certificadoras do setor cafeeiro. Seu objetivo é contribuir para que práticas sustentáveis de produção e compra do produto ganhem escala por meio de alinhamento dos investimentos das partes interessadas (*stakeholders*) em programas de suporte ao produtor. Estes visam melhorar o nível de vida dos cafeicultores, reduzir impactos ambientais, mitigar efeitos da mudança climática e da perda da biodiversidade, fazer com que fiquem mais resilientes no mercado em constante transformação e expandir volumes de café sustentável para atender à demanda.

Essa iniciativa partiu do IDH (2014) (sigla em holandês para Iniciativa do Comércio Sustentável), organização internacional que atua em 18 cadeias

produtivas, como algodão, cacau, chá, madeira e soja, além do café. Seus recursos são de origem público-privada, e a parte pública conta com contribuições dos governos da Dinamarca, Holanda e Suíça. Possui atuação no Brasil, Colômbia, Etiópia, Indonésia, Peru, Uganda e Vietnã. No Brasil, tem a coordenação da P&A e como parceiros privados internacionais quatro das maiores torrefadoras mundiais de café: D.E Master Blenders 1753, Mondeléz, Nestlé e Tchibo, além da Federação Europeia de Café e a organização internacional Hivos. Juntas fixaram a meta global de aumentar a produção de café sustentável de 18% para 40% e a comercialização desse café de 8% para 25% no período de 2010 a 2016.

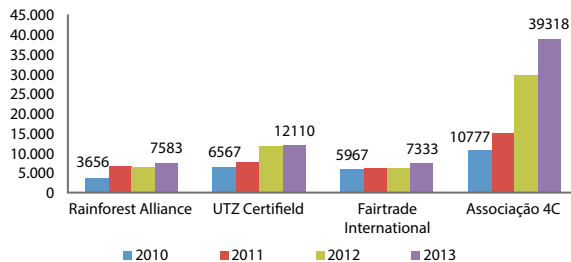
O PCS busca catalisar energias do setor de café brasileiro para produzir de forma mais sustentável e expandir as exportações brasileiras desses cafés. Por meio de trabalho desenvolvido com verificadoras e certificadoras nacionais e internacionais, ajudará a reduzir o impacto ambiental da produção e criar mais oferta de café sustentável. Entretanto, o nível de informação sobre práticas agrícolas sustentáveis entre os produtores de café ainda é insuficiente, especialmente na agricultura familiar.

Por outro lado, muitos produtores alinhados com práticas de sustentabilidade estão impossibilitados de exportar sua produção como sustentável porque não são verificados/certificados de acordo com padrão de sustentabilidade internacional. Assim, constata-se que para que esses cafés possam ter valorização no mercado internacional, é necessário que possuam reconhecimento através de alguma forma de verificação/certificação. Portanto, desbloquear maiores volumes de café sustentável produzido no Brasil é crucial para transformar o mercado mundial de café. Ainda, verifica-se que os cafeicultores estão vulneráveis às mudanças climáticas e também enfrentam dificuldades para acessar serviços financeiros que possam ajudá-los a se tornar mais sustentáveis.

Apesar da produção de café sustentável ter crescido de forma considerável no período de 2010-2013, existe significativa diferença entre a quantidade produzida e comercializada de café verificado/certificado (Figuras 1 e 2). Além da diferença óbvia entre oferta e demanda, existem outros fatores que explicam tal discrepância. A demanda por café verde depende de vários atributos de qualidade,

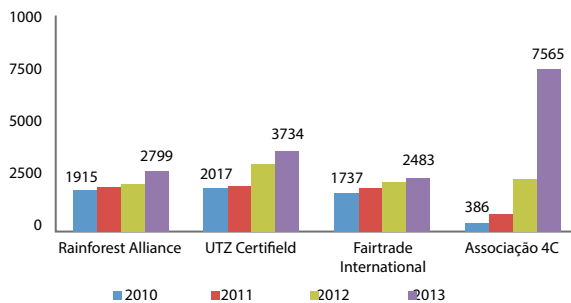


incluindo sabor e origem; não são todos os cafés que atendem a esses critérios dos compradores. Portanto, para atender a demanda, é fundamental ter em oferta ampla gama de qualidades e origens. Ainda, existe sobreposição de dados quando o mesmo café possui mais de uma certificação. Esse é um elemento crítico na avaliação da penetração do café verificado/certificado no mercado e isso pode levar à sobrestimação do volume total disponível (PANHUYSSEN; PIERROT, 2014).



**Figura 1.** Produção de café verificado/certificado, 2010 a 2013 (mil sacas).

Fonte: Organizado por P&A (2015).



**Figura 2.** Comercialização de café verificado/certificado, 2010 a 2013 (mil sacas).

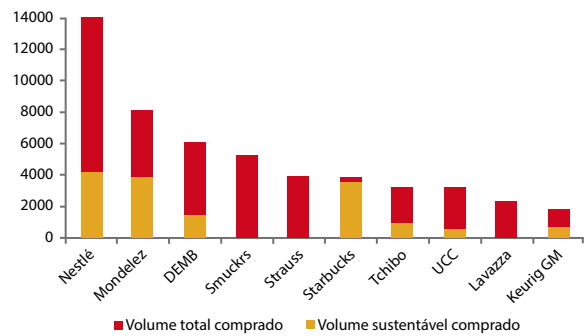
Fonte: Organizado por P&A (2015).

As dez maiores torrefadoras mundiais de café desenvolveram alianças estratégicas com uma série de padrões internacionais (como 4C, Rainforest Alliance e UTZ Certified) ou criaram seus próprios padrões (como o C.A.F.E. Practices, da Starbucks e o AAA, da Nespresso) como parte de suas estratégias corporativas globais para aquisição de cafés (Figura 3).

## 6.1 CAFÉS ARÁBICA E CONILON NO MERCADO DA SUSTENTABILIDADE

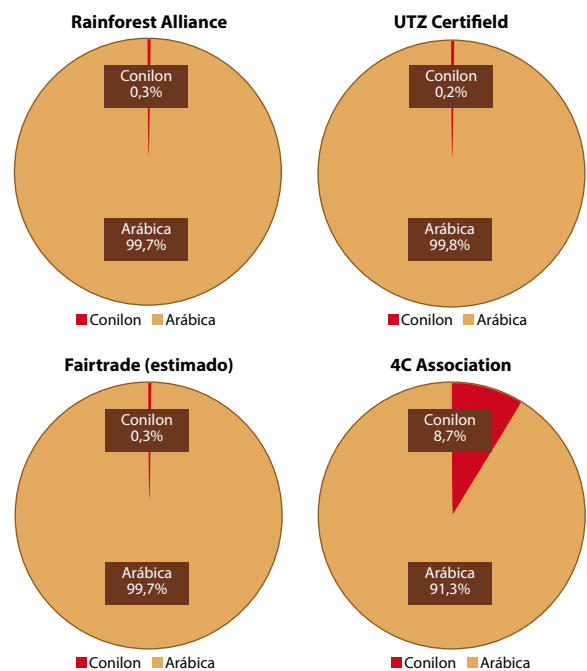
Utilizando-se dos dados de quatro grandes verificadoras/certificadoras (Figura 4), observa-se que, em 2013, com exceção da verificadora

4C, a quantidade de café certificado conilon não ultrapassou 1% do total comercializado (arábica+conilon). Isso demonstra a defasagem da introdução da sustentabilidade e de seus padrões (verificação/certificação) nas áreas produtoras do café robusta. Dada a elevada e crescente proporção do conilon na produção brasileira de café, a baixa penetração dos principais padrões de sustentabilidade no conilon evidencia que há oportunidades para que os produtores brasileiros desse café incorporem práticas sustentáveis que trarão inúmeros benefícios para toda a cadeia produtiva, além de agregar valor à sua produção.



**Figura 3.** Volume de café comprado pelas principais torrefadoras em 2013 (mil sacas).

Fonte: Organizado por P&A (2015).



**Figura 4.** Proporção de café arábica e conilon verificado/certificado no Brasil pelos principais padrões de sustentabilidade.

Fonte: Organizado por P&A (2015).

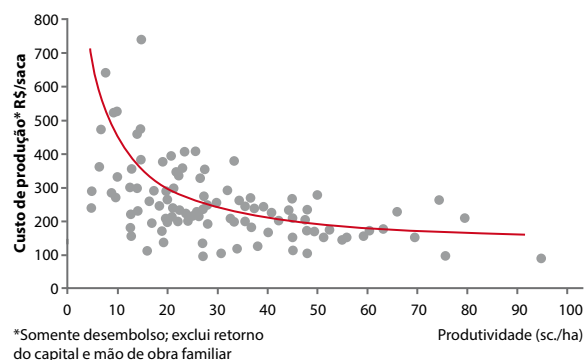
## 6.2 BRASIL: UM ESTUDO DE CASO PARA A PRODUÇÃO DE CAFÉ SUSTENTÁVEL

Embora o Brasil esteja entre os principais exportadores de cafés verificados/certificados, as normas dos padrões de sustentabilidade e os custos de adequação podem ser dois gargalos que afetam seu crescimento futuro. As rigorosas leis brasileiras vão além dos critérios mínimos exigidos pela maioria dos padrões internacionais. Isso geralmente torna difícil e custoso para os produtores de baixa renda realizarem os investimentos necessários para atender a essa legislação. Como a maior parte dos *standards* internacionais prevê a adoção das leis nacionais, mesmo que mais do que é aceito pelo próprio *standard* em outros países, fazendas que não cumprem com as leis locais não conseguem ser verificadas/certificadas.

A verificação/certificação é economicamente viável para grandes fazendas e cooperativas. No entanto, o custo é muito elevado para que produtores de baixa renda a busquem de maneira independente. Esquemas em grupo poderiam reduzir custos, mas os cafeicultores teriam, em certos casos, menor flexibilidade de alternar exportadores e outros parceiros, que são quem geralmente organizam os grupos.

Nesse contexto, o PCS explora formas de facilitar e ampliar o acesso desses produtores a treinamento em práticas sustentáveis por meio do aproveitamento da estrutura de extensão rural e assistência técnica existente no país. Ainda, utiliza meios da divulgação de programas e ferramentas existentes que possam colaborar com o produtor para esse fim, caso da divulgação das linhas de crédito para investimentos em sustentabilidade.

Os produtores que investem em sustentabilidade têm maior rentabilidade, uma vez que boas práticas agrícolas aumentam a produtividade, a qualidade e melhoraram o gerenciamento do negócio. A introdução de novas tecnologias gera eficiência na colheita, no processamento e em outras atividades da propriedade. Observou-se correlação entre o aumento da produtividade e a redução nos custos de produção, que impacta diretamente no aumento da rentabilidade em amostra de cafeicultores brasileiros (Figura 5).



**Figura 5.** Correlação entre produtividade e custo de produção de café.

Fonte: IDH (2014).

## 6.3 AÇÕES DO PROGRAMA CAFÉ SUSTENTÁVEL

O PCS atua no Brasil, desde 2012, por meio de vários projetos com escopos específicos e prazos determinados. Todos os projetos estão alinhados com a estratégia global desse programa para promover a sustentabilidade na cadeia do café. Entretanto, são adaptados à realidade brasileira e com foco na pequena e média produção do produto. Nesse sentido, em 2013, um dos projetos dedicou-se a realizar um esforço abrangente e massivo para informar os produtores de café a respeito do banimento do Endosulfan, usado para combater a broca-do-café e que passaria a vigorar a partir de meados daquele ano. Essa ação serviu também para sensibilizar as lideranças do setor, que tomaram iniciativas para acelerar o registro de produtos substitutos de forma a assegurar que o café fosse produzido com o uso de agroquímicos seguros e legalmente autorizados.

Outros projetos foram desenvolvidos em 2013-2014 para facilitar o treinamento em produção sustentável de forma coordenada com organizações locais e iniciativas em andamento. Ainda, foi realizada a sistematização das informações sobre programas de financiamento que poderiam ajudar os cafeicultores a tornarem seus sistemas de produção sustentáveis e selecionadas 20 linhas de crédito com fundos de mais de R\$ 50 bilhões. Essas informações estão resumidas em versão impressa e digital no “Guia Prático de Acesso a Linhas de Crédito para Promoção da Sustentabilidade dos Cafeicultores”, distribuído para mais de 39 mil produtores de café. Informa as opções existentes e com condições vantajosas de acesso a crédito para custear o investimento necessário na adequação

das propriedades rurais.

O projeto relativo às mudanças climáticas e seus efeitos sobre a cafeicultura, conduzido em 2013, culminou na realização de um *workshop* para troca de experiências e conhecimento entre pesquisadores brasileiros. Além disso, o PCS contribuiu para o avanço e difusão da Iniciativa Café & Clima, projeto global que visa a apoiar diretamente os produtores de café na adoção de práticas agrícolas que promovam a resiliência climática da cultura.

### 6.3.1 O Currículo de Sustentabilidade do Café (CSC)

O programa colabora para a criação de uma coalizão nacional de serviços de extensão e a implementação do Currículo de Sustentabilidade do Café (CSC), documento baseado no padrão nacional PI-Café (Produção Integrada do Café, publicado como Instrução Normativa nº 49, de 24 de setembro de 2013).

O CSC foi elaborado por diversas instituições em um longo processo participativo que culminou com seu lançamento oficial, realizado em março 2015, no Incaper em Vitória, Espírito Santo. Participaram do processo principalmente os serviços de extensão rural dos principais estados produtores de café (Incaper, Emater-MG, Cati-SP, Emater-PR e Emater-RO), além de instituições e entidades da cadeia do café e sistemas de verificação e certificação.

O CSC reúne o conteúdo de sustentabilidade a ser implantado nas propriedades produtoras a fim de melhorar sua sustentabilidade econômica, ambiental e social. Esse documento unifica, de maneira simplificada, a linguagem e diversos conteúdos existentes sobre sustentabilidade o qual foi organizado para auxiliar a ação do técnico e do produtor, apontando as ações mais urgentes (“Proibidas”), seguindo para as “Prioritárias” e concluindo com as “Recomendadas” em processo de melhoria contínua.

O CSC não pretende ser um sistema de certificação. Entretanto, busca ser referência comum de conteúdo para orientação de extensionistas e produtores rurais na busca da sustentabilidade agrícola em longo prazo. Essa ação diminuirá os impactos (sociais, ambientais e produtivos) causados ao longo do processo, aumentando a

produtividade, diminuindo custos de produção e se adequando ao mercado que exige café produzido segundo parâmetros sustentáveis. Quando aplicado em campo, prepara o produtor para obter as verificações/certificações existentes, caso seja de sua opção.

Em continuidade a esse processo, o PCS desenvolveu um “Guia de Implementação” do CSC, que detalha “como” realizar cada um dos itens para facilitar sua implementação no campo. Além disso, o PCS está implementando programas de treinamento no CSC, voltado a técnicos multiplicadores que possam replicar o conteúdo a outros multiplicadores e produtores em processo contínuo de formação. Diversas outras ações difundem o CSC em parcerias regionais com os serviços de extensão e outras instituições para que pequenos produtores de café do Brasil se tornem mais sustentáveis e com melhor qualidade de vida.

Um dos principais gargalos da assistência técnica e extensão rural em todos os estados produtores é a limitação de recursos financeiros para contratação de novos técnicos para atender número maior de produtores rurais. Ao mesmo tempo, é inquestionável a melhoria do produtor rural que recebe assistência técnica de qualidade. O Programa, em parceria com a Fundação Hanns Neumann do Brasil e com os serviços de extensão rural dos estados produtores, desenvolve estudos de modelos efetivos de assistência técnica coletiva. As inúmeras e relevantes experiências de sucesso que os serviços de extensão acumulam em diversas regiões brasileiras serão publicadas em uma metodologia comum e replicável de assistência técnica coletiva que permita atingir maior número de produtores com a disponibilidade atual de técnicos.

A seguir, apresentamos na íntegra o **Currículo de Sustentabilidade do Café (CSC)**: Programa Café Sustentável – Currículo de Sustentabilidade do Café. O CSC é documento de elaboração coletiva construído com participação principal dos serviços de extensão rural (Emater-MG, Incaper-ES, Cati-SP e Emater-PR) dos principais estados produtores de café do Brasil, representantes da indústria, entidades de classe, institutos e organismos de certificação. O CSC foi baseado na Produção Integrada de Café (PI-Café, Instrução Normativa nº 49, de 24 de setembro de 2013), tendo em vista seu caráter nacional e

público e a qualidade desse documento.

O CSC é a seleção dos temas centrais e fundamentais para a atuação em sustentabilidade tanto do produtor como do extensionista. Dessa forma, é referência comum para a aplicação da sustentabilidade nas propriedades de café. Ao unificar a linguagem, ele fortalece as ações e acelera o processo de entrada na sustentabilidade, principalmente para produtores de café de baixa e média renda. O conteúdo do CSC foi construído também para ser base de preparação das propriedades para acessar posteriormente sistemas de verificação/certificação com reconhecimento internacional e novos mercados, caso seja a vontade do produtor.

O conteúdo do CSC, apresentado a seguir, indica de forma prática “o que” fazer para tornar a propriedade de café sustentável<sup>3</sup>. O seu conteúdo foi dividido em três categorias com ordem crescente de prioridade de adequação (Proibidas, Prioritárias e Recomendadas).

Recomenda-se que o produtor busque cumprir inicialmente com os itens “Proibidos”, passando em seguida para os “Prioritários” e chegando pôr fim aos “Recomendados” em processo de melhoria contínua (Quadro 5).

O produtor que atingir bom cumprimento desse conteúdo tende a ter uma produção mais sustentável, obtendo maior lucro em curto, médio e longo prazos, já que tem gestão eficiente, economiza insumos, melhora a produtividade e qualidade do café e controla os custos de produção. O grande beneficiário da adoção das boas práticas de produção que levam à sustentabilidade é o próprio produtor rural e a sua propriedade. Os impactos ambientais do sistema produtivo são diminuídos, o que preserva o solo e água. Outros benefícios são o melhor cumprimento da legislação, maior segurança no trabalho e melhor organização da propriedade.

**Quadro 5.** Programa Café Sustentável: Currículo de Sustentabilidade do Café (CSC) e ações proibidas, recomendadas e prioritárias

(continua)

Áreas temáticas	Prioritárias	Recomendadas	Proibidas
<b>1 Gestão da Propriedade</b>			
1.1 Gestão	<p>1.1.1 Propriedade deverá possuir identificação dos usos das áreas por meio de um dos seguintes itens: croqui, mapa, planta baixa, foto aérea ou imagem de satélite. Devem ser identificadas as áreas de produção, conservação, APPs, RLS, áreas de tratamento de resíduos, reciclagem, os corpos de água e demais áreas. Os talhões de produção estão identificados e relacionados com os registros de aplicação.</p> <p>1.1.2 Manter registro atualizado de funcionários, por meio de ficha cadastral com dados pessoais, função exercida e treinamentos realizados.</p> <p>1.1.3 Desenvolver noções dos principais itens que compõem e impactam no custo de produção médio da região de acordo com o sistema produtivo.</p>	<p>1.1.4 Calcular, anualmente, o custo de produção do café (mesmo que de maneira simplificada - custo médio obtido por meio da soma das despesas divididas pelas sacas produzidas, bem como a receita total).</p> <p>1.1.5 Controlar a produtividade por talhão e comparar a média móvel (2 e 4 anos) para avaliação. Passar por capacitação em mercado, custos de produção, formação de preço e operação em mercados futuros.</p>	
1.2 Responsabilidade técnica		1.2.1 Receber assistência técnica de um profissional habilitado (podendo ser um técnico do serviço de extensão, de cooperativa, associação, instituto, empresa privada ou similar).	

<sup>3</sup>como fazer” será detalhado no documento complementar: Guia de Implementação do CSC.



(continuação)

Áreas temáticas	Prioritárias	Recomendadas	Proibidas
1.3 Análise de risco		1.3.1 Elaborar uma análise da propriedade identificando os riscos existentes e potenciais em relação aos impactos ambientais (incluindo as mudanças climáticas), sociais e produtivos da unidade e do seu entorno, bem como medidas de ação para minimizá-los. Incluir na análise risco de incêndio com proximidade entre áreas de maior risco e ações preventivas e de emergência previstas.	
1.4 Cumprimento da legislação	1.4.1 Para todos os pontos incluídos neste CSC deve-se considerar sempre o cumprimento da legislação pertinente e atual.		
1.5 Registro de informações e rastreabilidade	1.5.1 Manter registro mínimo com informações de variedades utilizadas, número de plantas, insumos comprados e aplicados (local e data) e produtos vendidos. 1.5.2 Manter atualizadas as informações sobre os lotes de café produzidos e as etapas transcorridas no processamento de colheita e pós-colheita, identificando desde o talhão de origem até seu destino após comercialização.	1.5.3 Manter cadernos de campo com informações de monitoramento de pragas, uso de insumos, água de irrigação e todas as atividades realizadas para manejo da cultura. Registrar o procedimento, data, dose, quantidade, executor e local (ex. talhão). 1.5.4 Adotar sistema de identificação dos lotes que permite reconhecer a propriedade e o talhão onde o café foi produzido, com informações sobre tipo do produto: varrição, cereja, colheita no pano ou com máquina, umidade, tipo, bebida. 1.5.5 Praticar as Boas Práticas de Comercialização e manter na propriedade, por pelo menos um ano, amostras de lotes representativos de café verde para análise em caso de reclamação.	
1.6 Melhoria contínua	1.6.1 Promover o conceito de melhoria contínua da propriedade. Realizar, anualmente, uma auto-avaliação de cumprimento com o conteúdo desse CSC, procurando resolver as pendências existentes, priorizando as mais importantes: os itens proibidos devem ser resolvidos com urgência, seguidos pelos prioritários e, posteriormente, os recomendados.		
<b>2 Gestão Ambiental</b>			
2.1 Planejamento ambiental	2.1.1 Identificar possíveis fontes de poluição gerada na propriedade, tais como efluentes líquidos, resíduos sólidos e gasosos. Planejar e realizar o tratamento e disposição adequada, evitando os impactos que possam causar dentro e fora da propriedade (após o descarte ou destinação dos resíduos). 2.1.2 Identificar as áreas degradadas dentro da propriedade. Planejar e realizar a sua recuperação.		

(continuação)

Áreas temáticas	Prioritárias	Recomendadas	Proibidas
2.2 Cobertura vegetal e biodiversidade	2.2.1 Preservar e recuperar áreas protegidas (APPs, RLs e outras áreas de conservação), identificando-as no campo, visando a promover o controle biológico, equilíbrio natural e conservação da água, de acordo com a legislação ambiental vigente.	2.2.2 Manter ações de proteção contra incêndio. 2.2.3 Considerar a existência e ampliação de corredores ecológicos internos e conectados a vizinhos como forma de ampliar o equilíbrio biológico.	2.2.4 Cultivar café em áreas de proteção ambiental, preservação permanente ou em áreas de desmatamento ilegal, respeitando o Código Florestal Brasileiro vigente e suas exceções (quando se aplicam).
2.3 Resíduos sólidos (lixo, resíduos poluentes e não poluentes)	2.3.1 Recolher o lixo gerado na propriedade e destiná-lo de forma adequada.	2.3.2 Destinar o lixo reciclável para reciclagem. 2.3.3 Tratar resíduos orgânicos do café e outros resíduos orgânicos utilizando-os para reciclagem e otimização do sistema produtivo (cobertura de solo, fertilizantes ou fontes de energia). 2.3.4 Minimizar a produção de resíduos poluentes.	2.3.5 Realizar queima de lixo ou resíduos.
2.4 Efluentes líquidos poluentes	2.4.1 Tomar medidas para que todos os efluentes líquidos poluentes, inclusive esgoto doméstico, estejam com parâmetros adequados antes de lançá-los no ambiente.		2.4.2 Lançamento de efluentes líquidos poluentes incluindo esgoto doméstico em corpos de água ou no ambiente, sem o devido tratamento.
2.5 Consumo de energia		2.5.1 Identificar as fontes de uso de energia visando à sua redução, bem como a substituição da energia produzida por meio de combustível fóssil. Relacionar a quantidade de energia usada por saco de café produzido. Criar metas e medidas para reduzir o consumo de energia. 2.5.2 Registrar o consumo mensal de energia incluindo eletricidade. Estabelecer meta de redução.	2.5.3 Usar lenha ilegal proveniente de APPs e RLs.
2.6 Manuseio de agroquímicos	2.6.1 Ter local adequado para manuseio de agroquímicos, caldas e realização da tríplex lavagem (ou sob pressão) de embalagens. 2.6.2 Armazenar de maneira apropriada (seguro, isolado e identificado) as embalagens vazias de agroquímicos, lavadas e perfuradas, até a sua correta devolução. Guardar comprovante de devolução das embalagens. 2.6.3 Dispor de um local apropriado para lavagem de atomizadores, com destino correto do resíduo da lavagem.		2.6.4 Utilizar embalagens de agroquímicos para qualquer outra finalidade.
2.7 Armazenagem de agroquímicos	2.7.1 Manter os agroquímicos sem condições adequadas de armazenamento, com identificação de perigo e riscos, em ambiente fechado, ventilado, de acesso restrito (adequado à legislação). 2.7.2 Os locais de armazenamento de agroquímicos devem possuir sistema de contenção de vazamento. 2.7.3 Os depósitos de agroquímicos devem respeitar as distâncias recomendadas de mananciais, residências e estradas.		

(continuação)

Áreas temáticas	Prioritárias	Recomendadas	Proibidas
2.8 Fauna e flora silvestres			2.8.1 Realizar, de maneira ilegal, caça, captura, tráfico e pesca de animais e plantas silvestres.
<b>3 Material Propagativo (sementes, mudas e estacas)</b>			
3.1 Escolha do cultivar		3.1.1 Em novos plantios, adotar cultivares adaptadas, segundo as características dos solos e microclimas da propriedade. 3.1.2 Utilizar cultivares registradas no Mapa e dar preferência pelos resistentes ou tolerantes a pragas, doenças e à seca.	3.1.3 Utilizar material propagativo de origem desconhecida (que não tenha origem de materiais legalmente autorizados).
3.2 Sementes, mudas e estacas	3.2.1 Adquirir sementes, estacas ou mudas oriundas de produtores ou viveiros devidamente autorizados (registro atualizado), solicitando e guardando o certificado de sanidade e notas fiscais de compra.		
<b>4 Localização e Implantação de Cafezais</b>			
4.1 Localização do cafezal	4.1.1 Na formação de cafezais, observar condições de aptidão de solo e clima (edafoclimáticas) e respeitar a legislação ambiental e o Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE, quando houver.	4.1.2 Identificar os tipos de solos da propriedade para que o planejamento seja eficiente.	
4.2 Identificação dos talhões	4.2.1 Identificar os talhões para registro de informações indicando cultivar, data do plantio, tratos culturais, número e área do talhão, número de plantas e espaçamento para fins de rastreabilidade.		
4.3 Novos plantios	4.3.1 Realizar o plantio de café atentando para a conservação do solo, fertilização de plantio e de cobertura com base na análise do solo.		
<b>5 Fertilidade do Solo e Nutrição do Cafeeiro</b>			
5.1 Avaliação da fertilidade do solo	5.1.1 Realizar análise do solo, preferencialmente uma vez por ano e no máximo a cada 2 anos recorrendo a laboratórios que participam de ensaios de proficiência. 5.1.2 Estabelecer programa de adubação e correção de solo de acordo com recomendação técnica baseada em análise de solo.	5.1.3 Realizar uma análise foliar por ano.	
5.2 Escolha de corretivos e fertilizantes	5.2.1 Utilizar corretivos e fertilizantes registrados no Mapa, que atendam às necessidades de cada talhão.	5.2.2 Utilizar matéria orgânica como fonte de nutrientes (palha de café, composto orgânico, esterco, etc.) Ao usar fontes orgânicas, considerar os nutrientes contidos nos cálculos de adubação.	5.2.3 Utilizar fontes de nutrientes de origem industrial ou de resíduos urbanos com nível de metais pesados acima do permitido pela legislação vigente. Para adubos e calcário, solicitar análise do fabricante.
5.3 Estocagem de fertilizantes	5.3.1 Estocar adubos de forma segura e de acordo com a legislação para prevenir a contaminação do meio ambiente.		

(continuação)

Áreas temáticas	Prioritárias	Recomendadas	Proibidas
<b>6 Manejo do Solo, da Cobertura Vegetal e do Cafeeiro</b>			
6.1 Conservação do solo	<p>6.1.1 Adotar técnicas de conservação do solo no plantio e condução das lavouras.</p> <p>6.1.2 Proteger da erosão as estradas internas da propriedade.</p> <p>6.1.3 Identificar as áreas degradadas dentro da propriedade. Planejar e realizar sua recuperação. Controlar a erosão e o escoamento de água por meio de um conjunto de práticas de conservação do solo.</p>		
6.2 Cobertura do solo	<p>6.2.1 Manter o solo, nas entrelinhas do cafezal, coberto com vegetação viva ou morta.</p>	<p>6.2.2 Manejar a cobertura do solo do cafezal, de preferência e quando possível, com métodos mecânicos.</p> <p>6.2.3 Utilizar a roçada do mato das entrelinhas do café em ruas alternadas, bem como manter cobertura (sempre que possível) em carregadores ou entorno dos talhões, como forma de manutenção de cobertura verde e <i>habitat</i> para inimigos naturais e insetos.</p>	
6.3 Manejo do mato		<p>6.3.1 Utilizar o Manejo do Mato e uso de adubação verde na formação e condução do cafezal, seja para quebra-vento como para melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo e incremento do teor de matéria orgânica. Minimizar o uso de herbicidas e, quando necessário, associá-lo alternadamente a práticas mecânicas de controle.</p>	
6.4 Mitigação dos efeitos da seca		<p>6.4.1 Utilizar técnicas que favorecem o aprofundamento do sistema radicular, o aumento do teor de matéria orgânica e a diminuição de perda de água do sistema como maneira de aumentar a resistência das plantas e mitigar os efeitos da seca. Considerar o sombreamento parcial e uso de quebra-ventos.</p>	
<b>7 Uso de Água e Irrigação</b>			
7.1 Uso de água	<p>7.1.1 Registrar e utilizar água nas diferentes etapas de produção do café de acordo com a legislação e outorga, quando aplicável.</p>	<p>7.1.2 Considerar o uso de sistemas de captação de água da chuva, seja para irrigação e/ou uso geral da propriedade.</p> <p>7.1.3 Realizar periodicamente análise microbiológica e química (incluindo poluentes) da água de irrigação e de uso na pós-colheita.</p>	



(continuação)

Áreas temáticas	Prioritárias	Recomendadas	Proibidas
7.2 Necessidade de irrigação	<p>7.2.1 Elaborar projeto técnico para implantação da irrigação.</p> <p>7.2.2 Requerer outorga ou dispensa de outorga de acordo com a legislação vigente. Realizar plano de manejo de acordo com a recomendação técnica.</p> <p>7.2.3 Administrar a quantidade de água de irrigação em função dos dados climáticos de água no solo, da outorga e da demanda da cultura do café registrando em caderno de campo ou dispositivo similar datas, volume de irrigação e respectivos dados climáticos.</p>	<p>7.2.4 Utilizar técnicas para avaliar a capacidade de armazenamento de água, tal como curvas de retenção de água para cada tipo de solo da propriedade. Considerar outras técnicas precisas para garantir que o volume de água utilizado e a duração da aplicação não produzam desperdícios ou aplicações excessivas.</p> <p>7.2.5 Realizar testes de uniformidade de distribuição de água e manutenção regular do sistema.</p>	
7.3 Fertirrigação		7.3.1 Além do controle de água, registrar datas de aplicação, tipo, quantidades aplicadas de fertilizantes e talhão.	
7.4 Quimigação		7.4.1 Utilizar agroquímicos autorizados para aplicação via água de irrigação seguindo recomendação técnica.	
<b>8 Proteção Integrada do Cafeeiro</b>			
8.1 Diagnóstico de doenças e pragas	8.1.1 Monitorar os talhões de café, suas doenças e pragas estabelecendo estratégias para evitar que insetos-pragas e patógenos causadores de doenças alcancem o nível de dano econômico.	<p>8.1.2 Monitorar os talhões de café fazendo avaliação de incidência de pragas e doenças e registrando as ocorrências em cadernos de campo ou outros dispositivos, ressaltando casos em que o limite de controle foi atingido.</p> <p>8.1.3 Acompanhar e considerar na tomada de decisão os dados existentes, tais como de sistemas de aviso, informações climáticas, etc. que alertam sobre condições favoráveis para a ocorrência de pragas e doenças.</p>	
8.2 Manejo e controle de pragas e doenças	8.2.1 Para o controle de pragas e doenças, dar prioridade ao uso de controles físicos, mecânicos, culturais e biológicos e recorrer, o mínimo possível, à aplicação de agroquímicos.	<p>8.2.2 No caso de interesse em exportar o café, verificar que o país pode possuir restrição a algum agroquímico legalmente permitido no Brasil e, nesse caso, o referido produto deve ser evitado.</p> <p>8.2.3 Estabelecer estratégias para evitar que insetos-pragas e patógenos causadores de doenças se tornem resistentes aos agroquímicos.</p> <p>8.2.4 Utilizar quebra-ventos ou sombreamento parcial das lavouras de café como método de controle cultural e diminuição da perda de água.</p>	8.2.5 Usar agroquímicos sem registro para café no Brasil.
8.3 Aplicação de agroquímicos	<p>8.3.1 Utilizar apenas agroquímicos indicados por receituário agrônomo.</p> <p>8.3.2 O aplicador deverá passar por treinamento de aplicação de agroquímicos (e manter comprovante).</p> <p>8.3.3 Controlar os períodos de reentrada e carência dos produtos utilizados.</p> <p>8.3.4 Lavar o equipamento de proteção individual (EPI) em local adequado.</p>	8.3.5 Priorizar, sempre que possível, o uso de produtos de menor toxicidade (humana e ambiental) disponível.	<p>8.3.6 Aplicação de agroquímicos por pessoas que não receberam treinamento.</p> <p>8.3.7 Manuseio e aplicação de agroquímicos sem EPI.</p>

(continuação)

Áreas temáticas	Prioritárias	Recomendadas	Proibidas
8.4 Maquinário de aplicação de agroquímicos	<p>8.4.1 Realizar, anualmente, manutenção preventiva dos equipamentos de aplicação de agroquímicos.</p> <p>8.4.2 Manter os equipamentos de pulverização regulados a fim de aplicar a dosagem recomendada, causar o mínimo de deriva de agroquímicos e direcionando as aplicações para melhor atingir a praga ou doença.</p>		
<b>9 Colheita</b>			
9.1 Cuidados na colheita		<p>9.1.1 Separar o café de varrição dos cafés colhidos em máquina, pano ou aparato similar.</p> <p>9.1.2 Processar o café e levá-lo para o terreiro, preferencialmente, no mesmo dia da colheita.</p>	
9.2 Higiene e prevenção de contaminação		<p>9.2.1 Manter limpos os recipientes, ferramentas, equipamentos e veículos para evitar contaminação do café.</p> <p>9.2.2 Minimizar o contato do café colhido na árvore com fontes potenciais de contaminação por fungos produtores de ocratoxinas.</p>	
9.3 Medição do café colhido		9.3.1 Calibrar os dispositivos volumétricos usados na colheita para estimar a produção.	
9.4 Prevenção de ocratoxinas		9.4.1 Tomar medidas incluindo treinamento e conscientização para prevenção do mofo e da umidade no café.	
<b>10 Pós-Colheita</b>			
10.1 Pré-processamento via úmida		<p>10.1.1 Minimizar o consumo de água utilizada nos equipamentos empregados no processamento do café.</p> <p>10.1.2 Reutilizar a água proveniente do pré-processamento por via úmida. Reciclar no caso de sistema de descascado/despoldado.</p> <p>10.1.3 Coletar, armazenar corretamente e dar destino adequado aos resíduos (sólidos e líquidos) do processamento pós-colheita e do tratamento da água, quando for o caso.</p>	
10.2 Prevenção de microrganismos	10.2.1 Minimizar o contato do café durante as operações de pós-colheita com fontes de contaminação por microrganismos adotando as boas práticas de pré-processamento.	<p>10.2.2 Evitar contaminação do café realizando a higienização de equipamentos e terreiros antes do contato com o produto.</p> <p>10.2.3 Realizar o controle da umidade durante a secagem e armazenagem do café.</p> <p>10.2.4 Separar lotes do café de varrição em todas as etapas do pré-processamento.</p>	
10.3 Armazenagem do café	10.3.1 Manter as instalações arejadas, limpas e desinfetadas (com produtos legalmente autorizados) para armazenamento do café.	10.3.2 O produtor deverá separar os tipos de café que colhe, identificá-los e armazená-los em local adequado, longe de defensivos ou outros materiais que possam contaminar ou prejudicar suas características.	

(continuação)

Áreas temáticas	Prioritárias	Recomendadas	Proibidas
<b>11 Legislação Trabalhista, Segurança, Saúde e Bem-Estar do Trabalhador</b>			
11.1 Legislação trabalhista	11.1.1 Registrar e remunerar os trabalhadores de acordo com a legislação vigente. Considerar as especificidades previstas para a agricultura familiar.		11.1.2 Formas ilegais de trabalho infantil e trabalho forçado.
11.2 Direito de associação, negociação e discriminação		11.2.1 Assegurar a liberdade de organização e o direito de negociação coletiva.	11.2.2 Praticar discriminação de raça, sexo, religião, estado civil e afiliação política.
11.3 Períodos de trabalho	11.3.1 Não exceder as jornadas de trabalho estabelecidas pela legislação, os limites máximos de horas extras por funcionário e descanso semanal remunerado. Considerar as especificidades previstas para a agricultura familiar.		
11.4 Organização de produtores		11.4.1 Estimular, facilitar e promover a participação em associações, cooperativas, organização de produtores e afins para favorecer o poder de negociação, o fortalecimento do produtor, a compra coletiva e a profissionalização da produção.	
11.5 Prevenção de acidentes	11.5.1 Identificar as atividades de maior risco para os trabalhadores, incluindo treinamentos para funções específicas e perigosas. 11.5.2 Adotar medidas para reduzir acidentes e a insalubridade de ambientes fechados.		
11.6 Saúde do trabalhador	11.6.1 Submeter os trabalhadores a exame médico anual conforme legislação vigente considerando as especificidades previstas para a agricultura familiar.	11.6.2 Manter pessoa com treinamento em primeiros socorros e <i>Kit</i> disponível na propriedade.	11.6.3 Lavagem de EPI em casa ou no mesmo local onde se lava roupas.
11.7 Oficinas e depósito de combustível	11.7.1 As oficinas e os depósitos de combustíveis devem ser adequados para reduzir os riscos de acidentes e de impactos negativos à saúde humana e ao ambiente respeitando as distâncias entre moradias e a legislação.		
11.8 Moradia e transporte, higiene e disponibilidade de água potável	11.8.1 Disponibilizar condições adequadas à moradia para trabalhadores residentes na propriedade respeitando a legislação vigente. 11.8.2 Disponibilizar transporte seguro para trabalhadores atendendo às exigências legais. 11.8.3 Disponibilizar local adequado para higiene corporal e necessidades fisiológicas, inclusive para os trabalhadores de campo. 11.8.4 Disponibilizar água potável aos trabalhadores, inclusive no trabalho de campo. 11.8.5 Disponibilizar local adequado para alimentação, inclusive para os trabalhadores de campo, conforme legislação.		

(conclusão)

Áreas temáticas	Prioritárias	Recomendadas	Proibidas
11.9 Acesso à educação		11.9.1 Estimular o acesso à educação de crianças em idade escolar que vivam na propriedade agrícola.	
11.10 Qualificação e sucessão familiar		11.10.1 Favorecer a qualificação das futuras gerações preparando-as para a sucessão familiar. Promover capacitações práticas e teóricas sobre o tema.	

Fonte: P&A (2015).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que o modelo tecnológico adotado para o desenvolvimento da cafeicultura de conilon no Estado do Espírito Santo, de forma geral, vem privilegiando a dimensão econômica. Mesmo com os avanços, a dimensão social está fragilizada no aspecto da comercialização, tendo em vista que as formas de organização social dos cafeicultores (cooperativas) interferem em menos de 20% da comercialização do café conilon do Espírito Santo. No aspecto ambiental, muitos desafios ainda precisam ser superados, principalmente em relação às limitações hídricas. No entanto, o alcance de patamares crescentes de sustentabilidade pressupõe conciliar todas as dimensões incluindo a cultural, a política e a ética. Assim, claramente nota-se que a cafeicultura de conilon continua no primeiro patamar da transição dos sistemas, em que se prioriza a otimização da utilização dos recursos internos e externos da propriedade visando à maximização do retorno financeiro. Algumas iniciativas de produção sustentável, verificação e certificação, como AAA, 4C, UTZ, RFA e CSC apoiam a substituição de práticas agrícolas convencionais por outras mais ecológicas, situadas no segundo patamar da transição dos sistemas.

O desenvolvimento da cafeicultura de conilon no Estado do Espírito Santo, cujo aporte tecnológico foi historicamente direcionado para o aumento da produtividade e redução dos custos de produção, tornou a atividade altamente competitiva economicamente, mas também dependente de insumos externos, da irrigação e do uso de agroquímicos, com consequentes riscos sociais e ambientais.

Observa-se, ainda, significativo número de agricultores familiares produtores de café conilon explorando a atividade em áreas

menos vocacionadas, com restrições hídricas e baixa utilização de recursos tecnológicos e financeiros e apresentando menor produtividade, principalmente nas regiões noroeste e sul do Espírito Santo. Isso vem gerando degradação progressiva dos recursos naturais. Como consequência tem sido observado o abandono das terras degradadas, mudança da exploração agrícola e aumento do êxodo rural.

A agricultura familiar se encontra na dependência dos rendimentos econômicos da atividade cafeeira. Isso se evidencia, principalmente nos períodos de queda dos preços no mercado internacional.

Políticas mais direcionadas à cafeicultura do conilon no Estado são necessárias, com ações pautadas na pesquisa e na assistência técnica para a melhoria dos níveis de sustentabilidade considerando os aspectos ambientais, sociais e econômicos, conforme descritos a seguir:

- Promover o desenvolvimento de pesquisas, ações e estudos participativos para a geração e adaptação de tecnologias agronômicas, gerenciais e de processos, norteados pelos princípios da sustentabilidade como sistemas agrossilvopastoris, variedades de conilon tolerantes às condições adversas, às pragas e doenças e adaptadas ao sombreamento e consórcio com árvores;

- Desenvolver tecnologias apropriadas para o manejo da fertilidade e conservação do solo e da água, manejo de irrigação, água residuária e métodos de controle natural de plantas espontâneas, pragas e doenças;

- Implantar Unidades de Referência em propriedades cafeeiras de base familiar visando à construção participativa e à conscientização dos cafeicultores para a utilização de estilos de agricultura mais sustentáveis;



- Desenvolver processos organizativos, de gestão e de capacitação rural para jovens, trabalhadores da cafeicultura, parceiros e agricultores familiares considerando suas especificidades culturais e sociais, visando a assegurar que os processos produtivos, na sucessão familiar, utilizem tecnologias amigáveis ao ambiente, evitando danos ambientais e riscos à saúde humana e animal;
- Incentivar a consolidação de formas associativas a fim de fortalecer a capacidade de intervenção coletiva, o poder de negociação, os processos de gestão e comercialização na cafeicultura de conilon da agricultura familiar;
- Potencializar os processos de inclusão social e de fortalecimento da cidadania por meio de ações integradas na área de educação, saúde, habitação rural e lazer, bem como no cumprimento e adequação das legislações ambientais e trabalhistas que considerem a dimensão ética, social, política, cultural, econômica e ambiental da sustentabilidade;
- Fortalecer as ações de pesquisa e Ater visando à ampliação e consolidação da cafeicultura de conilon na região sul do Espírito Santo em condições mais sustentáveis nas áreas aptas ao cultivo e com menor restrição hídrica;
- Desenvolver ações conjuntas com associações, cooperativas e iniciativas privadas de sustentabilidade e/ou certificação da produção, como o CSC, baseado na PI-Café, visando à inclusão dos cafeicultores familiares de conilon para produção desse café em patamares mais elevados de sustentabilidade;
- Desenvolver, de forma integrada, a promoção e facilitação dos processos de melhoria de sua qualidade, com vistas à sustentabilidade, facilitando o acesso aos mercados diferenciados e agregação de valor ao produto;
- Ampliar os financiamentos e recursos do crédito rural específicos para iniciativas, com vistas à transição do sistema convencional para estilos de agricultura mais sustentáveis em estabelecimentos familiares;
- Promover o marketing do café produzido de forma sustentável e integrada entre as iniciativas públicas, privadas e as organizações sociais visando à ampliação dos mercados diferenciados, principalmente para a exportação de grãos verdes.

## 8 REFERÊNCIAS

- 4C. *Association for a Better Coffee World*. Disponível em: <<http://www.4c-coffeeassociation.org/#>>. Acesso em: 17 dez. 2014.
- ABIC. Associação Brasileira de Indústria de Café. *Brasil avança na produção de cafés sustentáveis*. Disponível em:<[http://www.redepeabirus.com.br/redes/form/post?topico\\_id=55121](http://www.redepeabirus.com.br/redes/form/post?topico_id=55121)>. Acesso em: 17 Jan. 2015.
- ALTIERI, M. NICHOLLS, C. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. 2nd Ed. CRC Press. 225p. 2004.
- ARAUJO, I. Z. C. V. F. de. *Produtividade de cafeeiros adubados com fertilizantes orgânicos em consórcio com adubos verdes* -2015. 65 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia II) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2015.
- ARAÚJO, J. B. S.; CARVALHO, G. J. de.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, J. G. de. Composto orgânico e biofertilizante supermagro na nutrição do cafeeiro em formação : - teores foliares. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia, SP. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café, 2007. 5p.
- ARAÚJO, J. B. S.; RODRIGUES, M. C.; RODRIGUES, L. B.; SANTOS, R. H. S.; MARTINEZ, H. E. P. Nitrogen fertilization of coffee: organic compost and *Crotalaria juncea* L. *Revista Ceres*, v. 60, n. 6, p. 842-851, 2013.
- ARAÚJO, J. B. S.; RODRIGUES, L. B.; RODRIGUES, M. C.; MARTINEZ, H. E. P.; SANTOS, R. H. S. Adubação nitrogenada em cafeeiros com biomassa de feijão-de-porco. *Coffee Science*, v. 9, n. 3, p. 336-346, 2014.
- ASTIER, M.; GARCÍA-BARRIOS, L.; GALVÁN-MIYOSHI, Y.; GONZÁLEZ-ESQUIVEL, C. E.; MASERA, O. R. Assessing the sustainability of small farmer natural resource management systems. A critical analysis of the MESMIS Program. *Ecology and Society*, v. 17, n. 3, p.25, 2012.
- ASTIER, M., MASERA, O. R.; GALVÁN-MIYOSHI, Y. (Coords). *Un enfoque dinámico y multidimensional, Mundiprensa/ SEAE/ CIGA/ ECOSUR/ CIEco/ UNAM/ GIRA/ Mundiprensa* Fundación instituto de agricultura ecológica y sustentable. Valencia, Espanha. p. 41-57, 2008.
- AZAR, C.; HOLMBERG, J.; LINDGREN, K. Socio-ecological indicators for sustainability. *Ecological Economics*, v.18, p.89-112, 1996.
- BALOTA, E.L.; CHAVES, J.C.D. Microbial activity in

- soil cultivated with different summer legumes in coffee crop. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.54, n.1, p.35-44, 2011.
- BARRETO, P.; SARTORI, M.; DADALTO, G. G. Levantamento de áreas agrícolas degradadas no Estado do Espírito Santo. 2012. Disponível em: <[www.heveicultura.org.br/arquivos/Ad\\_Resumo\\_Expandido.pdf](http://www.heveicultura.org.br/arquivos/Ad_Resumo_Expandido.pdf)> Acesso em: jan. 2016.
- BEDDINGTON, J. Food security: contributions from science to a new and greener revolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B-Biological Sciences*, v. 1365, n. 1537, p. 61-71, 2010.
- BENASSI, V. L. R. M. *A broca do café*. Vitória, ES: Emcapa, 1989, 63 p. (Emcapa, Documentos nº 57).
- BITTENCOURT, G. A. *Formação Econômica do Espírito Santo: o roteiro da industrialização; do engenho às grandes indústrias (1535-1980)*. Cátedra, 1987, 302 p.
- BOFF, L. *Ética & Eco-espiritualidade*. Verus Editora, 2003.
- BRAGANÇA, S. M.; LANI, J. A.; De MUNER, L. H. *Café conilon: adubação e calagem*. Vitória, ES: Incaper, 2001, 31p. (Incaper. Circular Técnica1).
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; VENEGAS, V. H. A.; DESSAUNE FILHO, N.; LANI, J. A.; FONSECA, A. F. A. da; SIVEIRA, J. S. M. da. Nutrição e adubação do café – *Coffea canephora* cv. Conilon, cultivado em latossolo amarelo coeso. II. Zinco- Boro-palha de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO PESQUISA CAFEEIRA, 21, 1995. Caxambu, MG. *Anais...* Caxambu: PROCAFE, p. 110-111, 1995.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA. *Política Nacional de Ater – Assistência Técnica e Extensão Rural*. Brasília, DF: 26 p. 2003.
- BRUM, A. J. A revolução verde. In: \_\_\_\_\_. *Modernização da agricultura: trigo e soja*. Petrópolis: Vozes; Ijuí: FIDENE. p. 44-50. 1987.
- BRUM, V. J.; AMARAL, J. A. T. D.; REIS, E. F. B.; JESUS, W. C. D.; MARQUES, P. C.; CAMPOS, L. P. A. D.; BREGONCIO, I. D. S. Rentabilidade econômica comparativa de custos variáveis do sistema café conilon com pupunha em sombreamento. IN: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DO CAFÉ DO BRASIL, 5., Londrina, 2007. *Resumos Expandidos*. Brasília: EMBRAPA Café, 2007. CD-ROOM.
- CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T. de. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. *Ciência Rural*, v. 34, n. 6, p. 77-85, 2004.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. *Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável*. 3. ed. Brasília, DF: MDA, SAF, DATER, 2007. 166 p.
- CAPRA, F. *A teia da vida*. São Paulo: Cultrix, 256 p. 1997.
- CARDOSO, R. G. S. *Período da consorciação da lablabe e feijão-de-porco com cafeeiros e trapoerada*. 2013. 98 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.
- COELHO, M. J. H. *Café do Brasil: o sabor amargo da crise*. Gráfica Agnus. Florianópolis, SC: 2002. 55 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira*. Brasília, DF: 2014. 55p.
- COSTA, A. N. da; BRAGANÇA, S. M.; LANI, J. A. Software DRIS para o diagnóstico do estado nutricional e recomendação de adubação para cafeeiro conilon. In: SIMPÓSIO DOS CAFÉS DO BRASIL, 14., 2000, Poços de Calda, MG. *Resumos expandidos...* Brasília, DF: Embrapa Café/ MINASPLAN, v. 2, p. 1336-1338, 2000.
- DADALTO, G. G.; BARBOSA, C. A. *Zoneamento agroecológico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: SEAG, 1997.
- De MUNER, L. H. *El café Conilon en la agricultura familiar de Espírito Santo, Brasil: Bases para evaluar su sostenibilidad*. In: ENCUESTRO DE ESTUDIANTES Y EX-ALUMNOS DEL "INSTITUTO DE SOCIOLOGÍA Y ESTUDIOS CAMPESINOS" ISEC – Universidad de Córdoba, p. 33 -40, 2008. Disponível em: <<http://rediseo.ourproject.org/IMG/pdf/Libro09122008.pdf>> Acesso em: 14 jan. 2015.
- De MUNER, L. H. *Sostenibilidad de la caficultura arábica en el ámbito de la agricultura familiar en el Estado de Espírito Santo-Brasil*. 2012. 262 f. Tese (Doctorado Recursos Naturales y Sustentabilidad) - Universidad de Cordoba-UCO, Córdoba, España, 2012.
- De MUNER, L. H.; LANI, J. A.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S. *Calagem: saiba fazer e colher muitos benefícios*. Vitória, ES: Incaper, 2003, 6 p. (Incaper. Documentos, 109). Folder.
- De MUNER, L. H.; MARTINS, D. dos S.; FORNAZIER, M. J.; ARLEU, R. J.; BENASSI, V. R. M. *Manejo da broca do café*: Vitória, ES: Emcaper, 6 p, 2000. (Incaper. Documentos, 104).

- De MUNER, L.H.; MASERA, O.; FORNAZIER, M.J.; SOUZA, C.V.; LORETO, M.D.S. Energetic sustainability of three arabica coffee growing systems used by family farming units in Espírito Santo state. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 35, n. 03, p. 397-405, 2015.
- De MUNER, L. H.; FORNAZIER, M. J.; SCHMIDT, H. C. Características da cafeicultura de arábica de base familiar no Espírito Santo: aspectos sociais. In: 35º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, *Anais...* Araxá, MG: p. 279-280, 2009.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Marco referencial em Agroecologia*. Documento público. Disponível em: <<http://www.agroecologia.org.br/articles/marco.pdf>> Acesso em: 20 mai 2006.
- FAO. Food and Agriculture Organization. *FESLM: an International Framework for Evaluating Sustainable Land Management*. Roma: World Soil Resources Report, 1994.
- FAO. Food and Agriculture Organization. FAO and the Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries of the Netherlands. *The Den Bosch Declaration and Agenda for Action on Sustainable Agriculture and Rural Development: Report of the Conference*, FAO/Netherlands CONFERENCE ON AGRICULTURE AND THE ENVIRONMENT, SHertogenbosch, the Netherlands, 1991, Rome.
- FAIRTRADE*-Disponível em: <http://www.fairtrade.org.uk/>. Acesso em: 15 dez. 2014
- FAVARIN, J. L.; TEZOTTO, T.; NETO, A. P.; PEDROSA, A. W. Gestão para qualidade da adubação do cafeeiro. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. Eds. Boas Práticas para uso eficiente de fertilizantes. *Anais...* Piracicaba: International Plant Nutrition Institute. v. 3, p. 411-467, 2010.
- FEITOZA, L. R.; CASTRO, L. L. F. de; RESENDE, M.; ZANGRANDE, M. B.; STOCKING, M. S.; BOREL, R. M. A.; FULIN, E. A.; CERQUEIRA A. F.; SALGADO, J. S.; FEITOZA, H. N.; FULLIN, E. A.; STOCK, L. A.; DESSAUNE FILHO, N.; MANK, A. M.; FERINGA, W.; MARTINEZ, J. A. *Mapa das Unidades Naturais do Estado do Espírito Santo – informações Básicas*. Vitória, ES: Incaper, (Incaper. Documentos, 182) 54 p. 2010.
- FEITOZA, L. R.; STOCKING, M.; RESENDE, M. *Natural Resources Information Systems for Rural Development: Approaches for Espírito Santo State, Brazil*. Vitoria, ES: Incaper, 222p, 2001.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; LANI, J. A.; FERRÃO, L. F. V. A cafeicultura do Estado do Espírito Santo: tecnologias e desafios. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, S. F. T. do; JESUS JUNIOR, W. C. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G. (Org.). *Tecnologias para a sustentabilidade da cafeicultura*. Alegre, ES: CAUFES. 2011. 324 p. Cap.1.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; De MUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. dos S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. *Café Conilon: Técnicas de Produção com variedades melhoradas*. 4 ed. Revisada y actualizada, Vitória, ES: Incaper, 74p, 2012. (Circular Técnica, 03-I).
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, A. L.; LANI, J. A. 'Diamante ES 8112', 'ES 8122-Jequitibá' and 'Centenária ES8132: New Clonal varieties off *Coffea Canephora*, conilon variety with high beverage quality. IN: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, 25. Colômbia, *Anais...*, p. 135, 2014.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; SILVEIRA, J. S. M.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. 'Emcapa 8141- Robustão capixaba', variedade clonal de café conilon tolerante a seca, desenvolvida para o estado do Espírito Santo. *Revista Ceres*, n. 273, p. 555-560. 2000a.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. 'Emcaper 8151' – *Robusta tropical: primeira variedade de café conilon propagada por semente no Espírito Santo*. Vitória, ES: Emcaper, 2000b, (Emcaper. Documentos 103).
- FERRARI, E. A. *Monitoramento de impactos econômicos de práticas agroecológicas*. In: WORKSHOP MÉTODOS E EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DE MONITORAMENTO DE PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Brasília, DF: 2002.
- FERRARO JÚNIOR, L. A. *Proposição de método de avaliação de sistemas de produção e de sustentabilidade*. 1999. 131f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 1999.
- FERRAZ, J. M. G. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. (Ed.). *Indicadores de sustentabilidade em agrossistemas*. São Paulo:

- Embrapa Meio Ambiente. p. 19-35, 2003.
- FERREIRA, J. M. L.; VIANA, J. H. M.; COSTA, A. M, da.; SOUZA, D. V, de.; FONTES, A. A. Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: v. 33, n. 271, p. 12-25, nov./dez. 2012.
- FETAES. Federação dos Trabalhadores na Agricultura no Estado do Espírito Santo. *Relatório final da capacitação na área de trabalhadores/as assalariados/as rurais na produção do café ocorrido no Estado do Espírito Santo*. 18 p, 2006. (Impresso).
- FOLEY, J. A.; RAMANKUTTY, N.; BRAUMAN, K. A.; CASSIDY, E. S.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; MUELLER, N. D.; O'CONNELL, C.; RAY, D. K.; WEST, P. C.; BALZER, C.; BENNETT, E. M.; CARPENTER, S. R.; HILL, J.; MONFREDA, C.; POLASKY, S.; ROCKSTROM, J.; SHEEHAN, J.; SIEBERT, S.; TILMAN, D.; ZAKS, D. P. M. Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478, 337-342, 2011.
- FORESIGHT, U. K. The Future of Food and Farming: Challenges and Choices for Global Sustainability. *Government Office for Science Foresight, Final Project Report, London*. (2011).
- FORNAZIER, M. J.; BENASSI, V. L. M. R.; ARLEU, R. J.; MARTINS, D. dos S.; FONSECA, A. F. A. da.; DE MUNER, L. H. *Manejo da broca do café*. Vitória, ES: Emcaper, 6p. 2000. (Incapere. Documentos 104).
- FRANCK, N; VAAST, P. Limitation of coffee leaf photosynthesis by stomatal conductance and light availability under diferente shade levels. *Trees* 23: 761-769. 2009.
- GALVÁN-MIYOSHI, Y.; MASERA, O.; LÓPEZ-RIDAURA, S. Las evaluaciones de sustentabilidade, 41-57 IN: M. ASTIER, M., MASERA, O., GALVÁN-MIYOSHI, Y. (Coords.). *Un enfoque dinámico y multidimensional, Mundiprensa/ SEAE/ ECOSUR/ CIGA/ CIEco/ UNAM/ GIRA/ Fundación instituto de agricultura ecológica y sustentable*. Valencia, España, 2008.
- GEOBASES. Sistema integrado de bases geoespaciais do Estado do Espírito Santo. Disponível em:<<http://www.geobases.es.gov.br/portal/>>. Acesso em: 17 dez. 2014.
- GLIESSMAN S. R. *Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. Turrialba: CATIE, 2002, 350 p.
- GLIESSMAN, S. R.; ROSADO-MAY, F. J.; GUADARRAMA-ZUGASTI, C.; JEDLICKA, J.; COHN, A.; MENDEZ, V. E.; COHEN, R.; TRUJILLO, L.; BACON, C.; JAFFE, R. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, v. 16 n. 1, p. 13-23. 2007.
- GRÖNROOS, J.; SEPPÄLÄ, J.; VOUTILAINEN, P.; SEURI, P.; KOLKKAIAINEN, K. Energy use in conventional and organic milk and rye bread production in Finland. *Agriculture, Ecosystems & Environment, Amsterdam*, v.117, n.2-3, p.109-118, 2006.
- GUELBER SALES, M. N.; HOFFMANN, R. B.; DURÃES DE OLIVEIRA, R; SALES, E. F. Revalorizando as pequenas criações na agricultura familiar capixaba. *Revista Agriculturas: Experiências em Agroecologia*. v. 2 n. 4. p. 28-31, 2005.
- GUELBER SALES, M. N. ; SOLER, M. M.; SEVILLA GUZMÁN, E. Estilos de avicultura: uma estratégia de resistência da condição camponesa. *Cadernos de Agroecologia*, v.8, p.1-6, 2013.
- GUZMÁN CASADO, G.; GONZALES DE MOLINA, M.; SEVILLA GUZMÁN, E. *Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible*. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, 2000.
- HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D. WOODWARD, R. *Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainabled evelopment*. Washington D.C.: World Resources Institute, 1995.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Levantamento sistemático da produção agrícola, 2014*. Disponível em:< [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201205.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201205.pdf)>. Acesso em: 14 jan. 2014.
- IDH. Índice Desenvolvimento Humano. *The sustainable trade initiative*. <Disponível em: <http://www.idhsustainabletrade.com/electronica-business-case>>. Acesso em: 15 dez. 2014
- LAL, R. *Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics*. Columbus. The Ohio State University, 1994. (SMSS Technical Monograph, 21).
- LANI, J. A.; ZANGRANDE, M. B.; FONSECA, A. F. A. da; FULIN, E. A.; VERDIN FILHO, A. C. Eficiência de práticas vegetativas no controle da erosão na cultura do café conilon. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIRA. 1996. Águas de Lindóia, SP. *Anais... Águas de Lindóia: MAA/ PROCAFÉ*, p. 105-107. 1996.
- LI, F.; GAO, C; ZHAO, H.; LI, X. Soil conservation effectiveness and energy efficiency of alternative rotations and continuous wheat cropping in the Loess Plateau of Norhwest China. *Agriculture*,



- Ecosystems and Environment*, v. 91, p. 101-111. 2002.
- LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados: El marco MESMIS. *Boletín de Ilea*, p. 25-27. Abril, 2001.
- MACHADO FILHO, J. A.; COSTA, P. R.; SANTANA, D. B.; RONCHI, C. P. Avaliação da produção de clones de café conilon em consórcio com seringueira instalados na região norte do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIWEIRAS 36, 2010, *Anais...*, Guarapari, ES. p. 342-343, 2010.
- MARTINS, S. R. *Desenvolvendo a sustentabilidade*: texto elaborado a partir de outras publicações do autor como subsídio à sua participação na mesa redonda, Brasil, v. 1, 2002.
- MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales*: El marco de evaluacion MESMIS. GIRA-Mundi-Prensa. México: 109 p, 2000.
- MOURA, W. M.; LIMA, P. C.; SOUZA, H. N.; CARDOSO, I. M.; MENDONÇA, E. S.; PERTES, J. Pesquisa em sistemas agroecológicos e orgânicos da cafeicultura familiar na Zona da Mata mineira. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte: Epamig, v. 26, n. 229, p. 46-75, 2005.
- OIC. Organização Internacional do Café. *Impacto dos preços baixos sobre os indicadores de sustentabilidade da economia cafeeira*. Londres. 2004, 14 p. Disponível em: <<http://ioc.org>>. Acesso em: jan. 2016.
- OIC. Organização Internacional do Café. *The global coffeecrisis – a threat to sustainable development*. Johannesburg, 2002. Disponível em: <<http://ioc.org/ed/crisis.pdf>>. Acesso em: jan. 2016.
- PADOVAN M. D. P.; CORTEZ V. J.; NAVARRETE VALLENCILLO L. F.; NAVARRETE PALACIOS E. D.; DEFFNER A. C.; CENTENO L. G.; MUNGUIA R.; BARRIOS AGUIRREZ M.; VILCHEZ MENDOZA S. J.; VEGA-JARQUÍN C.; COSTA A. N.; BROOK R. M.; RAPIDEL B. Root distribution and water use in coffee shaded with *Tabebuia rosea* Bertol. and Simarouba glauca DC. compared to full sun coffee in sub-optimal environmental condition. *Agroforestry Systems*, n. 89, p. 857-868, 2015.
- PANHUYSSEN, S.; PIERROT, J. *Coffee Barometer*, 2014. Holanda: The Netherlands, 24 p. 2014. Disponível em: <[http://hivos.org/sites/default/files/coffee\\_barometer\\_2014\\_report\\_1.pdf](http://hivos.org/sites/default/files/coffee_barometer_2014_report_1.pdf)>. Acesso em: 14 jan. 2014.
- P&A. Marketing Internacional. *Currículo de Sustentabilidade do café (CSC)*. Disponível em: <[http://www.peamarketing.com.br/img/folheto\\_12\\_paginas.pdf](http://www.peamarketing.com.br/img/folheto_12_paginas.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2015.
- PEDROSA, A. W. *Eficiência na adubação nitrogenada no consórcio entre cafeeiro e Brachiaria brizantha*. 2013.73p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade de São Paulo, SP: 2013.
- PEDROSA, A. W.; FAVARIN, J. L.; VASCONCELOS, A. L. S. de.; CARVALHO, B. V.; OLIVEIRA, F. B.; NEVES, G. B. Resíduo de *Brachiaria* fertilizada com nitrogênio na adubação do cafeeiro. *Coffee Science*, Lavras: v. 9, n. 3, p. 366-373, jul. /set. 2014.
- PEREIRA. S.; BLISKA, F. M. M.; GIOMO, G. S.; Desenvolvimento sustentável e os programas de certificação de café em andamento no Brasil. IN: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Rastreabilidade para a cadeia produtiva do café*. Universidade de Viçosa. Viçosa, MG: UFV, p. 25-84, 2007.
- PEZZOPANE, J. R. M.; MARSETTI, M. M.; SOUZA, J. M.; PEZZOPANE, J. E. M. Condições microclimáticas em cultivo de café conilon a pleno sol e arborizado com noqueira macadâmia. *Ciência Rural*, v.40, p.1-7, 2010.
- PREZOTTI, L. C. *Sistema de recomendação de calagem e adubação*. 2014. Disponível em: <[www.incaper.es.gov.br/?a=downloads/index](http://www.incaper.es.gov.br/?a=downloads/index)>. Acesso em: 13 jan. 2014.
- RAINFOREST ALLIANCE. Disponível em: <<http://www.rainforestalliance.org>>. Acesso em: 22 dez. 2014.
- RICCI, M. dos S. F.; ARAÚJO, M. do C. F.; FRANCH, C. M. de C. *Cultivo orgânico do café*: recomendações técnicas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 101 p, 2002.
- ROCHA, O. C. *Atributos do solo e resposta do cafeeiro a regimes hídricos com e sem braquiária nas entrelinhas*. 2014, 128 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- SALES, E. F.; MÉNDEZ, V. E.; CAPORAL, F. R.; FARIA, J. C. Agroecological Transition of Conilon Coffee Agroforestry Systems in the State of Espírito Santo, Brazil. *Agroecol Sust Food*, v. 37, p. 405-429, 2013.
- SALES, E. F.; ARAÚJO, J. B. S. Desenvolvimento da cafeicultura orgânica consorciada com essências florestais no Estado do Espírito Santo. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 6., 2004. *Resumos*

- expandidos...*, Aracaju, SE. 2004 (CD).
- SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; IGNACZAK, J. C.; ZOLDAN, S. M. Conversão e balanço energético de sistemas de produção de grãos com pastagens sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 35, n. 4, p. 743-752, 2000.
- SARANDÓN, S. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En Sarandón, S. (Ed.). *Agroecología: El camino para una agricultura sustentable*, p.393-414, 2002. Ediciones Científicas Americanas, La Plata, Argentina. Disponível em: <[http://sibe.ecosur.mx/ApoyoAcedemicoDesarrolloRegional/Sustentabilidad\\_Criterio%20para%20la%20toma%20de%20decisiones%20Sarandon.pdf](http://sibe.ecosur.mx/ApoyoAcedemicoDesarrolloRegional/Sustentabilidad_Criterio%20para%20la%20toma%20de%20decisiones%20Sarandon.pdf)> Acesso em: 17 dez. 2014.
- SCHETTINO, L. F. *Gestão florestal sustentável: um diagnóstico no Espírito Santo*. Vitória, ES: 2000. 182 p.
- SCHMIDT, H. C.; De MUNER, L. H.; FORNAZIER, M. J. *Cadeia produtiva do café arábica da agricultura familiar no Espírito Santo*. Vitória, ES: Incaper, 52 p., 2004. (Incaper. Documentos).
- SCP. Sustainable Coffee Program: guia prático de acesso a linhas de crédito para promoção da sustentabilidade dos cafeicultores 2. ed. atualiz. e revisada. Julho 2015. disponível em: <<http://www.peamarketing.com.br/pdf/guiapratico.pdf>>. Acesso em: jan. 2016.
- SEAG. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. *Diagnóstico: estratégias de ação*. Setor florestal do Espírito Santo. Secretaria de Estado da Agricultura/Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo S.A. Del Rey Serviços de Engenharia Ltda. 1988. 138 p.
- SILVA, V. M.; ALEX TEIXEIRA, F. R.; REIS, E. F.; MENDONÇA, E. S. Yield and nutritional status of the conilon coffee tree in organic fertilizer systems. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 4, p. 773-781, out-dez, 2013.
- SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; BRAGANÇA, S. M.; FONSECA, A. F. A. da. *A poda do café conilon*. Vitória, ES: Emcapa. 1993. 14 p. (Emcapa. Documentos, 80).
- SOUZA, J. L.; CASALI, V. W. D.; SANTOS, R. H. S., CECON, P. R. Balanço e análise da sustentabilidade energética na produção orgânica de hortaliças. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.26, n.4, p.433-440, 2008.
- TEIXEIRA, M. M. Caracterização, análise e diagnóstico da cafeicultura capixaba. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ, 3., 1998, Vitória, ES. *Resumos Expandidos...* Vitória, ES: Cetcaf, p. 43-76, 1998.
- TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J. & BEFORT, B. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108, 20260–20264, 2011.
- TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do; JESUS JUNIOR, W. C. de. Desafios para a sustentabilidade da cafeicultura. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do; JESUS JUNIOR, W. C. de; PEZZOPÁNE, J. R. M. (Ed.). *Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura*. Alegre, ES: CCA-UFES, 2008. 342 p.
- UTZ Certified. Disponível em: <<https://www.utzcertified.org>>. Acesso em: 20 de novembro de 2014.
- VALE, L. C. C.; PEREIRA, J. A. A.; FERNANDES, M. R.; MORAIS, E. G. *Programa de Desenvolvimento Florestal do Espírito Santo*. Seag/ Banco de Desenvolvimento, v. 1, p.111, 1989.
- VANDERMEER, J.; PERFECTO, I.; PHILPOTT, S. Ecological complexity and pest control in organic coffee production: uncovering an autonomous ecosystem service. *BioScience*, 60 (7): 527-537. 2010.
- VAN RAIJ, B. Desenvolvimento sustentável: um novo contexto para a cafeicultura. *O Agrônomo*, v. 55, n. 2, p. 45-46, 2003.





CONILON  
CAPIXABA  
BRASIL





# Certificação do Conilon e Experiência do Espírito Santo

Lúcio Herzog De Muner, Maurício José Fornazier, Fabiano Tristão Alixandre, Jackeline Uliana Donna, Mamen Cuéllar Padilla, Maria da Penha Padovan, Hans Christian Schmidt e Evair Vieira de Melo

## 1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais, quando se observam questões relacionadas à competitividade entre empresas, destaca-se como diferencial a capacidade de incorporar inovações tecnológicas e atender aos requisitos especificados em normas e regulamentos técnicos aplicáveis a produtos, processos produtivos e sistemas de gestão.

Sob a ótica do mercado consumidor, a demanda vem sendo crescente por evidências objetivas de que produtos e serviços atendam às exigências expressas pelos certificados de conformidade ou outras formas de declarações, como, por exemplo, cerca de 600 mil certificados de sistemas de gestão da qualidade e gestão ambiental, segundo as normas ISO (*International Organization for Standardization*) emitidos no mundo e pela tendência crescente de exigências de certificação de produtos já praticadas na Europa, Japão e Estados Unidos (LAGES; LAGARES; BRAGA, 2005).

A avaliação da conformidade preconizada pela ISO consiste na atividade de examinar sistematicamente o grau de atendimento, por parte de um produto, processo ou serviço, a requisitos especificados, e que se torna relevante em áreas como segurança alimentar, equipamentos médico-hospitalares, análise de resíduos, de proteção da saúde e nos produtos da pauta de exportação (BRASIL, 2014c).

Em geral, as ferramentas utilizadas para avaliar a conformidade de um produto, processo ou serviço incluem certificação, ensaios, declaração

do fornecedor, inspeção e etiquetagem. Nesse contexto, destaca-se a certificadora, uma entidade intermediária entre o fornecedor e o cliente, que atesta que um produto, processo ou serviço cumpre os requisitos de uma norma ou regulamento técnico.

As certificações de sistemas de gestão, destacadamente de gestão socioambiental, são as modalidades atualmente mais difundidas no Brasil, porém identifica-se demanda crescente em relação à certificação de produtos e de processos. Para cada uma dessas modalidades, há uma série de princípios e diretrizes baseados em referências normativas internacionais que orientam sua aplicação.

## 2 PROCESSOS PARA CERTIFICAÇÃO

O processo de certificação se consolida cada vez mais como instrumento de acesso a mercados nacionais e internacionais. Nesse sentido, a certificação mais adequada para cada empresa, considerando seu negócio e contexto de atuação, será aquela que for reconhecida pelos clientes atuais e potenciais de seus produtos e serviços.

Há o entendimento, ainda, de que a certificação pode ser mecanismo para estimular a melhoria da propriedade ou empresa como um todo, da qualidade do produto, agregar valor às marcas comerciais e promover concorrência justa entre os fornecedores de um mesmo produto ou serviço, considerando que os requisitos em



relação aos quais a conformidade desses produtos e serviços é atestada são pré-estabelecidos e de conhecimento público, dos concorrentes e do mercado consumidor. No Brasil, perante a internacionalização das relações econômicas, a certificação tem aumentado sua importância, significando condição indispensável para o comércio, em especial o internacional (ALVIM; GIESBRECHT, 2005).

Os processos de certificação são longos e baseados em notoriedade adquirida no decorrer dos anos. A concessão de um certificado, dependendo do caso, pode ser o passo final de uma longa caminhada que passa pela obtenção de selos de qualidade existentes em algumas categorias de produto ou ainda de Certificações, como a indicação de origem.

Porém, esse mecanismo criado para garantir aos consumidores a origem ou as práticas produtivas que estão por trás de um produto e para valorizar o trabalho feito por determinados produtores não é isento de problemas (CUÉLLAR PADILLA; TORREMOCHA; BOUCHET, 2005; CUÉLLAR PADILLA, 2009). Desses, destacam-se:

- Os mecanismos de certificação foram criados nos países mais desenvolvidos economicamente, os quais são os principais mercados para esses produtos de qualidade diferenciada. Não só as normas e regras de produção, mas também os mecanismos de controle e de avaliação. Isso origina dependência total dos países do sul, obrigados a trabalhar sob métodos e processos de avaliação não próprios. Além disso, a certificação trouxe uma nova maneira de protecionismo dos mercados;
- Os processos de avaliação de conformidade com determinadas regras e critérios através do sistema de inspeção por uma terceira parte (empresa ou entidade de certificação) trazem custos elevados e burocracia excessiva. Esses dois elementos fazem com que esse sistema seja seletivo, ocasionando prejuízo aos pequenos produtores. Assim, os sistemas que mais mão de obra ocupam e que melhor distribuem a riqueza no meio rural têm sérias dificuldades para contar com reconhecimento de boas práticas em seus modos de produção;
- Os sistemas de avaliação de conformidade, quando gerados por organismos privados, entram em uma lógica de mercado e de concorrência. A

credibilidade e o reconhecimento de produtos com origem ambiental ou socialmente respeitosa é gerada pelo setor privado baseado na competência. Nele, cada entidade de certificação tem que sobreviver com o número de selos ou de clientes que estabelece em contexto de concorrência com outras entidades. Isso se manifesta em difícil equilíbrio para a certificação entre a rigorosidade devida aos processos de avaliação e a necessidade de manter número suficiente de clientes, gerando menor confiabilidade no processo;

- A avaliação da conformidade por mecanismos de certificação de terceira parte se baseia em visitas técnicas realizadas anualmente por pessoa de fora do contexto. Isso pode gerar dúvidas quanto à capacidade de avaliar a conformidade da forma de manejo, de acordo com as normas técnicas da certificação em questão, de maneira rigorosa e confiável. Somente uma vistoria anual na propriedade cafeeira, em muitos casos, é insuficiente para efetivamente captar as técnicas de manejos utilizadas;
- As legislações ambiental e trabalhista no Brasil são muito mais rígidas que a de outros países produtores de café, particularmente do café conilon. As normas de certificação exigem o cumprimento dessas legislações locais, especialmente daquelas certificações cujo foco está mais relacionado ao social e ambiental. Isso aumenta o custo das adequações das propriedades rurais em comparação com países, cujas exigências são mais flexíveis em relação a essas questões. Entretanto, se a legislação brasileira é mais rígida, espera-se que os produtores rurais, cumpridores da legislação, consigam se adequar, embora com maiores dificuldades e custos, às exigências das certificações.

### 3 SEGURANÇA DO ALIMENTO – TENDÊNCIA MUNDIAL

As recentes crises alimentares na Europa fizeram com que os consumidores se mobilizassem para exigir maior clareza quanto aos produtos consumidos, havendo grande valorização de produtos locais, artesanais e biológicos. O fenômeno ocorrido nesse continente acabou incentivando reações análogas em outras partes do mundo. Isso revelou tendências futuras quanto

ao mercado interno nacional e novos nichos de mercado, os quais o Brasil tem condições de atingir, desde que se adapte e conte com o aval das autoridades públicas.

Alguns exemplos de crises ligadas à alimentação podem ser enumerados:

Em 1970 – Casos de intoxicações alimentares ligadas à logística da produção em grande escala no mundo inteiro.

Em 1980 – Desconfiança de médicos acerca de aditivos e conservantes bioquímicos trazendo riscos de alergias e de câncer (entrada massiva da indústria bioquímica na América do Sul).

Em 1990 – A peste suína; as toxinas descobertas nos alimentos; a doença da vaca louca (Reino Unido e França, principalmente), com diversos casos fatais.

Outros problemas podem ser citados, como o frango com dioxina ou hormônios, resíduos de produtos fitossanitários nocivos, carne bovina com excesso de hormônios etc. Além desses, um que gerou a maior mobilização de consumidores no mundo aconteceu por causa dos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), lançando dúvidas em relação à segurança dos alimentos para a saúde humana, animal e o meio ambiente.

Na Europa, os mecanismos mais eficazes para garantir a segurança do alimento têm sido o estabelecimento de regulações públicas, ou seja, leis criadas para garantir a segurança no curto prazo; o mesmo vem ocorrendo nos EUA e no Japão. Outras questões, como a qualidade ambiental ou social das produções nesses países ou em outras partes do mundo, não têm sido legisladas publicamente, exceto as regulações vinculadas à produção alimentar ecológica. A opção para os consumidores e os produtores são os mecanismos de certificação e de avaliação de conformidade (CUÉLLAR PADILLA; REINTJES, 2009).

Assim, a segurança do alimento tem sido tratada como imposição não negociável e um dos requisitos para a comercialização, fazendo-se necessário que os riscos de contaminação sejam primeiro eliminados visando à prevenção de intoxicações e outros problemas que possam causar riscos à saúde dos consumidores.

A preocupação dos consumidores europeus quanto à segurança dos alimentos é entendida como a

garantia de alimentos isentos de contaminantes químicos e biológicos. Reflete-se, por exemplo, no tomate transgênico dos EUA, que leva semanas para perder suas características organolépticas, mas foi rejeitado por países europeus muito antes de qualquer tipo de controle público ser exercido contra sua importação e distribuição. Explica também o crescimento da agricultura artesanal em países desenvolvidos, onde seu valor é até 30% superior a de produtos similares.

A qualidade relacionada aos produtos alimentares é conceito complexo e evolutivo e abrange diversas vertentes, como “segurança sanitária”, gosto, gastronomia, lealdade, constância da oferta nos mercados e confiança estabelecida entre fornecedores e clientes.

Esses diferentes aspectos modificam-se em função da dinâmica econômica e social. Em um contexto econômico de saturação dos mercados nos países desenvolvidos, a qualidade torna-se fator essencial na estratégia das empresas e elemento determinante dos consumidores no processo de escolha.

A França agiu pioneiramente no desenvolvimento dos indicadores que caracterizam produtos de qualidade, cujos “sindicatos interprofissionais” vêm trabalhando em parceria com os órgãos públicos para a regulamentação do processo produtivo e do suprimento do mercado, com rigoroso controle sanitário e a qualidade superior de mercadorias. O produtor, por sua vez, tem consciência da sua responsabilidade no complexo sistema da segurança do alimento.

A rastreabilidade do processo produtivo é cada vez mais importante dentro do processo de certificação; pode ser definida como a capacidade de se identificar, através do registro dos processos, o histórico da produção desde sua origem. Vem ao encontro do interesse dos consumidores, principalmente em relação à segurança do alimento produzido (ZAMBOLIM, L.; VALE; ZAMBOLIM, E., 2003).

Como a rastreabilidade é cada vez mais rigorosa, ou seja, aumenta a cada dia a capacidade de se poder identificar o agricultor, bem como o seu processo produtivo, a responsabilidade da cadeia primária tornou-se elemento vital para a sua própria sobrevivência.

No Brasil, os mecanismos de certificação ainda são pouco expressivos, porém a demanda pela qualidade controlada tende a aumentar significativamente em futuro próximo. Renova-se, portanto, o interesse por mecanismos que garantam a qualidade dos alimentos, seja por meio de sua indicação geográfica, seja pela sua reputação tradicional ou ainda pelas garantias oriundas do processo de rastreabilidade.

Nesse contexto, observa-se o crescente interesse dos pequenos agricultores brasileiros por uma nova forma de pensar e agir nas propriedades rurais. Eles consolidam seu papel social por meio da criação de métodos alternativos de cultivo respeitando as leis ambientais e do trabalho, minimizando ou mesmo abolindo o uso de agrotóxicos, não empregando crianças e respeitando os direitos trabalhistas.

A demanda mundial por produtos certificados tem aumentado de maneira significativa. As negociações multilaterais para o reconhecimento de certificações e selos de qualidade conduzem à conclusão de que os importadores de alimentos *in natura* ou processados exigirão, cada vez mais, sua certificação e, conseqüentemente, a rastreabilidade do processo. Trata-se de tema que se consolida nos países desenvolvidos.

No cenário brasileiro, a partir da criação de incentivos para melhoria da qualidade dos produtos ofertados no mercado e da sensibilização de agricultores e consumidores quanto à necessidade da segurança do alimento, as práticas da certificação e da rastreabilidade da produção tendem a ser aceitas com maior rapidez.

Considera-se que o primeiro selo de qualidade dos cafés do Brasil foi o “tipo exportação”, porém ele apenas atestava a qualidade superior de poucos produtos. Selos distintivos de qualidade de fato constituem importante ferramenta para a consolidação de arranjos produtivos locais brasileiros, exigindo profunda organização, cujas falhas individuais não podem prejudicar a coletividade dos produtores.

A responsabilização individualizada dos agricultores é essencial para que o sistema funcione sem a necessidade de controle absoluto por parte das autoridades públicas. Cada ator controla o outro e as falhas são detectadas antes que a imagem do produto seja maculada no mercado. O

produtor deve ter consciência da importância de seu papel no controle da qualidade e da segurança do alimento ofertado.

#### 4 CÓDIGOS DE CONDUTA

O interesse cada vez maior dos consumidores pela qualidade dos produtos, não somente no que se refere à qualidade organoléptica, mas também o respeito da qualidade social e ambiental dos produtos, tem gerado o surgimento de diversos códigos de conduta nos processos de produção de alimentos, entre eles o café.

Os códigos de conduta são cadernos de normas e regras de produção, fruto de acordo voluntário entre diversos atores de uma cadeia produtiva, que visam a estabelecer métodos de produção que respondam a determinadas inquietudes em torno da responsabilidade social da produção, conservação ou respeito ao meio ambiente, respeito às culturas locais ou garantia da sustentabilidade, além de outras.

Quando essas normas se traduzem em um selo, identificável pelo consumidor, através de processo de avaliação de conformidade de determinado sistema produtivo, estaremos diante de um processo de certificação (CUÉLLAR PADILLA; REINTJES, 2009).

Os principais âmbitos dos códigos de conduta desenvolvidos para certificação do café incluem normatizações que permitam a sustentabilidade da produção, interdependente em suas dimensões social, ambiental e econômica.

A responsabilidade social da produção vem responder às inquietudes dos consumidores sobre a qualidade social de determinado produto, ou seja, as condições sociais do processo de produção de determinado café, como condições de trabalho, apoio a grupos de produtores locais e a processos de desenvolvimento ali implementados. Todos os códigos de conduta adotam a responsabilidade social em seus protocolos.

A responsabilidade ambiental, entendida como a qualidade ambiental de um produto, é outra inquietude do consumidor atual. Reflete o nível de respeito da produção ao meio ambiente e à diversidade ecológica. Todos os códigos de conduta adotam a responsabilidade ambiental em seus protocolos.

As principais diferenças entre os códigos de conduta existentes estão voltadas para questões ambientais, sociais, trabalhistas ou podem ser mais abrangentes e relacionadas ao processo integrado da sustentabilidade. É importante analisar, de um lado, o grau de profundidade dos critérios estabelecidos. Em muitos casos, os itens social e trabalhista dos códigos de conduta utilizam as regulamentações de cada país produtor, quando o código for menos restritivo que essa legislação. Em segundo lugar, atendem-se a critérios aplicáveis aos processos de produção ou também aos processos de comercialização e distribuição; em muitos casos, isso é importante para garantir o cumprimento dos critérios em toda a cadeia de custódia (CUÉLLAR PADILLA; REINTJES, 2009).

## 5 CERTIFICAÇÃO

O hábito de mostrar a origem da produção aos consumidores, bem como a qualidade intrínseca e extrínseca dos produtos, está sendo muito valorizado. A familiarização com a diversidade dos sistemas e normatização da certificação é importante para os integrantes da cadeia do agronegócio café. É necessário o entendimento de que os critérios vão além dos tradicionalmente descritos quanto à qualidade de xícara, abrangendo conceitos de responsabilidade social, conservação ambiental e aspectos econômicos.

A certificação é processo de acreditação da produção, procedimento pelo qual uma entidade declara reconhecer que os produtos atendem aos requisitos pré-estabelecidos em normatização específica e mostrem conformidade com as normas de produção, processamento e/ou comercialização contempladas no código de conduta de referência. No Brasil, é realizada geralmente por Organizações Não Governamentais (ONGs) ou empresas privadas acreditadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) para tal finalidade. Para que esse café certificado possa ser vendido nos mercados internacionais, as certificadoras devem estabelecer parcerias ou convênios com entidades de certificação reconhecidas nos mercados de destino, normalmente empresas ou organismos multinacionais de certificação.

A certificação é processo de terceira parte e consiste de várias etapas, das quais a inspeção por

auditor especializado e devidamente treinado é a mais importante. Essa inspeção é realizada com base em normatização específica definida nacional ou internacionalmente, dependendo da entidade certificadora e do código de conduta adotado, e aos quais o cafeicultor necessita se adequar.

A certificação objetiva informar aos consumidores, redes supermercadistas e torrefadoras, a localização da produção e atributos que possam servir como fonte de marketing e de confiabilidade para promoção e divulgação do produto. Possibilita também a busca na fonte, em caso de eventuais problemas ocorridos durante o processo produtivo. Pode permitir ao produtor inferir sobre a aceitabilidade de seu produto pelo mercado consumidor, gerando informações que melhorem o gerenciamento da propriedade, o padrão de qualidade de seu produto, o incremento do valor agregado à sua produção e o controle da relação custo/benefício dos diferentes tipos de manejo que estão sendo adotados em seu sistema produtivo (ZAMBOLIM, L.; VALE; ZAMBOLIM, E., 2003).

Adotar a certificação significa implantar uma linguagem universal para comunicação com todos os segmentos da cadeia de produção e comercialização do café; cria possibilidades de ampliação do consumo, propiciando identificação das exigências dos consumidores, principalmente daqueles que melhor remuneram, e gera valor agregado ao produto. Está voltada, em qualquer caso, a canais de comercialização de grande abrangência geográfica, ou onde operam muitos atores, isto é, contexto em que os produtores e os consumidores estão distantes, seja em termos geográficos, ou em número de intermediários entre eles.

Cada código de conduta trabalha com determinados padrões que devem ser seguidos em todas as etapas da implantação, condução e/ou comercialização do café. Para esses procedimentos e normatizações, o cafeicultor, que espontaneamente quiser aderir ao processo de certificação, deve estar atento.

Existem grandes organizações empresariais e civis que têm estabelecido mecanismos de certificação próprios, baseados em determinados códigos de conduta. As principais certificações adotadas na cafeicultura são:



- **GlobalGap:** sistema de gestão da qualidade criado em 1997 por meio de iniciativa de 22 varejistas europeus. O protocolo define um conjunto de regras, entre as quais se pode citar a proteção ambiental (produção integrada, minimização dos impactos negativos da produção no meio ambiente), as boas práticas de produção (reduzir o impacto de resíduos nos alimentos), a segurança do alimento (condições de higiene) e a rastreabilidade (ZAMBOLIN, 2006; GLOBALGAP, 2014).

- **Fairtrade (Comércio Justo):** surgiu na Europa em 1997 como uma federação de 17 entidades certificadoras de comércio justo, que trabalham em diferentes países europeus. Atualmente, há duas organizações dentro da Fairtrade Labelling Organizations (FLO): FLO e V, entidade responsável pela definição de padrões, facilitação de negócios e apoio aos produtores e a FLO certGmbH, responsável pela inspeção e certificação das associações e cooperativas de produtores e do processo comercial do produto (CUÉLLAR PADILLA; REINTJES, 2009). Os padrões da FLO são um conjunto de diretrizes em torno das condições de trabalho na produção, requerimentos de tipo social, alguns critérios ambientais, assim como condições de compra dos produtos por parte das empresas importadoras.

O *Fairtrade* estabelece sistema de produção e comercialização que assegura aos produtores preço mínimo e “prêmio” para o café produzido sob normas éticas e sociais. O “prêmio” é valor adicional pago pelos compradores certificados para as cooperativas e/ou associações de pequenos produtores, na cadeia de custódia. Voltado para a cafeicultura familiar, com incentivo para o associativismo/cooperativismo, parte deve ser investido na melhoria da qualidade, produtividade e ações sociais para produtores e/ou suas comunidades (FAIRTRADE, 2014). Os códigos de conduta regulamentam o processo produtivo, a comercialização e estabelecem critérios de verificação/certificação para todos os segmentos envolvidos (cadeia de custódia). No Espírito Santo, produtores familiares vinculados à Cooperativa dos Cafeicultores do Sul do Estado do Espírito Santo (CAFESUL), com sede em Muqui, e à Cooperativa Agropecuária Centro Serrana (COOPEAVI), com sede em Santa Maria de Jetibá, estão certificados através de suas cooperativas e comercializam café

para o mercado *Fairtrade*.

- **Selos de produção orgânica:** os padrões pelos quais as diferentes entidades de certificação trabalham dependem dos mercados aos quais os produtos vão ser encaminhados. As regras gerais são as mesmas, mas há algumas especificidades que respondem mais a objetivos de protecionismo dos mercados que a diferenças substanciais de exigências. Os principais mercados que importam produção orgânica e que exigem regras próprias são União Europeia, EUA e Japão. Não obstante, também no Brasil, desde alguns anos, tem-se desenvolvido uma legislação que regula os produtos orgânicos, estabelecendo as regras sob as quais as entidades de certificação devem operar para garantir os produtos como orgânicos (Lei nº 10.831/Decreto nº 6.323) (BRASIL, 2003, 2007).

Nessa regulação, tem-se reconhecido outros sistemas de avaliação de conformidade, além da certificação por terceira parte, como os Sistemas Participativos de Garantia ou as Organizações de Controle Social (OCS). O código foi elaborado pela IFOAM (*International Federation of Organic Agriculture Movements*), e nele o sistema agrário é considerado parte do ecossistema e deve respeitar, portanto, os ciclos ecológicos, sem utilização de produtos químicos nocivos para a saúde humana, animal e também para o ecossistema. Os mais importantes princípios são o respeito e potencialização dos ciclos dos recursos naturais. Assim, é um código que propõe o cultivo da terra para a produção de um café sadio, sem o uso de produtos químicos tóxicos preservando os recursos naturais (IFOAM, 2014). No Espírito Santo, existem propriedades certificadas pelo Instituto Biodinâmico (IBD) e pelo Instituto Chão Vivo de Avaliação da Conformidade.

- **Rainforest Alliance:** é baseado na RAS (Rede de Agricultura Sustentável). Os padrões usados pela certificação socioambiental da RAS foram desenvolvidos em 1992 e têm sido revisados frequentemente. O estabelecimento de padrões, auditorias e treinamentos são separados para evitar conflitos de interesses. A revisão mais recente está de acordo com o código de boas práticas no estabelecimento de padrões ISEAL (*International Social and Environmental Accreditation and Labeling Alliance - Certificação Socioambiental Internacional*) e o uso do Selo *Rainforest Alliance Certified*.

Propriedades e empresas que atendem às exigências da certificação RAS (RAS, 2014), conforme verificado por auditorias presenciais, são reconhecidas, através do selo *Rainforest Alliance Certified* (RAINFOREST ALLIANCE, 2014). Ele indica a qualidade e o compromisso na aplicação de práticas sustentáveis e de conservação. Engloba os principais aspectos da agricultura sustentável, com atenção especial ao meio ambiente e ao bem-estar dos trabalhadores e da comunidade. Sugere que seja feito o controle integrado de pragas e doenças e valoriza as propriedades que têm projetos de restauração de florestas nativas e construção de corredores ecológicos. Nos critérios críticos, observa-se que a propriedade deve ter programa de conservação de ecossistemas, pois usa alteração ou destruição estão proibidas; animais silvestres devem ser respeitados e não se permite sua caça ou tráfico; as águas residuais não tratadas e rejeitos sólidos não podem ser despejados em mananciais hídricos; os salários praticados não podem ser abaixo do mínimo estabelecido por lei ou na região e não se permite o trabalho forçado; é exigido o uso de equipamentos adequados para uso de agrotóxicos; não é permitido o cultivo de transgênicos e as novas áreas a serem implantadas devem ser aptas ao cultivo do café.

- *UtzCertified*: assegura a qualidade social e ambiental na produção de café, com foco na rastreabilidade do produto e com critérios de segurança do alimento. Com a certificação *UtzCertified*, o consumidor é esclarecido sobre a origem do café e a garantia de ter sido produzido com práticas agrícolas sustentáveis e com cuidados especiais com o trabalhador e seus familiares (UTZ CERTIFIED, 2014).

- *Smithsonian Bird Friendly*: promove a certificação de áreas de produção do agroecossistema café sombreado como um *habitat* suplementar viável para pássaros e outros organismos. É aplicável a propriedades e cooperativas. Exige a certificação orgânica da propriedade (BIRD FRIENDLY COFFEE, 2014);

- Código Comum da Comunidade Cafeeira (4C): é iniciativa que estabelece conjunto de normas e procedimentos para a condução da cultura e manuseio em toda a cadeia produtiva. Tem em vista, além dos aspectos técnicos da produção, a preservação ambiental e as condições

sociais do trabalho. Conta com participação expressiva da indústria, produtores, organizações governamentais e não governamentais e da sociedade civil (CODIGO..., 2014). A Nestlé possui uma unidade 4C localizada em Águia Branca e pertencente ao programa mundial conhecido como *Nescafé Plan*.

- Produção Integrada de Café (PIC): trata-se de norma brasileira em fase de implantação (IN nº 49) (BRASIL, 2013). Foca a rastreabilidade da produção, preservação da biodiversidade e utilização das boas práticas agrícolas, com critérios de segurança do alimento por meio do manejo integrado de pragas (MIP) e doenças e do respeito às normas e legislações trabalhistas e ambientais.

Os princípios da PIC são sua aplicação holística, a propriedade como unidade de implementação, estabilidade dos agroecossistemas, preservação e melhoria da fertilidade do solo, balanço e minimização de perdas dos ciclos de nutrientes (MIP) como base para decisões sobre proteção de plantas, proteção da diversidade biológica, qualidade de produtos avaliada por parâmetros ecológicos, minimização de custos externos e de impactos indesejados e atualização do conhecimento dos produtores. A participação dos produtores é de livre adesão, necessitando, porém, que os cafeicultores se organizem em associações, cooperativas ou entidades semelhantes. A acreditação da PIC no Brasil é realizada pelo Inmetro. Entretanto, na prática, não existe nenhuma fazenda cafeeira certificada no Brasil por esse mecanismo.

- Certifica Minas Café: programa instituído pelo Governo do Estado de Minas Gerais, coordenado pela Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (Seapa), Executado pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG) e gerido pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), com apoio da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (Epamig), tem como objetivos e premissas:

- Incentivar organizações participantes a adotarem sistemas de qualidade na cadeia produtiva de café, que contribuam para a segurança e confiabilidade;

- Desenvolver sistema de gestão de qualidade baseado nas boas práticas agrícolas, que permita equivalência com outros sistemas e normas

existentes;

- Buscar intercâmbio de tecnologia, regulamentação, atualização, equivalência com entidades nacionais e internacionais desse segmento;

- Reconhecer preceitos estabelecidos por entidades nacionais e internacionais como Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), Inmetro e Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), colaborando em entendimentos mútuos e promoção de ações de apoio ao setor;

- Estabelecer sistema de verificação independente;

- Implantar esquema de certificação para todo o território do Estado de Minas Gerais, aplicável a todos os tipos de propriedades cafejeiras participantes, independente de regiões e tecnologias aplicadas ao processo produtivo;

- Manter transparência e independência quanto aos critérios e decisões tomadas;

- Preservar o caráter público em relação aos critérios adotados e das propriedades cafejeiras certificadas;

- Estabelecer os requisitos do Manual de Normas para Certificação de Propriedades Cafejeiras baseados em conceitos e critérios de gestão da qualidade e segurança do alimento, boas práticas agrícolas e de proteção ao meio ambiente, higiene e segurança no trabalho, além da responsabilidade social;

- Promover participação voluntária no programa;

- Estabelecer critérios e estrutura para certificação por terceira parte reconhecida e independente.

## 6 INDICAÇÃO GEOGRÁFICA

A Indicação Geográfica (IG) é um direito de propriedade intelectual. Por isso o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) é o responsável por conceder o registro e emitir o certificado de produtos que apresentem qualidade única em função das condições naturais do meio em que foram produzidos (LIMA et al., 2009). O termo Indicação Geográfica foi se consolidando quando os produtores, comerciantes e consumidores começaram a identificar que alguns produtos originados de determinados

lugares apresentavam qualidades particulares daquela região e começaram a denominá-los com o nome que identificava a sua procedência. Essas características atribuem ao produto um valor intrínseco e identidade própria que os distinguem dos demais produtos de igual natureza disponível no mercado.

O selo de IG confere ao consumidor garantia dessas particularidades e da origem do produto, além da identidade histórica, forma de produção, características geográficas e culturais de determinada região. A IG representa esforço por reterritorializar o processo de produção ou restabelecer os elos dos produtos com o próprio território em que foram gerados. Exemplos clássicos de produtos que conquistaram a condição de denominação de origem são o Vinho do Porto de Portugal, vinhos tintos da região de Bordeaux, espumantes da região de Champagne e queijo Rochefort, na França, além dos vinhos espanhóis da região de Rioja ou do Montilla-Moriles em Andaluzia, o Ramon Iberico, presunto de Parma, na Itália, café da Colômbia, entre outros produtos e regiões (FROEHLICH, 2012).

No Brasil, as indicações geográficas são reguladas pela Lei de Propriedade Industrial nº 9.279/96, podendo o produto ou serviço ser reconhecido pelas seguintes modalidades:

- Indicação de procedência: produto de região comprovadamente reconhecida. Art.177 - “Considera-se indicação de procedência o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que se tenha tornado conhecido como o centro de extração, produto ou fabricação de determinados produtos ou de prestação de determinados serviços” (MAPA, 2014b).

- Denominação de origem do produto: produto atestado cientificamente. Art.178 - “Considera-se denominação de origem o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam, exclusiva ou essencialmente, ao meio geográfico, incluindo fatores naturais e humanos” (BRASIL, 2014b).

A primeira região a ter IG de origem, de acordo com as normas da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI) e do INPI, para o café foi o Cerrado Mineiro em 2005. O produto que

identifica exemplarmente é o Café do Cerrado, com abrangência em 55 municípios localizados no Alto Paranaíba, Triângulo Mineiro e noroeste de Minas, na região do Café do Cerrado, com área de 160 mil hectares em café, cerca de 3,5 mil cafeicultores e produção de aproximadamente 5 milhões de sacas de café por ano (IMA, 2006; LIMA; MOURA; SILVA, 2011; EXPOCACCER, 2015). Gradativamente, outras regiões cafeeiras estão se inserindo e sendo certificadas como foi o Café da Serra da Mantiqueira em 2011, Café Norte Pioneiro do Paraná em 2012 e o Alta Mogiana de São Paulo em 2013 (INPI, 2013).

O café conilon representa grande potencial para implementação da IG no Estado do Espírito Santo visando a valorizar a região e a cafeicultura familiar que mais produz esse café no Brasil. Evitar esforços nos segmentos da cadeia produtiva para estudar o caso do “Conilon Capixaba, o Robusta de Qualidade” seria de grande importância para o futuro dessa cafeicultura no Brasil.

## 7 CERTIFICAÇÃO DE CAFÉ: A EXPERIÊNCIA DO ESPÍRITO SANTO

As certificações ganharam visibilidade no mercado de café com iniciativas destacadas principalmente pela *Fairtrade* e *UtzCertified*. No Espírito Santo, constatou-se a certificação de café orgânico em Arábica e Conilon. A Cooperativa dos Cafeicultores das Montanhas do Espírito Santo (Pronova), se inseriu no processo de certificação *Fairtrade* e *UtzCertified*, a partir de 2006, procurando abrir leque de opções participativas de acesso ao mercado para seus associados. Entretanto, a partir de 2009, somente a *Fairtrade* foi mantida. A Pronova foi incorporada pela Coopeavi em março de 2015, dando continuidade ao processo de certificação principalmente ao mercado de cafés especiais. A certificação vem sendo implantada de forma lenta e dispersa na cafeicultura, o que não é diferente no Espírito Santo, principalmente na área do conilon.

Com exceção da certificação orgânica e principalmente, da *Fairtrade*, a certificação está sendo realizada por médias e grandes fazendas e cooperativas. O acesso dos pequenos produtores é dificultado devido aos custos da certificação e, principalmente, pela dificuldade de gestão e problemas na qualidade do produto. A certificação do Conilon do Espírito Santo está contemplada

como ação estratégica no Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba (ESPÍRITO SANTO, 2008) com o objetivo de fortalecer a cadeia do agronegócio estadual de café. A normatização para uso do selo “Conilon Capixaba, Robusta de Qualidade” é outra importante ação vinculada à identificação geográfica de origem. Pequenos produtores podem ser incluídos via cooperativas ou associações de produtores propiciando volume e padrões de qualidade intrínseca superior do café que permitam reduzir custos individuais para certificação das propriedades de base familiar (De MUNER et al., 2003).

Existe clara necessidade de se buscar novas formas de certificação mais adaptadas, sejam econômica, social ou culturalmente, às diferentes realidades dos pequenos produtores, principalmente caminhando para a certificação em grupo, com auditorias em parte das propriedades. Essa é a alternativa para redução de custos e envolve todos os atores da cadeia produtiva. Outro modelo é a “verificação”, uma versão menos rigorosa e de custo menor que a certificação. O modelo adota rígido controle social não havendo a figura do inspetor externo (SANTOS, 2004).

No caso da produção do café conilon orgânico, o Espírito Santo contava com a Associação Chão Vivo, que atuava na certificação e assistência técnica de propriedades orgânicas. Essa entidade foi criada em 16 de novembro de 1999, a partir de uma articulação do Fórum de Agricultura Familiar, como entidade sem fins lucrativos. Atuava nos estados do Espírito Santo, Bahia, Minas Gerais e Pernambuco. Em 2005, assinou acordo de cooperação técnica com a empresa alemã Oko-Garantie GMBH – BCS, possibilitando a comercialização da produção orgânica capixaba nos mercados europeu, americano e japonês (INCAPER, 2005). Entretanto, teve que se adaptar às normas da Lei Federal nº 10.831/2003 e do Decreto Nº 6.323/2007 (BRASIL, 2003, 2007) que estabelecem parâmetros de fiscalização para áreas de produção orgânica e estipulam vários critérios para que os produtores adaptem sua produção ao sistema exigido pelo Ministério da Agricultura. Assim, foi criado o Instituto Chão Vivo de Avaliação da Conformidade. Devidamente acreditado pelo Inmetro e credenciado no Mapa, pode atuar na certificação das propriedades orgânicas em todos os estados brasileiros.



Em 2007, havia 33 propriedades de café conilon efetivamente certificadas e diversos outros produtores em processo de certificação, com área de produção em torno de 138 ha totalizando produção média anual de 2.326 sacas beneficiadas de 60kg (De MUNER et al., 2007). Os principais municípios produtores desse café eram Rio Bananal, Jaguaré, Nova Venécia, Iconha e São Mateus. Em 2014, foram constatadas 66 propriedades, com 127 ha de café conilon orgânico e produção de 3.530 sacas beneficiadas. Dessas propriedades, 14 são certificadas e exploram 46 ha de café e produção de 1.150 sacas. Outras 52 propriedades, com 81 ha e 2.380 sacas de café orgânico são vinculadas a OCS (Schultz, D., Seag/Gerência de Agricultura Orgânica, 2014 comunicação pessoal). Essa modalidade de organização não representa uma forma de certificação, entretanto, possibilita a comercialização de produtos orgânicos não certificados de forma direta ao consumidor, a partir da Lei 10.831, de 23 de setembro de 2003 (Tabela 1). As OCS somente podem ser formadas a partir da organização dos agricultores familiares legalmente reconhecidos, e a garantia se baseia exclusivamente na relação de confiança entre compradores e consumidores. As OCS devem estar devidamente cadastradas no Mapa para a comercialização de seus produtos diretamente ao consumidor. A identificação do agricultor se dá através da Declaração de Cadastro, em local visível no ponto de comercialização (BRASIL, 2014a).

De 2007 até o presente momento, tem-se

observado decréscimo do número de cafeicultores e da área de produção de conilon orgânico certificada. O café orgânico possui alto custo de produção, principalmente devido à grande necessidade de mão de obra. Relata-se, também, a extrema dificuldade para se conseguir preços que remunerassem os custos, não se conseguiu prêmios para a produção orgânica e não houve mercado para comercialização do café conilon orgânico. Esse café foi comercializado como café convencional, o que causou a desmotivação dos produtores para o sistema de cultivo orgânico e a migração de parte deles para o sistema sem agrotóxico (SAT). No entanto, na sua maioria, continuam na atividade cafeeira explorando de maneira mais agroecológica e utilizando as boas práticas agrícolas. A situação da cafeicultura orgânica de Jaguaré, Nova Venécia e Rio Bananal, segundo os extensionistas do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), tem apresentado comportamento semelhante e a adubação química foi introduzida no processo produtivo. Entretanto, o princípio de preservação ambiental e valorização social continuam a ser praticados (M. C. Lubiana, ex-presidente da Chão Vivo/produtora de café conilon orgânico, Nova Venécia, ES, 2014. Comunicação pessoal).

A indústria de café Meridiano comercializava café orgânico em 2007 fornecido por agricultores familiares do Estado, formando *blends* de conilon e arábica para o mercado local e exterior. Devido à sensível diminuição do fornecimento

**Tabela 1.** Municípios, propriedades, áreas e produção de café certificado e de Organização de Controle Social (OCS) no Estado do Espírito Santo, 2014

Município	Produção certificada			Produção OCS			Total	
	Propriedade	ha	sc	Propriedade	ha	sc	ha	sc
São Mateus	5	16	260	-	-	-	16	260
Jaguaré	2	12	340	-	-	-	12	340
Rio Bananal	1	6	170	-	-	-	6	170
Iconha	2	3	80	12	25	680	28	760
Santa Teresa	1	1	40	-	-	-	1	40
Boa Esperança	-	-	-	7	10	300	10	300
Mantenópolis	-	-	-	10	6	200	6	200
Nova Venécia	3	8	260	23	40	1200	48	1460
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>46</b>	<b>1150</b>	<b>52</b>	<b>81</b>	<b>2380</b>	<b>127</b>	<b>3530</b>

Fonte: Schultz (2014).<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Informação verbal concedida por Decimar Schultz em 2014.

dessa matéria-prima, esses *blends* deixaram de ser produzidos e foram substituídos por cafés produzidos de forma convencional e originários da agricultura de base familiar. A consolidação da produção e comercialização do conilon orgânico certificado possui muitos gargalos no segmento produtivo pela falta de tecnologias apropriadas, elevados custos de produção e de certificação pela ausência de organização dos cafeicultores para melhor gestão e comercialização do produto, tendo em vista a exigência e logística desse mercado.

Um caso de sucesso a ser relatado é o da Fazenda Modena, de propriedade do Sr. Raimundo Paula Soares, localizada a 8 km de Linhares e a 130 km ao norte de Vitória. Essa propriedade é a primeira e única certificada *Rainforest Alliance* e *UTZ Certified* de café conilon no Brasil. Sua produção atual é de 8.000 sacas de 60 kg, das quais 2.000 certificadas foram comercializadas para a Inglaterra em 2014. A produtividade das lavouras varia entre 70 a 80 sacas beneficiadas de 60 kg/ha. O início desse empreendimento foi em 2009/2010, e o principal motivo da exploração foi o desafio para a produção sustentável do café conilon. Diversos clones precoces, médios, tardios e supertardios originados das composições clonais do Incaper são utilizados em 100 ha cultivados. O valor do café comercializado foi de US\$ 165,00/saca. A propriedade possui ainda 55 ha de área protegida. A área de processamento pós-colheita é composta por quatro secadores e um sistema completo para produção de café cereja descascado, secagem, separação, transporte, além de silos e máquinas de limpeza.

Outro caso de sucesso que podemos citar é o da CAFESUL. Essa cooperativa recebeu o selo de certificação *Fairtrade* em 2008 e, atualmente, todos os seus 136 cooperados são certificados. Anualmente, são produzidas cerca de 20.000 sacas de café conilon, das quais cerca de 6.000 foram comercializadas como certificadas em 2014; o valor alcançado foi em média de R\$ 265,00/saca. Esse preço foi de 15% a 20% superior ao praticado no mercado local. Além dessa cotação, foi obtido prêmio de R\$ 300.000,00/ano, pago pelos compradores do café e destinado para investimento na cooperativa. Esse valor foi aplicado em melhoria da produtividade e qualidade nas propriedades, na própria cooperativa e nas

comunidades onde atua, de acordo com decisão da Assembleia Geral Ordinária. A qualidade do café certificado comercializado foi tipo 6, 7 ou 8, de acordo com as exigências do comprador. Para o gerente operacional da CAFESUL, Talles da Silva de Souza, a certificação tem se tornado cada vez mais importante devido às exigências dos consumidores na busca de cafés sustentáveis. As empresas têm incluído essa exigência na hora de adquirir a sua matéria-prima. Por isso, a perspectiva é de aumento nas vendas de cafés certificados.

Além desses, a Nespresso tem realizado o programa *AAA Sustainable Quality™* com foco no café conilon nas regiões norte e sul do Estado do Espírito Santo. Esse é um programa de manejo integrado de boas práticas agrícolas que garante o atendimento a requisitos de qualidade e de sustentabilidade. O foco principal desse programa é garantir fornecimento futuro de cafés de alta qualidade exigidos pela empresa e proteger a vida dos produtores de café, de suas famílias, das comunidades envolvidas e do meio ambiente local (Guilherme Malphigui Amado, Gerente de Café Verde da Nespresso, 2014. Comunicação pessoal). O Programa AAA alia princípios de qualidade à sustentabilidade e auxilia os produtores na melhoria da gestão da fazenda e da produtividade. Prêmios para a qualidade e sustentabilidade podem atingir de 30% a 40% dos valores do café praticados pelo mercado. Seu objetivo é adicionar valor, não somente à empresa e aos produtores, mas também às comunidades das regiões fornecedoras de café. Estima-se que cerca de 1% a 2% do café produzido mundialmente oferecem as características sensoriais e de qualidade que se encaixam nessas especificações. Estrategicamente, é muito importante garantir o futuro da qualidade e volume desses cafés. A meta dessa empresa para 2020 é adquirir 100% dos cafés arábica e conilon em fazendas participantes do Programa AAA e mais de 50% desses cafés com certificação *Rainforest Alliance*, *Fairtrade* ou *Fairtrade USA*.

O “Programa de estímulo à produção e comercialização de cafés especiais do Espírito Santo” foi lançado em 2014, é coordenada pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas no Espírito Santo (Sebrae-ES) e tem como público-alvo produtores de cafés e unidades de processamento de cafés torrado e moído

(SEBRAE, 2015). O empreendimento visa a adequar e certificar 2.500 propriedades cafeicultoras, produzir 500 mil sacas certificadas de café de qualidade e/ou sustentável, fomentar a produção de cafés especiais (superior, gourmet e sustentável) pelas indústrias de café torrado e moído, processar aproximadamente 150 mil sacas no Espírito Santo, valorizar a utilização do café conilon de qualidade nos *blends* de cafés especiais, possibilitar acesso destes últimos aos principais mercados consumidores do Brasil e do Exterior, aumentar a integração das associações, cooperativas e indústrias torrefadoras locais com redes varejistas e obter a tipificação dos cafés produzidos, bem como seu potencial de qualidade segundo as diferentes regiões cafeeiras do Espírito Santo.

Essa iniciativa tem a parceria da ABIC, Bandes, CCCV, CETCAF, FAES/SENAR, Findes, Incaper, OCB/ES, Seag, Sebrae e Sincafé. Suas principais ações são estruturação de um modelo organizacional, fornecimento de consultoria para adequação das propriedades, diagnósticos tecnológicos das indústrias de torrefação, integração entre produtores e torrefadores locais, pesquisa para caracterização dos cafés produzidos nas regiões capixabas, pesquisa para aperfeiçoamento da produção industrial de cafés especiais do Espírito Santo, integração com comércio internacional, ações de marketing, ações de gestão empresarial e gestão e monitoria.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação da certificação do café está sendo realizada de acordo com a demanda dos agentes de comercialização e dos produtores. Novos empreendedores estão trabalhando para valorizar a qualidade do café para a exportação. A certificação certamente desempenhará papel relevante e decisivo na apresentação de um produto que possui gestão socioambiental, identificação da origem e da qualidade dos cafés verdes, base para a melhoria da qualidade dos cafés industrializados. Programas de melhorias da sustentabilidade e da qualidade do café torrado e moído consumido no mercado interno brasileiro tem sido buscados através de programas específicos

A certificação é um desafio a ser vencido por todos os envolvidos com o agronegócio do café

objetivando práticas mais sustentáveis e que garantam qualidade e produtividade em longo prazo e com possibilidade de melhor remuneração para aqueles que participam da cadeia produtiva, principalmente os produtores rurais que constituem o elo mais frágil da cadeia.

A certificação dos cafés do Espírito Santo é condição indispensável para a inserção desses produtos em mercados diferenciados, que possam ser tanto exportados como consumidos no mercado interno brasileiro, atendendo aos padrões de segurança do alimento exigidos pelos atores da cadeia produtiva.

## 9 REFERÊNCIAS

- ALVIM, P.; GIESBRECHT, H. Importância e oportunidades do uso de certificações pelas MPes. In: LAGES, V.; LAGARES, V.; BRAGA, C. L. (Eds.). *Valorização de produtos com diferencial de qualidade e identidade: indicações geográficas e certificações para competitividade nos negócios*. Brasília, DF: Sebrae, p. 181-187, 2005.
- BIRD FRIENDLY COFFEE. Disponível em: <<http://nationalzoo.si.edu/scbi/migratorybirds/coffee>>. Acesso em: nov. 2014.
- BRASIL. Lei nº 10831 de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.831.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm)>. Acesso em: dez. 2014.
- BRASIL. Decreto nº 6323 de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei 10.831 de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm)>. Acesso em: dez. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Normas técnicas específicas para a produção integrada de café*. Diário Oficial da União/ Instrução Normativa nº 49, de 25/09/2013. 2013. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/59516945/dou-secao-1-25-09-2013-pg-44>>. Acesso em: dez. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Controle social*. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/desenvolvimento-sustentavel/organicos/regularizacao-producao-organica/controle-social-rpo>>. Acesso em: dez. 2014a.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Indicação geográfica: Guia para solicitação de registros geográficos para produtos*

- agropecuários. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/indicacao-geografica>>. Acesso em: dez. 2014b.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Avaliação da conformidade*. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/>>. Acesso em: nov. 2014c.
- CÓDIGO comum da comunidade cafeeira. Disponível em: <[www.4c-association.org](http://www.4c-association.org)> Acesso em: dez. 2014.
- CUÉLLAR PADILLA, M. Experiências de sistemas participativos de garantia em Europa vs la Rede Ecovida de Brasil. In: ENDAROLT, M. (Coord.). *Agricultura familiar y camponesa: experiencias pasadas e presentes construyendo un futuro sustentável*. Gobierno de Paraná. Curitiba: p. 5230-5242. 2009.
- CUÉLLAR PADILLA, M.; REINTJES, C. *Sellos y sistemas de garantía en el comercio justo*. Compra responsable. Icaria. Barcelona. 2009, 216 p.
- CUÉLLAR PADILLA, M.; TORREMOCHA BOUCHET, E. *Estudio de la situación actual del sistema de certificación del sector de la Agricultura Ecológica en Andalucía*. España. Dirección General de Agricultura Ecológica. Junta de Andalucía. 2005, 54 p.
- De MUNER, L. H.; TEIXEIRA, M. M.; FORNAZIER, M. J.; FAVORETO, O. S.; SALGADO, J. S. Cafeicultura Sustentável. In: *Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba*. 2003, 63 p. (mimeografado)
- De MUNER, L. H.; FORNAZIER, M. J.; PADOVAN, M. P.; PADILHA, M. C.; SCHMIDT, H. C.; MELLO, E. V. Certificação de café. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H (Eds.). *Café Conilon*, Vitória, ES: Incaper, p. 649-665. 2007.
- ESPIRITO SANTO. *Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba - Novo Pedeag-2007- 2025*, Vitória, ES: 2008, 284 p.
- EXPOCACCER. Cooperativa dos Cafeicultores do Cerrado. *Certificações. 2015*. Disponível em: <<http://www.expocaccer.com.br/cafecerrado.html>>. Acesso em: nov. 2015.
- FAIRTRADE. *Fairtrade International*. Disponível em: <<http://www.fairtrade.net>>. Acesso em: nov. 2014.
- FROEHLICH, J. M. Indicações geográficas e desenvolvimento territorial – as percepções das organizações representativas da agricultura familiar na Espanha. *Estudo Sociedade e Agricultura*, Rio de Janeiro, vol. 20, n. 2, p. 485-508, 2012.
- GLOBALGAP. Disponível em: <[http://www.globalgap.org/uk\\_en/](http://www.globalgap.org/uk_en/)>. Acesso em: 29 dez 2014
- IFOAM. International Federation of Organic Agriculture Movements. Disponível em: <<http://www.ifoam.org>>. Acesso em: nov. 2014.
- IMA. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria Nº 780, de 07 de julho de 2006. Disponível em: <[http://www.ima.mg.gov.br/component/docman/doc\\_details/319-portaria-780](http://www.ima.mg.gov.br/component/docman/doc_details/319-portaria-780)>. Acesso em: nov. 2015.
- INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Projeto DLS. Parcerias para a certificação Internacional. In: *Informativo atitude agroecológica*. Ano 2. n.6 nov/dez 2005. Disponível em: <[www.incaper.es.gov.br/](http://www.incaper.es.gov.br/)>. Acesso em: dez. 2014.
- INPI. Instituto Nacional da Propriedade Industrial: *Indicações Geográficas Reconhecidas*. 2013. Disponível em: <[www.inpi.gov.br](http://www.inpi.gov.br)>. Acesso em: dez. 2014.
- LAGES, V.; LAGARES, V.; BRAGA, C. L. *Valorização de produtos com diferencial de qualidade e identidade: indicações geográficas e certificações para competitividade nos negócios*. Brasília, DF: Sebrae, p. 181-187. 2005.
- LIMA, P. C. de; MOURA, W. M.; SILVA, T. C. Certificação do café. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da; CARVALHO, G. R. (Eds.). *Café arábica: da pós-colheita ao consumo*. Lavras: U.R. Epamig SM, p. 547-589. 2011.
- LIMA, M. A. C. de; SÁ, I. B.; KIILL, L. H. P. et al. *Subsídios técnicos para indicação geográfica de procedência do Vale do Submédio São Francisco: Uva de Mesa e Manga*. Petrolina, Embrapa Semiárido. Documentos, 222. 54p. il., color, 2009.
- RAINFOREST ALLIANCE. Disponível em: <<http://www.rainforestalliance.org>>. Acesso em: dez. 2014.
- RAS. Rede de Agricultura Sustentável. Disponível em: <<http://www.agrisustentavel.com/>>. Acesso em: dez. 2014.
- RIOS, J. N. G. Certificação de origem e qualidade de café. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Produção integrada de café*. Viçosa, MG: UFV p. 505-554, 2003.
- SANTOS, L. C. R. dos. Rede ecovida de agroecologia e certificação participativa em rede: uma experiência de organização e certificação alternativa junto à agricultura ecológica familiar no sul do Brasil. In: ARAÚJO, J. B. S.; FONSECA, M. F. A. C. (Eds.). *Agroecologia e agricultura orgânica: cenários, atores, limites e desafios*. Uma contribuição do Consepa. Vitória, ES: p. 159-188. 2004.
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. *Cafés especiais: projeto estratégico*. Impresso. 2015. 6 p.
- UTZ Certified. Disponível em: <<https://www.utzcertified.org>>. Acesso em: nov. 2014.
- ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Certificação do café*. Viçosa, MG: UFV, 2006, 245 p.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, E. M. Produção Integrada do Cafeeiro: manejo de doenças. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Produção integrada de café*. UFV. Viçosa, MG: p. 443-508. 2003.







# Arranjo Institucional da Cafeicultura de Conilon no Estado do Espírito Santo

Antonio Elias Souza da Silva, Enio Bergoli da Costa,  
Romário Gava Ferrão e Luiz Antonio Bassani

## 1 INTRODUÇÃO

O capítulo retrata o arranjo institucional de cooperação, componente da cadeia produtiva do café conilon, que tem disponibilizado suas competências e *expertise* utilizando-se de suas formas diferenciadas e peculiares de atuarem no sentido do progresso tecnológico e sustentável da atividade. Nele, é notória uma espécie de aliança informal, particular e específica pela natureza de atuação que caracteriza as instituições participantes.

Entende-se por arranjo institucional de cooperação o conjunto de ações, mecanismos e processos que definem a forma particular de como se relacionam atores e como se desenvolvem os interesses institucionais na implementação de uma política direcionada a uma determinada atividade produtiva, ou seja, refere-se a aglomerados de instituições que são interdependentes nas suas formas de atuar, mas que de uma forma ou de outra se completam entre si, fortalecendo os elos produtivos e fornecendo ao Estado a capacidade para execução de políticas públicas direcionadas.

A construção do arranjo institucional do café conilon teve sua origem a partir da crise da erradicação dos cafezais de arábica, que se deu na década de 1960. Como alternativa agrícola a essa ação devastadora, o poder local do Município de São Gabriel da Palha, localizado na região noroeste do Estado do Espírito Santo, numa atitude visionária, decidiu, no início da década de 1970,

produzir e fomentar a produção de mudas de café conilon, com assistência técnica.

Ao longo da trajetória de desenvolvimento do café conilon no Estado, que deu forma e organização a sua cadeia produtiva, diversas instituições de vários segmentos foram se agregando a esse arranjo, emprestando seus conhecimentos, suas competências e *expertise*, com bom nível de comprometimento rumo à sua consolidação.

Neste capítulo, além de algumas considerações sobre o ambiente institucional instalado em torno do café conilon, foi reservado um espaço em que há registros, missões, esforços, programas e contribuições das instituições no avanço da cafeicultura, especialmente dessa variedade.

A dimensão institucional do arranjo produtivo revela uma diversidade enorme de organizações, com suas formas diferenciadas de lidarem com os serviços destinados aos cafeicultores de conilon. São várias as áreas de atuação institucional elencadas. No afã de contemplar algumas, é possível que outras fiquem sem o devido destaque, porém reconhece-se que o desenvolvimento desse produto no Estado se deve a muito mais instituições que as que tiveram espaço neste capítulo. Espera-se desvendar um pouco dos papéis dessas organizações e quão efetivamente cada uma opera ou operava e participa ou participava, à sua maneira, do processo de desenvolvimento dessa atividade no Espírito Santo.

## 2 O ARRANJO INSTITUCIONAL

Historicamente, há muitos fatos que marcam a trajetória da implantação da cafeicultura de conilon no Espírito Santo. O primeiro é atribuído à decisão do Governador Jerônimo Monteiro de adquirir mudas e sementes da espécie em 1912 e as distribuir, conforme se encontra em seu Relatório Final de Governo, em 1913.

Contudo, houve expansão significativa dos cultivos de café conilon após o período da erradicação dos cafezais de arábica, quando as regiões mais quentes do Espírito Santo, abaixo de 400 m de altitude, não foram contempladas nos financiamentos de renovação das lavouras.

Assim, o início da década de 1970 é considerado o primórdio do arranjo institucional do café conilon no Estado do Espírito Santo. Nessa fase embrionária, destacam-se, principalmente, a Prefeitura Municipal de São Gabriel da Palha, a Associação de Crédito e Assistência Rural no Espírito Santo (Acares), a Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel da Palha (Cooabriel) e a empresa Real Café Solúvel. Com isso, começaram as ações de fomento de mudas, assistência técnica e garantia de mercado.

Logo a seguir, em 1972, a Verdebras, empresa privada localizada no município supracitado, instalou um viveiro de produção de mudas de conilon por semente, com capacidade para 300 mil plantas, que se tornou, mais tarde, pioneira também na produção em escala comercial de mudas clonais dessa cultura, fundamental à expansão dos plantios à época (VERDEBRAS, 1995).

Iniciava-se aí a produção em escala comercial do café conilon, conduzida pelo poder público local, apoiada pelo fornecimento de mudas da iniciativa privada. A produção logo teve o suporte do segmento industrial dando sustentação à fabricação de solúvel no Estado. Esse foi o berço do arranjo institucional do café conilon, que atualmente o Espírito Santo vivencia de forma ampliada.

Outro momento de apoio ao desenvolvimento do arranjo institucional ocorreu a partir da criação da Coordenadoria Estadual de Café, em 1983, na Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag). A partir desse fato,

estabeleceu-se uma agenda de intervenções e de acompanhamento das ações que já eram mais que necessárias para esse produto (SILVA et al., 2007).

Já em 1985, o Governo do Estado passa de articulador para executor de políticas importantes para o desenvolvimento dessa cafeicultura, colocando a Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (Emcapa) na agenda de ciência e tecnologia para a cultura, especialmente na seleção de plantas superiores para o desenvolvimento de variedades clonais. Os serviços de apoio técnico oficial também incluíram ações específicas de transferência de tecnologia na sua agenda técnica, através da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater).

Torna-se relevante lembrar que o Instituto Brasileiro Café (IBC) já desenvolvia ações de pesquisa para a espécie, cujos resultados foram fundamentais para dar sustentação à continuidade dos trabalhos de pesquisa ao longo de todos esses anos.

O avanço da cafeicultura de conilon no Espírito Santo é resultado de um trabalho de articulação e envolvimento institucional que vem sendo praticado ao longo dos últimos 45 anos por diversas instituições pioneiras, mas foi intensificado pelo Estado de forma mais organizada e com resultados concretos a partir de 1993, com o lançamento, pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), das primeiras variedades clonais.

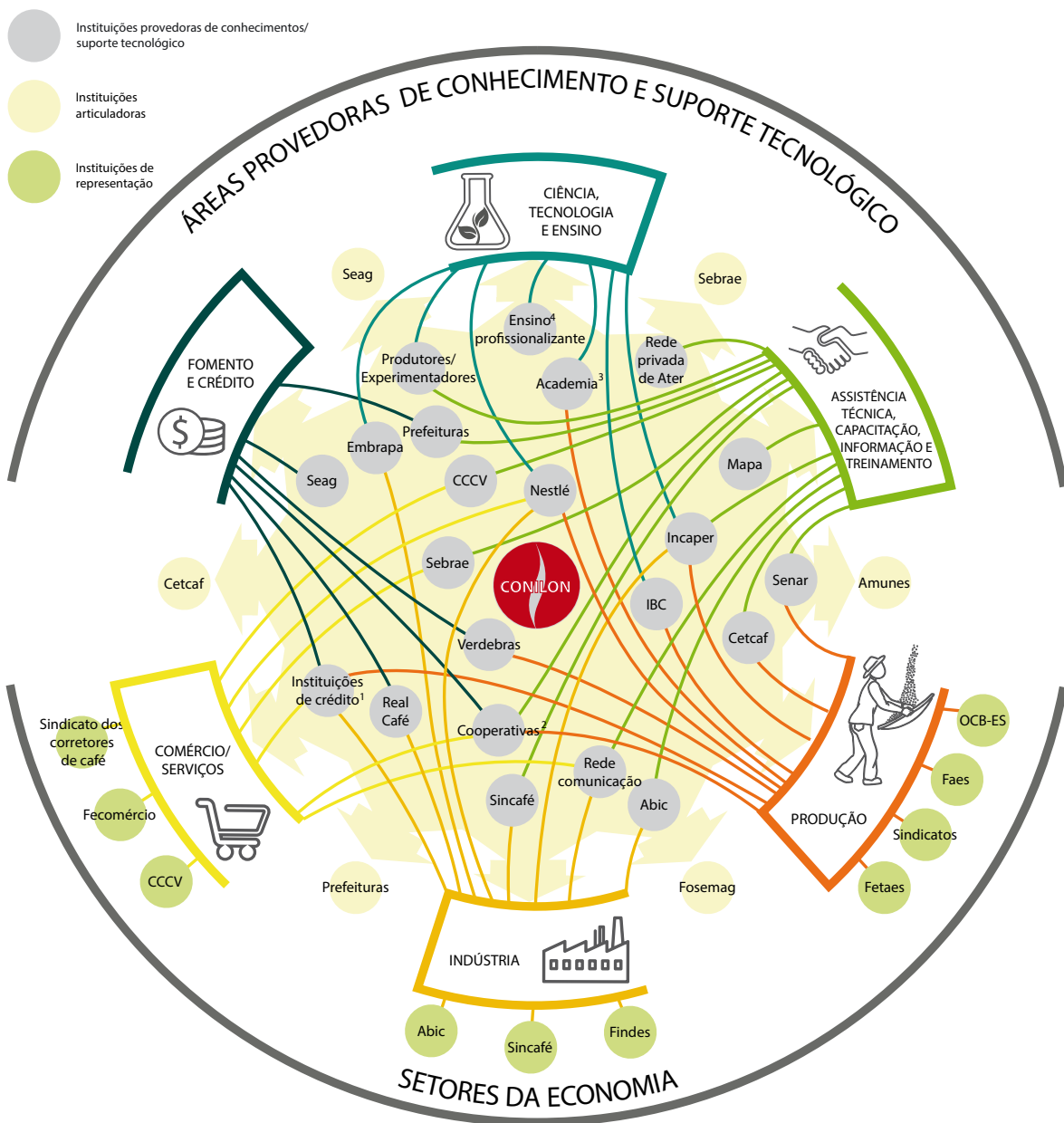
A instalação de jardins clonais dessas variedades naquela época, em parceria com algumas Prefeituras Municipais e a Cooabriel, não só possibilitou acelerar o processo de transferência dessas tecnologias, mas também se consistiu numa importante estratégia de adensamento do arranjo institucional que lidava com essa importante cadeia produtiva que, ao longo desse período, ampliou-se e diversificou-se.

Por conta dessa lógica, uma grande rede institucional se formou devido à necessidade de acesso à tecnologia que viria a ser transformadora do perfil tecnológico da cafeicultura de conilon. Mais tarde, além do Incaper, outras instituições passaram a produzir conhecimento, tais como Embrapa Café, órgão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes).



A participação das instituições nessa rede, conforme ilustrado na Figura 1, trouxe, sobretudo, mudanças positivas no ambiente institucional, que passou a perceber que a sociedade rural e, especificamente,

os diversos segmentos têm que estar orientados para o conhecimento e para a inovação tecnológica, desenvolvendo e construindo alianças para melhorar a competitividade.



<sup>1</sup> Instituições de crédito      <sup>2</sup> Cooperativas de café      <sup>3</sup> Academia      <sup>4</sup> Ensino Profissionalizante

- Banco do Brasil
- Banco do Nordeste do Brasil
- Banestes
- Bandes
- Sicoob
- Cresol
- Caixa

- Cafesul
- Cafeicruz
- Coabriel
- Coocafé
- Coopeavi e outras

- Ufes (CCA, CEUNES)
- Ifes (Stª Teresa, Itapina, Alegre)

- Mepes
- Cejer
- Ifes
- Ufes

**Figura 1.** Arranjo institucional do café conilon com base nas organizações provedoras de conhecimento e suporte tecnológico e mecanismos de articulação e de representação no Estado do Espírito Santo.

**Crédito:** Ilustração de Cristiane Silveira/Incaper.



Nesse sentido, Villaschi Filho e Felipe (2010) observam que cada uma dessas instituições opera com considerável esforço de cooperação e de interatividade, tendo como objetivo comum a melhoria constante dos processos produtivos, principalmente centrados na construção de novas competências tecnológicas e produtivas.

Essa base institucional de geração e transferência de tecnologia permitiu a construção de um novo enfoque à política de desenvolvimento da cafeicultura de conilon do Estado, estabeleceu novas relações entre os setores público e privado e redirecionou os papéis do poder público no sentido da criação de um ambiente propício ao desenvolvimento rural.

Essa nova visão possibilitou o desenvolvimento de responsabilidades compartilhadas na organização de eventos, na qualificação permanente dos cafeicultores e agentes institucionais, no apoio ao processo de transferência de tecnologia e na construção de um ambiente integrado e cooperativo entre as instituições, necessário à criação de sinergias visando à execução de ações voltadas para a cadeia produtiva dessa espécie.

A criação de um ambiente de articulação e compartilhamento de informações, conhecimentos e tecnologias pelo conjunto das instituições que trabalham nos diversos segmentos do arranjo produtivo aproximou os cafeicultores de um aparato inovador de produção, de infraestrutura, de pós-colheita, de conceitos de gestão e de informações agroindustriais e mercadológicas. Isso foi um grande diferencial na aceleração do processo de capacitação para apropriação e incorporação da forma de lidar com a atividade.

Esse compartilhamento tem sido estratégico para o intercâmbio de informações de todos os agentes e profissionais que estão distribuídos e participando dos diversos segmentos. Nesse aspecto, Villaschi Filho e Felipe (2010) destacam o arranjo produtivo local de café conilon como um dos mais dinâmicos, bem-sucedidos e com melhor aprofundamento institucional, voltado para a centralidade do conhecimento, além de apresentar significativo adensamento institucional em todos os elos.

É importante ressaltar que algumas organizações têm múltiplas funções dentro do arranjo institucional, quer desenvolvendo ação no âmbito

da geração de conhecimento e de transferência de tecnologias, quer nas funções de articulação e de representação dos segmentos da produção, da indústria e do comércio.

O resultado de todo esse ambiente institucional comprometido e compartilhado foi e tem sido responsável pela construção de uma base tecnológica que tem dado sustentação ao avanço e a transformação ainda recente da cafeicultura de conilon, devido principalmente a dois importantes fatores geradores: a celeridade do processo de transferência de tecnologias geradas e o consequente aumento do nível de sua adoção. Eles têm forjado o perfil adequado da cafeicultura de conilon que o Espírito Santo está vivenciando e que é reconhecido por outros estados produtores do Brasil e admirado no mundo.

Todas as instituições que compõem esse grande arranjo institucional têm algum tipo de recurso, *expertise* e conhecimento, que foram e continuam sendo fundamentais ao processo de geração e transferência de tecnologia. E, por isso, mesmo essas parcerias precisam ser continuamente estimuladas, definitivamente fortalecidas e permanentemente valorizadas.

### 3 AS INSTITUIÇÕES

Para se ter a compreensão mais adequada do arranjo institucional do café conilon e conhecer um pouco da dinâmica dessa rede, responsável pelo estágio atual desta cafeicultura, serão apresentadas as instituições componentes e suas formas de atuação.

Evidencia-se que esse relato, elaborado pela própria instituição, não tem o propósito de aprofundar análises e discussões de como ocorrem as interações entre elas. Os textos referentes às instituições foram redigidos de forma individual e sucinta, representando os focos de atuação das principais entidades parceiras do arranjo produtivo.

Essas atuações, cada uma com suas próprias características, têm revolucionado os serviços de fomento, fiscalização, ensino, pesquisa, assistência técnica, extensão rural, crédito rural, indústria e comércio, incluindo nestes, a capacitação e organização dos produtores. São eles que, sob a égide da geração de conhecimento e sua

socialização, têm dado celeridade ao processo de geração, difusão e transferência de tecnologias em todos os níveis

### 3.1 SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, ABASTECIMENTO, AQUICULTURA E PESCA (SEAG)

A Seag, como coordenadora e articuladora do sistema público agrícola estadual, tem como instituições oficiais vinculadas a ela, para execução das políticas agrícolas destinadas à cafeicultura, o Incaper e o Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (Idaf).

Porém as ações direcionadas para essa atividade, apoiam-se no conjunto de instituições atuantes no arranjo produtivo desse produto, que historicamente têm sido proativas e parceiras.

As principais ações organizadas para a cafeicultura no Estado do Espírito Santo estão contempladas nos programas Renovar Café Árábica, Qualidade Conilon, Renova Sul Conilon e Calcário Correto, coordenados pela Seag e executados pelo Incaper.

Esses programas têm sempre como objetivos principais o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade final dos produtos (arábica e conilon), com enfoques nos aspectos econômicos, sociais e ambientais, necessários à garantia da sustentabilidade do negócio café capixaba. Desses programas, dois estão direcionados especificamente para o sul do Estado, visto que essa região necessita avançar mais na ampliação da produtividade média, que se apresenta muito inferior comparativamente ao norte do Estado.

As orientações âncoras dessas ações têm sido o Plano Estratégico da Agricultura Capixaba (Pedeag), construído participativamente com as representações da cadeia produtiva em 2003, revisado e ampliado em 2007, com horizonte até 2025.

A Seag tem participação histórica na trajetória do café conilon no Estado em vários momentos importantes, cujo destaque recai sobre 1983 com a criação da Coordenação Estadual de Café, assumindo uma programação de pesquisa e assistência técnica oficial, a partir de 1985, sob a execução das suas instituições responsáveis por esses serviços à época.

Foram inúmeras as ações realizadas sob sua coordenação ao longo da história, trajetória e evolução do café conilon no Estado até os dias atuais, porém, serão enfatizadas algumas linhas atualmente praticadas e que estão contempladas nos programas direcionados à atividade.

#### **Renovação e recuperação da lavoura cafeeira**

A renovação de lavouras do café conilon é feita através de novos plantios em substituição às lavouras velhas ou decrépitas.

A disponibilização de material genético para a renovação do parque cafeeiro de conilon tem como fonte 220 jardins clonais implantados no Estado pela Seag/Incaper, através da cessão de estacas de materiais genéticos superiores fornecidas a viveiristas particulares, cooperativas e prefeituras municipais.

O cafeicultor tem acesso direto a essa tecnologia através de diversos programas e projetos estaduais ou municipais, ou podem adquirir direto de viveiros registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), incentivado pelas campanhas sequenciais de melhoria de produtividade e qualidade, desenvolvidas a cada ano pelo Governo/Seag e pelo mercado demandador.

Estima-se que o setor privado disponibilizou, de 2011 a 2014, a partir de jardins clonais implantados pelo Governo do Estado e de outras bases, entre 50 e 70 milhões de mudas de café conilon, na sua maioria variedades pesquisadas e recomendadas pelo Incaper. Essa quantidade foi suficiente para renovar mais de 20 mil ha do parque cafeeiro de conilon por ano, o que equivale a uma média de 7% ao ano de renovação.

#### **Ações com foco regional**

Sob a coordenação geral da Seag e execução técnica do Incaper, foi lançado na Fazenda Experimental de Bananal do Norte/Incaper - Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, em 2012, o Programa Renova Sul Conilon, que traz em seu bojo a estratégia de dinamizar a produção dessa espécie na região, tendo em vista que os indicadores técnicos do norte do Estado são muito superiores.

O programa contempla 28 municípios do Sul do ES, envolvendo 7 mil propriedades, 20 mil famílias e 60 mil pessoas. A região que abrange o programa apresenta uma produtividade média 30% inferior à média de conilon do Estado.

As principais metas do programa até 2025, conforme o Pedeg para a cafeicultura, é renovar e revigorar 5% do parque cafeeiro de conilon por ano (6 mil ha); alcançar a produtividade média do Espírito Santo (43 sc./ha); aumentar a produção de 1,6 para 3,0 milhões de sacas (87%) e produzir pelo menos 20% do café conilon com qualidade superior (600 mil sacas).

As principais ações desenvolvidas em 2014 no programa foram: prestação de serviços de assistência técnica e extensão rural aos agricultores da região de abrangência do programa; capacitação de cafeicultores e técnicos; disponibilização de 500 kg de sementes da variedade 'Emcapa 8151 - Robusta Tropical' para renovação de lavouras; disponibilização de 500 mil estacas das variedades superiores recomendadas pelo Incaper; disponibilização de cerca de 50 mil estacas dos 27 clones das novas variedades clonais 'Diamante ES8112', 'ES8122' - Jequitibá e 'Centenária ES8132' para viveirista registrados no Mapa, associação de produtores, prefeituras municipais e instituições de ensino visando a implantação de jardins clonais.

Foi realizado ainda um curso envolvendo conteúdos teórico e também a parte prática para 72 profissionais do Incaper, Senar, Ifes, CCA/Ufes, prefeituras municipais e cooperativas atuantes na área de abrangência do programa, visando a atualizações sobre as tecnologias associadas à renovação e revigoramento de lavouras (mudas, variedades, poda, adubação, pragas e doenças).

Foram implantados 40 novos jardins clonais das cultivares Diamante, Jequitibá e Centenária na região de abrangência do programa. Essa rede de jardins clonais tem o potencial para produção em 2016 de cerca de 15 milhões de mudas por ano que serão utilizados na renovação de lavouras do sul do Estado.

### **Campanhas de melhorias da Qualidade dos Cafés**

A melhoria da qualidade do café é um caminho a

ser seguido porque é requerida pelo mercado e principalmente pelos consumidores. O objetivo principal é avançar ainda mais em direção da qualidade dos cafés conilon e arábica do Estado do Espírito Santo.

Por isso, desde 2008, anualmente, o Governo do Estado, por meio da Seag e do Incaper, lança edições das campanhas de promoção da qualidade dos cafés capixabas. A ação consiste na realização de um conjunto de atividades que visam a capacitar e conscientizar o cafeicultor sobre a importância de produzir qualidade e as formas para alcançá-la. Esse evento ocorre sempre em 14 de maio, data oficial que caracteriza o início da colheita do café conilon, cujo tema das últimas edições foi "É o Espírito Santo produzindo cafés de qualidade". Normalmente, há participação de 500 a mil cafeicultores, além de representações de cooperativas, sindicatos, organizações privadas e autoridades.

### **Programa Calcário Correto**

Com objetivo de promover o aumento da produtividade, melhoria da qualidade do café através do fortalecimento das ações de transferência de tecnologia, seguindo o conceito de sustentabilidade, o Governo/Seag/Incaper implantaram o Programa de Incentivo à Utilização de Calcário - Calcário Correto, focado na região sul do Estado, respaldado em resultados de pesquisa que afirmam que esse insumo, quando aplicado corretamente, por si só, é capaz de elevar a produtividade das lavouras cafeeiras em até 30%.

Os motivos para realização desse programa assentam-se no fato de que os solos do Estado do Espírito Santo apresentam elevada acidez e baixos teores de alguns nutrientes, principalmente cálcio (Ca) e magnésio (Mg), essenciais para o desenvolvimento das plantas e obtenção de produtividades satisfatórias. Portanto, a aplicação correta de calcário como efeitos demonstrativos para os agricultores é uma ótima estratégia para promover a produtividade a baixo custo.

O Programa Calcário Correto foi lançado e executado ao longo do ano de 2014, com objetivo geral de incentivar a utilização de calcário dolomítico, em propriedades de agricultores

familiares selecionados em municípios da região sul do Estado do Espírito Santo, para renovação ou revigoração de áreas de café.

O programa teve ainda forte apoio do serviço de assistência técnica e do mecanismo de crédito rural, que beneficiou 2 mil agricultores familiares em 29 municípios com o fomento de 4 mil toneladas de calcário.

Entende-se que o Programa Calcário Correto, mais que beneficiar agricultores familiares, através de instrumento público de seleção, deixa um legado importantíssimo, tendo em vista que as áreas beneficiadas são utilizadas pela rede de extensão rural estadual, como unidades demonstrativas aos demais agricultores, demonstrando que é possível melhorar os níveis de produtividade das lavouras utilizando, em momento de crise, o calcário como insumo de maior resposta com baixo custo.

### **Apoio às organizações dos cafeicultores com infraestrutura, máquinas e equipamentos**

A Seag, ao longo dos últimos anos, disponibilizou diversos tipos de máquinas e equipamentos para uso coletivo das associações e cooperativas de cafeicultores, com predominância de agricultores familiares em seus quadros sociais.

Em quatro anos, de 2011 a 2014, foram cedidos pelo Governo do Estado, por meio da Seag, 182 secadores, 79 máquinas de beneficiar e 13 despoldadores de café, além de 60 caminhões para auxílio no transporte da produção, tanto da lavoura quanto para a comercialização do produto.

Com a finalidade de atestar a qualidade da produção de café, orientar a ação da rede de assistência técnica, garantir preços justos e dar transparência ao processo de comercialização, a Seag cedeu gratuitamente equipamentos suficientes para a implantação de 25 salas de prova e degustação de café. Elas estão localizadas regionalmente em pontos estratégicos do Estado e são operacionalizadas por organizações de produtores ou prefeituras municipais.

### **Apoio a eventos técnicos e científicos**

A Seag patrocina e apoia eventos realizados por parceiros que estimulam o desenvolvimento da

cafeicultura no Espírito Santo. São congressos, conferências, simpósios, cursos, encontros, concursos de qualidade, entre outros eventos de destaque que ocorrem todos os anos.

### **3.2 INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER)**

O Incaper é uma autarquia com personalidade jurídica de direito público interno, com patrimônio próprio, autonomia técnica, financeira e administrativa, vinculado à Seag.

O Instituto desenvolve importante trabalho no espaço rural capixaba, com reflexos na sociedade como um todo, visto que acumula grande experiência na integração pesquisa-extensão, principalmente para os agricultores familiares, categoria de público no rural que detém a maior participação nacional e estadual na produção de alimentos.

É a principal instituição geradora e socializadora de conhecimento, tecnologia e informação para o arranjo produtivo do café conilon no Estado do Espírito Santo. Conjuntamente com outras dezenas de organizações parceiras, públicas ou privadas, conduz ao longo das últimas décadas um processo contínuo de inovação que tem como resultado principal a melhoria da competitividade dos cafeicultores de conilon, que ampliam a produtividade, melhoram a qualidade e reduzem custos unitários de produção numa verdadeira revolução tecnológica que impressiona a cafeicultura mundial do grupo dos Robustas.

De forma natural, lidera o arranjo produtivo do Conilon tendo em vista que coordena tecnicamente os principais programas, projetos e ações norteadores do desenvolvimento da cafeicultura capixaba.

### **Trajatória institucional**

Neste ano de 2016, o Incaper completa 60 anos de existência. Iniciou suas atividades em 16 de novembro de 1956, com base nos serviços de apoio ao crédito e assistência técnica e social. Ao longo desse período, ocorreram muitas transformações institucionais no sentido de melhor atender às demandas do rural, integrar as ações, reduzir



custos administrativos e operacionais, potencializar sinergias visando a dar mais velocidade ao processo de geração e socialização de tecnologias e conhecimentos que contribuem para o desenvolvimento rural. Apresentam-se, na Figura 2, a linha do tempo das transformações institucionais vivenciadas pelo Incaper.

No acumulado, já são 60 anos de assistência técnica e extensão rural e 43 anos de pesquisa agropecuária. Desde 1999, o Incaper integrou esses serviços, cujos resultados tornaram o órgão conhecido e reconhecido nacional e internacionalmente nesse modelo compartilhado de geração, difusão, transferência, socialização e acesso a conhecimentos e tecnologias. Para tanto, conta com cerca de 750 servidores efetivos ativos, entre pesquisadores, extensionistas, administrativos e pessoal de apoio. Fruto de cooperações técnicas e financeiras, somam-se ainda outros 50 colaboradores, entre bolsistas e estagiários.

### Estrutura Física e Organizacional

Sediado em Vitória/ES, o Incaper apresenta sua estrutura física funcional assentada no conceito de regiões administrativas ou operacionais, definidas com base na dinâmica econômica social, levando-se em consideração ainda aspectos relevantes de logística de transporte e comunicação do Estado.

Na sede, a função gerencial é desempenhada pelas coordenações dos programas finalísticos definidos pelas diretrizes do Governo do Estado para o setor sob a coordenação geral da Seag.

Em cada região administrativa, a função operacional é exercitada pelos Centros Regionais de Desenvolvimento Rural (CRDR), que são responsáveis pela execução dos programas de pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater).

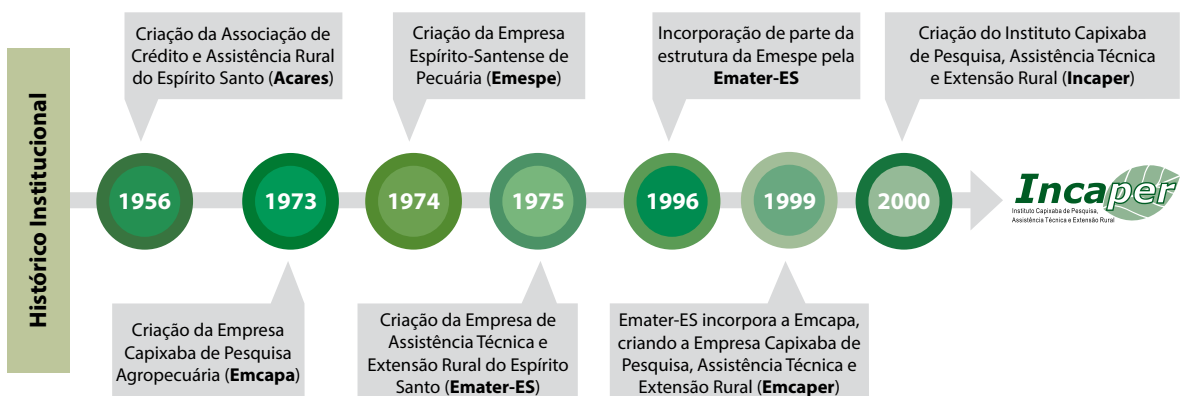
Presente em todos os municípios capixabas, o Incaper conta atualmente com 84 escritórios de Ater, sendo 77 Escritórios Locais de Desenvolvimento Rural (ELDR), nas sedes dos municípios e outros sete Escritórios Distritais de Desenvolvimento Rural. São 4 CRDRs, 12 Fazendas Experimentais, 3 Centros de Treinamento e 13 Laboratórios de Pesquisas.

Essa estrutura confere ao Incaper uma capilaridade singular em relação às demais instituições que atuam no rural capixaba e também, proporcionalmente, àquelas que operam em âmbito nacional.

Em apoio ao planejamento e execução de seus serviços, o Incaper mantém a infraestrutura de dados espaciais, o Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (Geobases) e o Sistema de Informações Meteorológicas. A Figura 3 apresenta a distribuição e localização das unidades operacionais e área de abrangência dos regionais.

### Rede de laboratórios

O Incaper possui uma rede de laboratórios nos CRDRs, localizados em suas bases de pesquisa em Linhares e Domingos Martins.



**Figura 2.** Trajetória institucional do Incaper.

Fonte: Incaper (2016).

A função precípua dessas unidades é de dar suporte aos programas de pesquisa; porém, presta serviços também aos produtores e demais segmentos do setor.

Atualmente, são realizadas diversas ações laboratoriais, das quais foram processadas, no ano de 2014, 12,8 mil amostras e realizadas 113,7 mil análises e diagnósticos, a grande maioria demandada pelos agricultores.

### Fazendas Experimentais

São propriedades públicas localizadas em áreas representativas do Estado, equipadas e preparadas para o desenvolvimento de ações de pesquisa e transferência de tecnologias, num total de 12 unidades. Dessas, especialmente três contemplam uma base de programação definida para o café conilon.

### Legenda

Regionais

- Extremo Norte
- Centro Norte
- Centro Serrano
- Sul Caparaó

- Centros Regionais
- Escritórios Locais
- Distrital Braço do Rio
- Distrital Guarani
- Distrital Km 41
- Distrital Paraju
- Distrital Pedra Azul
- Distrital Santa Maria
- Distrital Tijuco Preto

Sede

- Sistema de Informações Meteorológicas
- Geobases

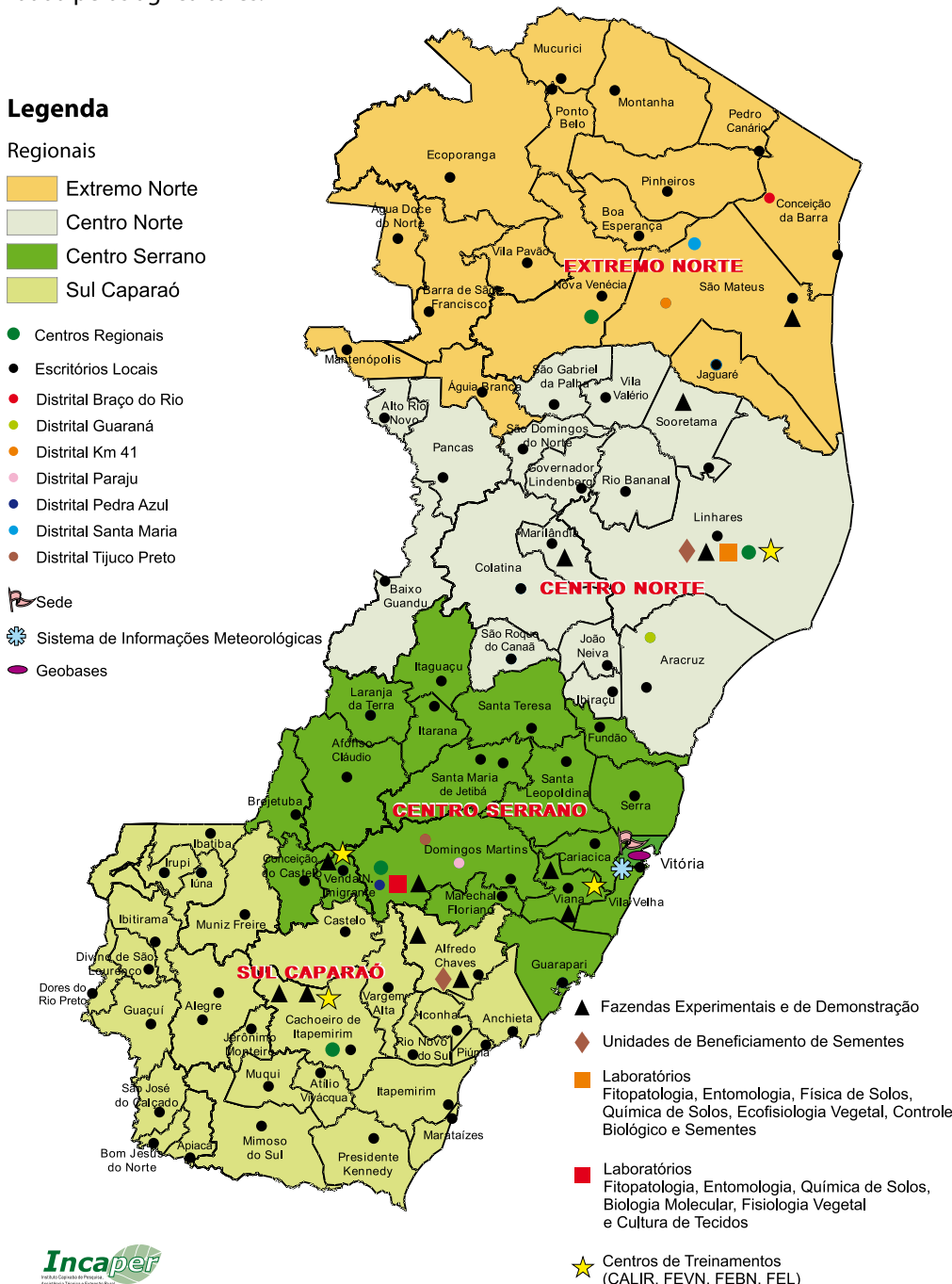


Figura 3. Mapa regional do Incaper com suas bases físicas.

Fonte: Incaper (2015).



São inúmeros os projetos de pesquisa, com seus respectivos experimentos (mais de 2 mil materiais genéticos), bancos de germoplasma com 500 acessos, jardins clonais, campo de produção de semente, unidades de observação e unidades demonstrativas, fundamentais ao processo de capacitação de técnicos da rede de extensão e de cafeicultores.

As Fazendas Experimentais, com suas estruturas de campo instaladas, têm exercido efeitos demonstrativos necessários ao processo de transferência de tecnologia, já que são vistas como “vitrine tecnológica”, pois as ações conduzidas naquelas áreas contemplam todas as tecnologias que, se adotadas pelos cafeicultores, podem promover diferenciais importantes de produtividade e qualidade.

Essas estruturas têm desempenhado papel importante na geração e disseminação de tecnologias necessárias ao avanço da cafeicultura de conilon. Cabe, portanto, fazer uma rápida referência sobre elas.

#### **Fazenda Experimental de Marilândia (FEM)**

Essa propriedade conta com uma área total de 83,88 ha. É atualmente a principal base de pesquisa e transferência de tecnologia para o café conilon no Estado do Espírito Santo e uma das mais importantes do Brasil.

Foi cedida, em 1978, à Emcapa, atual Incaper, através de contrato de comodato pela Embrapa.

As ações de pesquisa que eram desenvolvidas pelo IBC, mesmo antes dessa data, não sofreram solução de continuidade, haja vista o acordo estabelecido entre aquela empresa estadual e esse instituto, cujo prazo foi encerrado em 1984.

A partir de 1985, com o Estado incorporando ações de pesquisa em café conilon em sua programação oficial, a instituição de pesquisa estadual passou a administrar a FEM.

Localizada no Município de Marilândia, em uma altitude de 140 m em relação ao nível do mar e com condições edafoclimáticas e topográficas representativas da região noroeste do Estado, a Fazenda Experimental, nesses 30 anos, tem executado um amplo programa de pesquisa,

difusão e transferência de tecnologia, que gerou uma série de inovações tecnológicas importantes para o agronegócio, entre elas variedades melhoradas, sediando, inclusive, o lançamento das três primeiras, em 1993.

Além de alojar 15 projetos e mais de 60 ações de pesquisa desenvolvidos pelo Instituto sob o ponto de vista da transferência de tecnologias, possui unidades demonstrativas, campos de produção de sementes, jardins clonais, viveiros de mudas, Banco Ativo de Germoplasma (BAG), unidade de processamento e produção de sementes e sala de prova de café. Essa estrutura permite capacitar produtores, técnicos e potencial para disponibilizar mais de 3 mil kg de sementes por ano, com potencial para produção de mais de 500 mil estacas e 100 mil mudas das cultivares melhoradas e lançadas pelo Incaper.

Detém um importante BAG de café conilon do mundo, constituído atualmente por 500 acessos. Esse banco é composto de materiais genéticos que apresentam características de interesses, como: clones, variedades clonais, variedades e híbridos propagados por sementes.

Com esse aparato tecnológico, a FEM tem sido constantemente visitada por produtores, pesquisadores, técnicos, autoridades políticas, representações de todos os segmentos do café, registrando uma visitação média anual de 2 mil visitantes podendo alcançar até 4 mil.

Essa unidade tem se apresentado como a base referencial de avanços de pesquisa, transferência e fomento de café conilon no Estado, no Brasil e no mundo.

#### **Fazenda Experimental de Sooretama (FES)**

Situada no Município de Sooretama, norte do Espírito Santo, a 75 m de altitude, à margem esquerda da BR 101, km 117 - N, essa base física tem abrigado, desde 1987, os principais projetos de pesquisa responsáveis pelos arranjos tecnológicos do café conilon.

Com 193,60 ha ao todo, a FES aloja sete projetos e mais 25 ações de pesquisa, além de quatro jardins clonais com potencial para produção de 500 mil estacas por ano, unidades demonstrativas que

têm dado suporte ao trabalho de transferência de tecnologia no Estado.

Sediou o lançamento das variedades clonais 'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba' em 1999 e 'Vitória - Incaper 8142' em 2004, recebendo, nas ocasiões, enorme contingente de cafeicultores.

Possui estrutura física básica de pós-colheita do café e estação de monitoramento agroclimatológico, importantes para o suporte e apoio à pesquisa.

Com esse aparato tecnológico e por tudo que tem representado para o trabalho de pesquisa e transferência de tecnologias de conilon, a FES constitui-se num empreendimento estratégico para a cafeicultura do Estado do Espírito Santo.

#### **Fazenda Experimental de Bananal do Norte (FEBN)**

Localizada na Rodovia 482, entre as comunidades de Pacotuba e Burarama, km 2,5, em Cachoeiro de Itapemirim a FEBN, em altitude de 146 m, está sob a administração do Incaper desde fevereiro de 1980, graças ao contrato de comodato firmado, na ocasião, entre a Empresa Brasileira de Assistência de Técnica e Extensão Rural (Embrater), já extinta, e a Emcapa. Atualmente, é administrada pelo Incaper através de contrato de comodato com a Embrapa.

Com 200 ha, possui 12 projetos e mais 50 ações de pesquisa, além de jardins clonais, unidades demonstrativas, unidade de processamento e secagem de grãos e sala de prova de café, que têm dado suporte aos trabalhos de pesquisa de transferência de tecnologia no Estado.

Nessa unidade, são desenvolvidas várias ações na área de fruticultura, silvicultura e cafeicultura de conilon no sentido também de formar "vitrines tecnológicas" visando a impulsionar o agronegócio no sul do Estado, tendo em vista que esse setor apresenta-se pouco dinâmico.

A Fazenda Experimental conta ainda com centro de treinamento, estação agroclimatológica e casa de vegetação, estruturas fundamentais para a capacitação de produtores e apoio à pesquisa.

Especialmente para o café conilon, a partir de 2004, foi concebida e implantada uma extensa programação que visa a reproduzir o modelo

executado com sucesso nas unidades do norte. Nessa fazenda, são avaliados mais de 700 materiais genéticos de café conilon e robusta envolvendo clones e progênies. Também são conduzidos cinco jardins clonais com potencial para produção e disponibilização de mais de um milhão de estacas por ano de variedades geradas pelo Incaper para os produtores do sul do Espírito Santo.

Conta com unidades demonstrativas e jardins clonais de variedades melhoradas visando a facilitar o trabalho de transferência de tecnologias, seja pelo efeito demonstrativo dos resultados de pesquisa, seja pela disponibilização de materiais genéticos superiores para os viveiristas e produtores da região. Outros trabalhos de nutrição e manejo de plantas estão também sendo conduzidos.

A estratégia, então, de construir no sul uma base importante de geração e transferência de tecnologia para o café conilon posiciona a FEBN como referência aos produtores que desejam transformar o perfil de suas lavouras e, conseqüentemente, dinamizar essa atitude naquela região.

Dessa base operacional, foram selecionados diversos clones, que foram agrupados com outros, para o desenvolvimento das três últimas variedades clonais geradas pelo Incaper, onde inclusive foi sediado o evento de lançamento das cultivares Centenária, Jequitibá e Diamante, no ano de 2013.

#### **Fazenda Experimental de Venda Nova do Imigrante (FEVN)**

Nos últimos anos, o Incaper abriu uma nova frente de pesquisa com café conilon em regiões de altitude elevada e clima mais ameno, tipicidade comum para o cultivo de café arábica. Assim, a FEVN, localizada no Município de Venda Nova do Imigrante, região serrana do Espírito Santo, com média de 760 m de altitude, além de base principal de pesquisa em café arábica, passou a contar, atualmente, com dois projetos e quatro ações de pesquisa, uma sala de prova de café e um laboratório para as avaliações de pós-colheita de todos os experimentos de café conilon.

#### **Alguns indicadores da atuação**

O Incaper atua no campo da pesquisa,



desenvolvimento e inovação em várias culturas e áreas de conhecimento, com relevância em cafeicultura, fruticultura, silvicultura, olericultura, pesca, aquicultura, pecuária, agricultura orgânica, agricultura familiar e atividades não agrícolas, como agroturismo, artesanato e agroindústria por processo artesanal.

Contudo, a maior força de trabalho se concentra na cafeicultura, que lidera a pauta dos projetos do Instituto, com 28% do total conduzidos pelo órgão. São cerca de 50 projetos e 180 experimentos e ações de pesquisa e desenvolvimento em cafeicultura, sobretudo para o arranjo produtivo do café conilon. A espécie conta com 70% dos projetos em curso e 75% dos experimentos executados pelo Instituto, na cafeicultura como um todo.

Essa priorização de pauta, ao longo das décadas, gerou um acúmulo de tecnologias e conhecimentos que deram sustentação, segurança técnica e eficiência ao setor produtivo da cafeicultura capixaba, especialmente para a cultura do conilon. Destaque para variedades superiores, métodos de nutrição e irrigação, manejo de plantas, podas, entre outros.

Do ponto de vista da assistência técnica e extensão rural, o Incaper atinge um público total, sem repetição, de quase 70 mil pessoas ao longo de cada ano. Cerca de 40% do público total assistido, ou seja, 29 mil beneficiários com esses serviços, são cafeicultores de arábica (10,3 mil) e conilon (18,7 mil).

Para a socialização dos conhecimentos, o Incaper adota metodologias individuais, em que se sobressaem as visitas técnicas e grupais, como cursos, dias de campo, encontros, simpósios, unidades demonstrativas, oficinas e outras. E são justamente as metodologias grupais que garantem uma amplitude maior de atendimento aos cafeicultores.

Em média, ao longo de cada ano, são realizadas entre 1,2 e 1,3 mil metodologias grupais específicas para a cafeicultura, o que dá uma média de seis eventos para cada dia útil. Mais uma vez, observa-se um esforço maior na cafeicultura de conilon, com quase 900 eventos anuais, o que se justifica por se tratar da mais importante atividade agrícola do Espírito Santo.

### 3.3 INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO (IDAF)

O Idaf é a entidade responsável pela execução da política agrária do Estado no que se refere às terras públicas, pela execução da política cartográfica e pela execução da política de defesa sanitária das atividades agropecuárias e florestais. No que tange à cadeia produtiva do café, o órgão se destaca nas questões inerentes ao licenciamento ambiental da atividade de secagem e beneficiamento dos grãos, além de realizar o controle do consumo de produtos e ou subprodutos florestais.

Com a evolução das tecnologias empregadas na cultura do café, os níveis de produtividade e produção alcançaram patamares altíssimos, fatos que tornaram a secagem dos grãos em terreiros deficitária. Atualmente, a secagem mecânica dos grãos é amplamente utilizada e como há produção de fumaça e resíduos sólidos no processo de secagem e pilagem do café, a atividade é enquadrada como potencialmente poluidora, necessitando, portanto, de licenciamento ambiental que é autorizado pelo Instituto que disciplinou a matéria com a edição da Instrução Normativa nº 11, de 23 de outubro de 2014 e da Instrução Normativa nº 3, de 3 de fevereiro de 2014.

O Instituto realiza também, juntamente com o licenciamento ambiental, o registro das pessoas físicas e jurídicas que exploram e/ou consomem produtos e/ou subprodutos florestais, conforme previsto no Decreto Estadual nº 608-R, de 9 de março de 2001. Os secadores de café utilizam em sua maioria, lenha de origem exótica e nativa, esta última em menor proporção, como combustível nas fornalhas para a produção de calor.

Atuando nessas linhas, o Idaf garante que a secagem e beneficiamento dos grãos de café sejam realizados dentro das normas ambientais, assegurando a sustentabilidade da cadeia produtiva.

### 3.4 EMBRAPA CAFÉ - CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ (CBP&D/CAFÉ)

Nas últimas décadas, a produção de café no Brasil tem sido responsável por cerca de um terço do mercado mundial (OIC, 2015). Além disso, o País é

também o maior exportador de café verde e tem se mantido como segundo maior consumidor. Esse protagonismo brasileiro é resultado, em grande parte, da ação das instituições integrantes e parceiras do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café), criado em 1997, que passou a ser coordenado pela Embrapa Café a partir de 1999.

Assim, para coordenar o CBP&D/Café, a Embrapa Café foi criada como integrante da estrutura da Embrapa com a finalidade precípua de realizar, promover e apoiar atividades de pesquisa e desenvolvimento do café na empresa e nas instituições do CBP&D/Café. Nesse sentido, é missão da Embrapa Café “Coordenar a execução do programa de pesquisa em café e viabilizar soluções tecnológicas inovadoras para o desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro do café” (EMBRAPA CAFÉ, 2012).

O CBP&D/Café é uma congregação de instituições de pesquisa e desenvolvimento que têm por objetivo dar sustentação tecnológica ao agronegócio café no Brasil. Foi criado em março de 1997 por dez instituições brasileiras de pesquisa e desenvolvimento do café (EBDA, Embrapa, Incaper, Epamig, IAC, Iapar, Pesagro-RIO, MA/SARC, UFLA e UFV), tendo a Embrapa como instituição coordenadora (Figura 4).

### 3.5 INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ (IBC)

Fundado em 1952, o IBC definiu a política cafeeira do Brasil, coordenou e controlou sua estratégia desde a produção até a comercialização interna e externa, desenvolveu pesquisas e estudos, além de oferecer assistência técnica e econômica à cafeicultura até 1989. Foi extinto em 1990.

Desenvolveu uma série de trabalhos importantes para a cafeicultura do conilon, principalmente na introdução da multiplicação vegetativa estudada na Costa do Marfim, a partir de 1962. Contribuiu com outras pesquisas e estudos no campo da multiplicação e produção de mudas e seleção de matrizes da espécie (PAULINO; PAULINI; BRAGANÇA, 1994).

### 3.6 SUPERINTENDÊNCIA FEDERAL DA AGRICULTURA NO ESPÍRITO SANTO (SFA-ES)

A SFA-ES, unidade descentralizada do Mapa, tem como missão promover o desenvolvimento sustentável e a competitividade do agronegócio em benefício da sociedade brasileira. No âmbito da cadeia produtiva do café (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner), destacam-se as ações realizadas na área de fiscalização de sementes e mudas e na de política e desenvolvimento agrícola.



**Figura 4.** Instituições fundadoras do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café).

**Fonte:** Consórcio Pesquisa Café (2015).

A fiscalização de sementes e mudas pela SFA-ES visa a garantir a identidade e qualidade das sementes e mudas de café produzidas e comercializadas no Estado do Espírito Santo, abrangendo, atualmente, um universo de 278 produtores de mudas de café e 81 milhões de mudas da espécie.

A obrigação de realização de análise de raízes de café visando à verificação da presença de *Meloydogyne* sp., antes da comercialização da muda, foi um avanço conquistado com a edição da Instrução Normativa nº 35, de 29 de novembro 2012, que estabeleceu as normas para a produção e comercialização de material de propagação de cafeeiro e os seus padrões.

Com validade em todo o território nacional, essa Normativa, a partir do conhecimento dos pesquisadores e técnicos do Estado do Espírito Santo acerca da cultura do café robusta, os quais tiveram o encargo de redigir o regramento legal referente a essa espécie, constituiu-se em um marco regulatório da cultura para todo o País.

A edição da IN 35/2012 possibilitou um aprimoramento nas ações de fiscalização do Mapa e de garantia de identidade e qualidade culminando com o credenciamento no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem), do laboratório da Ufes - *Campus* São Mateus, para a realização das análises de raízes enviadas pelos produtores de mudas de café do Estado e de outras unidades da Federação e de amostras fiscais do próprio Mapa.

Outra vertente importante do trabalho da SFA-ES no segmento do café robusta é a valorização do produto por meio de políticas públicas, como o Plano Agrícola e Pecuário.

### 3.7 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB)

Vinculada ao Mapa, a Conab é representada no Estado pela Superintendência Regional do Espírito Santo, a qual desempenha várias atividades ligadas ao café conilon.

#### Levantamento de Safra de Café

Esse trabalho é realizado em parceria com o Incaper e, para tanto, o órgão elaborou, juntamente com o Instituto Nacional de Pesquisa Econômica (INPE),

uma metodologia estatística científica para ser aplicada nos estados produtores de café, com uso de geotecnologia pela Conab e o Geobases do Incaper.

#### Levantamento de Custo de Produção

A Conab realiza, periodicamente, reuniões com produtores, técnicos do Incaper, agentes financeiros, cooperativas, sindicatos para definição de coeficientes técnicos para a cultura do café conilon visando a elaboração de seu custo de produção. Com base nesse levantamento e em outros fatores, é definido pelo Governo Federal o preço mínimo.

Através de trabalhos técnicos elaborados pela Superintendência Regional do Espírito Santo, no ano de 2010, o café conilon foi inserido na Política de Garantia de Preço Mínimo (PGPM), beneficiando milhares de produtores de café no Brasil, pois até então, o Governo Federal só comprava o café arábica.

#### Acompanhamento de mercado

A Conab pesquisa semanalmente os preços de café conilon no atacado e recebido pelo produtor, que são lançados no Sistema de Informação Agropecuária e de Abastecimento (Siagro). Essa pesquisa serve para atendimento ao Programa de Garantia de Preços para Agricultura Familiar (PGPAF), cujo objetivo é o atendimento ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), com a liberação de bônus, quando da liquidação do custeio agrícola, caso o preço de mercado esteja abaixo do preço mínimo de garantia na época de liquidação.

#### Regulação de mercado

Operações de regulação de mercado são executadas, quando os preços recebidos pelos produtores estiverem abaixo do preço mínimo de garantia.

O Governo Federal via Conab, utiliza-se de vários instrumentos para intervir no mercado:

- Aquisição do Governo Federal (AGF): quando há intenção do Governo adquirir o café;

- Contrato de Opção de Compra: nessa modalidade o Governo Federal utiliza-se das Bolsas de Mercadoria e o do Sistema Eletrônico de Comercialização (SEC) da Conab.

### Armazenamento

O órgão possui uma rede de Unidades Armazenadoras no Espírito Santo, localizadas nos Municípios de Vitória, Colatina e Cachoeiro de Itapemirim, com capacidade estática para 140 mil toneladas.

### Posto de Classificação e Degustação de Café

Para esse item, a instituição possui na Unidade Armazenadora de Camburi, localizado em Vitória, um Posto de Classificação de Grãos e de Café, sendo o único no Estado credenciado pelo Mapa em emitir o Certificado de Classificação de Café.

### 3.8 VERDEBRAS

A Verdebras, em seu tempo, foi o empreendimento privado mais tradicional na produção de mudas de café conilon do Estado. Teve sua origem em 1972, produzindo mudas inicialmente oriundas de sementes. A partir de 1984, adotou a técnica de propagação vegetativa, sendo considerada pioneira na produção de mudas clonais em escala comercial no Estado do Espírito Santo.

Sua base produtiva assentava-se num processo de seleção de plantas consideradas superiores, a partir de sua lavoura localizada no Córrego Bom Futuro, no Município de Vila Valério, implantada em 1975. Dentre 105 mil plantas de café, selecionaram-se 290 matrizes para oito características agrônomicas consideradas desejáveis. Dessas, através de um processo de seleção mais rigoroso, reduziu-se para 130 e, finalmente, para 23 clones, que constituem a base genética, dispostos em jardim clonal de 30 mil plantas (VERDEBRAS, [1994?]). Essa empresa foi fundamental no apoio ao fomento de mudas no início da produção comercial do café. Seus clones ainda estão presentes nas lavouras capixabas.

### 3.9 CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (CCA/UFES)

O CCA/Ufes surgiu da incorporação da antiga Escola Superior de Agronomia do Espírito Santo (Esaes), uma autarquia subordinada à Secretaria de Estado da Educação, criada em 6 de agosto de 1969 pelo então Governador Christiano Dias Lopes Filho. A partir de 1976, a Esaes passou a denominar-se Centro Agropecuário da Universidade Federal do Espírito Santo (Caufes) e em 2001, o Caufes passou a denominar-se Centro de Ciências Agrárias da Ufes (CCA/Ufes).

O CCA/Ufes é uma unidade acadêmico-administrativa localizada na cidade de Alegre, sul do Estado do Espírito Santo, que atua com base no ensino, pesquisa e extensão produzindo e socializando conhecimento para formar cidadãos com capacidade de implementar soluções que promovam o desenvolvimento sustentável. Esse centro oferece 17 cursos de graduação, seis de mestrado e três de doutorado, exercendo liderança científica e cultural no sul do Estado do Espírito Santo, respondendo pela grande maioria dos segmentos formadores de profissionais de nível superior, mestrado e doutorado e desempenhando um papel importantíssimo na produção e difusão do conhecimento.

O CCA/Ufes possui três áreas experimentais que ficam localizadas em Rive, distrito de Alegre, São José do Calçado e Jerônimo Monteiro e tem por finalidades: a) apoiar e colaborar, prioritariamente, com os cursos da área de Ciências Agrárias no ensino, na pesquisa e na extensão; b) apoiar outros cursos do CCA em suas atividades didático-científicas e no desenvolvimento institucional; c) servir de base para a produção e conservação de conhecimento e de atividade de transferência tecnológica.

Devido à atuação do CCA/Ufes no desenvolvimento regional, buscando solucionar, entre outros, problemas na área de agricultura, os Programas de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Genética e Melhoramento têm contribuído para o fortalecimento do desenvolvimento socioeconômico regional gerando recursos humanos qualificados e especializados, empregando e criando tecnologias apropriadas à cultura do cafeeiro conilon.



O CCA participa de forma integrada ativamente em prol do desenvolvimento da cafeicultura do conilon no Estado do Espírito Santo viabilizando suporte administrativo e envolvimento institucional formal e qualificado. Nesse aspecto, muitos trabalhos em níveis de graduação e pós-graduação têm sido realizados em parceria com outras instituições, como Incaper, Embrapa Café, Consórcio Pesquisa Café, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Ifes, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), CNPq e outros).

Essa iniciativa permite gerar novas informações em prol do desenvolvimento sustentável da cafeicultura do conilon contemplando requisitos direcionados à utilização racional de recursos naturais e tecnológicos, sociais, baseados no respeito às pessoas envolvidas na cadeia produtiva, além de ambientais, que preconizam o emprego de tecnologias que não agridam o ambiente tornando a cafeicultura mais competitiva e sustentável.

### 3.10 CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (CEUNES/UFES)

O Ceunes iniciou suas atividades em 6 de agosto de 2006, inicialmente em estrutura cedida pela Prefeitura Municipal de São Mateus. Com a doação/aquisição de uma área no Bairro Litorâneo, Município de São Mateus, foram iniciadas as obras dos prédios e todas as atividades em fevereiro de 2010.

O Ceunes vem desenvolvendo atividades de ensino, pesquisa e extensão, auxiliando no desenvolvimento regional. O Centro oferece 16 cursos de graduação e 4 de mestrado, exercendo liderança em ensino e pesquisa no norte do Espírito Santo.

Entre os vários cursos oferecidos à sociedade, o de Agronomia tem sido considerado pelo MEC/ENADE um dos melhores do Brasil. Voltado para a agricultura regional, com pesquisas aplicadas e formação de recursos humanos, o Ceunes oferece também o curso de mestrado em Agricultura Tropical desde abril de 2010, que tem mais de 60 dissertações concluídas.

O Ceunes, mesmo com uma equipe pequena

na área agrícola (13 professores no curso de Agronomia) e menor ainda atuando na cafeicultura, vem sobressaindo-se com a realização de diversas atividades. Destaca-se na área do conilon a partir de 2012, com uma crescente atuação, que tem como exemplo a conclusão de mais de 20 dissertações sobre a cultura desse café.

De 2013 a 2015, foram publicados (em café conilon) mais de 30 artigos científicos em periódicos, aproximadamente 100 resumos em eventos científicos e mais de 15 capítulos de livro sobre a cultura. Também vem, há anos, organizando o Simpósio do Produtor de Conilon, com público superior a 600 participantes do Espírito Santo, Bahia e Minas Gerais.

Em trabalhos com café conilon, vem desenvolvendo atividades com várias instituições (graduação e pós-graduação), das quais destacam-se as parcerias com Incaper, Embrapa, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (Uenf), Ifes, Capes, Fapes, CNPq, K-State University, Universidade de Lisboa (Ulisboa), Instituto de Tecnologia Química e Biológica (ITQB), Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (Iniv), CCA/Ufes, UFV, Fundação Universidade Federal de Rondônia (Unir), UFLA, Coaabriel, Coopeavi, Caliman Agrícola, diversos cafeicultores, entre outros.

Portanto, de forma atuante, o Ceunes vem contribuindo para o desenvolvimento regional e nacional, em prol do café conilon e do cafeicultor.

### 3.11 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO (IFES)

O Ifes possui três *campi* voltados para o ensino, pesquisa e extensão na área agropecuária. Essas unidades ficam estrategicamente localizadas nas regiões norte (Colatina), central (Santa Teresa) e sul (Alegre). Em suas bases físicas, encontram-se quadros de profissionais qualificados, fazendas experimentais e um conjunto de laboratórios e unidades didáticas que têm sido utilizados historicamente para o desenvolvimento de diversas atividades, inclusive aquelas voltadas ao desenvolvimento do café conilon.

Essas instituições de ensino são tradicionais formadoras de profissionais de nível médio e superior, especialmente técnicos agrícolas,

tecnólogos e agrônomos, muitos deles filhos de agricultores que têm desempenhado papel importante como multiplicadores de informações e conhecimentos, fundamentais ao processo de transferência de tecnologias. Juntas, já disponibilizaram no mercado de trabalho cerca de 15 mil profissionais qualificados para o Estado e para o Brasil.

Essas estruturas educacionais têm emprestado suas competências à rede de pesquisa e transferência de tecnologia para o café conilon, pois coordenam projetos de pesquisas e extensão ou participam de equipes da rede de ciência e tecnologia estadual, além de abrigarem em suas áreas experimentais jardins clonais das variedades superiores desenvolvidas pelo Incaper, viveiros de mudas e unidades didáticas que são utilizadas para o desenvolvimento de aulas práticas.

### **Ifes - Campus Alegre**

O atual Ifes - *Campus* de Alegre tem seu nascedouro no desejo nacional de estabelecer legalmente o ensino agrícola, o que ocorreu nos anos de 1946 e 1947. Assim, em 1953, como ação contínua, tem início à construção do *Campus* de Alegre, cujos serviços educacionais têm início no mesmo ano, como centro de treinamento. O ensino regular começa em 1962, com o ensino fundamental, acrescido pelo técnico de nível médio em 1966. Ao longo desses 62 anos, várias foram as denominações, tendo iniciado como Escola Agrícola de Alegre (EAA), passado por Colégio Agrícola de Alegre (CAA) e Escola Agrotécnica Federal de Alegre (EAFA), que perdurou até 2008, quando ocorreu a mais recente mudança, a criação do Ifes.

O agronegócio café, como principal produto agrícola da região de abrangência do *campus*, sempre esteve presente na vida institucional, com a oferta sistêmica da formação inicial e continuada de trabalhadores, em número incalculável de formados, e da formação de 4.198 Técnicos em Agropecuária.

Cada vez mais ciente da sua importância como instituição parceira do desenvolvimento regional e estadual e da relevância da cultura do café, em 2000, o *campus* lança o primeiro curso do mundo

de Técnico em Cafeicultura, na modalidade pós-médio, que formou turmas até 2009, num total de 193 formados.

Em 2010, numa continuidade de trabalho e amadurecimento institucional, alicerçados no novo tripé (ensino, pesquisa e extensão), teve início o Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura, que abriu novas portas para a inserção do *campus* na cadeia produtiva do café, tendo formado 33 profissionais.

Junto com o Tecnólogo em Cafeicultura, desenvolve-se a pesquisa e ampliam-se os trabalhos de extensão. Assim, cresce a base de trabalhos acadêmicos aplicados envolvendo a cultura do café, nos seus mais variados aspectos, totalizando 20 na forma de Trabalho de Conclusão de Curso e centenas como publicações em diferentes periódicos e eventos.

Em termos acadêmicos, sob o ponto de vista da extensão, o *campus* realiza o Seminário da Cafeicultura que já se encontra em sua terceira edição e o Encontro de Cafeicultores, este acumulando cinco edições. Ambos em estreita parceria com o Incaper.

Ainda sobre extensão, de forma especial, destaca-se a criação da empresa júnior "Caparaó Júnior", a primeira do Ifes e do *campus*, que nasceu com o Curso Tecnólogo e possui foco no agronegócio café. A empresa envolve 43 acadêmicos desse curso que assistem 1.503 propriedades e 2.400 lavouras de regiões capixabas e mineiras totalizando 25 municípios. Além do trabalho direto, a Caparaó Júnior funciona como incubadora de empresas e como partícipe em projetos de pesquisa.

Para concretizar suas ações educacionais, o *campus* conta com inúmeros parceiros, destacadamente o Incaper, que facilita o constante aprimoramento de conhecimentos, principalmente em café conilon, cujo intercâmbio inclui a manutenção de jardins clonais dos seus materiais genéticos, além da cessão de publicações para o acervo bibliográfico do *Campus* de Alegre.

### **Ifes - Campus Santa Teresa**

O atual *Campus* Santa Teresa tem como marco de origem o ano de 1940, com o Decreto-Lei nº 12.147, de 6 de setembro, do Interventor Federal no Estado

do Espírito Santo, João Punaro Bley. Foi inaugurado a 6 de setembro de 1941, sob a denominação de Escola Prática de Agricultura (EPA), com a finalidade de ministrar dois cursos práticos e intensivos, Administrador de Fazenda e Prático Rural, de um ano de duração, a trabalhadores rurais.

O nome Escola Agrotécnica de Santa Teresa - ES foi estabelecido pelo Decreto nº 83.935, de 4 de setembro de 1979, publicado no DOU, de 5 de setembro de 1979. Ela foi transformada em autarquia através da Lei nº. 8.731, de 16 de novembro de 1993, publicada no DOU, de 17 de novembro de 1993, estando vinculada à então Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec).

Por meio da Lei nº 11.892, publicada no DOU no dia 30 de dezembro de 2008, a Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa tornou-se parte do Ifes, com a missão de realizar formação profissional de jovens e adultos, por meio do oferecimento de cursos de curta, média e longa duração buscando capacitá-los com conhecimentos e habilidades gerais e específicas para o exercício de atividades produtivas, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e melhoria da qualidade de vida.

Entre os cursos oferecidos pelo *campus*, destacam-se o Técnico em Agropecuária e o de Agronomia, em que os alunos têm a oportunidade de aprender sobre o café conilon e participar de pesquisas.

No biênio de 2013/2014, foram realizadas duas importantes pesquisas relacionadas ao conilon. São elas:

- Maturação e produtividade do cafeeiro conilon submetido a diferentes épocas de irrigação, visando a uniformizar a maturação dos frutos do cafeeiro. O experimento foi conduzido de agosto de 2013 a julho de 2014, em uma lavoura de cafeeiros conilon, com aproximadamente dois anos de idade. Essas plantas foram irrigadas por um sistema de gotejamento e cultivadas no espaçamento de 3,0 x 1,2 m.
- Floração e crescimento do cafeeiro conilon submetido a diferentes épocas de irrigação, visando a uniformizar a emissão de flores do cafeeiro, sem comprometer o seu desenvolvimento vegetativo. O experimento foi conduzido de agosto de 2013 a julho de 2014, em uma lavoura de cafeeiros

conilon, com aproximadamente dois anos de idade. Essas plantas foram irrigadas por um sistema de gotejamento e cultivadas no espaçamento de 3,0 x 1,2 m.

Foi criada no *campus* a empresa júnior de Agronomia, Agrifes Jr., composta por 29 alunos do curso de Agronomia. Essa empresa presta assessoria aos produtores da região, principalmente no plantio, manutenção e pesquisa do café conilon.

O *campus* também conta com a parceria do Incaper, que é um importantíssimo aliado na formação de alunos, que aprendem na prática, através de estágios, tudo o que lhes é ensinado em sala de aula.

Ressalta-se que, na história e trajetória do café conilon no Estado do Espírito Santo, desde a sua entrada em 1911/1912, há referências sobre a importância da Escola Agrotécnica de Santa Teresa, que detinha uma coleção genética de inúmeras espécies de café, incluindo o conilon, e que essa coleção foi fundamental no processo de multiplicação e distribuição dessa espécie para o norte do Estado, especialmente São Gabriel da Palha, município que iniciou seu plantio em escala comercial.

### **Ifes - Campus Itapina**

O *Campus* Itapina é integrante do Ifes e, em sua história, consolidou-se como autarquia denominada Escola Agrotécnica Federal de Colatina (EAF-Colatina). Em janeiro de 2009, a antiga EAF-Colatina, tornou-se Ifes - *Campus* Itapina. Desde sua fundação, 59 anos se passaram e nesse período, o *campus* tem contribuído significativamente para a educação profissional agrícola brasileira e desenvolvimento agrário.

O *Campus* Itapina está localizado na margem norte do Rio Doce, a 17 km do centro de Colatina. Atende, atualmente, a cerca de mil alunos provenientes, principalmente, do noroeste e norte do Espírito Santo, leste de Minas Gerais e sul da Bahia, oferecendo cursos técnicos de nível médio em Agropecuária e Zootecnia e os cursos superiores em Engenharia Agrônoma, Licenciatura em Ciências Agrícolas e Pedagogia.

Como parte da cadeia produtiva agropecuária da região de abrangência do *Campus* Itapina,

há grande participação da cafeicultura, principalmente do café conilon. O *campus* vem desenvolvendo trabalhos de ensino, pesquisa e extensão voltados à cafeicultura. O *campus* sedia anualmente o Seminário Municipal de Qualidade do Café Conilon. Nele, os produtores, pesquisadores e estudantes se atualizam e trocam experiências sobre o tema.

Os estudantes do *campus*, em especial os dos cursos das ciências agrárias, na grande maioria, filhos de produtores de café, demonstram especial interesse por essa cultura. Assim, o *campus* tem trabalhado com projetos voltados à melhoria da qualidade do café conilon, objetivando melhores valores de mercado para a produção, e concentrado esforços para demonstrar a importância da poda programada na elevação e garantia de altos rendimentos produtivos, assim como o aprofundamento em aspectos voltados à conservação ambiental da cadeia produtiva do café.

Neste último contexto, e mediante os novos pilares institucionais de educação, pesquisa e extensão, vale ressaltar os esforços que vêm sendo realizados para o aproveitamento de resíduos industriais para criação de novos substratos ou fontes alternativas de fertilização para a produção de café conilon, o que vem agregando pesquisadores e atraindo parcerias empresariais, com frutos interessantes, como publicações e patentes na área.

### 3.12 NESTLÉ

Essa empresa tem como plataforma global a Criação de Valor Compartilhado, pois sabe que, para o sucesso dos negócios no longo prazo, tão importante quanto gerar valor para os acionistas é gerar valor para a sociedade em que está inserida.

Para essa empresa, a preocupação com a nutrição, saúde e bem-estar das pessoas e com o meio ambiente é essencial para melhorar a qualidade de vida de todos, a partir da oferta de bons alimentos e bebidas. A instituição tem o compromisso de fornecer produtos saborosos e confiáveis e, para isso, o respeito ao meio ambiente e às pessoas envolvidas com o ciclo de produção e do consumo de alimentos é extremamente importante, incluindo: produtores, colaboradores, consumidores e comunidades onde atua.

Há muitos desafios econômicos, sociais e ambientais a enfrentar, tais como a diversificação das economias em desenvolvimento, o envelhecimento dos produtores em todo o mundo e a concorrência pela utilização de terra e água. Metade da população mundial vive atualmente em locais urbanos, e essa proporção aumentará em dois terços até 2050 (NESTLÉ, 2014). Com a preocupação em relação à qualidade da matéria-prima que a instituição utiliza para fabricar seus produtos, a continuidade do fornecimento e a qualidade de vida de seus fornecedores, a Nestlé atua com o objetivo de contribuir para que todas essas condições sejam melhoradas.

Nescafé é a principal marca de café no mundo e uma das marcas da Nestlé mais conhecidas. Para a empresa, a qualidade do café vai além do produto em si. Em conjunto com seus parceiros, criou-se um ciclo de valor no processo de produção e processamento do café - dos produtores aos consumidores, com base nos pilares de Nutrição, Água e Desenvolvimento Rural.

A criação de Nescafé data de 1930, quando o mercado possuía um enorme excedente de café. As safras se acumulavam, mas com o desenvolvimento do café solúvel, realizado pela Nestlé, surgiu mais uma aplicação interessante para a matéria-prima. Se, por um lado, a Nescafé apoiou a cadeia do café no momento de oferta excedente, por outro, tornou-se uma das mais importantes marcas de café do país, o que evidencia que, desde sua origem, o princípio do Valor Compartilhado já havia se estabelecido entre a empresa, os produtores e a sociedade.

#### **Nescafé Plan**

As atividades do Nescafé Plan administradas pela Nestlé Brasil começaram em 2011, no Município de Águia Branca/ES. Como não havia experiências anteriores de relacionamento direto entre a Nestlé e os cafeicultores brasileiros, a empresa decidiu apostar no bom relacionamento com os comerciantes de café para fazer essa aproximação. O padrão independente de sustentabilidade desenvolvido pela Associação 4C foi a referência escolhida para guiar o trabalho de desenvolvimento dos cafeicultores. Em Janeiro de 2012, a primeira licença 4C foi emitida em nome da Nestlé Brasil.



Inicialmente, eram 91 parceiros de negócios, nomenclatura proposta pela Associação 4C e que denomina todos os participantes da cadeia pelos quais passa o café, incluindo produtores e suas associações, transportadores e comerciantes.

Durante o ano de 2012, alguns treinamentos foram realizados, com foco no uso seguro de agrotóxicos, assunto que sempre foi tratado com especial atenção. Simultaneamente, outros produtores foram acessados e convidados a integrar a Unidade 4C da Nestlé. Em Janeiro de 2013, a unidade ganhou outros 254 cafeicultores, totalizando 345 parceiros de negócio. No mesmo ano, a equipe agrícola dedicada exclusivamente ao café foi formada. Nesse momento, o projeto Nescafé Plan já tinha uma abrangência além dos limites municipais de Águia Branca e permitiu que a empresa conhecesse os demais modelos da cafeicultura do Espírito Santo incluindo a cafeicultura em propriedades médias e grandes.

Em 2014, a segunda Unidade 4C foi formada, trazendo um acréscimo de 212 parceiros de negócio. Ao final do ano, o Nescafé Plan da Nestlé Brasil reunia 557 parceiros de negócios.

Atualmente, a instituição mantém duas Unidades 4C, que juntas totalizam 742 parceiros de negócios espalhados em 18 municípios da região norte do Espírito Santo. Os desafios adiante incluem desenvolver alguns princípios do código de conduta 4C que ainda precisam ser aperfeiçoados nas fazendas, especialmente no que diz respeito ao manuseio, aplicação e armazenagem de agrotóxicos nas propriedades, além de gestão dos sistemas de irrigação com vistas ao uso racional da água e registros e apontamentos contábeis e operacionais da propriedade.

### **Parceria com o Incaper**

Atenta às pesquisas de melhoramento genético cafeeiro desenvolvido pelo Incaper, a Nestlé vem participando nos últimos anos de diversas atividades de cooperação científica com a entidade. Entre os resultados dessa cooperação, está a avaliação sensorial dos cafés produzidos pelas cultivares que mais tarde vieram a compor as três variedades clonais de café conilon lançadas em 2013: Centenária, Jequitibá e Diamante.

Com o desenvolvimento constante do Nescafé Plan, a expectativa é de que a parceria com Incaper no campo científico possa ser ampliada para a área de Ater. A capilaridade dos escritórios do Incaper, associada à qualidade e experiência de sua equipe técnica, facilitará o desenvolvimento desses princípios de sustentabilidade que precisam seguir em paralelo ao desenvolvimento agrônomo. Dessa forma, caberá ao Espírito Santo continuar iluminando o caminho para a cafeicultura do século XXI.

### **3.13 MOVIMENTO DE EDUCAÇÃO PROMOCIONAL DO ESPÍRITO SANTO (MEPES)**

Instituição filantrópica, não governamental, fundada em 1968, mantenedora das Escolas Família Agrícola (EFAs) que atuam com o Sistema da Pedagogia da Alternância na educação dos jovens do campo, presentes em 18 municípios do Estado, assim como de um Centro Comunitário de Saúde-Hospital e Maternidade em Anchieta, programa de educação infantil com quatro creches e um Centro de Formação de Educadores das Escolas com o sistema da Pedagogia da Alternância.

Esse sistema adotado pelas EFAs e pelo Mepes, permite aos jovens alternarem momentos de ensino e aprendizagem no ambiente escolar e momentos de pesquisa, experimentação no ambiente sócio-profissional, articulando a formação integral dos jovens e agricultores familiares com o desenvolvimento territorial, contribuindo, dessa forma, para a interiorização do conhecimento técnico e, conseqüentemente, para o desenvolvimento rural capixaba.

Dessa forma, o Mepes vem prestando importante contribuição na formação dos jovens e agricultores familiares quanto ao uso de tecnologias adequadas ao desenvolvimento de suas atividades agropecuárias, em especial à cultura do café conilon, que faz parte dos conteúdos programáticos dos cursos técnicos em agropecuária, auxiliados por experimentos nas EFAs e nas propriedades dos estudantes.

Com sua forma de atuação, credibilidade e respeito que conquistou ao longo de seus 67 anos de atuação no espaço rural, o Mepes exerce importante papel de facilitador do avanço tecnológico da cafeicultura de conilon, propiciando o fortalecimento da

agricultura familiar com geração de renda e melhoria da qualidade de vida do homem do campo.

Para o Mepes é motivo de muita satisfação ter contribuído com o Incaper, Embrapa e outras instituições de pesquisa para o desenvolvimento do café conilon no Estado e fazer parte dessa história de sucesso, hoje reconhecida mundialmente.

### 3.14 CENTRO ESTADUAL INTEGRADO DE EDUCAÇÃO RURAL (CEIER)

Criados em 1982, no Município de Boa Esperança e em 1983, nos Municípios de Águia Branca e Vila Pavão, pela Secretaria de Educação (Sedu), os Ceiers são escolas rurais que objetivam atender aos filhos de agricultores dos municípios da região.

As escolas mantêm em suas bases físicas Unidades de Demonstração, Experimentação e Produção (UDEPs) de variedades clonais de café conilon e propagadas por sementes, que servem de base para o ensino e pesquisas agroecológicas realizadas naqueles centros.

Todas as técnicas de condução das lavouras são agroecológicas e praticadas pelos jovens, o que reforça o compromisso da entidade com a capacitação técnica e a difusão de tecnologias dessa cultura. Atuando diretamente nas comunidades rurais, o Ceier tem contribuído para a difusão tecnológica do café conilon com base nos preceitos da sustentabilidade ambiental.

### 3.15 SINDICATO E ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (OCB/ES)

O Sistema OCB/ES, como representante e instituição parceira em diversas ações das cooperativas capixabas, apoia as iniciativas para o aprimoramento do maior setor produtivo do Espírito Santo, a cafeicultura. Iniciativas como concursos de qualidade, capacitações e treinamentos, programa de assistência técnica e consultoria tecnológica para os cooperados, são apoiadas e incentivadas pela OCB/ES. Nos últimos anos, foram aportados mais de 450 mil reais em projetos específicos.

Em 2014, como representante do Estado no Conselho Nacional do Café (CNC), a administração

atual lutou no Conselho Monetário Nacional (CMN) para conseguir o aumento do preço mínimo do café conilon depois de anos estabilizado passando de R\$ 156,57 a saca com 60 kg para R\$ 180,80. Isso conseguido após um período sem uma representação oficial no CNC.

Insta destacar que a OCB/ES não apoia somente a parte técnica de suas cooperativas, e sim articula e traça estratégias importantes para a defesa dos produtores de café do Estado.

Assim, o Sistema OCB/ES se consolida, cada vez mais, como propulsor e disseminador de programas e projetos para a melhoria da qualidade dos cafés capixabas, da vida do produtor cooperado e de suas cooperativas.

### 3.16 COOPERATIVA AGRÁRIA DOS CAFEICULTORES DE SÃO GABRIEL DA PALHA (COOABRIEL)

A Coaabriel, localizada na região noroeste do Estado do Espírito Santo, com sede no Município de São Gabriel da Palha, completou 52 anos em 2015. Foi criada em 13 de setembro de 1963, com a participação de 38 associados. Atualmente, com cerca de 4 mil associados ativos, é a maior cooperativa de café conilon do mundo.

Para conhecer sua atuação, sua evolução empresarial e seus pilares de sustentação ao longo desse período, torna-se necessário compreender a trajetória da entidade e suas principais ações.

Vale ressaltar não só o apoio técnico, gerencial e cooperativo aos seus associados, mas também a presença marcante dela como articuladora e componente importante da cadeia produtiva do café, especialmente o conilon.

Um dos fundamentos de sua criação foi a necessidade dos cafeicultores da época de obterem melhores condições de comércio do produto. Ressalta-se que o café arábica (Bourbon) constituía a base econômica de São Gabriel da Palha na época da fundação da Coaabriel.

Das primeiras prestações de serviços, que consistia em disponibilizar um setor de consumo com objetivo de repassar insumos agrícolas e gêneros alimentícios aos sócios, a aquisição de área para instalação de máquina de beneficiamento e estrutura de armazenagem, até a disponibilização

de um portfólio de serviços que presta atualmente, a cooperativa soube superar dificuldades e romper na crise histórica da erradicação do café, graças à determinação de seus sócios e dirigentes. Esse empenho e dedicação fizeram com que a Coabriel se transformasse num dos melhores modelos de organização cooperativista na área de café conilon do Brasil, senão do mundo.

### **Prestação de Serviços**

Além dos serviços de armazenagem e comercialização, que constituem suas duas principais atividades, a entidade agregou muitos outros benefícios na prestação de serviços aos seus sócios.

Está estruturada para orientar e acompanhar seus associados desde a escolha da área para implantação da lavoura oferecendo serviços laboratoriais de análise de solo e planta, produzindo e fornecendo mudas de alto padrão genético e orientando todo o processo, passando por todas as fases, até a comercialização e assistência jurídica, além de outros serviços coadjuvantes.

Esse conjunto de atendimentos tem permitido avançar em termos de produtividade e qualidade do produto agregando maior valor e aumentando a lucratividade do cooperado.

### **Produção e comercialização de mudas**

Com a utilização de mudas oriundas de sementes, até então os produtores não conseguiam avançar em produtividade e uniformidade do produto, haja vista a diversidade genética e a polinização cruzada, características das plantas de café conilon.

Com os resultados de pesquisa que geraram variedades clonais de maior desempenho agrônomo, o preço das mudas aumentou muito. Essa constatação levou a cooperativa a decidir produzir as suas próprias mudas, com base em jardim clonal composto por matrizes registradas.

A partir de 1993, a cooperativa vem implantando e ampliando seu jardim clonal usando os clones das variedades desenvolvidas e lançadas pelo Incaper: 'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131', 'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba' e 'Vitória - Incaper 8142'. E as novas variedades: 'Diamante

ES8112', 'ES8122' - Jequitibá e 'Centenária ES8132'.

Atualmente, com um jardim clonal de aproximadamente 28 mil matrizes das variedades citadas acima, a Coabriel possui uma estrutura de campo e de viveiro para produção potencial de mais de 4 milhões de mudas por ano, cuja disponibilização ao cafeicultor é feita por meio de confirmação em contrato com período mínimo de antecedência de seis meses, dependendo do período das encomendas.

Para facilitar o acesso dessa tecnologia ao associado, a cooperativa mantém uma política de preços mais baixos que o mercado e um sistema de financiamento com conversão de mudas em café (produto) a ser pago na safra. Esse mecanismo é mais uma facilidade que a cooperativa disponibiliza para incentivar os cooperados a adquirirem mudas de melhor qualidade.

Por todo esse trabalho bem conduzido, o viveiro da Coabriel é uma referência em produção de mudas de qualidade, que são disponibilizadas para todo o Estado do Espírito Santo e sul da Bahia.

### **Consultoria Técnica**

Esse serviço foi inicialmente realizado em parceria com a antiga Emater, atual Incaper, por vários anos. Porém, no ano de 2000, identificou-se a necessidade de ampliar essa ação contratando três profissionais com o objetivo de atender aos associados de forma grupal.

A partir de 2002, expandiu-se o trabalho de atendimento ao produtor no escritório da sede e as visitas programadas nas filiais localizadas nos municípios vizinhos. Em 2005, a cooperativa diversificou sua forma de atendimento e implementou programas de consultoria técnica e gerencial, com agendamento programado para capacitar o sócio com ferramentas de gestão e empregos de tecnologias em modelo estruturado.

Criou o sistema de consultoria técnica, que já completa 10 anos de atuação, com 17 profissionais no Espírito Santo e no sul da Bahia, assistindo 794 sócios com calendários programados, além de 971 sócios por atendimento convencional nos departamentos técnicos. A consultoria técnica agrônoma objetiva motivar o beneficiário a conhecer e usar adequadamente as tecnologias

de produção, entender sua aplicabilidade na atividade e os resultados que podem ser alcançados em produtividade e qualidade.

Outro programa é o Conilon Eficiente Coabriel, que foca a melhoria da eficiência técnica e gerencial do produtor. Anteriormente, era chamado de Projeto Educampo, conduzido até o ano 2011 através de uma parceria Coabriel/Sebrae/Produtor. O projeto conta com três profissionais que atualmente atendem a 80 produtores sócios da cooperativa dentro de bases gerenciais.

Com esses programas no campo, até o momento, a Coabriel assiste uma área de 14.262,9 ha de café conilon.

### **Laboratório de análise de solos e plantas**

Os serviços laboratoriais da cooperativa iniciaram-se em 1996. Atende atualmente a cafeicultores da região norte do Estado do Espírito Santo, sul da Bahia e nordeste de Minas Gerais, chegando a quase 16 mil amostras anuais. O laboratório realiza análise química do solo (macro e micronutrientes), análise de plantas (macro e micronutrientes), análise química da água para irrigação, análise de fertilizantes orgânicos, análise de corretivo agrícola e análise física de solo.

A Coabriel participa dos seguintes programas de controle de qualidade: Programa Interlaboratorial de Controle de Qualidade e Análise de Solos (Profert-MG) e o Programa Interlaboratorial de Análise de Tecido Vegetal (PIATV - ESALQ/USP), os quais validam a eficácia do trabalho.

### **Comercialização de café**

Entre tantos serviços prestados pela cooperativa, a comercialização do café tem se caracterizado como um dos principais. Essa comercialização em conjunto tem projetado a cooperativa como um termômetro regulador de mercado.

Há uma premissa que é sempre repassada ao associado: a cooperativa não é compradora do seu café. Ao contrário disso, ela desempenha o papel de vendedora comercializando para ele em conjunto com os cafés dos outros sócios.

Nos últimos dez anos, comercializou quase 6

milhões de sacas de café conilon evoluindo de 274.687 sacas por ano para 1,1 milhão.

### **Armazenagem**

A armazenagem é um fator importante no processo produtivo. O complexo de armazéns da Coabriel tem uma capacidade de aproximadamente 900 mil sacas e estão localizados na região noroeste do estado do Espírito Santo através das filiais Águia Branca, Alto Rio Novo, Nova Venécia, Vila Valério, Boa Esperança e São Gabriel da Palha, e no sul da Bahia por meio das filiais Teixeira de Freitas e Itabela.

Os armazéns oferecem aos associados balança automática de precisão, descarga rápida, máquinas modernas e de alta qualidade, classificação padronizada do café e seguro do produto armazenado. A armazenagem é por tempo indeterminado, com empréstimo da sacaria para depositar o café pilado, sem quebra de peso, sem custo adicional para o sócio. Ainda, o café é transportado da propriedade do sócio para os armazéns da cooperativa, sem ônus para o produtor associado.

A estrutura é moderna e bem equipada e construída sob avançados padrões tecnológicos, que asseguram qualidade ao produto durante o tempo de armazenagem. Nos armazéns da cooperativa, o café, na sua recepção, passa por análise técnica para sua classificação e padronização visando às melhores cotações de mercado.

### **Financiamentos**

Em outro serviço de suporte à atividade de seus sócios, a Coabriel desenvolve o programa de insumos, que financia adubos, calcários, defensivos, implementos, mudas clonais de café conilon e custeio de safra em "equivalência café", no qual o sócio faz o pagamento na safra seguinte. Sem dúvida, uma iniciativa inovadora que permite ao sócio, principalmente àqueles descapitalizados, manter um investimento programado como forma de garantir uma lavoura produtiva e, assim, buscar alcançar uma produtividade elevada.



## Lojas

Outro serviço que a Coabriel vem implementando é a abertura de lojas de insumos, chamadas de “Coabricampo. São seis lojas que atuam como distribuidoras diretas de produtos, os quais são avaliados em custo e benefício para melhor atendimento aos sócios e também às regiões de abrangência. As lojas desenvolvem um papel relevante para auxiliar o sócio a desenvolver suas atividades com produtos de melhor eficiência, menos agressivos ao meio ambiente e de preços mais justos.

## Qualidade do produto

Os mecanismos de suporte à atividade cafeeira dos sócios, tanto na área de orientação no campo como nos subsídios disponíveis, fazem parte da estratégia de quatro pilares de trabalho impulsionados pela Coabriel a seus sócios, quais sejam: aumento da produtividade das lavouras, condução sustentável da atividade, qualidade do produto e rentabilidade do produtor.

Entre as estratégias de motivação para a qualidade, a Coabriel realiza o concurso de qualidade para apurar o “Conilon de Excelência Coabriel”, que premia os melhores cafés produzidos pelos seus sócios.

O concurso “Conilon de Excelência Coabriel” é uma iniciativa pioneira da Coabriel na área de concursos de qualidade de café conilon por meio de análise das características físicas e sensoriais especiais da variedade. É realizado pela cooperativa desde o ano de 2003, sendo a base motivadora para várias outras iniciativas no mercado.

Além de incentivar e premiar os produtores que demonstram os cuidados durante a fase de preparo do café, a ação busca identificar os sócios potenciais produtores de qualidade na área de ação da Coabriel.

## Assessoria Jurídica

Preocupada em orientar corretamente seus sócios com relação a aspectos jurídicos relativos às suas necessidades, a cooperativa possui um escritório de advocacia preventiva para atendimento diferenciado. Os atendimentos variam entre

elaboração de contratos agrários, informações jurídico-previdenciárias-fiscais, ajuizamento de ações para obter benefícios previdenciários e justiça fiscal e outros tipos de informações de interesse dos produtores rurais cooperados.

### 3.17 COOPERATIVA AGROPECUÁRIA CENTRO SERRANA (COOPEAVI)

Em 1964, nascia a Coopeavi, uma cooperativa formada por 20 avicultores com o objetivo de solucionar os gargalos do setor no Município de Santa Maria de Jetibá. Já em fins dos anos 1990, tomou-se a decisão em diversificar as atividades da cooperativa expandindo seus negócios para os ramos de produtos agropecuários – lojas de varejo e nutrição animal –, fábrica de rações e comercialização de café.

Atualmente, a Coopeavi conta com um quadro social de cerca de 10 mil associados nas regiões do Espírito Santo e Minas Gerais, com a seguinte estrutura de atendimento: duas fábricas de rações, 18 lojas de varejo agropecuário, dez pontos de compra de café, quatro armazéns de café com capacidade para cerca de 700 mil sacas, um entreposto de ovos com capacidade de processamento para 500 caixas/hora, uma granja automática de 100 mil aves para a produção de ovos e uma granja de recria para 600 mil aves. Além disso, possui cerca de 600 funcionários, dos quais 70 são profissionais voltados para a assistência técnica ao produtor rural.

A Coopeavi figura entre as 200 maiores empresas do Espírito Santo, segundo *ranking* do Instituto Euvaldo Lodi (IEL), e entre as 400 maiores do agronegócio do país, de acordo com o Anuário da Revista Exame.

Norteadas por sua missão em viabilizar soluções ao cooperado, contribuindo para a sua sustentabilidade, a qualidade de vida da sociedade e o fortalecimento da doutrina cooperativista, a Coopeavi segue investindo cada vez mais no fomento da cafeicultura com qualidade e na promoção da produção de cafés diferenciados que agreguem valor ao produto de seus associados.

Desde 2011, vem conduzindo uma busca por mercados para o conilon cereja descascado, café que vem conquistando cada vez mais espaço entre

os *blends* de torradores, em diversas partes do mundo.

Na Coopeavi, cultiva-se princípios como inovação, transparência e comprometimento, baseados em valores, tais como: ética, honestidade e respeito.

### 3.18 COOPERATIVA AGRÁRIA DOS CAFEICULTORES DA REGIÃO DE ARACRUZ (CAFEICRUZ)

Quando de sua criação em 15 de fevereiro de 1964, na presença de 38 sócios/cooperados, foi criada a Cooperativa Agrária Mista de Guaraná (Camig) atuando na distribuição de gêneros alimentícios e de uso doméstico para seus cooperados.

Num segundo momento, ingressou no beneficiamento do tubérculo da mandioca transformando-a em farinha. Em 1987, iniciou a comercialização do café, produtos veterinários e ração, abrindo uma pequena loja que facilitou o processo de comercialização do café.

Os cooperados adquiriram um imóvel para armazenar o café, por eles produzido, diretamente na cooperativa. Através de parcerias com o Executivo Municipal melhoraram a estrutura física do armazém.

Novas parcerias surgiram através dos convênios firmados com a Seag, quando foi implantada a balança rodoviária e adquiridos dois caminhões, extremamente úteis para o escoamento da produção.

A entidade ainda disponibiliza técnico agrícola para prestar assistência técnica sem nenhum ônus aos cooperados.

A Cafeicruz foi convidada em 2010 a participar em parceria com o Banco do Brasil e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), por meio do Desenvolvimento Regional Sustentável (DRS) do Banco do Brasil de um projeto de expansão da infraestrutura de produção, beneficiamento, armazenagem e de comercialização do café; ampliação da assistência técnica aos cooperados; e utilização da estrutura de recepção e abrigo das embalagens plásticas de defensivos e assemelhados para descarte desse tipo de material.

Por meio desse projeto, foi ampliada a estrutura da área de estocagem construindo-se um novo

armazém, além de adquiridos maquinários de preparação e classificação do café e implantada a subestação de energia elétrica. A assistência técnica foi ampliada aos cooperados, de forma que 100% do quadro social ativo possam ser atendidos.

Contemplou ainda a estruturação da recepção e abrigo das embalagens plásticas de defensivos e assemelhados, localizada em Rio do Norte, no Município de Linhares/ES. O descarte adequado desse tipo de material evita a contaminação dos mananciais.

### 3.19 COOPERATIVA DOS CAFEICULTORES DO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (CAFESUL)

A Cafesul é uma cooperativa formada predominantemente por agricultores familiares, cuja sede está situada no Município de Muqui, mas também tem atuação nos municípios vizinhos de Mimoso do Sul, Cachoeiro de Itapemirim, Jerônimo Monteiro, Atílio Vivácqua e Anchieta.

Foi fundada em 1998 e, desde 2008, desenvolve um projeto chamado Desenvolvimento Regional Sustentável (DRS) para a cadeia do café em parceria com o Banco do Brasil e a Fundação Banco do Brasil.

Esse projeto desenvolveu ao longo desses anos diversas atividades de melhoria da qualidade e produtividade do café com capacitações, dias de campo, em parceria com órgãos, como Incaper, Senar-ES, OCB/Sescoop-ES, Sebrae-ES, abertura de novos mercados e estruturação física da cooperativa.

Em 2008, a cooperativa conseguiu uma Certificação Internacional *Fairtrade*. Quando atendidas diversas condicionantes ambientais e sociais, tem-se como resultado um melhor preço no café, bem como um prêmio social a ser reinvestido na cooperativa e nas comunidades onde ela atua.

Atualmente, ela está iniciando um projeto com a Nespresso, uma subsidiária da Nestlé, para se certificar no TRIPLE AAA para fornecimento de cafés de qualidade superior para as cápsulas de monodose da empresa.

A cooperativa realiza anualmente um concurso de qualidade de café conilon, que já está na quarta edição e tem colhido excelentes resultados com cafés com pontuação acima de 80. Esses cafés estão

sendo levados para feiras internacionais, onde foram degustados e elogiados por degustadores renomados. Já foram vendidos lotes para pequenas e médias cafeterias e torrefações no Brasil, que estão fazendo *blends* com cafés arábicas especiais.

Atualmente, está executando um projeto em parceria com a Fundação Banco do Brasil de Recuperação de Nascentes e Conservação de Solos. O projeto está sendo executado por técnicos da própria Cafesul, em parceria com os técnicos do Incaper local.

Nesse projeto, há investimentos para construção de um viveiro de mudas, distribuição de *kits* compostos de estacas e arame para cercamento das áreas, fornecimento de mudas para os produtores, capacitação de produtores e técnicos em técnicas de preservação de água e solo, além de horas de máquina para construção de caixas-secas nas estradas das lavouras dos cooperados.

Até o momento, foram construídas 154 caixas-secas com capacidade de armazenamento de até 1.164.000 L de água em 3,9 km de estradas preparadas para evitar a erosão e preservar o solo. Foram atendidos 15 produtores, e a meta é atender mais 50 até o final do projeto.

### 3.20 SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO ESPÍRITO SANTO (SEBRAE-ES)

Desde a década de 90, o Sebrae vem criando ambiente favorável para o desenvolvimento e aperfeiçoamento das atividades econômicas do Brasil, nos aspectos de gestão, inovação, empreendedorismo e mercado.

Dentro desse cenário, está a agropecuária brasileira, que começou a receber ações para a melhoria da atividade, mostrando sua força e capacidade de inovar e acessar novos nichos de mercado para os produtos diferenciados.

Nesse mesmo momento, aparece o café conilon ganhando alta produtividade e cada vez mais qualidade, carecendo de ações que possam promover esse produto ainda mais, além de estruturar sistemas gerenciais e mercadológicos para a sua produção.

Foi com esse cenário que o Sebrae-ES, juntamente com os parceiros do setor, constituiu, no final de

2013, o Programa de Estimulo à Produção de Cafés Especiais do Espírito Santo que ganhou aprovação de especialistas capixabas e nacionais para mostrar ao Brasil e ao mundo a capacidade do Estado na produção de cafés especiais.

Os cafés do Espírito Santo possuem atributos que os diferenciam daqueles comercializados em bolsas de mercadorias em grandes volumes padronizados. Tais propriedades podem estar relacionadas às suas características físicas, químicas e sensoriais. Contudo, também envolvem critérios sociais, ambientais e econômicos, relacionados à sustentabilidade com que a atividade é conduzida.

Como resultado, o Sebrae-ES pretende apoiar as iniciativas de produção de cafés conilon especiais para que os principais mercados consumidores desse produto possam conhecer essa nova especialidade capixaba, que é ser também um grande produtor de micro lotes de cafés especiais.

### 3.21 PREFEITURAS MUNICIPAIS DA ÁREA PRODUTORA DE CAFÉ CONILON

As prefeituras, no conjunto, têm se constituído numa das principais parceiras na difusão de tecnologias em geral e no fomento das variedades melhoradas de café conilon. Atualmente contemplam, parcela significativa de jardins clonais e viveiros de mudas de café no Espírito Santo.

Representadas por suas Secretarias Municipais de Agricultura ou afins, desenvolvem com o Incaper e demais entidades e representantes locais amplos Planos Municipais de Desenvolvimento Rural, a maioria das vezes discutidas e aprovadas pelos Conselhos Municipais, que têm contemplado programações importantes para o desenvolvimento da cafeicultura de conilon nos municípios maiores produtores de conilon.

Ultimamente, as prefeituras têm ampliado sua estrutura técnica com a contratação de profissionais, aquisição de equipamentos de informática e intensificado sua atuação no campo da assistência técnica e extensão rural através de convênios com o Incaper, com o objetivo específico de promover um trabalho integrado, articulado e compartilhado desse serviço.

Essa parceria com o Incaper tem proporcionado uma qualificação mais adequada desses profissionais das prefeituras sob o ponto de vista tecnológico, metodológico e na elaboração de projetos de crédito. Os resultados dessa ação conjunta são fundamentais para ampliar e qualificar a assistência técnica e a extensão rural aos produtores.

As prefeituras têm promovido e participado de parcerias na organização de eventos, fóruns de debate de políticas públicas e encontros de produtores, com o propósito de criar um canal de comunicação com os agricultores e acelerar a adoção de tecnologias transformadoras.

### 3.22 BANCO DO BRASIL (BB)

Desde a década de 70, o Banco do Brasil financia a produção de café conilon no Espírito Santo. No início, foram financiamentos para a implantação de lavouras, sob assistência do extinto IBC. Depois, vieram outras linhas de crédito, nas quais os cafeicultores se apoiaram para introduzir novas tecnologias e vencer algumas crises de preços.

Atualmente, o BB dispõe de várias modalidades de financiamento para o atendimento das necessidades da cafeicultura.

As linhas de custeio financiam as despesas do dia a dia durante a produção do café, permitindo recursos para utilização em qualquer período da atividade. Na safra 2013/2014, só no Espírito Santo, foram assinados mais de 14 mil contratos de custeio totalizando um montante de R\$ 427 milhões (Tabela 1).

Nesse mesmo período, através das linhas de

investimento, foram liberados mais de R\$ 124 milhões para a implantação e renovação dos cafezais, que ampliaram a produção e trouxeram mais qualidade de vida para os cafeicultores (BANCO DO BRASIL, 2014).

Para a comercialização da produção, as linhas de crédito disponíveis permitiram melhor controle do fluxo de caixa. Com dinheiro no bolso, o produtor de café do Espírito Santo pôde esperar o melhor momento para comercializar a safra e, nessas linhas, o Banco do Brasil emprestou mais de R\$ 89 milhões.

A cafeicultura possui fundamental importância para o desenvolvimento do Espírito Santo. Por isso, o banco se orgulha de ser o principal parceiro do agronegócio local, oferecendo um amplo portfólio de produtos e serviços adequados às necessidades de todo o segmento, desde o mini e pequeno produtor às grandes empresas agroindustriais.

Com essa parceria, estimula-se o empreendedorismo no campo, viabiliza-se a incorporação de novas tecnologias e o aumento da produtividade. E o resultado desse trabalho conjunto contribui, decisivamente, para a ampliação das oportunidades de emprego e renda, aumento das exportações e a promoção do desenvolvimento regional sustentável.

### 3.23 BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB)

Desde março de 1999, o Banco do Nordeste atua no Estado do Espírito Santo. Atende a 28 municípios do norte do Estado e sete na região metropolitana da Grande Vitória. Conta atualmente com cinco agências, das quais quatro são designadas Plenas

**Tabela 1.** Recursos aplicados pelo Banco do Brasil na cafeicultura capixaba, por ano safra

Ano/Safra	Custeio		Investimento		Comercialização		CPR		Total	
	Contratos (n°)	Valor (R\$)	Contratos (n°)	Valor (R\$)	Contratos (n°)	Valor (R\$)	CPR n°	Valor (R\$)	Contratos (n°)	Valor (R\$)
2008/2009	21.089	222.816.450	611	15.814.637	183	33.560.126	-	-	21.883	272.191.213
2009/2010	21.025	255.810.238	1.187	48.154.162	143	22.801.999	11	23.350.000	22.366	350.116.399
2010/2011	19.350	278.365.989	1.211	47.350.942	87	11.229.688	22	19.775.000	20.670	356.721.619
2011/2012	16.630	299.182.454	1.523	74.524.327	99	60.710.762	6	11.950.000	18.258	446.367.543
2012/2013	16.946	371.538.166	2.356	80.086.815	122	87.253.669	-	-	19.424	538.878.650
2013/2014	14.702	427.166.767	4.211	124.213.025	138	89.652.491	2	17.170.000	19.053	658.202.283

Fonte: Banco do Brasil (2014).

**Notas:**

1. Valores com base em financiamentos totais à cafeicultura, contratados no período compreendido entre 1 de julho de um ano a 30 de junho do ano seguinte.
2. Os valores de financiamentos para investimentos não consideram os direcionados para máquinas, equipamentos, tratores e implementos.
3. Não há separação entre conilon e arábica. Todavia, o primeiro representa cerca de 75% do volume total.



nos Municípios de Colatina, Linhares, Nova Venécia e São Mateus, além de uma Especializada em Vitória. Em 2015, outras duas do tipo Plenas foram instaladas nos Municípios de Barra de São Francisco e Pinheiros. A ampliação da capilaridade no Estado contribui cada vez mais para alavancar o perfil de vários negócios na região.

Dentro da referida área de atuação para o interior do estado, encontram-se os Municípios de: Águia Doce do Norte, Águia Branca, Alto Rio Novo, Baixo Guandu, Barra de São Francisco, Boa Esperança, Colatina, Conceição da Barra, Ecoporanga, Governador Lindenberg, Jaguaré, Linhares, Mantenedópolis, Marilândia, Montanha, Mucurici, Nova Venécia, Pancas, Pedro Canário, Pinheiros, Ponto Belo, Rio Bananal, São Domingos do Norte, São Gabriel da Palha, São Mateus, Sooretama, Vila Pavão e Vila Valério. Na região metropolitana, atende os Municípios de: Cariacica, Guarapari, Fundão, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória.

O BNB vem apoiando as mais diversas cadeias produtivas do Estado através do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), com atendimento prioritário para a agricultura familiar e os micro, mini e pequenos empreendimentos urbanos.

Cumprindo o papel de banco de desenvolvimento, busca constantemente fortalecer as parcerias institucionais, a exemplo do acordo de cooperação que mantém com o Sebrae para ações conjuntas visando a pulverização do crédito na sua área de atuação. Dessa forma, é válido registrar que nesses 15 anos de atuação no Estado do Espírito Santo, foram aplicados R\$ 1,83 bilhão, distribuídos em 20.888 operações de crédito.

A cafeicultura se destaca no Espírito Santo como uma das principais atividades geradoras de renda na área rural. Dessa forma, o BNB apoia os produtores da região, tendo investido, nesse período, o total de R\$ 131.942 milhões em 2.169 operações (BNB, 2014).

### 3.24 BANCO DE DESENVOLVIMENTO DO ESPÍRITO SANTO (BANDES)

O Bades foi criado no final dos anos 60 com a finalidade de contribuir para a recuperação da economia do Espírito Santo, que passava por sua

mais grave crise social – efeitos da crise cafeeira e da política de erradicação de cafezais.

Desde então, participa de maneira efetiva na articulação e fomento da política agrícola do Estado. Participou de vários programas nessas últimas décadas que culminam com os bons frutos colhidos atualmente pela cafeicultura capixaba.

Desde o início de suas atividades, incentivou os programas de melhoria da qualidade e da produtividade do café. Nos anos 70, a sua atuação já se voltava para o crescimento da produção sem promover o aumento da área plantada. Outro bom exemplo de seu desempenho foi a implantação da Realcafé, para que ela viesse a se constituir como empresa âncora da cadeia do conilon comprando café, estimulando o plantio e promovendo a melhoria da qualidade desse produto.

Na década de 1990, o Bades participou da Câmara Setorial do Café e do Recafé (Programa de Revitalização da Cafeicultura Capixaba). Nesse período, avançou-se na compreensão de que o modelo tecnológico praticado na cafeicultura estadual possuía imperfeições desde a implantação das lavouras até o tratamento do produto após a colheita, com reflexo negativo na produtividade e na qualidade do produto.

O banco compreendia que poderia contribuir nesse processo de mudança de padrão tecnológico. Assim, voltou seus financiamentos a investimentos que promoveram o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade do café, reforçando seu compromisso com a agregação de valor e com a diversificação das atividades no meio rural, sob condições de sustentabilidade.

Nesse particular, a agricultura familiar é um dos principais focos de atuação do Bades, o qual reforça o relacionamento com a Seag, Incaper, secretarias municipais de agricultura e demais parceiros.

Em volume de recursos aplicados no setor rural, desde 2005, o banco financiou cerca de R\$ 1,4 bilhão em investimentos (corrigidos pelo IPCA), e mais de R\$ 850 milhões foram aplicados na cafeicultura, dos quais R\$ 550 milhões destinados ao café conilon. Em número de operações, foram 35.650 no setor rural, sendo 25.200 para a cafeicultura, das quais 16.400 em apoio ao conilon (BANDES, 2014).

### 3.25 SISTEMA DE COOPERATIVA DE CRÉDITO DO BRASIL (SICOOB/ES)

O Sicoob, principal repassador de recursos do Fundo de Defesa da Economia Cafeeira (Funcafé) no Espírito Santo, atua no Estado, desde 1989 e é a única instituição financeira da qual o cliente é dono. Portanto, o associado encontra facilidade de acesso aos produtos e serviços em condições muito vantajosas e a custos competitivos em relação ao mercado tradicional.

Até o início de 2006, a atuação do Sicoob no Espírito Santo foi voltada, principalmente, para o agronegócio. Em 2007, começou a funcionar como cooperativa de livre admissão, passando a ter pessoas físicas e jurídicas de todos os segmentos da economia como associados.

No Espírito Santo, o café representa 60% da carteira de crédito rural do Sicoob, que disponibiliza linhas direcionadas ao pequeno, ao médio e ao grande produtor. As cooperativas vinculadas ao Sicoob disponibilizam recursos do Funcafé para pagamento das despesas da lavoura, para todas as etapas relacionadas à colheita e para a armazenagem do café. Também são realizados investimentos com o objetivo de financiar as despesas de implantação da cultura, tais como mudas, mão de obra e irrigação.

Em 2014, foram aplicados R\$ 434 milhões na cafeicultura, R\$ 246 milhões a mais do que em 2011 (Tabela 2). Nesse período, o volume de negócios alcançou a cifra de R\$ 1,2 bilhão (SICOOB/ES, 2014).

As ações direcionadas ao desenvolvimento do agronegócio não se restringem à concessão de crédito. A maior rede bancária privada do Espírito Santo incentiva iniciativas voltadas para a melhoria da qualidade do café. Uma das ações nesse sentido

é o patrocínio de eventos como o Simpósio Brasil Café Conilon, realizado periodicamente pela Coobriel, no Município de São Gabriel da Palha.

Maior instituição financeira cooperativa do Brasil, com mais de 2,9 milhões de associados, o Sicoob atende a empresas e pessoas físicas e trabalha com os mesmos produtos e serviços que os bancos.

### 3.26 BANCO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (BANESTES)

Sob a denominação de Banco de Crédito Agrícola do Espírito Santo, começa em 1937, a base de toda uma história de sucesso sempre consolidando a marca Banestes, a qual teve início ao lado do homem do campo fomentando suas atividades agropecuárias via Crédito Rural Educativo, mediante créditos com assistência técnica aos empreendimentos assistidos.

São 78 anos de proximidade com os produtores rurais do Estado, sempre visando a uma oferta de crédito oportuna, suficiente e adequada ao meio rural.

O Banestes atual é sem dúvida um forte incrementador do crédito rural, com aplicações pulverizadas em todas as categorias de produtores, notadamente de pequenos e médios.

Além de financiar fortemente o custeio agropecuário, ou seja, aquisição de insumos e serviços, o banco participa ativamente nos financiamentos destinados a investimentos agropecuários compreendendo formação de lavouras diversas, fruticultura, cafeicultura, construção e reformas de benfeitorias, aquisição de tratores, animais bovinos, máquinas, implementos, entre outros.

**Tabela 2.** Valores financiados para a cafeicultura pelo Sicoob/ES, de 2011 a 2014

Ano	Custeio*		Investimento		Total (R\$ mil)
	Operações (nº)	Valor (R\$ mil)	Operações (nº)	Valor (R\$ mil)	
2011	8.381	183.221,00	144	4.332,00	187.553,00
2012	8.528	235.969,00	269	9.518,00	245.487,00
2013	9.832	331.779,00	279	13.023,00	344.802,00
2014	10.467	422.698,00	183	11.330,00	434.028,00
Total	37.208	1.173.667,00	875	38.203,00	1.211.870,00

Fonte: Sicoob/ES (2014).

\*Nota: Os valores de comercialização estão considerados com os de custeio.

Em junho de 1962, a carteira agrícola do banco ganhou estruturação ampliada, abrangendo também a parte industrial do setor, fazendo do Banestes um valioso sustentáculo na disseminação das atividades agropecuárias e agroindustriais no Estado.

O financiamento do setor rural tomou novo fôlego a partir de 2003, com a reativação da Gerência de Crédito Rural do Banestes. A medida foi fundamental para o crescimento dessa linha de financiamento, que passou a dispor de uma área específica na administração desse tipo de recurso.

O Crédito Rural Banestes, graças à capilaridade de sua rede de atendimento, está ao alcance do produtor rural em todo o Estado. A instituição está presente em todo o território capixaba, por onde se distribuem, atualmente, 132 Agências.

Na carteira de Crédito Rural Banestes, o café tem fatia representativa. Basta dizer que, dos recursos destinados ao campo em 2014, que atingiram o valor de R\$ 181 milhões, R\$ 116 milhões (ou 64%) foram aplicados na cafeicultura (arábica e conilon). O café conilon, por sua vez, absorveu R\$ 59 milhões (ou 51%) do total aplicado na atividade. Desde o início de 2003 até final de 2014, o Banestes destinou à cultura do café conilon um total de R\$ 712,8 milhões, que abrangem 27.352 contratações perfazendo uma média por operação de R\$ 26 mil, consolidando-se como grande aplicador de recursos de crédito rural na cafeicultura (BANESTES, 2014).

A importância da carteira de Crédito Rural do Banestes, que trabalha com quase a totalidade de seus recursos próprios (mais de 90%) vai além do caráter comercial, pois tem o produtor rural como um parceiro, ao qual garante apoio para aumentar a sua produtividade e diversificar as suas explorações agrícolas, sempre com o objetivo principal de contribuir para a melhoria da qualidade de vida das famílias rurais.

Como banco público estadual, está engajado nas reais necessidades do setor rural, sempre seguindo as políticas planejadas, coordenadas e executadas pelo Governo do Estado. O Crédito Rural Banestes é instrumento que vem cumprindo importante papel social, possibilitando ao homem do campo a geração de riqueza e renda com sustentabilidade.

### 3.27 FEDERAÇÃO DOS TRABALHADORES NA AGRICULTURA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (FETAES)

Entidade sindical de segundo grau, filiada à Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (Contag) e à Central Única dos Trabalhadores (CUT). Representa cerca de 400 mil trabalhadores rurais (agricultores familiares, assalariados e aposentados rurais), com abrangência em 98% dos municípios capixabas, por meio de 60 sindicatos de trabalhadores rurais e suas extensões de base.

Uma dessas entidades representativas de trabalhadores na agricultura é o Movimento Sindical de Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais (MSTTR), o qual tem construído estratégias operacionais para incidir nas principais cadeias produtivas do Estado, especialmente a do café conilon, pela sua importância na geração de empregos e na composição da renda dos agricultores familiares.

As ações dessas entidades têm sido pautadas por meio de assistência técnica pelos sindicatos filiados, na organização da produção através da abordagem associativa (associações e cooperativas de crédito, produção e comercialização), na capacitação dos agricultores e técnicos na qualificação do produto, na abertura de novos canais de comercialização e nas políticas de fortalecimento de crédito e produção.

Também é pauta presente no movimento sindical a busca pela conquista e garantia dos direitos trabalhistas dos assalariados rurais que atuam na cadeia produtiva do café, bem como em outras. Essas pautas têm gerado formações/capacitações sobre direitos trabalhistas, atualização de diagnóstico das relações de trabalho, avanço no processo de negociação coletiva, atendendo as demandas dos trabalhadores, principalmente na cadeia produtiva do café conilon.

### 3.28 SINDICATO DA INDÚSTRIA DE TORREFAÇÃO E MOAGEM DE CAFÉ DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (SINCAFÉ)

As atividades do Sincafé, que representa as empresas capixabas de café, tiveram início em

12 de fevereiro de 1958. A entidade é filiada à Associação Brasileira da Indústria de Café (Abic), atua como integrante do Conselho Consultivo e Conselho Gestor da Instituição e participação no Conselho Estadual do Café.

O sindicato compõe a Câmara Setorial das Indústrias de Alimento e Bebidas, responsável por ações voltadas para a eliminação de gargalos inibidores da competitividade dos Arranjos Produtivos Locais (APLs). Atua firmemente nas ações empreendidas por órgãos reguladores, principalmente nas ações fiscais direcionadas a setores industriais, que requeiram a atuação política e técnica para minimização dos impactos.

O Sincafé, atualmente com 22 empresas torrefadoras associadas, tem desempenhado um importante papel no que tange ao desenvolvimento do agronegócio do café realizando ações e programas, tendo em vista o crescimento do consumo interno, a valorização da qualidade, o fortalecimento das indústrias e a união das entidades de agronegócio do café.

Os avanços tecnológicos recentes voltados para a cultura do café conilon, cujo predomínio produtivo localiza-se no Espírito Santo, foram muito expressivos, principalmente com a produção crescente do café conilon especial.

A demanda do café conilon especial vem aumentando no mercado brasileiro, e a maior procura pelo produto é decorrente das indústrias de cafés torrado e moído, que o utilizam em *blends* com o arábica. Com o crescente avanço do consumo de café em cápsulas, a expectativa é de que a produção do conilon especial aumente.

O café conilon especial possui atributos que vão desde características físicas, como origens, variedades, cor e tamanho até preocupações ambientais e sociais, como o sistema de produção e as condições de trabalho da mão de obra cafeeira.

Foi dentro desse quadro que o Sincafé, em parceria com a Federação das Indústrias do Espírito Santo (Findes), Sebrae-ES, Bandes, Seag, Cetcaf, Incaper, Faes, Centro do Comércio de Café de Vitória (CCCV) e OCB-ES, instituiu o Programa de Estímulo à Produção de Comercialização de Cafés Especiais do Espírito Santo, cujo público-alvo são os produtores de cafés sediados nas regiões cafeeiras

do Espírito Santo (Serrana, Caparaó, Sul, Noroeste e Litoral Norte) e micro e pequenas empresas de cafés torrado e moído.

Os principais objetivos do programa são: certificar 2.500 propriedades cafeicultoras; produzir 500 mil sacas de café de qualidade e/ou sustentável, com certificação; fomentar a produção de cafés especiais (superior, *gourmet* e sustentável) nas indústrias de café torrado e moído; e valorizar a utilização do café conilon de qualidade aumentando a sua participação nos *blends* de cafés especiais.

Com esse programa, o Sincafé apoiará, de maneira crescente, os produtores de café conilon especial e suas associadas torrefadoras com o objetivo de solidificar o produto como um diferencial do Espírito Santo no Brasil e no exterior.

### 3.29 FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (FAES)

A Faes é uma entidade privada, filiada à Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Foi criada em 1951, e congrega atualmente 54 sindicatos rurais patronais ativos no Espírito Santo.

Está presente em todos os municípios do Estado por extensão de base do município sede do sindicato. Representa cerca de 35 mil produtores capixabas, grande parte dos quais trabalha com café conilon.

Legítima representante da classe produtora rural em diversos organismos públicos e privados, a Faes tem assento em 83 entidades governamentais e não governamentais, com destaque para a representação volante do Conselho Deliberativo da Política Cafeeira Nacional (CDPC) e do CNC.

Seu poder de articulação com as entidades componentes do agronegócio café conilon, associado à sua capacidade de mobilização de produtores através de seus sindicatos, tem se constituído em fator preponderante no processo de transferência de tecnologias aos cafeicultores.

Portanto, sua representação e atuação sobre os cafeicultores, ao longo dos anos, posicionam e credenciam a entidade como uma das responsáveis pelo avanço da cultura de conilon no Estado.



### 3.30 SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR/ES)

Instituição de direito privado e paraestatal, é mantida pela classe patronal rural e vinculada à Faes.

Tem como principal objetivo realizar a educação profissional e a promoção social das pessoas do meio rural, contribuindo para o aumento da renda, a integração e a ascensão social das pessoas, a partir de princípios de sustentabilidade, produtividade e cidadania, colaborando para o desenvolvimento socioeconômico do Estado.

Nos últimos cinco anos, a entidade realizou 460 treinamentos sobre cafeicultura, beneficiando 8.316 pessoas, especialmente trabalhadores e produtores rurais (SENAR, 2014). Assim, tem contribuído fortemente para avanço da cafeicultura do Estado.

Em 2015, o Senar iniciou no Estado do Espírito Santo o Programa de Assistência Técnica e Gerencial atendendo a 425 propriedades rurais que têm na cafeicultura sua principal atividade econômica e que não são assistidas de forma continuada por nenhum outro programa de assistência técnica.

Os produtores rurais inseridos no programa são assistidos por técnicos que oferecem orientações técnicas, auxiliam na construção de um planejamento estratégico com definição de indicadores econômicos e sociais para cada propriedade, identificam as capacitações que serão realizadas pelo Senar com ações de formação profissional rural, fazem a aferição da evolução dos indicadores, tudo com o objetivo final de elevar a produção, a produtividade e a rentabilidade, buscando sustentabilidade, eficiência, eficácia e melhoria da qualidade de vida das pessoas envolvidas na atividade.

### 3.31 CENTRO DO COMÉRCIO DE CAFÉ DE VITÓRIA (CCCV)

O CCCV tem como missão fortalecer o setor cafeeiro no Estado, representando as empresas que comercializam o produto nos mercados interno e externo.

Como associação de classe de âmbito estadual e sem fins lucrativos, congrega e representa os comerciantes, exportadores, além de armazéns gerais e corretoras de café do Estado do Espírito

Santo.

Buscando sempre uma representação de excelência para o setor, o CCCV trabalha a defesa da livre iniciativa, a união do desenvolvimento do mercado de café, a padronização tecnológica para melhorar a qualidade e a produção de café do Estado, além da pesquisa e divulgação de mercado cafeeiro.

Atualmente, funciona como agência certificadora de origem das exportações de café pelo Espírito Santo, outorgada pelo Governo Federal, no âmbito do Acordo Internacional do Café, regido pela Organização Internacional do Café (OIC).

A entidade ainda se encarrega de elaborar e publicar periodicamente as estatísticas de exportação pelo Espírito Santo e de preços de café praticados em Vitória. A cotação diária do café e a oferta de cursos de classificação e degustação de café são outros serviços prestados.

Produtores rurais de diferentes municípios têm a oportunidade de participar do Curso de Classificação e Degustação de Café, realizada pelo CCCV em parceria com a Abic, o Centro de Desenvolvimento Tecnológico do Café (Cetcaf) e o Incaper.

A parceria com o Cetcaf proporciona também encontros com produtores rurais de todos os municípios produtores de café do Estado, com cooperativas e com lideranças do segmento, além da participação em seminários, eventos e fóruns para debater diferentes questões relacionadas à cadeia produtiva do café.

Desde sua fundação até outubro de 2014, o CCCV formou diversos profissionais nas áreas de classificação e degustação de café. Entre 2011 e outubro de 2014, 13 turmas foram contempladas com a capacitação.

Outra iniciativa apoiada pelo CCCV é o Criança do Café na Escola. No Espírito Santo, nos últimos quatro anos, 15 salas de informática foram implantadas em escolas localizadas em municípios produtores de café.

Criado em 2004 por iniciativa do Conselho dos Exportadores de Café (Cecafé), com apoio de empresas exportadoras, o projeto é voltado para o ensino de informática e prevê a doação, entrega e montagem de salas de aula, com dez computadores cada. No Estado, desde a criação do projeto, já são

30 salas, que atendem a 8.264 alunos.

O Centro do Comércio de Café de Vitória tem participado ativamente em parceria com outras entidades para garantir a oportunidade de aprendizado extracurricular e proporcionar novos conhecimentos e contato com a tecnologia, ampliando as possibilidades de conhecimento dos alunos das escolas rurais.

### 3.32 CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CAFÉ (CETCAF)

O Cetcaf é uma entidade não governamental, sem fins lucrativos e econômicos, criada em dezembro de 1993, com a função precípua de ser o órgão de ligação entre os diversos setores do agronegócio café.

Tem sido um dos grandes articuladores no processo de união da cadeia produtiva do café, em especial do conilon. Exemplo marcante desse trabalho é a aproximação que promove, desde 1994, do setor de produção com os setores da indústria e da exportação, representados pelo CCCV.

As interações entre os segmentos associados ao café têm sido efetivadas de diversas formas e oportunidades, especialmente nos intercâmbios tecnológicos e científicos, através dos eventos, ou mesmo nos fóruns de políticas cafeeiras, como na Câmara Setorial do Café.

Tem pautado suas ações também na modernização tecnológica visando à mudança de perfil da cafeicultura do Estado, com foco na profissionalização do cafeicultor, através da realização de cursos, encontros e simpósios nas diversas regiões produtoras do Estado.

Já conta com a marca de mais de 300 cursos profissionalizantes realizados, além de ter coordenado e executado nove edições do Simpósio Estadual do Café alcançando o patamar histórico de mais de 20 mil cafeicultores partícipes de suas ações (CETCAF, 2014). Contempla, ainda, em seu portfólio de realizações, participações em estudos e diagnósticos, sendo presença marcante em todos os fóruns, discussões e debates de interesse do agronegócio café. Lançou em 2006, em caráter pioneiro, um padrão de bebida que acabou por determinar as qualidades organolépticas do café conilon.

Tem com seu trabalho conquistado posição de destaque no processo de transferência de tecnologia aos cafeicultores do Estado, tanto de conilon quanto de arábica.

### 3.33 EMPRESAS TRISTÃO - REALCAFÉ

Em 1935, o mundo vivia sob o impacto da grande depressão econômica, cujas consequências atingiram profundamente o café, mola propulsora da economia brasileira de então. É nesse cenário que José Ribeiro Tristão chega à cidade de Afonso Cláudio, no Espírito Santo, para abrir uma loja de variedades que teria o nome de seu pai: a Casa Misael, berço das empresas Tristão.

Apostando no café como moeda, Tristão expandiu suas atividades comerciais. Logo, o café tornou-se seu principal negócio, passando a ser exportado em 1960. Naquela ocasião, Jônice Tristão já se encontrava à frente dos negócios, dando prosseguimento à importante obra recebida do pai.

Em 1971, era inaugurada a Realcafé Solúvel do Brasil, arrojado empreendimento que se consolidou como o grande incentivador da produção do café conilon no Espírito Santo.

As empresas Tristão muito se orgulham de ter participado ativamente da história de sucesso protagonizada pelos produtores capixabas que, com muita garra e pioneirismo, conseguiram vencer os mais diversos preconceitos para implantar uma nova cultura de café nas regiões do norte do Estado.

Na década de 1970, a apreensão era generalizada entre os sofridos cafeicultores. Foi então que pioneiros locais, lideranças e autoridades promoveram uma campanha de conscientização entre os produtores incentivando o plantio do robusta. Concluiu-se que uma possível solução era a introdução de uma nova variedade de planta, o conilon, mais resistente às pragas e doenças que poderia ser cultivado em regiões mais baixas e de clima quente.

Mas não havia financiamento nem apoio para o conilon. A grande incerteza era como e para quem vender o robusta se o mercado era pequeno e os preços muito irregulares. O melhor argumento a favor era que a indústria de solúvel, cujo consumo

crescia nos Estados Unidos e na Europa, utilizava esse produto como matéria-prima e poderia ser o canal adequado para o escoamento da produção.

Nessa mesma época, a Tristão rompia a tendência das autoridades federais de autorizar a instalação de indústrias de café solúvel somente em São Paulo, Paraná e Minas Gerais e iniciava a implantação da Realcafé, enquanto a cultura do conilon contava com o empreendedorismo de muitos pioneiros, que assumiram o risco, a contragosto das políticas oficiais.

A resistência ao conilon vinha tanto do Governo quanto das regiões que cultivavam arábica. Temia-se que as lavouras de robusta viessem a substituir os cafés finos, dados os menores custos de produção e elevada produtividade. Nesse panorama, os ousados e pioneiros produtores iniciaram as suas lavouras por sua própria conta e risco, sem qualquer auxílio financeiro do Governo.

A Tristão apoiou e incentivou os produtores a seguirem naquela empreitada, quando o Senhor Jônice Tristão, ao receber nosso saudoso Dr. Eduardo Glazar, então prefeito de São Gabriel da Palha e líder do movimento em prol do conilon, afirmou: “Vocês podem plantar, que eu garanto a compra de todo o café que vocês produzirem”. A Realcafé, na época, estava dimensionada para processar 100 mil sacas de café ao ano, o que absorveria toda a produção do conilon.

Aquele momento, segundo o próprio Dr. Eduardo, tornou-se um marco na trajetória gloriosa do conilon, motivo de orgulho dos capixabas. Atualmente, mais de quatro décadas depois, a Realcafé, agora sob o comando de Sérgio Tristão, industrializa cerca de 400 mil sacas de café a cada ano. O Espírito Santo, por sua vez, tornou-se o segundo maior produtor mundial de robusta, com safras que se aproximam de 10 milhões de sacas.

### 3.34 REDES DE COMUNICAÇÃO

O interesse da mídia capixaba pela atividade cafeeira remonta a quase três décadas. Esse fato é plenamente justificável pela importância econômica e social que o setor representa. No Espírito Santo, o café é notícia. Um exemplo marcante dessa interação é o pioneirismo do Jornal do Campo – TV Gazeta/Globo, que está no ar há 36

anos. Trata-se de um programa especializado na área rural.

Ao longo desses anos, matérias técnicas, boletins diários, reportagens, cadernos especiais e outros assuntos foram exaustivamente utilizados pelos Meios de Comunicação em Massa (MCM): televisão, rádio, jornal, revista e internet, com o objetivo de difundir informações, conhecimentos e tecnologias.

Por se tratar de uma cadeia produtiva em que o Estado se posiciona como líder em avanços tecnológicos e pelo contingente de pessoas envolvidas com a atividade, o café conilon recebe atenção especial. Importantes iniciativas são fundamentais para ampliar o espectro de ações no trabalho profissional de difusão de informações.

Assim como o Jornal do Campo, outros programas, como o ES Rural, da TVE e Agronegócio Capixaba, da TV Capixaba, também são exibidos semanalmente, levando ao público notícias do mundo rural. Mas no dia a dia dos capixabas, as notícias da agricultura estão sempre presentes. Diariamente, os diversos telejornais das emissoras, além das TVs locais (interior), levam às casas das famílias capixabas uma série de matérias de conteúdo qualificado, fundamentais ao processo de socialização da informação.

Nessa mesma direção e propósitos, as rádios contribuem para o processo de difusão de informações numa linguagem informal do cotidiano, estabelecendo um vínculo fiel e duradouro com o ouvinte cafeeicultor. O café conilon no Estado é sempre um excelente tema de discussões e debates.

Além do universo audiovisual, a mídia impressa registra a evolução da cafeicultura do conilon no Espírito Santo. Espalhados pelos 78 municípios capixabas, jornais como A Gazeta, A tribuna, Tribuna do Cricaré, Hoje Notícias, A Notícia, O Diário do Noroeste, O Correio do Estado, Aqui Notícias, ES de Fato, Parada Viva, Folha do Caparaó, o Ponto, Extra Noroeste dão atenção especial à atividade agrícola. Há ainda, outros jornais com periodicidades semanal, quinzenal e mensal.

Nos últimos anos, revistas especializadas em agronegócio, como a Campo Vivo, Procampo e Mundo Rural reservam grande espaço para exibição

de matérias sobre todos os elos da cadeia produtiva do café conilon. Destaca-se ainda a ES Brasil, revista de economia de maior circulação no Estado, que traz artigos e informações sobre o conilon, em praticamente todas as suas edições.

Nenhum outro estado da Federação tem relação tão forte com a cafeicultura. O Espírito Santo “respira café”, e o conilon é o principal responsável por essa ligação. Essa situação é conhecida e multiplicada pela mídia. No interior ou nos grandes centros urbanos, quando numa conversa entre vizinhos, produtores, estudantes, profissionais da área, empresários, investidores, entre outros, há referências sobre o café, não será novidade que surjam algumas manifestações, tais como: “eu vi, eu li, eu ouvi”.

### 3.35 EMPRESAS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA PRIVADAS E PROFISSIONAIS AUTÔNOMOS

São inúmeras e importantes as ações de assistência técnica privada, protagonistas do trabalho de transferência de tecnologia, juntamente com as instituições públicas, e que ajudaram e ajudam sobremaneira a evolução do agronegócio café conilon.

Também são inúmeras as instituições, o campo de atualização e a natureza de seus serviços. Apenas para enfatizar essa importância, porém sem o propósito de esgotar essa temática, citam-se alguns trabalhos que, no conjunto, têm sido fundamentais para promover mudanças na base tecnológica desse produto: as empresas e os profissionais de equipamentos de irrigação, de adubos, agroquímicos, mudas, máquinas e equipamentos de preparo de solos, poda, colheita e pós-colheita.

Outro campo de atuação de empresas privadas e profissionais autônomos que merece destaque é o planejamento, especialmente na elaboração de projetos técnicos, consultoria e assistência técnica.

Reconhece-se, portanto, o esforço e a dedicação do conjunto de empresas e profissionais privados no progresso técnico da atividade cafeeira do Estado do Espírito Santo, especialmente a cafeicultura de conilon.

### 3.36 PRODUTORES EXPERIMENTADORES

Em meio ao grande esforço de geração, difusão e transferência de tecnologias, há de se registrar a importância dos chamados “produtores experimentadores”. Trata-se de uma categoria diferenciada de agricultores que apresentam atributos e visão da atividade que os distinguem dos demais.

Nesse caso, possuem características e aptidão que são afetas e que interessam ao campo da pesquisa. Possuem habilidades e atitudes de observação e interpretação de fatos naturais. Apresentam imaginação criativa, disciplinada e relacionam bem as ideias. Detêm percepção acurada, são interessados e geralmente gostam muito do que fazem. Na maioria das vezes, suas histórias como experimentadores têm origens nas relações iniciais diretas ou indiretas com pesquisadores ou entidades de pesquisas.

No Espírito Santo, a atuação desses produtores é marcante na cultura do café conilon, especialmente na identificação e seleção de clones com características agronômicas interessantes e superiores, manejo e condução de plantas e de ervas daninhas, diferentes arranjos de espaçamento, associação do café com outras espécies, métodos alternativos de controle de pragas e doenças, adubação verde e compostagem orgânica, colheita e secagem.

Apenas para fins de registro, citam-se os trabalhos desenvolvidos pelas famílias Bastos, Bizi, Fiorese e Partelli, além de profissionais autônomos, como José Sebastião Machado Silveira, Francisco Luis da Silva Felner e José Francisco Tauffner.

Porém, para que esses resultados possam ser extrapolados e socializados para o conjunto de agricultores, é recomendável que, pelo menos em sua fase final, sejam avaliados por método científico, e, especificamente, em se tratando de variedade, esta só deva ser disponibilizada após registro no Serviço de Proteção de Cultivares do Mapa.

## 4 SÍNTESE DE RESULTADOS DA EVOLUÇÃO DO ARRANJO INSTITUCIONAL

Ao longo dos 45 anos de formação e consolidação da cadeia produtiva do café conilon, constata-se



que o conhecimento científico sobre a espécie e sua diversidade genética foi o principal fator de sustentação e adensamento do arranjo institucional instalado. Esse arranjo se articula e se fortalece cada vez mais se servindo do conhecimento gerado em todos esses anos.

Esse aparato foi fundamental para extrair da planta as melhores características agrônomicas e industriais nunca antes desvendadas. Recordase que na formação inicial do parque cafeeiro de conilon as primeiras lavouras foram implantadas com tecnologias adaptadas do café arábica.

Partindo praticamente de nenhuma informação ou conhecimento, aos poucos os cafeicultores foram

providos de respaldo científico, e as instituições aprenderam a lidar com a atividade, de forma que atualmente tem-se o maior acúmulo de conhecimento já registrado para qualquer cultura em tão pouco tempo.

Os principais indicadores de evolução no Arranjo Institucional do Café Conilon (AICC) no Espírito Santo, apresentados no Quadro 1, foram agrupados em quatro pilares: produção científica, impacto tecnológico, impacto socioeconômico e dimensão institucional.

A base científica, pilar de toda a evolução do AICC, apresentou um expressivo avanço, tendo partido praticamente da insipiência e insuficiência para um

**Quadro 1.** Balanço dos indicadores de resultados da evolução do Arranjo Institucional do Café Conilon (AICC) no Espírito Santo, 1970/71 e 2014/2015

Indicadores	Início do AICC (1970/1971)	Fase Atual do AICC (2014/2015)
<b>1. Produção Científica</b>		
Base Científica	Adaptada do café arábica	Específica para o café conilon
	Não havia clones avaliados	Cerca de 2 mil clones avaliados
	Plantio somente por “sementes” a partir de lavouras	Mais de 200 jardins clonais implantados, com clones de variedades superiores, além de campos de sementes registrados
	Inexistência de banco de germoplasma	Banco ativo de germoplasma com 500 acessos
Variedades geradas no ES	Não havia	15
Tecnologias geradas	Incipiente	> 50
Conhecimentos gerados	Incipiente	> 4000
<b>2. Impacto Tecnológico</b>		
Área em produção	28,5 mil ha	283,1 mil ha
Produção	< 200 mil sacas beneficiadas	9,95 milhões sacas beneficiadas
Produtividade média do ES	< 7 sc./ha	> 35 sc./ha
Potencial de produtividade	< 25 sc./ha	> 200 sc./ha
<b>3. Impacto Socioeconômico</b>		
Abrangência	15 municípios	64 municípios
Famílias envolvidas (produção)	4 mil	78 mil
Pessoas envolvidas (produção)	12 mil	>200 mil
Propriedades rurais	2 mil propriedades	> 40 mil propriedades
Participação no total de crédito aplicado na agropecuária do ES	0% sobre o total	31,5% sobre o total
VBP-CC (a preços médios de 2014)	R\$ 47,4 milhões	R\$ 2,36 bilhões
<b>4. Dimensão Institucional</b>		
Instituições no AICC	6 Prefeitura de São Gabriel da Palha, Coaabriel, Acares, Realcafé e Igrejas Católica e Luterana	> 40 A maioria citada no item 3 deste capítulo

**Fonte:** Dados estimados pelos autores a partir de publicações geradas pelo Incaper, Conab, IBGE, artigos técnicos, científicos, entre outros.

patamar de vanguarda na geração de conhecimento para a espécie do café conilon. Nas últimas décadas, foram estudados cerca de 2 mil clones, dos quais boa parte se encontra no banco ativo de germoplasma, disponível à ciência, e outros tantos, já testados e incorporados em variedades clonais lançadas, encontram-se disponíveis e em uso pelo setor produtivo, em mais de 200 jardins clonais, distribuídos nas principais regiões produtoras.

Ainda no campo dos indicadores de produção científica, já se registra mais de 50 tecnologias geradas e em uso pelos cafeicultores, com base em mais de 4 mil conhecimentos desenvolvidos ao longo da formação do AICC. Nesse portfólio científico, destaca-se a disponibilização de 15 cultivares/variedades superiores, amplamente utilizadas pelo setor de produção agrícola.

A produção científica, associada a um exemplar trabalho conjunto na área de transferência de tecnologia desenvolvido pelas diversas instituições que compõem AICC, impactou positivamente os principais indicadores do setor de produção. Em pouco mais de quatro décadas, a produção ampliou 50 vezes, saindo de menos de 200 mil para quase 10 milhões de sacas beneficiadas, enquanto, nesse período, a área em produção cresceu apenas 10 vezes, de 28,5 mil para 283,1 mil ha.

Assim, constata-se uma verdadeira revolução tecnológica na cafeicultura de conilon no Espírito Santo, pois a produtividade, que mede a eficiência na apropriação do conhecimento gerado, aumentou, em média, cinco vezes, saltando de menos de sete para mais de 35 sacas beneficiadas produzidas por hectare.

Esse avanço tecnológico tem reflexo positivo direto nos indicadores dos impactos socioeconômicos, que estão distribuídos na maior parte do território capixaba. De 15 municípios produtores no início do AICC, atualmente já se registra cultivo de café conilon em 64 dos 78 municípios do Espírito Santo. Em 50 desses, é a principal atividade agrícola geradora de renda e emprego no campo.

Atualmente, são mais de 40 mil propriedades rurais produzindo café conilon, um número, pelo menos, 20 vezes superior ao verificado no início da década de 1970. Nessa ampliação de abrangência, houve um incremento proporcional na ocupação das pessoas no setor de produção, que saiu de 4 mil

para 78 mil famílias e de 12 mil para mais de 200 mil pessoas envolvidas na atividade.

Nos primeiros cinco anos do AICC, a cafeicultura de conilon não era contemplada com a política de crédito rural. E, dessa ausência de crédito, nos dias atuais, os cafeicultores de conilon tornaram-se os maiores tomadores de recursos para a renovação das lavouras nas novas bases tecnológicas. Somente em 2014, foram aplicados R\$ 850 milhões de crédito contratado, o que representa 31,5% do montante total no Espírito Santo.

O Valor Bruto da Produção de Café Conilon (VBPP-CC), espécie de faturamento dos cafeicultores, pois mede o valor da produção agrícola a preços de mercado, foi de R\$ 2,36 bilhões em 2014, colocando essa espécie de café na liderança desse indicador, entre todas as atividades agrícolas. Esse montante correspondeu a cerca de 29% do Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBPA) de todo o Espírito Santo.

Contudo, pode-se inferir que essa evolução científica, tecnológica e socioeconômica foi acelerada e otimizada a partir da interação e integração de instituições que trabalharam em parceria, com foco e planejamento compartilhados, em que adesões espontâneas foram surgindo ao longo do tempo, passando de seis organizações pioneiras para mais de 40 atuantes no AICC.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Instituições compromissadas, articuladas e interagindo entre si são fundamentais para o processo de desenvolvimento de qualquer arranjo produtivo.

Entre tantos fatores que explicam o sucesso do café conilon no Estado do Espírito Santo, alguns são atribuídos à organização, ao comprometimento e à união entre as instituições que compõem esse arranjo, que são plenamente notórios e que dão robustez e visibilidade mundial ao produto.

No Estado, essas instituições podem ser agrupadas didaticamente em três grandes pilares ou áreas de apoio: 1) aquelas que lidam com a geração, difusão e transferência de tecnologias, informações e conhecimentos, incluindo nesse item as que atuam no ensino, treinamento e capacitação de agentes; e 2) as que operam no importante campo

da representação dos produtores e 3) aquelas que cumprem papel fundamental de articulação interinstitucional.

Ressalta-se que esse agrupamento não limita o campo de atuação institucional em apenas uma área de atuação. Existem muitas ações de natureza transversal, especialmente quando a ação é relacionada à capacitação e treinamento, por se tratar de tema comum a várias instituições. A presente classificação é apenas um exercício didático para se compreender e valorizar mais adequadamente esses papéis.

Na área de geração e transferência de tecnologia, o Brasil e o mundo do café reconhecem que o Estado do Espírito Santo, através de suas instituições do gênero, é o principal protagonista, liderando as ações nesse campo. Essa posição de destaque fica patente em várias oportunidades, tais como: inúmeras titularidades nos acúmulos dos resultados de pesquisas desenvolvidas nos últimos 30 anos; parcerias com instituições nacionais e internacionais de pesquisa e inovação tecnológica; visitas ao Estado de missões de vários países produtores de conilon; prêmios de ciência e tecnologias conquistados; e o acervo de publicações técnicas científicas editadas, que sustentam a base referencial e o nível tecnológico em que se assenta o desenvolvimento do parque cafeeiro estadual. Na Conferência Internacional de *C. canephora*, realizado em Vitória, em 2013, essa hegemonia do Estado do Espírito Santo ficou patente.

Na área de articulação e representação institucional, pode-se afirmar que, atualmente, há no arranjo produtivo do café conilon, um conjunto de organizações que atuam como facilitadores ao promover e praticar a cultura da cooperação e da parceria para o seu desenvolvimento. O sentido vigente é o de construção de um ambiente muito favorável ao seu crescimento e proteção via disseminação e incorporação de informações e conhecimento.

Nesse lócus de atuação, muitas instituições, ao longo dos anos, esforçam-se para facilitar, cooperar e estabelecer parcerias e até compartilhar recursos e materiais ou apenas disponibilizar sua marca, demonstrando uma atitude de concertação na busca de construir consensos, administrar conflitos

e integrar ações.

Essa postura trouxe capacitação para o desenvolvimento institucional, mudança de comportamentos e modernização da gestão para que elas pudessem representar bem seus papéis de articuladoras, extraíndo uma infinidade de compensações positivas para o arranjo.

Também se observa, na evolução do arranjo institucional, a construção de novas institucionalidades, para dentro e para fora, criando o desejo de contribuir, participando proativamente de fóruns, comitês e câmaras setoriais ou de outro espaço de discussão e proposição do gênero, além de participações em eventos promocionais alusivos ao café conilon. O sentido é o de contribuir cada vez mais para o adensamento da cadeia produtiva. Observa-se, de fato, a importância estratégica de articulação institucional no arranjo do conilon.

Fruto da atuação do conjunto de organizações, constata-se uma evolução impressionante quando se confronta os principais indicadores científicos, tecnológicos, econômicos e sociais da atualidade em relação aos existentes no ano de 1970, que marca o início do arranjo institucional do café conilon no Espírito Santo.

## 6 REFERÊNCIAS

- BB. Banco do Brasil. Valores financiados para a cafeicultura do Espírito Santo pelo Banco do Brasil, de 2008 a 2014. Vitória, ES: consulta pessoal à Superintendência do Banco do Brasil/ES. 2014. 2p.
- BNB. Banco do Nordeste do Brasil. Valores financiados para a cafeicultura do Espírito Santo pelo Banco do Nordeste, de 1999 a 2014. Vitória, ES: consulta pessoal à Superintendência do ES/MG. 2014. 2p.
- BANDES. Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo. Valores financiados para a cafeicultura do Espírito Santo pelo Bandes, de 2005 a 2014. Vitória, ES: consulta pessoal ao Bandes. 2014. 2p.
- BANESTES. Banco do Estado do Espírito Santo. Valores financiados para a cafeicultura do Espírito Santo pelo Banestes, de 2013 a 2014. Vitória, ES: consulta pessoal ao Banestes. 2014. 2p.
- CALIMAN, O. *Formação econômica do Espírito Santo: de fragmentos do período colonial à busca de um*

projeto de desenvolvimento. RIGS. Salvador, BA: v. 1, n. 2, p. 37-63, mai./ago. 2012.

CETCAF. Centro de Desenvolvimento Tecnológico do Café. Levantamento da realização de ações de capacitação e treinamento na cafeicultura capixaba. Vitória, ES: consulta pessoal ao Cetcaf. 2014. 2p.

CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ. Disponível em: <<http://www.consorcioquesquisacafe.com.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Café: excelência em gestão e soluções de atividades 2008-2011/Embrapa Café*. - Brasília, DF: Embrapa Café, 2012. 42 p.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. *De Acares ao Incaper: linha do tempo*. Disponível em: <[www.incaper.es.gov.br/quem.somos](http://www.incaper.es.gov.br/quem.somos)>. Acesso em: jun. 2016.

OIC. Organização Internacional do Café. Dados históricos/Estatísticas do Comércio. Disponível em: <[www.ico.org/pt/new\\_historical\\_p.asp](http://www.ico.org/pt/new_historical_p.asp)>. Acesso em: 13 nov. 2015.

PAULINO, A. J.; PAULINI, A. E.; BRAGANÇA, J. B. *Café conilon, mudas clonais: critérios para seleção de plantas matrizes*. Vitória, ES: MAARA, DFAARA/ES. 1994. 17 p.

SENAR/ES. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Levantamento da realização de ações de capacitação e treinamento na cafeicultura capixaba. Vitória, ES: consulta pessoal ao Senar/ES. 2014. 2p.

SICOOB/ES. Sistema de Cooperativa de Crédito do Brasil. Valores financiados para a cafeicultura do Espírito Santo pelo Sicoob ES, de 2011 a 2014. Vitória, ES: consulta pessoal ao Sicoob/ES. 2014. 2p.

SILVA, A. E. S. da; COSTA, E. B. da; FERRÃO, R. G.; De MUNER, L. H.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, L. M. V. Geração, difusão e transferência de tecnologia. In: FERRÃO (Org.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, p. 547-621, 2007.

VERDEBRAS Biotecnologia. *Revista Verdebras*. Linhares, ES: 1995. 24p.

VERDEBRAS Biotecnologia. São Gabriel da Palha, ES: [1994?]. (Folder).

VILLASCHI FILHO, A.; FELIPE, E. S. Políticas estaduais para arranjos produtivos locais no Espírito Santo. In: CAMPOS, R. R.; STALLIVIERI, F.; VARGAS, M. C.; MAOS, M. (Org.). *Políticas estaduais para arranjo*

*produtivos locais*. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editorial. Convênio UFSC/UNISINOS/UNICAMP/UFU/UFF/UFES/UCDB/UCG, p. 257-290, 2010.





10 CUFES

Conilon

Incapar

Incapar

KONILON  
CAPPULABA



# Geração, Difusão e Transferência de Tecnologia para o Café Conilon no Estado do Espírito Santo

Antonio Elias Souza da Silva, Enio Bergoli da Costa, Romário Gava Ferrão,  
Lúcio Herzog De Muner, Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca,  
Liliâm Maria Ventorim Ferrão e Luiz Antônio Bassani

## 1 INTRODUÇÃO

Já se vão mais de quatro décadas que o café conilon é protagonista de uma história de lutas e conquistas, de uma trajetória marcada por estigmas e sucessos passando de uma posição de coadjuvante para ocupar lugar de destaque na economia capixaba e nacional.

A performance atual da cadeia produtiva desse produto está especialmente ligada a diversos fatores: a saga dos pioneiros da atividade, o empreendedorismo das lideranças rurais, a atuação dos produtores experimentadores, o conjunto de conhecimentos, tecnologias e inovações geradas pelas pesquisas, a interação do arranjo institucional existente, os serviços de assistência técnica e extensão rural públicos e privados com suas metodologias de abordagens diferenciadas, o apoio incondicional do segmento industrial, a imprensa e, principalmente, o perfil e a vocação dos agricultores do Estado do Espírito Santo. Foi com base nessas constatações que o trabalho que se segue foi concebido e organizado.

O capítulo está estruturado em três pilares básicos: o primeiro procura rebuscar a história e a trajetória contada e registrada pelos grandes acontecimentos, de forma cronológica, sem perder de vista a tônica desse relato, que é evidenciar as principais ações de geração, difusão e transferência de tecnologias. Essa descrição, portanto, não tem o objetivo de esgotar o assunto quanto aos fatos

ocorridos e nem a intenção de contar a história do café conilon desde sua introdução no sul do Estado, em Cachoeiro de Itapemirim. Na verdade, sua função precípua é facilitar a compreensão do processo de geração, difusão e transferência de tecnologia a partir do momento em que o cultivo do café conilon passou a ser considerado uma opção econômica e, dessa forma, preparar o leitor para o tema central deste trabalho.

O segundo discorre sobre a base tecnológica, infere sobre alguns elementos conceituais e apresenta as principais tecnologias, conhecimentos e inovações disponíveis que são responsáveis pela vanguarda e hegemonia do Estado nessa espécie de café.

Não se trata, portanto, de um inventário tecnológico, que certamente exigiria o esgotamento do assunto, mas sim de uma listagem de tecnologias com sua respectiva descrição, suficiente para demonstrar o estágio tecnológico da atividade. Ainda nesse aspecto, foram feitas algumas considerações sobre os jardins clonais e os viveiros de mudas como estratégia de difusão e transferência de tecnologias para o desenvolvimento, renovação e potencialização da cafeicultura de conilon do Espírito Santo.

Na base metodológica, terceiro pilar considerado, o foco recai sobre as principais metodologias utilizadas pelas instituições que ofertam serviços à atividade tanto do ponto de vista da assistência técnica quanto da extensão rural. É bem verdade



que a dificuldade de registros e disponibilização de dados de atuação desses dois serviços prejudicam um pouco as análises, porém foi possível apresentar e inferir a respeito tendo como base, em grande parte, a atuação do serviço oficial e de outras entidades que disponibilizaram seus relatórios.

A partir do panorama apresentado, sempre sob a ótica da geração, difusão e transferência de tecnologia para essa cultura, foram elaboradas algumas considerações finais que podem auxiliar em reflexões futuras para avançar ainda mais com essa atividade tão importante para a sociedade capixaba.

## 2 HISTÓRICO, TRAJETÓRIA E GRANDES ACONTECIMENTOS

### 2.1 HISTÓRICO

A história da geração, difusão e transferência de tecnologia para o café conilon tem origem no ano de 1970, quando a Prefeitura Municipal de São Gabriel da Palha, incentivada pelo seu Prefeito, Sr. Eduardo Glazar, decidiu produzir e distribuir gratuitamente mudas de café conilon aos agricultores daquele município, sob a orientação técnica, à época, do engenheiro agrônomo Ailton Vargas de Souza e do técnico agrícola Elias dos Anjos, ambos funcionários da Associação de Crédito e Assistência Rural do Espírito Santo (Acares).

Essa atitude representava o esforço e a luta de se criar alternativas para os agricultores, em face ao Programa Federal de Erradicação de Cafeeiros, que dizimou a cultura no Estado do Espírito Santo, no período de 1963 a 1966, e tendo em vista, ainda, que o município não foi contemplado com o Plano de Renovação do Parque Cafeeiro, lançado em 1969, pelo Governo Federal, que trazia em seu bojo o financiamento das lavouras cafeeiras apenas em regiões com altitude superior a 400 metros.

A decisão anterior de produzir e distribuir mudas pela Prefeitura foi fortalecida pelo Prefeito sucessor Sr. Dário Martinelli, que, em processos de mandatos alternados, conceberam, executaram e, assim, criaram o embrião da política de fomento de mudas, com transferência de tecnologia para o café conilon. O Projeto Conilon, assim denominado à época,

condicionava que o agricultor beneficiário das mudas gratuitas deveria necessariamente adotar a tecnologia de plantio em nível, recomendada pelo Instituto Brasileiro do Café (IBC).

Na verdade, as gestões desses dois líderes precursores da cafeicultura de conilon do Estado (1967 a 1982) resumem, em quinze anos, a luta contra os efeitos da erradicação do café, a criação de alternativas de renda com o incentivo e o plantio do conilon, o esforço pela inclusão desse tipo de café na política de financiamento para a atividade e, o mais importante, a busca de mercado para o produto.

Foi observando toda essa movimentação que, em 1972, os engenheiros agrônomos Eumail de Medeiros Bastos e Wanderlino de Medeiros Bastos instalaram um viveiro de produção de mudas de conilon produzidas por semente, com capacidade para 300 mil plantas. Esse empreendimento foi a célula da criação da Verdebras, que se tornou mais tarde pioneira na produção em escala comercial de mudas clonais dessa cultura.

Os incentivos da Prefeitura Municipal de São Gabriel da Palha e o conseqüente aumento da oferta de mudas levaram às ampliações dos plantios, inclusive em outros municípios do Estado, já incorporando, em sua quase totalidade, o sistema de curvas de nível e outras tantas tecnologias preconizadas para os plantios de arábica, já que para o café conilon praticamente não existiam pesquisas desenvolvidas.

Com os plantios estabelecidos e a produção começando a aparecer nas estatísticas em 1974, registrando-se 200 mil sacas produzidas (GLAZAR, 2005), foi necessário criar garantias de mercado para o produto. Nesse aspecto, o advento da implantação da Real Café Solúvel, em 1971, deu o suporte necessário para que se continuasse com a expansão dos plantios, especialmente no norte do Estado. O presidente da citada empresa, Sr. Jônice Tristão, garantiu, naquela época, a aquisição do conilon produzido no Estado do Espírito Santo.

Fruto de articulações e mesmo de pressões políticas de âmbito estadual em meados da década de 1970, o Governo Federal incorporou no Programa de Renovação de Lavouras de Café o financiamento para o cultivo do café conilon. Naquela época, com o compartilhamento das ações públicas, ainda dominantes na organização administrativa do

Estado, as políticas de pesquisas, assistência técnica e comercialização para o café eram de exclusiva competência do IBC.

A inserção do café conilon nas ações programáticas daquele órgão, a abundância de recursos para o financiamento a juros subsidiados e o evidente interesse dos produtores na ampliação dos plantios, agravado pelo problema da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) nas lavouras de arábica, permitiram significativa expansão do conilon para vários municípios da região norte capixaba, a partir da segunda metade da década de 70.

Na década de 80, foi a vez de outras regiões de baixa altitude do Estado expandirem seus plantios com crescente intensidade, uma vez que o poder público municipal e o Estado incorporaram em suas pautas o apoio aos cafeicultores de conilon.

Portanto, com a resistência do Governo Federal ou no silêncio característico da sua omissão, a mobilização social, especialmente de lideranças do Município de São Gabriel da Palha e a sensibilidade política de autoridades do Estado fizeram incorporar o café conilon na agenda de desenvolvimento rural capixaba (LOSS, 2004).

## 2.2 LINHA DO TEMPO DA GERAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS

A geração de informações, conhecimentos e tecnologias para café conilon no Estado tem como principal marco referencial a técnica de propagação vegetativa iniciada em 1972, quando técnicos do extinto IBC conseguiram enraizar partes da planta como estacas de nó inteiro e meio nó, dando origem a mudas com características normais.

A partir desse trabalho, cerca de 200 covas foram plantadas na Fazenda Experimental de Marilândia, localizada no Município de Marilândia/ES, concluindo-se, após 22 anos, a partir do plantio, que a longevidade das plantas clonais é idêntica àquelas produzidas por meio de sementes (PAULINO; PAULINI; BRAGANÇA, 1994).

Apesar do domínio dessa técnica já ter mais de 40 anos, ela somente foi utilizada em larga escala ou escala comercial em 1983, tendo como referência o processo de multiplicação clonal do eucalipto, adaptado para o café conilon.

Com o sucesso dessa inovação tecnológica, duas frentes importantes de pesquisa e desenvolvimento vislumbraram-se no Estado do Espírito Santo. A primeira motivou o IBC a dar continuidade, em 1984, a uma série de pesquisas e estudos sobre a capacidade genética de enraizamento entre plantas de conilon, tipos de substratos, embalagens, utilização de hormônios para enraizamento, idade fisiológica das estacas, épocas de enraizamento, tipos de viveiros, adubações, podas de plantas matrizes e outros. Os principais resultados desses trabalhos foram publicados no XII Congresso Brasileiro de Pesquisa Cafeeira, realizado em 1985.

A segunda frente importante de pesquisa e desenvolvimento para o avanço da cafeicultura de conilon teve sua origem na iniciativa privada. Também em 1983, e, coincidentemente, tendo como referência o mesmo trabalho desenvolvido com eucalipto pela Aracruz Florestal à época, os empresários da atual Verdebras adotaram a técnica e inseriram a inovação no seu processo de produção de mudas de café conilon, desta feita, em escala comercial. Para tanto, procederam à pesquisa e seleção de plantas matrizes que geraram uma base genética de 25 clones que compõem as duas variedades clonais, a "G-30" e a "G-35" (VERDEBRAS, [198-?]). Contudo, no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), há registro de apenas uma, denominada "G-30/G-35".

A partir da criação da Coordenadoria Estadual de Café, em 1983, na Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag), deu-se a gênese das articulações, a formulação de novas intervenções e o acompanhamento das ações que já se desenhavam para esse produto, tendo como primeiro coordenador o engenheiro agrônomo Frederico de Almeida Daher.

Mas o marco de desenvolvimento de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural oficial para o café conilon do Estado somente se deu em 1985, quando as empresas estaduais passaram a contemplar em seus programas essa cultura. De um lado, a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater-ES) incluiu em sua programação um conjunto de ações voltadas à transferência de tecnologias aos cafeicultores de conilon. De outro, a Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (Emcapa) passou a desenvolver uma programação de pesquisa que contemplava inicialmente as



áreas de melhoramento genético, nutrição e fisiologia vegetal, com o propósito de oferecer aos cafeicultores tecnologias apropriadas para essa cultura, da qual pouco se conhecia, exceto pelos esforços iniciais do IBC e dos próprios produtores pioneiros.

Registra-se que o primeiro projeto de pesquisa estadual foi instalado em 1985 pelos pesquisadores da Emcapa Carlos Henrique Siqueira Carvalho e Scheilla Marina Bragança, na propriedade do Sr. João Colombi e foi financiado pela Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel da Palha (Cooabriel).

O Estado não possuía um programa próprio de multiplicação de mudas para atender à demanda dos produtores. A Seag decidiu adquirir, por licitação, de 1,0 a 1,5 milhão de mudas clonais por ano para disponibilizá-las aos produtores. O viveiro privado, maior fornecedor naquela época, era o da Verdebras. A demanda por mudas de qualidade e oriundas de processo de melhoramento genético era de 25 milhões por ano, e a capacidade instalada de produção estava em torno de 8 milhões por ano, o que deixava claro uma defasagem imensa na política de fomento do Estado.

Essa constatação levou a Seag, em 1991, a alterar a política de fomento, adotando a iniciativa de distribuição de mudas para as prefeituras municipais, cooperativas e associações de produtores, entre outras entidades, para formação de jardins clonais, apoiando essas instituições na estruturação de viveiros de mudas, fornecendo sombrite e sistemas de irrigação, além de implementar um amplo programa de capacitação na condução de jardins clonais e produção de mudas. Essas ações foram fundamentais para dar um salto quantitativo e qualitativo na oferta de mudas clonais.

Com o café conilon inserido definitivamente na pauta do planejamento e da implementação de políticas públicas na pasta da agricultura estadual, as programações se ampliaram com o apoio de recursos financeiros da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), cujos resultados começaram a mudar o padrão tecnológico através da geração e transferência de informações, conhecimentos e tecnologias, marcadamente pelo lançamento, em 1993, das três primeiras variedades clonais 'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121' e 'Emcapa 8131'

(BRAGANÇA et al., 1993, 2001), corroborado por várias ações do setor privado nas áreas de fomento de mudas, empresas comerciais de fertilizantes e equipamentos de irrigação.

A ampliação da base tecnológica e o avanço da cafeicultura de conilon levaram o Estado a organizar as ações e as atividades técnicas e institucionais, lançando, em outubro de 1993, o Programa de Revitalização da Cafeicultura Capixaba (Recafé). Esse Programa tinha como concepção ordenar os serviços de pesquisa e transferência tecnológica, criar linha de financiamento e investir em infraestrutura desses serviços visando a alcançar metas projetadas para dez anos, em parceria com várias entidades da cadeia produtiva.

Cinco acontecimentos importantes se destacaram num período muito curto de tempo:

O primeiro refere-se à criação, em 1993, da Câmara Setorial do Café, que reúne as principais representações do setor para elaborar e discutir políticas e rumos para a atividade cafeeira.

O segundo foi a criação, em 1994, do Centro de Desenvolvimento Tecnológico do Café (Cetcaf), instituído para ser o articulador e facilitador entre os setores público e privado.

O terceiro diz respeito à realização do I Simpósio Estadual de Café, criado para ser um dos principais fóruns de discussão e debates das temáticas de interesse da atividade. Esse evento é coordenado pelo Cetcaf, com a participação de diversas entidades do segmento café.

O quarto relaciona-se ao lançamento do livro Manual Técnico para a Cultura do Café no Estado do Espírito Santo, coordenado pela Seg, e que reuniu as principais tecnologias disponíveis, proporcionando um nivelamento técnico fundamental aos avanços da cafeicultura.

O último refere-se à ampla Campanha da Poda do Café Conilon, que requereu um esforço conjunto entre as instituições de pesquisa e extensão oficial, resultando num alto nível de adoção da tecnologia, com consequências marcantes, sobretudo, no aumento da produtividade e revigoramento das lavouras. Resultados de pesquisa obtidos pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) apontam, entre as diferentes vantagens da poda, o aumento de até

53,5% na produtividade (SILVEIRA et al., 1993).

Em 1996, o Mapa juntamente com o Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo (MICT) criaram o Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (PNP&D/Café), cujo objetivo era o desenvolvimento de um trabalho conjunto entre as diversas instituições envolvidas em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e transferências de tecnologias para o agronegócio café brasileiro (EMBRAPA CAFÉ, 2004).

Na sequência dessa decisão foi criado, em 1997, o Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café), por iniciativa de dez tradicionais instituições brasileiras de pesquisa cafeeira incluindo o Incaper, que tem aportado recursos financeiros importantes para o desenvolvimento de projetos de pesquisa e para transferência de tecnologias.

Enquanto as ações de pesquisa e transferência de tecnologias eram cada vez mais enfatizadas no Estado, a Seag, em articulação com o Cetcaf e com participações da Emater-ES, Emcapa e do Mapa/Procafé, elaborou, em 1997, o Zoneamento Agroecológico para a Cultura do Café, definindo em detalhes a localização espacial das diferentes categorias de aptidão para orientar a implantação de lavouras de conilon no Estado do Espírito Santo (DADALTO; BARBOSA, 1997).

O Estado do Espírito Santo passava por um momento rico de geração de resultados de pesquisa agropecuária em diversas áreas do conhecimento e, conseqüentemente, de desenvolvimento de metodologias de extensão rural. A tecnologia ou o conhecimento gerado era imediatamente disponibilizado em diversas formas de publicações técnicas, que, após veiculadas, eram utilizadas metodologicamente no processo de transferência de tecnologia pelo sistema de extensão do Estado.

Nesse particular, deve-se registrar o trabalho executado pela Emater-ES, cujo foco de ação principal foi o desenvolvimento de metodologias de extensão para propiciar a transferência de tecnologia. A empresa intensificou essa ação em parceria com entidades locais motivada pelo ambiente favorável de disponibilização de tecnologias geradas para o café conilon.

Muitos métodos de extensão importantes

foram desenvolvidos, porém, pela importância e complexidade de sua execução, justifica-se referenciar o Concurso de Produtividade de Café Conilon de Aracruz, realizado no período de 1988 a 2000, que, mesmo de âmbito municipal, influenciou e repercutiu positivamente não só na região, mas também em todo o Estado.

Na continuidade do trabalho de pesquisa em melhoramento genético, o Incaper, dessa feita, já contando com os serviços de pesquisa, assistência técnica e extensão rural incorporados na mesma instituição, lançou, em 1999, a variedade clonal 'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba', cuja principal característica está relacionada com a tolerância à seca, permitindo que os cafeicultores que não dispõem de irrigação possam obter maior produtividade em suas lavouras (FERRÃO et al., 2000a).

Da mesma forma, a estratégia de reforço e ampliação de jardins clonais voltada a entidades e viveiristas foi a tônica para a ação de difusão e transferência dessa nova tecnologia.

À medida que o Estado imprimia uma renovação em suas lavouras com base na utilização de variedades superiores e tolerantes à seca, uma série de resultados de pesquisa na área de fisiologia vegetal, nutrição, manejo da cultura, conservação de solos e tecnologias de irrigação eram disponibilizados e incorporados ao sistema de produção proporcionando ganhos crescentes de produtividade e qualidade do produto obtido.

Vivenciando um clima muito favorável de progresso tecnológico para o café conilon, o Estado do Espírito Santo necessitava não só dar mais visibilidade a esse trabalho, mas também discutir questões mercadológicas e posicionar-se quanto às políticas públicas federais para o setor. Com esse propósito, a Coaabriel, apoiada fortemente pelo Sicoob e pela Prefeitura Municipal de São Gabriel da Palha, com a parceria do Governo do Estado e demais entidades ligadas ao setor, realizou, em 1999, o Simpósio Brasil Café Conilon, que completou seis edições até 2009. Esse evento foi um importante fórum de apresentação e debates de temática de interesse do café conilon do país. Através dele, o Estado do Espírito Santo foi projetado como principal produtor de conilon de qualidade em âmbito nacional e internacional.

Apesar do avanço na produtividade, observou-se que era necessário trabalhar também a questão da qualidade. Naquela época, constatou-se que a broca-do-café representava 50% dos defeitos do produto na comercialização, depreciando seu valor pelo aspecto do tipo e da bebida (FONSECA; SILVEIRA; BRAGANÇA, 1999).

Com base nesse diagnóstico, o Governo do Estado lançou e executou, através de suas instituições vinculadas e um conjunto de instituições parceiras, uma ampla Campanha de Manejo da Broca, implementando um forte programa de monitoramento e controle dessa praga em todo o Estado, durante três anos consecutivos, de 2000 a 2002, alcançando resultados altamente impactantes para a cafeicultura estadual.

A campanha de manejo da broca-do-café envolveu 161 inserções de vinhetas na televisão, 1.584 inserções de spots para rádios do interior, 150 matérias espontâneas em jornais, rádio e televisão, produção e distribuição de 7 mil cartazes de 16 tipos, realização de 54 cursos para cafeicultores, 47 palestras, 880 visitas técnicas com monitoramento nas propriedades de cafeicultores e diversos outros eventos de difusão e transferência de tecnologia, com o envolvimento de 10.880 participantes.

Para priorizar as regiões com deficiências de ofertas de mudas das variedades clonais até então recomendadas e atender àqueles cafeicultores que utilizavam seus próprios materiais genéticos como matrizes, o Incaper lançou a variedade melhorada de conilon de propagação por semente, 'Emcaper 8151 - Robusta Tropical', que pode alcançar, em média, 50 e até 80 sc. benef./ha, com utilização de outras tecnologias incluindo irrigação (FERRÃO et al., 2000b).

A estratégia de transferência de tecnologia dessa variedade, desde o seu lançamento em março de 2000, tem como base as demandas por semente dos Escritórios Locais de Desenvolvimento Rural (ELDRs) do Incaper, instituições representativas de produtores rurais e as demandas diretas dos próprios cafeicultores.

Os trabalhos desenvolvidos com café conilon no Espírito Santo e os avanços tecnológicos alcançados, frutos de uma política adequada de geração, difusão e transferência de tecnologias, além do arranjo institucional que se consolidava

em torno desses trabalhos, fizeram com que o Estado marcasse posição de destaque no cenário nacional.

Credenciado e reconhecido pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento de Café, o Estado do Espírito Santo foi escolhido para sediar, em setembro de 2001, em Vitória, o II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, cujo sucesso ficou patente com a participação de 827 congressistas e com a apresentação de 396 novos trabalhos de pesquisa, direcionados para todos os setores da cafeicultura nacional (EMBRAPA CAFÉ, 2004). Esse evento é realizado a cada dois anos e se constitui no mais importante fórum de discussão sobre o papel da ciência e da tecnologia da cadeia produtiva do café.

Para estimular a cafeicultura local e na trilha dos grandes acontecimentos que ocorriam no Estado, proliferaram eventos de abrangência municipal, especialmente em 2001 e 2002. Nesse período, as programações das entidades ligadas à atividade eram repletas de eventos não só de salão, mas também contemplavam metodologias de extensão, tais como dias de campo, cursos, demonstração de métodos e resultados, excursões de produtores e concurso de produtividade, que certamente ajudaram a disseminar as principais tecnologias que estão alterando a base técnica da cafeicultura.

Superadas todas as metas traçadas no Programa Recafé, foi construído, em 2003, o Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba (Pedeag), fruto de inúmeros debates com a sociedade rural capixaba e que permitiu reavaliar as principais políticas para a cafeicultura no Estado. Com ele, foi rompido um ciclo de improvisações para várias cadeias produtivas, incluída a do café, que teve suas ações estratégicas e metas renovadas para um horizonte de dez anos (PEDEAG, 2003).

Na continuidade do esforço de transferência de tecnologia e numa atitude inovadora, a Coaabriel desenvolveu um programa de motivação para a qualidade do café conilon para os seus cooperados. Trata-se do Concurso Conilon de Excelência Coaabriel iniciado em 2003, que premia produtores com produção que apresenta as melhores características físicas e sensoriais.

O trabalho continuado e incessante de pesquisa

do Incaper, resultado de uma programação estratégica no campo do melhoramento genético, culminou, em maio de 2004, com o lançamento da variedade clonal 'Vitória Incaper 8142', que resultou da seleção, avaliação e caracterização de clones realizadas durante 18 anos de pesquisa (FONSECA et al., 2005a). Seu lançamento e divulgação aos cafeicultores capixabas reuniram aproximadamente 2.500 produtores na Fazenda Experimental do Incaper, em Sooretama. Naquela ocasião, foram disponibilizados cerca de 2.000 kits de mudas da variedade aos produtores previamente cadastrados pelos ELDRs do Incaper, com representação de todos os municípios da região produtora. Simultaneamente a esse trabalho, foi montado um plano de reforço e ampliação dos jardins clonais existentes e implantação de novos para possibilitar mais rapidamente o acesso a essa importante tecnologia.

Juntamente com a distribuição dos materiais genéticos componentes da variedade, foi distribuído um kit de publicações técnicas que contempla informações específicas sobre a variedade em questão, técnicas de produção com variedades melhoradas e para formação e condução de jardins clonais.

Com uma estratégia bem montada de difusão e transferência de tecnologia, essa variedade contribuiu para o alcance de resultados ainda mais relevantes na renovação do parque cafeeiro com impactos positivos na produtividade e na qualidade da produção estadual.

Como a agenda dos principais acontecimentos e ações de transferência de tecnologias para o conilon apontava para o norte do Estado, o Cetcaf e o Governo do Estado, através do Incaper, organizaram e realizaram em setembro de 2004, com apoio de entidades do setor, o Simpósio Sul Capixaba de Café Conilon, em Cachoeiro de Itapemirim. Esse evento, que é realizado periodicamente, tem se tornado estratégico no trabalho de transformação do perfil tecnológico da cafeicultura do sul do Estado.

Também com o propósito de equalizar e harmonizar o desenvolvimento da cafeicultura de conilon em todo o norte do Estado, o Incaper, em parceria com o Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e com o apoio da Prefeitura Municipal de Barra de São Francisco,

realizou, em abril de 2005, o Noroeste Café Conilon. O evento contou com a participação de cerca 800 cafeicultores previamente cadastrados em toda a região noroeste do Estado, garantindo-lhes o acesso aos kits-mudas da variedade clonal Conilon Vitória (Figura 1).



**Figura 1.** Evento Noroeste Café Conilon, Barra de São Francisco/ES, em 2005.

A *performance* da produção de resultados de pesquisa e estratégia de fomento, difusão e transferência de tecnologias alcançada nos últimos anos, especialmente a partir de 1985, é conhecida e reconhecida, não só pelos cafeicultores do Estado, mas também por entidades e representações importantes de âmbito estadual, nacional e internacional (Figura 2A).

Se não bastassem os intercâmbios científicos que mantém como instituição de ciência e tecnologia, com várias entidades do ramo, o Incaper celebrou, em 2005, um acordo de cooperação técnica internacional com a Nestlé (França) visando, em primeiro plano, obter informações que subsidiem o programa de melhoramento de café conilon, voltado mais propriamente para a qualidade do produto, para a sua composição química, bebida e outras características de interesse do segmento industrial. Essa parceria proporcionará as condições necessárias para que sejam introduzidos novos materiais genéticos da espécie, mantidos em um banco de germoplasma dessa empresa (Figura 2B).

Com o mesmo nível de importância, o Incaper participa de uma cooperação técnica internacional juntamente com a Embrapa e o Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agrônômica para o Desenvolvimento (Cirad) na França, que tem como objetivo estudar mecanismos de tolerância à seca e desenvolver novas ferramentas



biotecnológicas que irão facilitar a seleção e o desenvolvimento de novas variedades de cafeeiros com essa importante característica (Figura 2C).

Em 2007, o Incaper editou o livro *Café Conilon*, obra que reuniu todo o conhecimento gerado para essa cultura até a data, que foi elaborado por 57 autores, revisado por mais de 30 especialistas, tendo a participação conjunta de 15 instituições. A edição desse livro criou uma referência técnica e literária ímpar como instrumento de consulta frequente por profissionais, estudantes e demais públicos que trabalham com a cultura.

Essa obra vem cumprindo seu papel e naturalmente demanda uma nova edição atualizada, à luz do estado da arte do momento, tendo em vista que o conhecimento é um fator dinâmico, e decorridos quase uma década após a primeira publicação, atualizações, revisões, ampliações e inovações se fizeram necessárias.

Desde 2008, o Governo do Estado coordena uma ampla Campanha de Melhoria de Qualidade dos Cafés Arábica e Conilon, compartilhada com mais de 40 instituições, realizada todos os anos a partir de meados de maio e que completa a nona edição em 2016. No caso do café conilon, houve a necessidade de se priorizar também os aspectos relativos à qualidade, visto que é notório o avanço da produtividade, mas o mercado cada vez mais demanda produtos com padrão superior de bebida também para essa espécie.

Os concursos de qualidade de café conilon, tanto em nível municipal quanto regional, foram ganhando dimensão e participação a partir de 2009. O pioneirismo coube a Coabriel, que iniciou o Concurso Conilon de Excelência Coabriel em 2004 e completa a 13ª edição em 2016. O Prêmio Conilon Especial Pio Corteletti, realizado pela cooperativa

Coopeavi desde 2011, é mais um evento regional, com grande abrangência.

A partir de 2012, o Governo do Estado passou a coordenar, anualmente, o Prêmio Conilon Especial - Concurso Estadual Conilon de Qualidade. Atualmente, além dos dois concursos regionais e do estadual, há cerca de 15 municipais em atividade, o que retrata essa nova fase da busca da evolução da qualidade da principal espécie de café cultivada no Estado do Espírito Santo.

Em junho de 2012, ano em que foi comemorado o centenário do conilon em terras capixabas, o Governo do Estado, por meio do Incaper, coordenou a realização da Conferência Internacional de *Coffea canephora*, maior evento técnico científico de todos os tempos para essa espécie de café.

Ainda nesse ano, foi lançado pelo Incaper o Programa Renova Sul Conilon, específico para a região sul do Espírito Santo, que apresenta indicadores técnicos aquém da média estadual e muito distantes daqueles verificados nas lavouras de conilon da região norte do Estado. Para se ter uma ideia, a produtividade média dos 28 municípios da região norte é de 43 sc./ha, enquanto a da região sul é de apenas 28,7 sc./ha.

Como forma de corrigir essa desigualdade regional, tecnológica e de renda entre os cafeicultores, o Instituto implantou uma base genética na região sul, que atualmente é capaz de disponibilizar, com apoio de viveiristas privados, cerca de 10 a 15 milhões de mudas superiores por ano possibilitando a renovação de cerca de 5 mil hectares dos cafezais do sul.

No final de 2013, foi implantado pelo Governo do Estado, sob a coordenação técnica do Incaper, o Projeto Calcário Correto, também específico



**Figura 2.** Visitas de profissionais de países da África (A), da Nestlé (B) e do Cirad-França (C) para conhecer as pesquisas e lavouras de café conilon no Estado do Espírito Santo.

para a região centro-sul do Espírito Santo, com o objetivo principal de elevar a produtividade dos cafés, tanto arábica quanto conilon, nas 2 mil propriedades familiares beneficiárias, selecionadas em 30 municípios. Essa ação, de alto impacto e baixo custo, ainda cria efeitos demonstrativos aos produtores, no sentido de fazerem análise de solos e utilizar o calcário dentro das recomendações da pesquisa (De MUNER et al., 2013).

Contudo, o ano de 2013 também ficou marcado pelo histórico lançamento de três novas variedades clonais, pelo Incaper (Figura 3). 'Diamante ES8112', 'ES8122 - Jequitibá' e 'Centenária ES8132' têm ciclos de maturação precoce, intermediário e tardio e elevadas produtividades médias, variando de 80,73 a 88,75 sc. benef./ha. Mas o grande diferencial dessas variedades é que, pela primeira vez, foram consideradas as demandas do consumidor e da indústria em suas concepções (FERRÃO et al., 2015a, 2015b, 2015c).

Em termos de qualidade de bebida, aferida pelo método internacional *Coffee Quality Institute* (CQI), a 'Diamante ES8112' alcançou 77,5 pontos, considerada bebida superior, a 'ES8122 - Jequitibá' pontuou em 79,01 e a 'Centenária ES8132', 77,97, estas duas últimas são classificadas no nível Superior/Prêmio.

O Balanço Social do Incaper, realizado pela primeira vez pelo Instituto, com dados relativos ao ano de 2013, apontou um impacto socioeconômico positivo de R\$ 1,09 bilhão, ao aferir os ganhos de produtividade, a redução de custos de produção e a agregação de valor ou expansão da produção decorrentes de 25 soluções tecnológicas desenvolvidas pelo Instituto (BALANÇO SOCIAL, 2014).

Um montante de R\$ 790 milhões, o que equivale 72,5% do total do impacto, é resultante das tecnologias relacionadas à cafeicultura, a maioria direcionada para o conilon.

Em 2014, coroando o trabalho desenvolvido em ciência e tecnologia para o café conilon, o Incaper foi vencedor do Prêmio Inoves, iniciativa do Governo do Estado do Espírito Santo que estimula a cultura de inovação e empreendedorismo no contexto do serviço público. O projeto Melhoramento Genético Sustentável do Café Conilon foi premiado na categoria Resultados para a Sociedade, um reconhecimento em relação aos impactos socioeconômicos decorrentes da atuação do Incaper na geração e socialização de conhecimentos e tecnologias para o arranjo produtivo dessa espécie de café.

A história, a trajetória e os principais acontecimentos ocorridos ao longo de todos esses anos retratam bem a origem, a evolução e a vanguarda do desenvolvimento dessa cultura, fruto especialmente do talento e da vocação dos cafeicultores e técnicos e do espírito de cooperação e de parceria das instituições capixabas.

### 3 BASES PARA O AVANÇO DO CAFÉ CONILON

São vários os fatores explicativos do avanço da cafeicultura do conilon nos últimos 20 anos e que merecem ser exaustivamente analisados; porém, para o que se propõe essa abordagem, serão evidenciadas apenas duas dimensões: tecnológica e metodológica.

Na dimensão tecnológica, serão abordados os



**Figura 3.** Lançamento das cultivares Diamante, Jequitibá e Centenária na Fazenda Experimental de Bananal do Norte/Incaper, Cachoeiro de Itapemirim/ES, em 2013.

**Fotos:** Leonardo Dalcolmo Tononi.

seguintes pontos: questões de natureza conceitual, descrição sucinta das principais tecnologias disponíveis e de estratégias importantes, como os jardins clonais e os viveiros de mudas utilizados para disseminação das variedades melhoradas.

Na dimensão metodológica, expõem-se os principais mecanismos de transferência de tecnologia e métodos de extensão disponíveis utilizados, as publicações técnicas e o registro dos principais eventos técnicos e ações mais marcantes de transferência de tecnologias na cafeicultura de conilon.

### 3.1 A BASE TECNOLÓGICA

#### 3.1.1 Principais tecnologias e inovações tecnológicas que vêm contribuindo para evolução do café conilon

Os valores que retratam a *performance* do agronegócio do café conilon do Espírito Santo revelam uma série de fatores responsáveis pelo estágio em que se encontra. Sem eles, o Estado teria poucas chances de sustentar por muito tempo a posição de destaque que ocupa atualmente no cenário nacional e internacional.

Um dos fatores refere-se ao aparato tecnológico gerado, adaptado e disponível. Com certeza, foram as inovações tecnológicas somadas à vocação agrícola, especialmente para o cultivo do café conilon, à capacidade empreendedora dos cafeicultores e às competências institucionais existentes no Estado que construíram essa realidade positiva.

Nesse quadro, dar-se-á ênfase aos aspectos tecnológicos como diferencial competitivo e gerador de avanços na cafeicultura de conilon do Estado.

A tecnologia é, de forma geral, o encontro entre a ciência e a engenharia e, como tal, se usada adequadamente, tem o poder de transformar realidades. É um bem social, pois com ela se busca encontrar soluções para problemas práticos produzidos por forças do meio ambiente, com impactos sobre as pessoas. Pode-se definir a tecnologia como o conjunto ordenado e sistemático de conhecimentos básicos, patenteados ou não, capazes de levar à prática uma ideia. De forma mais específica, pode ser definida como procedimentos,

processos e produtos gerados pela pesquisa, incorporados ou passíveis de incorporação ao processo produtivo de determinado produto (CADERNOS..., 1984).

Não raro, são usados inadvertidamente os termos tecnologia e inovação tecnológica como sinônimos. Inovação é a ideia, a prática ou o objeto percebido como novo por um indivíduo. Pouco importa se a ideia é objetivamente nova quando medida pelo lapso de tempo desde seu primeiro uso ou descoberta. É a novidade percebida. Se uma ideia parece inédita ao indivíduo, é uma inovação. Novo numa ideia inovadora não necessita ser simplesmente conhecimento original. Inovação, portanto, é a introdução de produtos ou processos tecnologicamente novos que promovem algum tipo de melhoria considerada significativa para determinado ambiente.

O Estado do Espírito Santo construiu, ao longo dos últimos 30 anos, uma base tecnológica sólida para o conilon, suficiente não só para liderar e se manter na vanguarda da produção científica. Também serviu para quadruplicar a produtividade média estadual nesse período. Essa conquista está associada à adoção de variedades melhoradas, calagem e adubação equilibrada, podas e desbrotas adequadas, plantios adensados, irrigação e outras, que foram capazes de transformar a lavoura cafeeira de conilon em uma das mais competitivas do mundo.

São inúmeras as tecnologias (Figura 4 e Quadro 1) já amplamente conhecidas e incorporadas ao processo produtivo. Porém, ainda existem muitas inovações tecnológicas que necessitam de um esforço maior para serem consideradas no contexto do processo produtivo.



**Figura 4.** Lavoura com a variedade 'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba' implantada e conduzida seguindo as recomendações técnicas da cultura no Estado do Espírito Santo.

A seguir, apresenta-se, a título de registro, sem a pretensão de estabelecer um inventário a descrição sintetizada de um conjunto de conhecimentos, tecnologias e inovações desenvolvidas especificamente para o café conilon, nos diferentes capítulos do livro (Quadro 1).

**Quadro 1.** Principais tecnologias, conhecimentos e inovações e suas sínteses de descrição que vêm contribuindo para o avanço da cafeicultura do café conilon

(continua)

<b>Tecnologias, Conhecimentos e Inovações</b>	<b>Descrição</b>
<b>Melhoramento Genético de Biotecnologia</b>	
• Cultivar Emcapa 8111	Variedade clonal, lançada em 1993, constituída pelo agrupamento de 9 clones de maturação precoce.
• Cultivar Emcapa 8121	Variedade clonal, lançada em 1993, constituída pelo agrupamento de 14 clones de maturação intermediária.
• Cultivar Emcapa 8131	Variedade clonal, lançada em 1993, constituída pelo agrupamento de 9 clones de maturação tardia.
• Cultivar Emcapa 8141 - Robustão Capixaba	Variedade clonal, lançada em 1999, constituída pelo agrupamento de 10 clones tolerantes à seca.
• Cultivar Emcaper 8151 - Robusta Tropical	Variedade propagada por semente, lançada em 2000, constituída pela recombinação de 53 clones.
• Cultivar Vitória Incaper 8142	Variedade clonal, lançada em 2004, constituída pelo agrupamento de 13 clones superiores, que apresentam concomitantemente alta produtividade, adaptabilidade geral, estabilidade de produção, tolerância à seca, moderada resistência à ferrugem, grãos grandes e baixa percentagem de moça.
• Cultivar Diamante ES8112	Cultivar clonal protegida, lançada em 2013, constituída pelo agrupamento de 9 clones superiores compatíveis de maturação precoce com colheita no mês de maio. Apresenta produtividades médias de 80,73 e mais de 120,00 sc./ha em condições não irrigada e irrigada, respectivamente, uniformidade de maturação, grãos grandes, tolerância à seca, moderada tolerância à ferrugem e qualidade superior de bebida.
• Cultivar ES8122 - Jequitibá	Cultivar clonal protegida, lançada em 2013, constituída pelo agrupamento de 9 clones superiores compatíveis de maturação intermediária com colheita no mês de junho. Apresenta produtividades médias de 88,75 e mais de 120,00 sc./ha em condições não irrigada e irrigada, respectivamente, uniformidade de maturação, grãos grandes, tolerância à seca, moderada tolerância à ferrugem e qualidade superior de bebida.
• Cultivar Centenária ES8132	Cultivar clonal protegida, lançada em 2013, constituída pelo agrupamento de 9 clones superiores compatíveis de maturação tardia com colheita no mês de julho. Apresenta produtividades médias de 82,36 e mais de 120,00 sc./ha em condições não irrigada e irrigada, respectivamente, uniformidade de maturação, grãos grandes, tolerância à seca, moderada tolerância à ferrugem e qualidade superior de bebida.
• Cultivar Verdebras G 30 e G 35	Variedades clonais lançadas na década de 80 pela Verdebras.
• Cultivar SV 2010	Variedade registrada por José Jânio Bizi.
• Cultivar Ipiranga 501	Variedade registrada por Francisco Luis da Silva Felner.
• Cultivar Colatina PR6	Variedade registrada pela Fundação Procafé.
• Estimativa de parâmetros genéticos	Estimação de parâmetros genéticos para as principais características agrônômicas do café conilon caracterizando a existência de variabilidade genética entre os materiais estudados.
• Interação genótipo x ambiente	Estudos que mostram o comportamento diferenciado dos materiais genéticos com a variação ambiental e proporciona a indicação dos locais apropriados para condução de pesquisas em melhoramento genético no Estado do Espírito Santo.
• Adaptabilidade e estabilidade de produção	Estudos que identificam materiais de adaptação geral para ambientes favoráveis, desfavoráveis e inferência sobre previsibilidade de comportamento e genótipos.
• Divergência genética utilizando caracteres agrônômicos	Estudos que identificam genitores promissores para hibridação e quantificação da variabilidade genética de conilon no Estado.

**Fonte:** Incaper (2015).



(continuação)

Tecnologias, Conhecimentos e Inovações	Descrição
<b>Melhoramento Genético de Biotecnologia</b>	
• Repetibilidade de comportamento de genótipos de café conilon	Estudos que definem método mais adequado para estimar com maior acurácia o valor real de genótipos em avaliação, e que quatro a seis safras são suficientes para se obter de 80 a 85% de acurácia no valor real dos genótipos para o caráter produção de grãos.
• Populações melhoradas	Com base nos resultados de diferentes experimentos e de divergência genética, foram agrupados clones superiores com diferentes épocas de maturações e formadas as populações bases precoce, intermediária e tardia que, desde 1998, vêm sendo submetidas em campos isolados à seleção recorrente visando a aumentar a frequência de alelos favoráveis para os três materiais genéticos para as diferentes populações.
• Manutenção e caracterização de germoplasma	Estão sendo mantidos <i>ex situ</i> e caracterizados por descritores agrônômicos e moleculares em um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) 500 materiais genéticos de interesse no programa de melhoramento genético de café conilon.
• Genoma Café	Participação no sequenciamento de genes de café conilon e estudos relacionados ao genoma funcional.
• Propagação vegetativa	Aprimoramento da técnica de propagação vegetativa via estaquia e o desenvolvimento do protocolo da técnica de micropropagação via cultura de tecidos.
• Jardins Clonais	Foram desenvolvidas e ajustadas técnicas e modelos visando à implantação e condução de jardins clonais, para a produção de mudas de variedades clonais melhoradas. Atualmente, existem mais de 200 jardins clonais em 53 municípios. Esses jardins clonais têm o potencial para a produção de mais de 50 milhões de mudas por ano, que têm sido a base da renovação das plantações de conilon que vem ocorrendo na ordem de 6% a 7% ao ano.
• Híbridos de conilon	Utilizando os resultados de diferentes experimentos e de divergência genética, elegeu-se genitores superiores. Eles foram cruzados de forma controlada, obtendo, assim, 80 híbridos que foram avaliados em experimentos em diferentes ambientes e anos. Os resultados mostram híbridos muito promissores, com produtividades médias superiores a 120 sc./ha e mais de 20% de heterose em relação ao melhor pai. Identificou-se pais com alta capacidade geral de combinação que serão utilizados em estratégias de melhoramento.
• Seleção recorrente	Após dois ciclos de seleção recorrente das populações bases de maturações precoce, intermediária e tardia, os resultados mostram ganhos genéticos expressivos para diferentes características. Esses resultados têm sido utilizados na continuidade do programa de melhoramento via estratégias sexuadas e assexuadas.
• Genotipagem de materiais genéticos	Com base nos resultados de experimentos e de seleção recorrente, estão sendo realizadas genotipagens em conjuntos de materiais genéticos do programa de melhoramento. Os resultados têm sido muito importantes para acelerar com mais acurácia os trabalhos nessa área do conhecimento, identificar genótipos mais produtivos, resistentes à seca, resistentes a doenças e com qualidades superiores de bebidas.
<b>Fitotecnia e Fisiologia (implantação e manejo da cultura)</b>	
• Zoneamento das áreas aptas ao cultivo	Define as áreas aptas ao cultivo em altitudes inferiores a 650 m, temperaturas médias anuais entre 22 °C e 26 °C e com <i>deficit</i> hídrico inferior a 350 mm/ano (capítulo 3).
• Local de plantio	Define os locais mais adequados para o plantio. Os mais recomendados são aqueles com menor declividade, menos depauperados, com solos mais férteis, livres de impedimentos físicos e encharcamento, de fácil acesso e com menor predisposição para a infecção por patógenos ou infestação de pragas.
• Implantação de lavouras	Definição do sistema mais adequado de preparo de covas e tipos de mudas para implantação de lavouras de café conilon.
• Plantio em linha	Técnica desenvolvida para implantação de lavouras formadas por variedades clonais. Além de promover melhoria da produtividade e qualidade da produção, facilita o manejo da lavoura e colheita. O plantio em linha proporciona a redução na produção e dispersão de inóculo nas lavouras, levando assim à redução da incidência e severidade de doenças. A técnica permite identificação dos clones mais resistentes aos ataques de pragas e doenças, sobretudo da cochonilha e ferrugem, possibilitando o controle dirigido e diferenciado, com a redução do inóculo, além de proporcionar redução da aplicação de produtos químicos.
• Espaçamento e densidade de plantio	Depende da cultivar, da topografia, da fertilidade do solo e do nível tecnológico a ser empregado, entre outros (capítulo 12). O espaçamento mais adequado encontra-se em torno de 3,0 m entre linhas e de 1,0 a 1,5 m entre plantas totalizando 2.222 a 3.333 plantas/ha. O espaçamento e a densidade de plantio inadequados podem ocasionar na lavoura microclima favorável à infecção de patógenos e aumento de severidade das doenças e infestação de pragas.

(continuação)

Tecnologias, Conhecimentos e Inovações	Descrição
<b>Fitotecnia e Fisiologia</b> (implantação e manejo da cultura)	
• Poda e desbrota	Técnica relacionada à estabilidade de produção e/ou revigoramento de lavouras. Recomenda-se, de acordo com a cultivar, espaçamento, altitude, nível tecnológico, topografia, irrigação de 10 a 12 mil hastes por hectare. Além de a poda proporcionar o revigoramento da lavoura, aumento da produtividade, estabilidade de produção e facilidade de manejo e colheita, favorece o arejamento, que desenvolve um microclima favorável, levando, assim, à redução de inóculo, incidência e severidade de doenças, redução da curva de progresso da doença, como também a infestação de pragas.
• Poda Programada de Ciclo	Técnica de aprimoramento da poda a ser realizada todos os anos, após a colheita, pela retirada de ramos horizontais e verticais, seguindo as recomendações da tecnologia. A Poda Programada de Ciclo apresenta as seguintes vantagens: redução de mais de 30% da mão de obra comparando com poda tradicional, facilidade de entendimento e execução, padronização do manejo da poda, maior facilidade para a realização das desbrotas e pratos culturais, maior uniformidade de florada e maturação dos frutos, melhoria no manejo de pragas e doenças, aumento de mais de 20% na produção e melhoria na qualidade final do produto.
• Vergamento	Técnica de manejo da planta desenvolvida em 2008, que consta no arqueamento e manejo da muda de café após 90 dias de plantio visando a emissão de brotos, que após as desbrotas, estabelecem-se de 3 a 4 hastes verticais por planta e de 10 a 12 mil hastes produtivas por hectares. A principal importância da tecnologia é preparar a planta para a Poda Programada de Ciclo, melhorar a produtividade, sobretudo, na primeira colheita e facilitar o manejo da lavoura.
• Colheita mecânica	Por intermédio de esforços conjuntos envolvendo instituições de ensino e pesquisa, empresas privadas, cooperativas e produtores, tem sido trabalhado o desenvolvimento e ou adaptação de tecnologias visando à mecanização da colheita do café conilon. Os trabalhos têm sido na área agrônômica, cujo objetivo é o desenvolvimento de tecnologias de implantação e manejo da lavouras obtendo, assim, condições adequadas para esse tipo de colheita. Por outro lado, diferentes empresas vêm desenvolvendo e/ou adaptando diferentes tipos de máquinas e sistemas de colheitas para tal fim. Os resultados, ainda preliminares, são promissores, com eficiência de mais de 80%, com menor tempo de operação e redução de mais de 30% do custo da colheita.
• Manejo e conservação de solo	Determinação de métodos de manejo do mato por meios mecânico e químico. Tais práticas conservacionistas contribuem para o controle da erosão, enriquecem e auxiliam a manutenção da umidade do solo, reduzem a presença de patógenos, favorecem o equilíbrio dos microorganismos no ambiente e promovem o controle biológico de patógenos e pragas. O manejo da vegetação natural nas "ruas" do cafeeiro reduz até 80% das perdas de solo e 60% das perdas de água.
• Quebra-vento	Técnica que traz muitos benefícios para as lavouras, uma vez que o café conilon não suporta ventos fortes, frios e contínuos. Contribui para diminuição da evapotranspiração, manutenção, umidade do solo, redução da infecção de patógenos da parte aérea e funciona como barreira para a disseminação do inóculo, principalmente de doenças fúngicas.
• Manejo para produção de café orgânico e sustentável	Arborização e sombreamento: vários arranjos têm sido recomendados de café associado com mamão, seringueira, coco, banana, entre outras espécies – esses arranjos têm se mostrado técnico, econômico e ecologicamente viáveis. Leguminosas na adubação verde, compostos orgânicos e palha de café são fontes de nutrientes, conservam o solo, reduzem a presença de patógeno, favorecem o equilíbrio da microbiota e promovem o controle biológico de patógenos e pragas e a resistência induzida das plantas às doenças. Armadilhas de cola, extrato vegetal (nim, hexânico de chagas, mentrasto) – controle natural de pragas.
• Calda viçosa, calda sulfocálcica e supermagro (CRUZ FILHO; CHAVES, 1985)	Calda viçosa - controle de doenças da parte aérea da planta com destaque para a ferrugem e mancha-de-olho-pardo. Calda sulfocálcica – controle de doenças e de pragas. Supermagro – controle de doenças e desinfestação de pragas.
• Taxa de crescimento das plantas	Estudo que define a curva e taxa de crescimento do cafeeiro conilon. Conhecimentos que permitem monitorar a nutrição e a adubação do café conilon em sistemas de cultivo tradicional, orgânico e fertirrigação com desdobramentos que possibilitam uma melhor compreensão sobre a fisiologia do crescimento e as práticas de manejo (poda) adotadas para a cultura.

(continuação)

Tecnologias, Conhecimentos e Inovações	Descrição
<b>Adubação e Calagem</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recomendação de adubação e calagem para as fases de formação e produção</li> </ul>	<p>Os estudos levaram as 1ª, 2ª e 3ª aproximações para recomendação adequada de adubação e calagem. Determinaram-se as doses de N, P, B, Zn e matéria orgânica para as fases de formação e produção, e também das doses de N e P em sistemas de plantios adensados. Por intermédio das análises de solo e de folha, verifica-se o nível dos nutrientes e seu equilíbrio, que são muito importantes na recomendação da adubação e calagem e na identificação da predisposição da planta para infecção por patógenos ou infestação de pragas. A adubação e calagem adequada favorecem o equilíbrio nutricional das plantas, controla a presença de patógenos no solo e promove a resistência induzida aos patógenos e pragas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• DRIS café conilon</li> </ul>	<p>Estabelecimento das normas e desenvolvimento do <i>Software</i> DRIS. O método DRIS é utilizado para diagnose nutricional da cultura e recomendação de adubação.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnose nutricional</li> </ul>	<p>Determinação do nível crítico e faixas críticas de concentrações foliares, curva e taxa de acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, B e Cu em diversos órgãos da planta. Flutuação estacional dos teores de nutrientes e sua partição nos diferentes órgãos do cafeeiro conilon.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso do gesso agrícola</li> </ul>	<p>Os estudos realizados nos tipos de solos Cristalino e Latassolo Vermelho-Amarelo Distrófico do norte do Espírito Santo mostraram que a aplicação de gesso no fundo da cova ou a lanço em lavouras já implantadas promove o maior aprofundamento do sistema radicular do café. É uma opção tecnicamente viável para maior convivência com a seca do café conilon.</p>
<b>Fitopatologia</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise sanitária e tratamento de sementes</li> </ul>	<p>Determina a presença de patógenos e reduz o inóculo inicial que geralmente inicia epidemias de doenças. Elimina a presença de patógenos e pragas nas sementes.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamento do substrato de mudas</li> </ul>	<p>Elimina patógenos e pragas presentes no substrato, impedindo o início de epidemias ou focos de pragas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formação de mudas</li> </ul>	<p>Evita a infecção por patógenos e deformações abióticas que poderão comprometer as plantas no futuro.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoramento e controle da ferrugem</li> </ul>	<p>A ferrugem tem sido a principal doença do café conilon no Brasil. Pelo monitoramento da ferrugem são estabelecidos os níveis críticos para a realização do controle e escolha do produto mais adequado. A severidade da doença é determinada por uma escala de nota, que possibilita a definição da resistência e as curvas epidemiológicas dos materiais genéticos. O conhecimento das diferentes raças auxilia na definição das práticas mais adequadas. Cultivares resistentes, nutrição e manejo adequado da lavoura são práticas eficientes no controle da ferrugem.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micotoxinas em grãos</li> </ul>	<p>Determina a presença de fungos toxígenos nos grãos de café e seus efeitos na qualidade do produto final. Estabelece as condições adequadas de condução, manejo, colheita, secagem e armazenamento que não favorecem a presença das micotoxinas nos grãos.</p>
<b>Entomologia</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoramento e controle da broca-do-café</li> </ul>	<p>A broca tem sido a principal praga do café conilon. Tem afetado de forma significativa a produtividade e a qualidade final do produto. Tem sido utilizado um conjunto de ações para redução da infestação natural da broca. O monitoramento estabelece os níveis críticos do ataque da praga, define o momento certo para realização da prática e indica a necessidade de adoção de controle químico da praga. A colheita bem feita e o repasse, o controle biológico e a armadilha de etanol têm sido técnicas eficientes para captura e monitoramento da broca. Tem sido recomendada a utilização racional de produto químico, em casos extremos, após monitoramento da lavoura.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoramento e controle da cochonilha-da-roseta</li> </ul>	<p>Recomenda-se o monitoramento da praga a partir da pré-floração. O controle mais eficiente, se necessário, deve ser realizado da fase do florescimento até o período de enchimento de grãos. Para maior eficiência, recomenda-se o uso de pulverização de inseticidas com alto volume de calda, com uso de espalhante adesivo siliconado visando ao molhamento interno da planta e ao atingimento da praga-alvo no interior das rosetas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico da lagarta-das-rosetas</li> </ul>	<p>Praga, cujos danos podem ser confundidos pelo produtor com a infestação da cochonilha-da-roseta. Em algumas regiões, os danos são mais intensos que o da cochonilha. A praga é sensível à maioria dos inseticidas registrados para a cultura do cafeeiro.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoramento e controle do ácaro-vermelho</li> </ul>	<p>Praga que geralmente aparece em períodos secos, com veranicos prolongados. O principal sintoma é o aparecimento de lesões que levam ao bronzeamento das folhas. O controle deve ser realizado com produtos à base de enxofre.</p>

(conclusão)

Tecnologias, Conhecimentos e Inovações	Descrição
<b>Entomologia</b>	
• Broca-dos-ramos	Praga de importância quarentenária para o café conilon. Causa grandes danos. Se não for adequadamente manejada, pode levar à necessidade de erradicação e destruição da lavoura. Recomenda-se o controle por intermédio da remoção das partes atacadas da planta e, conseqüentemente, pela eliminação das diversas fases do desenvolvimento do inseto: ovo, larva, pupa e adulto.
<b>Irrigação</b>	
• Manejo da irrigação	A irrigação tem sido uma das tecnologias que tem oferecido maior segurança ao produtor na melhoria da produtividade e qualidade da produção. Os estudos têm definido as épocas e fases de maiores demandas de água, o turno de rega, a eficiência e as vantagens e desvantagens dos diferentes equipamentos de irrigação. O manejo inadequado da irrigação condiciona o surgimento de microclima favorável à infecção de patógenos e aumento da severidade das doenças e infestação de pragas.
<b>Sistema de Informações Agrometeorológicas do Estado do Espírito Santo (Siag)</b>	
• Monitoramento do clima	Ferramenta importante para o monitoramento climático das regiões produtoras de café conilon. Fornece informações sobre queimadas, previsão climática, de tempo, seca, enchentes, dias secos consecutivos (veranicos), temperatura, precipitação, umidade, ventos. As informações proporcionam condições para melhor gestão da atividade cafeeira, como plantio, adubação, irrigação, manejo e/ou controle de pragas e doenças, colheita, secagem, entre outras práticas.
<b>Melhoria da Qualidade Final do Produto</b>	
• Manejo da colheita e pós-colheita e estudos da constituição química dos grãos	Principais tecnologias que têm promovido a qualidade final do café envolvendo o manejo da cultura, a colheita, o tempo e temperatura de secagem e o processo de produção de café conilon cereja descascado. Ultimamente, vêm sendo feitos estudos da constituição química dos grãos, associados ao aroma, sabor, corpo, acidez, entre outros componentes importantes envolvidos na determinação da qualidade final do produto. As novas cultivares clonais Diamante, Jequitibá e Centenária são constituídas por clones com comprovada qualidade superior de bebida.
• Águas residuais do processo de beneficiamento de café	Estudos dos destinos e utilização da água residuária originada dos processos de despulpamento e/ou descascamento de café.

Fonte: Incaper (2015).

### 3.1.2 A estratégia dos Jardins Clonais

A instalação de jardins clonais de café conilon no Estado do Espírito Santo tem sido a principal estratégia de difusão e transferência de tecnologia, notadamente aquelas oriundas do processo de pesquisa em melhoramento genético.

Essa programação é desenvolvida com sucesso desde 1993, a partir do lançamento, pelo Incaper, das primeiras variedades clonais, seguindo com uma *performance* impressionante ao longo dos 22 anos de trabalho de transferência de tecnologia para a renovação do parque cafeeiro de conilon (Figura 5).

Os primeiros parceiros do Estado, na implantação de jardins clonais, foram as Prefeituras Municipais de Águia Branca, Boa Esperança, Jaguaré, João Neiva e São Gabriel da Palha, além da Coabriel, que detém atualmente cerca de 30 mil matrizes, o maior jardim

clonal do Estado (FONSECA et al., 2005b), com o potencial para produção de mais de 4 milhões de mudas clonais por ano.

À medida que as ações de difusão e transferência de tecnologias são desenvolvidas (palestras, cursos, encontros, dias de campo, visitas às Fazendas Experimentais do Incaper, etc.), ampliam-se e diversificam-se as entidades interessadas em instalar seus próprios jardins clonais.

Com critérios de atendimento claramente definidos pelo Estado, foram priorizadas inicialmente as Prefeituras Municipais, as entidades representativas de agricultores familiares e as Escolas Agrotécnicas da rede oficial do Movimento de Educação Promocional do Espírito Santo (Mepes) e do Centro Estadual Integrado de Educação Rural (Ceier), estendendo-se posteriormente o atendimento a outras entidades, inclusive a viveiristas particulares



que pagam para ter acesso às mudas.

O programa busca, prioritariamente, facilitar o acesso dos agricultores familiares ao conjunto de tecnologias. Para tanto, ocorre uma distribuição equilibrada de jardins clonais nas principais áreas produtoras do Estado facilitando o processo de incorporação de tecnologia aos sistemas de produção. Além disso, a disponibilidade de materiais genéticos constantes dos campos de matrizes instalados nas Fazendas Experimentais do Incaper, localizadas nos Municípios de Marilândia e Sooretama, não é suficiente para atender à demanda total do Estado.

Registra-se a instalação, a partir de 2004, de mais um campo de matrizes (jardim clonal) na Fazenda Experimental de Bananal do Norte/Incaper - Cachoeiro do Itapemirim como base importante para dinamizar a cafeicultura da região sul, que apresenta produtividade abaixo da média estadual, apesar de possuir condições edafoclimáticas

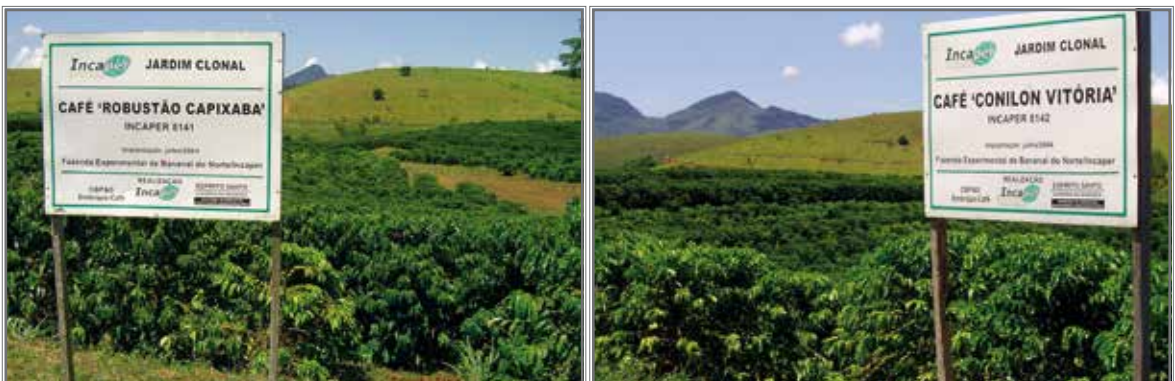
melhores que a região norte (Figura 6). Atualmente, já são 5 jardins clonais com potencial para produção e disponibilização de mais de 1 milhão de estacas por ano de variedades geradas pelo Incaper para os produtores do sul do Espírito Santo.

Na verdade, o conjunto de jardins clonais forma a base multiplicadora de materiais genéticos, resultado das pesquisas científicas com café conilon, e compõe a estrutura e o suporte de transferência de tecnologias para a adoção de variedades superiores. Esse trabalho tem se transformado em fator de aproximação e articulação do Estado com as entidades e viveiristas que contribuem para a promoção dos avanços da cafeicultura de conilon.

Atualmente, os jardins clonais estão sob o controle de cinco grandes grupos de usuários: as prefeituras, através de suas secretarias municipais de agricultura ou afins; as associações de produtores, incluindo as cooperativas; as



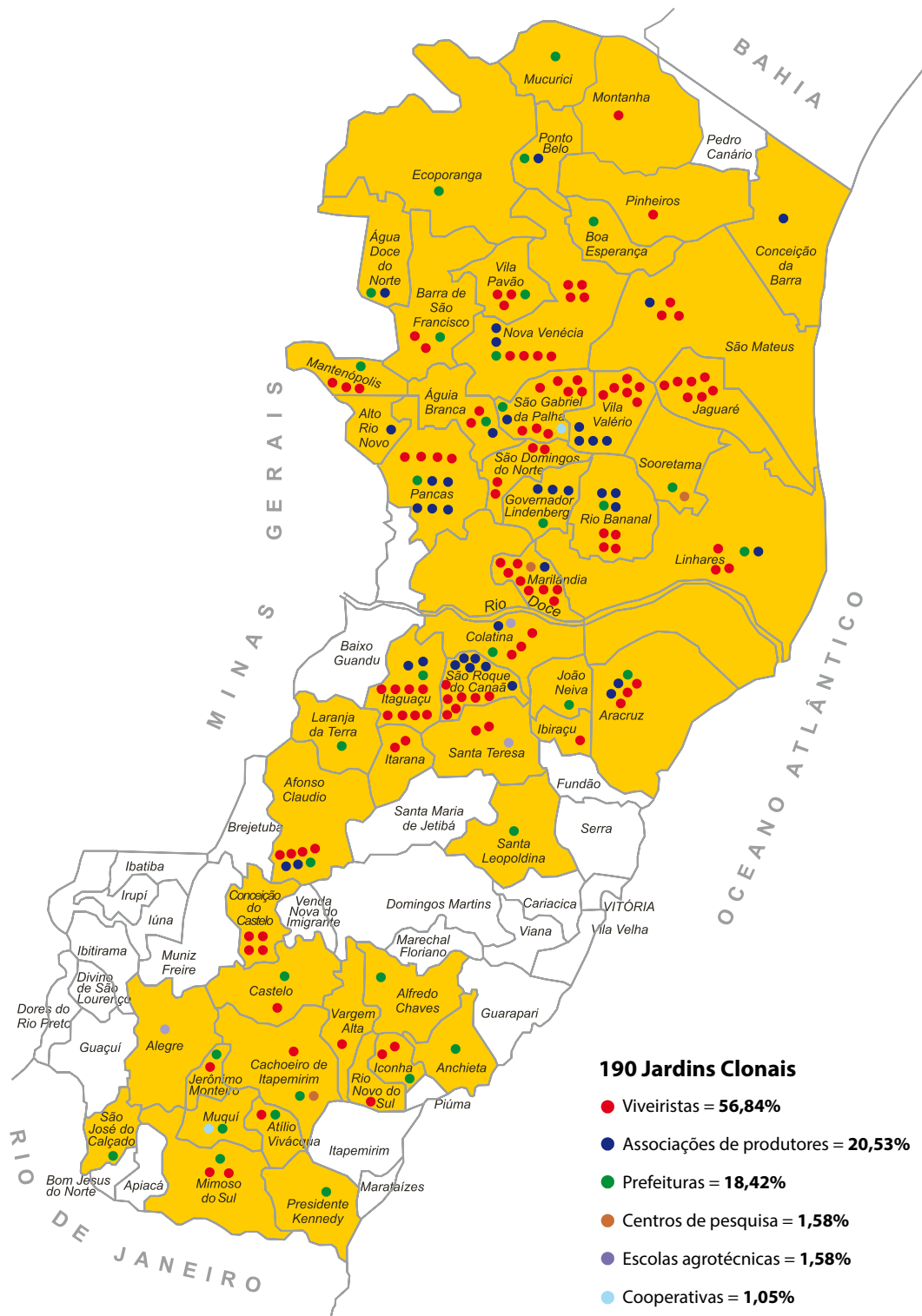
**Figura 5.** Treinamento para técnicos, viveiristas e produtores rurais nas Fazendas Experimentais do Incaper.



**Figura 6.** Jardins clonais das variedades Robustão Capixaba e Conilon Vitória, Fazenda Experimental Bananal do Norte/Incaper - Cachoeiro de Itapemirim/ES.

fazendas de pesquisas; as escolas agrotécnicas e os viveiristas. Ao todo, somam-se mais de 200 unidades, com tendência a aumentar, tendo em vista a demanda existente. Estão presentes em 60

municípios, com potencial para a produção anual de mais de 50 milhões de mudas, suficientes para a renovação de aproximadamente 7% do parque cafeeiro de conilon por ano (Figura 7).



**Figura 7.** Distribuição espacial dos jardins clonais de café conilon no Estado do Espírito Santo.

Fonte: Incaper (2015).

### 3.1.3 Os viveiros de mudas

São estruturas físicas devidamente registradas no Mapa, que são utilizadas para reprodução de tecnologias, via semente, por propagação vegetativa ou clonagem.

O resultado da operação de um conjunto de técnicas preconizadas pelos manuais oficiais de produção em consonância com a legislação específica vigente tem como produto final a muda que deverá conferir um padrão de qualidade desejável (FONSECA et al., 2005b).

A muda, portanto, é a materialização da tecnologia que, multiplicada em escala, torna-se um dos vetores de transferência de inovações e, em última instância, altera o perfil das lavouras.

Grande parte das transformações positivas na cafeicultura de conilon no Estado deve-se à evolução da produção de mudas.

Levando-se em consideração que a grande maioria dos viveiristas tem produzido mudas das variedades recomendadas pela pesquisa, pode-se concluir que esse trabalho tem sido primordial para a alteração da base tecnológica da cafeicultura de conilon no Estado.

As variedades melhoradas têm se constituído na base da renovação das lavouras da espécie no Espírito Santo. Estima-se que mais de 60% da área de conilon no Espírito Santo já foi renovada em novas bases tecnológicas, a partir das variedades ou clones desenvolvidos pelo Incaper.

Muitos técnicos da área consideram as variedades melhoradas, especialmente quando associadas às tecnologias de irrigação, de nutrição e de poda bem conduzida, as principais responsáveis pelo salto positivo na produtividade média do café conilon no Estado.

No Espírito Santo, o crescimento do número de viveiros de mudas de café conilon registrados e a evolução na produção de mudas de qualidade têm relação direta com a disponibilização de variedades melhoradas e com a fiscalização imprimida pelo Mapa, executado por suas regionais de Cachoeiro de Itapemirim, Linhares, Venda Nova do Imigrante e Colatina.

A disponibilização de variedades melhoradas, especialmente as clonais, exige do viveirista um

maior refinamento técnico de produção, além dos cuidados intrínsecos a esse tipo de tecnologia, pois requer conhecimentos relativos ao conjunto de clones que a compõem (FERRÃO et al., 2012).

Para produzir mudas de qualidade, necessita-se investir em instalações adequadas, materiais e equipamentos mais duradouros, seja para cobertura e redução da insolação, seja para proteção lateral do viveiro visando a proporcionar níveis de temperatura e umidade relativa do ar adequados, que resultarão em maior eficiência e eficácia no processo de produção (Figura 8).



**Figura 8.** Mudas clonais em viveiro coberto com sombrite na Fazenda Experimental de Marilândia/Incaper, Marilândia/ES.

Por outro lado, as ações de fiscalização encetadas nos últimos anos foram mais atuantes e consistentes. Dessa forma, os profissionais viveiristas tiveram que conhecer e executar a legislação específica, adequando seus empreendimentos a ela, consolidando-se, assim, num mercado que já é considerado muito competitivo.

Essas observações permitem concluir que o Estado do Espírito Santo possui uma boa base com vista à produção de mudas de qualidade.

O Incaper tem contribuído fortemente para o fornecimento de materiais propagativos (estacas e/ou mudas) e com as orientações na implantação e manejo de jardins clonais. O Instituto continuará com esse propósito utilizando as estruturas das três Fazendas Experimentais, que têm potencial de produção de mais de 2 milhões de estacas por ano.

Segundo o Mapa, em 2014, o Estado possuía

278 viveiros registrados/homologados como produtores de mudas de conilon, com uma capacidade de produção de 81,5 milhões de mudas (Quadro 2).

A maioria dos viveiristas trabalha por demanda ou encomenda, evitando, assim, prejuízos causados por perdas em caso de retração do mercado ou despadronização de mudas que passam da idade ideal para o plantio. Normalmente, há um percentual entre 90 e 95% de mudas produzidas em relação ao total homologado.

**Quadro 2.** Número de viveiros de café homologados pelo Mapa/SFA-ES no Estado do Espírito Santo, em 2014

Afonso Cláudio	3
Água Doce do Norte	1
Águia Branca	8
Alegre	3
Alto Rio Novo	3
Aracruz	5
Barra de São Francisco	3
Boa Esperança	3
Brejetuba	4
Cachoeiro de Itapemirim	1
Castelo	2
Colatina	4
Dores do Rio Preto	2
Ecoporanga	2
Fundão	2
Governador Lindenberg	6
Guaçuí	1
Ibatiba	1
Ibitirama	1
Iconha	2
Irupi	2
Itaguaçu	15
Itarana	1
Lúna	7
Jaguapé	31
Jerônimo Monteiro	1
João Neiva	2
Laranja da Terra	1
Linhares	6
Mantenedópolis	4
Marechal Floriano	2
Marilândia	23

Mimoso do Sul	1
Montanha	2
Nova Venécia	8
Pancas	6
Pinheiros	2
Rio Bananal	19
Rio Novo do Sul	1
Santa Leopoldina	1
Santa Maria de Jetibá	4
Santa Teresa	10
São Domingos do Norte	6
São Gabriel da Palha	13
São Mateus	13
São Roque do Canaã	2
Sooretama	5
Venda Nova do Imigrante	4
Vila Pavão	7
Vila Valério	22
<b>Total</b>	<b>278</b>

**Fonte:** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-Mapa/SFA-ES (2014).

### 3.2 A BASE METODOLÓGICA

A produção de café conilon no Espírito Santo se delineia num ambiente dinâmico e em constante evolução. O estágio de progresso técnico alcançado, o esforço de transferência de tecnologias e a percepção dos cafeicultores quanto à necessidade de incorporação de inovações nas lavouras têm produzido no Estado uma extensa agenda de eventos com objetivos de facilitar o acesso às novidades tecnológicas.

São inúmeras as ações metodológicas de caráter motivacional, informativo e, especificamente, de transferência de tecnologias realizadas nos últimos anos, orientadas para o alcance dos produtores de forma individual, grupal e massal.

Diversas são as instituições componentes da cadeia produtiva do café conilon que têm apresentado formas diferenciadas de abordagem ao produtor rural. Todas, com suas características próprias e peculiares, têm utilizado os principais métodos de extensão para promover ambientes propícios de contato com as inovações tecnológicas.

As iniciativas dessas ações de transferência, em geral, têm sido desenvolvidas num processo



de parceria institucional de apoio, realização e promoção, que tem racionalizado recursos e materiais, reduzindo o custo final da ação.

Portanto, o que se tem conseguido de incorporação de tecnologias ao processo produtivo e mudanças de perfil tecnológico das lavouras de conilon no Estado do Espírito Santo é fruto de um trabalho integrado com os cafeicultores e essas entidades, de forma mais coletiva e menos individual.

### 3.2.1 As metodologias

Nos últimos 20 anos, foram usados vários métodos de extensão pelas instituições para reunir cafeicultores em prol da disseminação de conhecimentos. Numa análise rápida, pode-se separar esses métodos em duas vertentes: as metodologias individuais e as metodologias grupais.

Devido à falta de registro e relatórios da maioria das instituições que desenvolvem metodologias de transferência no Estado, não é possível discorrer individualmente ou estruturar um quadro consolidado do esforço conjunto desse trabalho ao longo dos últimos anos. Porém, com os relatórios oficiais do Incaper, é possível recuperar e apresentar uma parcela expressiva dessas ações, que, por sua vez, foram desenvolvidas quase sempre com a participação ativa das demais entidades da cadeia produtiva do café conilon.

As metodologias individuais utilizadas para a assistência técnica são importantes porque estabelecem uma relação direta entre os técnicos e os agricultores, personalizando a orientação, o que permite uma redução do tempo para a adoção de conhecimentos e tecnologias que melhoram os indicadores técnicos das explorações agrícolas e aumentam a renda das famílias rurais.

O Incaper utiliza, como métodos individuais,

as visitas técnicas, que são procedimentos programados entre o extensionistas e o cafeicultores, além de contatos e atendimentos, que são casuais e não programados, pois consistem em atendimento por demanda nos escritórios ou em qualquer outro local ou meio de comunicação, onde haja diálogo entre o técnico de extensão e o agricultor.

Entre 2011 e 2014, o serviço de extensão oficial do Governo do Espírito Santo realizou mais de 49,1 mil métodos individuais para assistir os cafeicultores capixabas de conilon, entre visitas técnicas e atendimento/contato, numa média anual de 12,3 mil assistências personalizadas. Registra-se ainda que os métodos individuais crescem a cada ano, saindo de 9,5 mil em 2011 e alcançando 14,4 mil em 2014, uma ampliação de quase 52% nesse curto período (Tabela 1).

As metodologias grupais podem, para efeito de compreensão, ser subdivididas em quatro grupos.

No primeiro grupo, foram priorizados cursos, demonstrações de métodos e resultados, dias de campo, dias especiais, excursões técnicas e concursos de produtividade, por possibilitarem e associarem efeitos motivacionais, combinados com ações emancipadoras aos cafeicultores (Figura 9).

No segundo grupo de métodos, estão os encontros de produtores, as diversas formas de reuniões (simpósios, seminários e congressos, com seus painéis, palestras e debates), de cunho técnico, informativo e de intercâmbio. Esse conjunto de métodos é importante para criar consciência tecnológica e empreendedora aos cafeicultores, mas não tem objetivos marcados de transferência de tecnologia, em primeira instância.

No terceiro grupo, encontram-se os diversos tipos de campanhas utilizadas pela extensão rural. Essa metodologia é considerada complexa,

**Tabela 1.** Metodologias individuais de extensão rural desenvolvidas pelo Incaper para o café conilon no Estado do Espírito Santo, no período 2011 a 2014

Metodologias Individuais	Unidade	Anos				Total	Média/ano
		2011	2012	2013	2014		
Visita	nº	5.310	4.237	4.712	5.463	19.722	4.930,5
Atendimento/Contato	nº	4.207	7.019	9.182	8.972	29.380	7.345,0
<b>Total</b>	<b>nº</b>	<b>9.517</b>	<b>11.256</b>	<b>13.894</b>	<b>14.435</b>	<b>49.102</b>	<b>12.275,5</b>

**Fonte:** Dados originais do Departamento de Planejamento e Captação de Recursos (DPC)/Incaper, 2015.

pois envolve uma associação de métodos que, dependendo dos objetivos e da natureza da ação, pode incluir vários outros métodos já citados. Requer ainda, na maioria dos casos, a edição de publicação técnica de material impresso de forma educativa e publicitária, além da inserção dos meios de comunicação de massa (TV, rádio, jornal impresso e internet), como forma de ampliação da abrangência da ação. Apesar do custo geralmente elevado, a campanha quando bem planejada e executada apresenta resultados impactantes e duradouros.

Ressalta-se que, mais do que qualquer outra metodologia de extensão, a campanha, por ser considerada um método complexo e dispendioso, deve ter o máximo de envolvimento institucional. Como exemplo de sucesso dessa metodologia, destacam-se as campanhas da poda do café (1994), do controle da broca-do-café (2000), do uso de calagem (2002) e de Melhoria da Qualidade e Produtividade a partir de 2009.

Por último, duas outras metodologias, que são básicas para o extensionista, foram utilizadas para facilitar o processo de transferência de tecnologia. Tratam-se das unidades demonstrativas e das unidades de observação.

As primeiras consistem em se implantar uma pequena lavoura, preferencialmente em áreas de produtores, contendo a tecnologia que se deseja demonstrar para fins de adoção. Pode-se, também, aproveitar uma lavoura de produtor já implantada, demarcando a área com que se pretende trabalhar a inovação e, quando o efeito dessa ação for positivamente contrastante, faz-se o aproveitamento metodológico da unidade demonstrativa, planejando visitas de outros produtores, promovendo excursões, dias de campo e outros eventos.

A unidade de observação é uma metodologia que serve para dar segurança e certeza ao extensionista sobre uma determinada inovação, antes de promover ações de transferência de tecnologia. Inicialmente, é fechada à visitação pública, mas após confirmação do desempenho da tecnologia, pode ser transformada em unidade demonstrativa e ter o mesmo procedimento anterior.

São metodologias de sustentação do trabalho extensionista num local ou região, pois, por suas próprias características intrínsecas, permitem comparações visuais e exercem efeitos demonstrativos complexos (Figura 10).



**Figura 9.** Dia de campo para demonstração do desempenho das variedades melhoradas do Incaper.



**Figura 10.** Orientações técnicas a cafeicultores de conilon no Estado do Espírito Santo.

Observa-se, pela Tabela 2 que o esforço de transferência de tecnologia realizado pelo Incaper, de 2011 a 2014, foi extraordinário, possibilitando o uso praticamente de todas as metodologias de extensão disponíveis. Nesse período de quatro anos, foram realizadas 3.512 metodologias grupais, numa média de 878 por ano, que corresponde a extraordinária marca de 4,4 eventos por dia útil de trabalho do Instituto.

**Tabela 2.** Principais metodologias grupais de extensão rural desenvolvidas pelo Incaper para o café conilon no Estado do Espírito Santo, no período 2011 a 2014

Metodologias Grupais	Unidade	Anos			
		2011	2012	2013	2014
Dia de Campo	nº	10	10	13	17
Reunião Realizada	nº	299	255	257	185
Demonstração de Método	nº	386	370	487	586
Unidade Demonstrativa	nº	31	24	38	25
Excursão	nº	45	36	61	29
Curso	nº	21	27	32	29
Encontro	nº	26	14	15	13
Simpósio	nº	1	0	1	0
Campanha	nº	1	1	1	1
Unidade de Observação	nº	2	3	10	9
Oficina	nº	1	8	0	1
DRP	nº	0	1	6	3
Seminário	nº	1	3	2	1
Dia Especial	nº	5	3	4	4
Palestra	nº	s/i	7	54	25
Demonstração de Resultado	nº	5	4	6	3
Total	nº	832	765	985	930

Fonte: Incaper (2015).

### 3.2.2 Assistência ao produtor de conilon

Para se proceder à análise sobre a assistência técnica aos cafeicultores, é necessário estabelecer como referência a conjuntura em que se insere a atividade.

A cafeicultura de conilon já está presente em 64 dos 78 municípios capixabas, em mais de 40 mil propriedades rurais, envolvendo cerca de 78 mil famílias no campo. A mão de obra utilizada é composta por 47% de proprietários, 47% de parceiros rurais e 6% de empregados, demonstrando a importância da agricultura familiar e seus desdobramentos econômico, social e ambiental nas relações de produção (PEDEAG,

2003).

É nesse contexto que os serviços de assistência técnica e as organizações representativas dos cafeicultores se inserem. Como já foi relatado, são várias as instituições prestadoras desses serviços no Estado. Além do atendimento oficial do Incaper, as cooperativas, as associações, os sindicatos rurais e de trabalhadores e as empresas privadas têm suas formas de abordagens metodológicas, equipe técnica e programas próprios de atendimento aos seus públicos (Figura 11).

Na ausência de registros sistemáticos da prestação desse serviço, o foco da participação individual dessas instituições é relatado no capítulo 28 Arranjo Institucional da Cafeicultura de Conilon no Estado do Espírito Santo, desta publicação. No entanto, para se conhecer uma parcela significativa do atendimento aos cafeicultores de conilon com orientação técnica e gerencial, a análise recai sobre os dados de relatórios do Incaper.

Pela Tabela 3, observa-se, ao longo dos últimos cinco anos, que o número de atendimentos ao produtor de conilon, pelo Incaper, variou de 15,9 a 20,7 mil beneficiários, perfazendo uma média anual, para o período de 2010 a 2014, de 18 mil assistências, sem repetição.

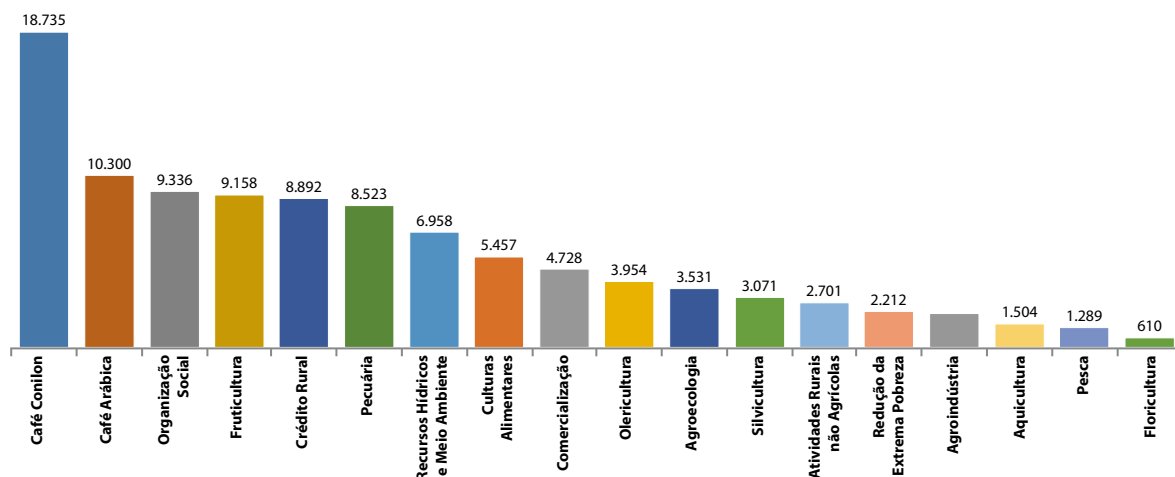
**Tabela 3.** Público assistido pelo Incaper na atividade café conilon, no Estado do Espírito Santo, de 2010 a 2014

Discriminação	Unidade	Anos					Média (2010/2014)
		2010	2011	2012	2013	2014	
Público assistido	pessoas	16.452	15.877	18.361	20.705	18.735	18.026

Fonte: Incaper (2015).

Registra-se que o Incaper contempla como público assistido em seus relatórios os cafeicultores proprietários e os cafeicultores parceiros ou meeiros, uma situação típica e comum para o Estado do Espírito Santo. Portanto, estima-se que as 18 mil pessoas assistidas em média por ano, laborem em cerca de 10 mil propriedades cafeicultoras, o que representa em torno de 25% do total de propriedades capixabas que cultivam café conilon.

Destaca-se ainda que os cafeicultores de conilon são aqueles que lideram a assistência técnica provida pelo Incaper em relação às demais atividades/áreas acompanhadas pelo órgão (Figura 11).



**Figura 11.** Público assistido pelo Incaper, por atividade, em 2014.

Fonte: Incaper (2015).

A assistência direta ao cafeicultor tende a crescer graças ao reforço do quadro de profissionais do Incaper, ao engajamento cada vez maior das prefeituras municipais, através de suas Secretarias de Agricultura, à prestação de serviços das organizações rurais, à participação ativa da iniciativa privada e às parcerias institucionais que vêm sendo ampliadas.

### 3.2.3 As publicações técnicas

Num ambiente científico e tecnológico, as informações, os conhecimentos e as tecnologias são registrados em veículos de divulgação específicos, seriados ou não, como mais uma forma de disseminar os avanços da ciência. Essa estratégia, além de facilitar o acesso às inovações, permite que a sociedade como um todo aproprie-se delas, incorporando-as ao seu modo de vida ou produção.

De modo geral, pode-se distinguir três grupos de publicações técnicas que são caracterizadas pelo público a que são dirigidas, pela estrutura do texto e pela linguagem utilizada.

No primeiro grupo, estão os veículos de divulgação dirigidos à comunidade acadêmico-científica, nacional e internacional (professores universitários, extensionistas e pesquisadores). São as revistas científicas especializadas, os anais de congressos, simpósios, seminários e boletins de pesquisa escritos em linguagem técnico-científica, contendo relato de pesquisa e apresentado de acordo com a estrutura usual de artigo científico.

No segundo, estão as publicações escritas em linguagem técnica, contendo recomendações e informações de forma sucinta e objetiva, alimentadas por trabalhos técnicos científicos ou observações de pesquisa. Nesse grupo, estão basicamente livros, circulares técnicas, fôlderes técnicos, comunicados e relatórios técnicos, manuais e jornais especializados. São elaborados e dirigidos preferencialmente para os agentes de desenvolvimento que atuam no campo da assistência técnica e, esporadicamente, a produtores com nível técnico adequado.

O terceiro grupo de publicações é composto de linguagem dirigida diretamente aos produtores rurais. São cartilhas, fôlderes, folhetos, jornais e informativos.

O crescimento da produção científica para o café conilon e a necessidade de disseminação rápida dos resultados de pesquisas aos cafeicultores proporcionaram a produção e edição de um portfólio importante de publicações técnicas, que têm sido fonte principal de consulta e nivelamento técnico dos agentes da cadeia agroindustrial do café conilon (Figura 12).

As principais publicações disponíveis que se referem no todo ou em parte ao café conilon, principalmente aquelas dos segundo e terceiro grupos, com registro na Biblioteca do Incaper, estão detalhadas na Quadro 3. Ressalva-se, portanto, que apesar da importância, não foram consideradas, devido à grande quantidade, dissertações e teses de mestrado e doutorado, artigos técnico-científicos publicados em revistas, anais de simpósio e congressos.





Figura 12. Principais publicações do Incaper referentes ao café conilon.

**Quadro 3.** Principais publicações técnicas sobre café conilon direcionadas à cafeicultura do Espírito Santo, no período de 1987 a 2015

(continua)

Título	Veículo	Editora	Ano da edição
Jornal Coaabriel (mais de 200 edições)	Informativo	Cooabriel	A partir de 1987
Projeto: renovação de lavouras de café conilon	Folheto	Emater	1988
A broca-do-café	SD	Emcapa	1989
Incidência de <i>Orthezia praelonga</i> , DOUGLAS, 1891, em café conilon no Espírito Santo	SD	Emater/Emcapa	1989
Seleção de clones de café conilon ( <i>Coffea canephora</i> ) para o Estado	Pesquisa em Andamento	Emcapa	1990
'Emcapa 8111'; 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131': Primeiras variedades clonais de café conilon lançadas para o Espírito Santo	Comunicado técnico	Emcapa	1993
'Emcapa 8111'; 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131': Primeiras variedades clonais de café conilon lançadas para o Espírito Santo	Fôlder	Emcapa	1993 reimpressão 1995
A poda do café conilon	SD	Emcapa	1993
Poda de produção do café conilon	Fôlder	Emater/Emcapa	1993
Recomendações técnicas para implantação de lavouras de café conilon por meio de mudas clonais: ES	Fôlder	Emater	1993
Como obter café conilon de boa qualidade	Fôlder	Emater	1993
Café conilon: mudas clonais, critérios para seleção de plantas matrizes	Livreto	MAARA/PRO CAFÉ DFAARA/ES	1994
Produção de mudas clonais de café conilon em câmara úmida sob cobertura de folhas de palmeira	SD	Emcapa	1995
Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo	Livro	Seag	1995
Análise comparativa da competitividade econômica do eucalipto em relação às explorações tradicionais de café e pecuária no Estado do Espírito Santo	Livreto	SEEA	1996
Criação massal da vespa-de-uganda e vespa-da-costa-do-marfim, parasitoides da broca-do-café	SD	Emcapa	1996
Zoneamento agroecológico para cultura do café no Estado do Espírito Santo	Livreto	Seag	1997
Poda de produção café conilon	Fôlder	CCCV/Cetcaf/Fetaes/ Seag	1997
'Emcapa 8141- Robustão Capixaba': variedade clonal de café conilon tolerante à seca	Fôlder	Emcapa	1998
'Emcapa 8141- Robustão Capixaba': variedade clonal de café conilon tolerante à seca	Comunicado Técnico	Emcapa	1999
'Robusta Tropical - Emcaper 8151': primeira variedade melhorada de café conilon de propagação por sementes para o Espírito Santo	Fôlder	Emcaper	2000
Produção de mudas de café conilon por semente	Fôlder	Emcaper	2000
Manejo da broca-do-café	Fôlder	Emcaper	2000
Programa de manejo da broca-do-café no Estado do Espírito Santo	Fôlder	Emcaper	2000
Programa de renovação da cafeicultura da região sul do Espírito Santo	Fôlder	Emcaper	2000
Produção de mudas de café conilon por sementes DRIS – café conilon	DQ-1	Incaper	2000
Dicas de café	SD	incaper	2001
Como produzir café conilon	VHS	Incaper	2001
Como produzir café conilon	Manual	Incaper	2001
Café conilon: adubação e calagem	CT	Incaper	2001

(continuação)

<b>Título</b>	<b>Veículo</b>	<b>Editora</b>	<b>Ano da edição</b>
Calagem: saiba como fazer e colha muitos benefícios	Fôlder	Incaper	2002
Compostagem orgânica da palha de café	Fôlder	Incaper	2003
Cafés de qualidade: Espírito Santo colheita e processamento	Fôlder	Incaper	2003
'Conilon Vitória - Incaper 8142': variedade clonal de café	SD	Incaper	2004 - 1ª ed.
Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas	CT	Incaper	2004 - 1ª ed.
'Conilon Vitória - Incaper 8142': variedade clonal de café	Fôlder	Incaper	2004 - 1ª ed.
Jardins clonais de café conilon	CT	Incaper	2004 - 1ª ed.
Jardins clonais de café conilon (atualizada)	CT	Incaper	2005 - 2ª ed.
Café	Relatório	Incaper	2005
Cafés do Espírito Santo – Brasil	Fôlder	Incaper	2005
Brava Gente Polonesa	Livro	Fundação Jônice Tristão	2005
Café conilon	Livro	Incaper	2007
Quer fazer um café conilon de qualidade?	Fôlder	Incaper	2008
Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura	Livro	CCA - Ufes/Incaper	2008
Poda programada de ciclo para o café conilon	Fôlder	Incaper	1ª/2008 - 2ª/2009
Como você quer a sua produção de café conilon: mais forte ou mais fraco? Colha o café na hora certa e fortaleça a qualidade do seu produto	Fôlder	Incaper	2008
Café conilon de qualidade	Fôlder	Incaper	2009
Cetcaf On Line	Informativo	Cetcaf	A partir de 2009
Produza seu café com qualidade e colha mais lucros. Colha o café conilon na hora certa e fortaleça a qualidade e o valor dos seu produto	Fôlder	Incaper	2009
Café conilon de qualidade	Fôlder	Incaper	2010
Produza seu café com qualidade. Colha o café conilon na hora certa e fortaleça a qualidade e o valor dos seu produto	Fôlder	Incaper	2010
Produza seu café com excelência de qualidade e obtenha mais lucro e melhores oportunidades de mercado	Fôlder	Incaper	2010
Tecnologias para sustentabilidade da cafeicultura	Livro	CCA - Ufes/Incaper	2011
Inovação, difusão e integração: bases para sustentabilidade da cafeicultura	Livro	CCA - Ufes/Incaper	2012
Café conilon: Cem anos de história e evolução no Estado do Espírito Santo. Do Brasil para o mundo	Fôlder	Incaper	2012
Conilon capixaba 100 anos de desafios, crescimento e inovação	Livro	Governo do Estado do Espírito Santo/Seag	2012
100 anos de Conilon Capixaba	Caderno Especial	A Gazeta	2012
<i>Conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas</i>	CT	Incaper	2012
<i>Conilon coffee: Production techniques with improved varieties</i>	CT	Incaper	2012
Café conilon: técnicas de producción com variedades mejoradas	CT	Incaper	2012
Manual da Conferência Internacional de <i>Coffea canephora</i>	Informativo	Incaper	2012
Teores de nutrientes nas águas residuárias do café e características químicas do solo após sua aplicação	SD	Incaper	2012
Renova café conilon	Fôlder	Incaper	2012
Conilon produza seu café com qualidade	Fôlder	Incaper	2013
Variedade clonal de café conilon: 10 passos em 12 anos de pesquisa	Fôlder	Incaper	2013
'Diamante ES8112': nova variedade de café conilon de maturação precoce para o Estado do Espírito Santo	Fôlder	Incaper	2013

(conclusão)

Título	Veículo	Editora	Ano da edição
'ES8122 - Jequitibá': nova variedade de café conilon de maturação intermediária para o Estado do Espírito Santo	Fôlder	Incaper	2013
'Centenária ES8132': nova variedade de café conilon de maturação tardia para o Estado do Espírito Santo	Fôlder	Incaper	2013
Calagem	Fôlder	Seag/Incaper	2013
Cafés do Estado do Espírito Santo conilon e arábica	Fôlder	Seag/Incaper	2013
Calcário Correto: programa de incentivo à utilização de calcário para a cultura do café na região sul do o Estado do Espírito Santo	Fôlder	Seag/Incaper	2013
Café Conilon: Qualidade, Adubação e Irrigação	Livro	Ceunes/Ufes	2013
Café Conilon: Tendências de Mercado e Mecanização	Livro	Ceunes/Ufes	2014
Campanha de qualidade café conilon	Fôlder	Incaper	2014
Campanha de qualidade café conilon	Fôlder	Incaper	2015
Café Conilon: do Plantio à Colheita	Livro	UFV	2015

Nota: 1.SD = Série Documentos; CT = Circular Técnica; DQ-1 = Disquete.

### 3.2.4 Grandes eventos

#### Simpósio Estadual do Café

Iniciado em 1994 e já acumulando nove edições, o Simpósio Estadual do Café é realizado tradicionalmente a cada dois ou três anos sob a coordenação do Cetcaf, num trabalho de parceria promocional com o Governo do Estado do Espírito Santo e com a participação de instituições importantes da iniciativa privada, como o Centro de Comércio do Café de Vitória (CCCV) e outros auspícios que se alternam e se somam a cada edição.

Esse evento foi criado para possibilitar a reunião de agentes da cadeia produtiva do café e promover discussão e debates de temáticas importantes e atuais sobre a atividade cafeeira, constituindo-se, ao longo dos anos, num referencial tecnológico e mercadológico para todo o agronegócio café.

Realizado sempre em Vitória/ES, congrega, em média, 400 participantes e oportuniza o intercâmbio de cafeicultores, corretores, exportadores, representantes comerciais, torrefadores, pesquisadores, técnicos de várias iniciativas e lideranças dos segmentos do agronegócio café (Figura 13).

Tem se caracterizado como um dos tradicionais eventos de atualização e nivelamento de informações sobre os avanços tecnológicos, possibilitando também a discussão e o

esclarecimento sobre políticas públicas direcionadas ao setor.



**Figura 13.** Simpósio Estadual do Café, Vitória/ES, 2013.

**Foto:** [www.cetcaf.com.br](http://www.cetcaf.com.br)

Além de todas as contribuições que esse evento tem proporcionado ao processo de difusão e transferência de tecnologia, especialmente relacionada ao café conilon, sua realização tem aproximado as entidades que compõem a cadeia produtiva desse produto.

A cada edição, é organizada e editada uma publicação na forma de Anais contendo os textos das palestras, conferências, painéis e debates, que são distribuídos aos participantes na forma impressa ou eletrônica.



Estabeleceu um marco referencial de discussão sobre a modernização tecnológica da atividade, dando ênfase à busca da produtividade, da qualidade e da sustentabilidade.

### Campanha da Poda do Café Conilon

Campanha é uma metodologia de extensão rural complexa, pois, na maioria das vezes, trabalha com outras metodologias de alcance individual, grupal e massal. Além disso, deve ser editada uma publicação técnica detalhando passo a passo o conteúdo que se quer comunicar. Prevê a realização de reuniões esclarecedoras em pontos estratégicos, demonstrações de métodos e resultados práticos além da produção de vídeo e *spot* contendo mensagens publicitárias a serem veiculadas em horários previamente programados em emissoras de televisão e rádio, respectivamente.

Com os resultados de pesquisa obtidos pelo Incaper, que apontam entre as diferentes vantagens da poda, aumento de até 53,5% na produtividade (SILVEIRA et al., 1993), o Governo do Estado, através da Seag e suas instituições vinculadas, planejou e executou, em 1994, uma ampla campanha de poda do café conilon com o objetivo de divulgar o uso da tecnologia. No desenvolvimento da campanha, foram realizados vários treinamentos para técnicos e produtores, reuniões nas comunidades de todos os municípios produtores, inúmeras demonstrações do método de poda e executadas mais de 500 inserções de mensagens publicitárias em horários estratégicos na televisão e nas rádios, especialmente as do interior do Estado.

Foram elaboradas publicações técnicas impressas com os conteúdos da tecnologia, escritas em linguagem simples, com gravuras e esquemas para facilitar a compreensão (EMATER; COOABRIEL [199-]).

Pela repercussão obtida, essa campanha foi repetida e reforçada em 1997. Dessa feita, incluindo o CCCV, Fetaes e Cetcaf como parceiros. Constatou-se, ao longo dos anos, que a campanha foi muito eficiente e eficaz como metodologia de extensão, haja vista que a técnica de poda não só está incorporada ao processo produtivo do café conilon, mas também detém um dos maiores índices de adoção, se comparada com outras tecnologias disponíveis.

### Noroeste Café Conilon

Encontro de cafeicultores planejado e executado especificamente para a região noroeste do Estado do Espírito Santo. A concepção desse evento foi a de promover um espaço específico de difusão de tecnologia, que primasse em criar um fórum de apresentação e discussão das principais tecnologias e que propiciasse também aos produtores um ambiente de inovações para o café conilon.

A ideia central era romper com a estagnação tecnológica existente em alguns municípios da região que apresentavam baixos indicadores de produtividade, ocasionados pela baixa adoção de tecnologias. O evento, a cada edição, conta com um local diferente para que o efeito de aproximação dos agricultores à informação seja o mais emblemático possível.

Essa jornada foi iniciada no Município de Barra de São Francisco, em 2005 e já conta com sete edições (Figura 14).



**Figura 14.** Noroeste Café Conilon, Barra de São Francisco/ES, 2005.

O que se tem buscado, na essência desse evento, é colocar os cafeicultores em contato direto com a informação e o conhecimento atualizados, além de demonstrar as tecnologias inovadoras visando à renovação de lavouras, seguindo as recomendações, associadas às boas práticas agrícolas. O que se deseja, dessa forma, tem a ver com a mudança do perfil tecnológico do agricultor e da propriedade visando, no final, o aumento da média de produtividade da região e a melhoria da qualidade final do produto.

A região possui cerca de 47% da área plantada com

café conilon e detém 37% da produção estadual e conta com 18 mil cafeicultores.

Sob o ponto de vista da organização, mobilização e motivação dos cafeicultores, além do envolvimento institucional, o evento se reveste de uma importância fundamental para avançar no sentido da ampliação da média regional.

### Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil

Iniciado em 2000, o Simpósio já é um tradicional fórum de apresentações e discussão de trabalhos de pesquisas e abordagens de temáticas importantes para a cadeia produtiva do café e para a área de ciência e tecnologia.

Após primeira edição de 2000, em Poços de Caldas/MG, com cerca de 700 participantes e 381 trabalhos científicos, o evento cumpre a função de provedor dos avanços científicos do café em nove edições, sob a promoção do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café), sob a Coordenação da Embrapa e governos estaduais nos locais em que o evento se realiza.

Realizado sempre de dois em dois anos, são apresentados de 450 a 500 trabalhos científicos a cada edição com participação de 700 a 800 congressistas, entre eles diversos representantes dos setores que compõem o agronegócio café, como pesquisadores, extensionistas, lideranças da cafeicultura, cafeicultores, empresários do setor, representantes comerciais, corretores, imprensa especializada, estudantes e demais interessados nos avanços da ciência e da tecnologia cafeeira (Figura 15).



**Figura 15.** Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Curitiba/PR, 2015.

Foto: [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

### Simpósio Brasil Café Conilon e Concurso Conilon de Excelência Coabriel

Iniciado em 1999, esse evento teve seis edições realizadas na cidade de São Gabriel da Palha/ES, de dois em dois anos, até 2009. Primou sempre pelo debate de temáticas que ampliem a visão global do agronegócio café aos participantes, notadamente aos cafeicultores empreendedores, profissionais de pesquisa e extensão rural, executivos do ramo e lideranças técnicas e políticas dessa importante atividade do Estado.

O evento teve como promotores e realizadores principais a Coabriel, o Sicoob com parceria da Prefeitura Municipal de São Gabriel da Palha/ES e o Governo do Estado, através da Seag.

Atraído sempre pela garantia de importantes discussões temáticas, o público, que foi um dos fatores de sucesso do Brasil Café Conilon, recebeu informações, conhecimentos e tecnologias de gerenciamento de propriedades cafeeiras, tecnologias de produção e visão global de agronegócio, fundamentais para a prática de uma cafeicultura profissional.

Em suas últimas edições, o Simpósio Brasil Café Conilon incluiu na sua programação o Concurso Conilon de Excelência Coabriel, que ocorre anualmente desde 2004 e que, em 2015, completou a 12ª edição. Esse concurso é o pioneiro no Estado e no Brasil para a premiação de café conilon nos quesitos de qualidade. O concurso se apresenta como um mecanismo de marketing importante da qualidade do Café Robusta no Brasil, além de ser um importante instrumento de incorporação de tecnologias de produção e gerenciamento de propriedades cafeeiras (Figura 16).



**Figura 16.** Simpósio Brasil Café Conilon e Concurso Conilon de Excelência Coabriel, São Gabriel da Palha/ES, 2012.

Foto: Assessoria de Comunicação/Seag.

### Conferência Internacional de *Coffea canephora*

Sob a coordenação do Governo do Estado do Espírito Santo, através do Incaper e da Embrapa, em parceria com mais 40 instituições, Vitória/ES sediou de 11 a 15 de junho de 2012 o maior e mais completo evento técnico científico na área de café conilon, a *International Conference off Coffea canephora*, tendo como tema central Cem Anos de História e Evolução do Conilon no Estado do Espírito Santo - Brasil.

Tecnologias, desenvolvimento e perspectivas para o cadeia produtiva do café conilon foram pauta de painéis, palestras e debates durante todo o evento, que foi o ponto alto das comemorações do centenário do conilon em terras capixabas. Houve a participação de 17 países, com 1,2 mil participantes e congressistas presentes em palestras, painéis de debates, conferências, degustações e visitas a lavouras tecnificadas no interior do Estado.

A conferência significou um coroamento de todo o trabalho desenvolvido ao longo de décadas, que tornou o Espírito Santo uma referência mundial em geração e socialização de conhecimentos e tecnologias para o café conilon. Para o futuro, apontou um novo rumo a ser perseguido: a busca incessante da qualidade como um meio para ampliar a participação dessa espécie de café no mercado e diferenciar o conilon no grupo seletivo dos melhores robustas do mundo (Figura 17).



**Figura 17.** Conferência Internacional de *Coffea canephora*, Vitória/ES, 2012.

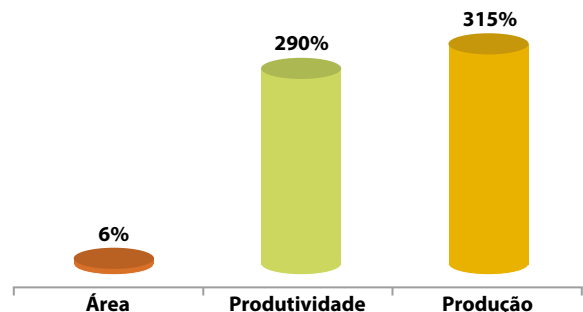
### 4 ALGUNS RESULTADOS DA GERAÇÃO, DIFUSÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS

O esforço de geração, difusão e transferência de tecnologias para a cultura do conilon no Estado do Espírito Santo construiu uma base científica e tecnológica importantíssima no sentido de proporcionar aos cafeicultores segurança técnica de produção.

No campo da geração, registra-se mais de 50 tecnologias, lideradas por 15 cultivares clonais superiores, além de outras relacionadas à nutrição, irrigação, podas, métodos de colheita e pós-colheita, entre outras. No total, são mais de 4 mil conhecimentos gerados, como por exemplo a seleção e avaliação de 2 mil clones que estão contidos no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) com 500 acessos.

As tecnologias geradas, associadas ao aparato metodológico estruturado no Espírito Santo para a sua efetiva utilização pelos cafeicultores resultaram numa elevação fantástica dos indicadores técnicos e econômicos, numa velocidade pouco percebida em outras cafeiculturas do mundo como um todo.

Ao se referir sobre os três principais índices técnicos do parque cafeeiro de conilon do Espírito Santo, como área, produção e produtividade, é possível mensurar e aferir que todo o esforço empregado na geração e transferência de tecnologia não foi em vão. Em apenas 21 anos, de 1993 até 2014, a área colhida cresceu apenas 6%, de 267 mil para 283,1 mil ha, enquanto a produção saltou de 2,4 milhões para 9,95 milhões de sacas, ou seja, 315%. O fator principal dessa evolução foi o crescimento de 290% da produtividade, que passou de 9 para 35,14 sc./ha, comprovando a utilização efetiva do conhecimento gerado pelos cafeicultores capixabas (Figura 18).



**Figura 18.** Percentual de crescimento da área, produtividade e produção de café conilon no Espírito Santo, de 1993 a 2014.

É importante ressaltar que a produtividade, principal indicador de incorporação tecnológica, já ultrapassa o patamar de 200 sc. benef./ha, tanto em nível experimental quanto em lavouras mais tecnificadas. Portanto, essa amplitude de variação entre o potencial e a produtividade média verificada no Espírito Santo tende a se reduzir a partir da renovação de lavouras em novas bases tecnológicas.

A ampliação da produtividade é fator determinante para se reduzir custos unitários de produção, aumentar a renda bruta e líquida dos cafeicultores, além de promover uma maior eficiência nos demais elos da cadeia produtiva. Em 2014, a valor bruto da produção de café conilon atingiu a cifra de R\$ 2,36 bilhões, o que representou 29% de todo o Valor Bruto da Produção Agropecuária.

Assim, a produção ampliada, a partir do incremento na produtividade, aumenta renda e garante estabilidade socioeconômica, o que é estratégico para o desenvolvimento do interior do Espírito Santo, tornando a cafeicultura a atividade agrícola de maior relevância para o meio rural capixaba.

Considerando-se o estoque de tecnologias existentes, a constante geração de novos conhecimentos e o eficiente processo de difusão e transferência de tecnologias estruturado no Espírito Santo, pode-se estimar que o cenário para o café conilon no Estado para os próximos dez anos é de produção entre 16 a 20 milhões de sacas, produtividade média superior a 55 sc. benef./ha e área plantada praticamente estabilizada. Essa visão é corroborada pela maioria dos especialistas do segmento.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mobilização do poder local do Município de São Gabriel da Palha, localizado na região noroeste do Estado do Espírito Santo deixou um legado valioso na busca constante da excelência de produção do café conilon e, mais do que isso, conferiu maior confiança e segurança na consolidação de sua cadeia produtiva.

A perseverança foi a característica mais marcante naquele momento de crise econômica e social, produzido pelo Programa de Erradicação dos Cafezais do Governo Federal, no período de 1963

a 1966, e pela não inclusão de regiões abaixo de 400 m de altitude no Plano de Renovação de Lavouras Cafeeiras, lançado em 1969. Portanto, a saga desse produto e o embrião das ações de transferência de tecnologias têm como marco o ano de 1970.

O grande saldo positivo desse processo foi a criação de uma rede de articulação e de decisões locais que proporcionaram à cafeicultura de conilon um crescimento endógeno ao Estado do Espírito Santo, ficando muito pouco dependente de decisões de âmbito federal.

Embora os indicadores sociais e econômicos da atividade tenham evoluído muito ao longo dos anos, é preciso esclarecer que há um longo caminho a percorrer, tendo em vista que é contínuo tanto o processo de geração do conhecimento quanto a busca de superação de novos gargalos e desafios.

É preciso lembrar que a produtividade média atual do Espírito Santo de cerca de 35 sc. benef./ha ainda tem muito a crescer, tendo em vista que novas cultivares foram lançadas recentemente, como são os casos da Diamante, Jequitibá e Centenária, além de um grande estoque de outros conhecimentos e tecnologias que ainda estão em processo de adoção pelos cafeicultores.

A implantação de mais de 200 jardins clonais distribuídos estrategicamente no Estado ofertando materiais genéticos superiores, que apresentam resultados que vão de 50 a 70 milhões de mudas de café conilon todos os anos também é uma garantia de renovação do parque e ampliação da produtividade.

Merecem atenção especial os projetos que o Governo Estadual, por meio do Incaper, está desenvolvendo na região sul do Estado, como o Calcário Correto e o Renova Sul Conilon. No médio prazo, espera-se que haja uma melhoria no desempenho econômico, com elevação do nível tecnológico empregado na cultura, o que cumprirá com a meta de se reduzir as desigualdades regionais e contribuirá, também, para o aumento da produtividade média estadual.

Ressalta-se, ainda, que além das tradicionais bases de pesquisa e transferência de tecnologias localizadas no norte, em Marilândia e Sooretama, há mais de uma década, a Fazenda Experimental de Bananal do Norte, em Cachoeiro de Itapemirim,



no sul do Estado está consolidada também como mais um polo de apoio aos cafeicultores dessa região.

É plenamente perceptível, atualmente, a evolução das articulações entre o setor público e privado, bem como a institucionalização e profissionalização dessas relações que visam ao desenvolvimento e à promoção do produto. Essa tem sido a principal estratégia facilitadora do processo de inovação, promotora da melhoria do nível de informação e contribuidora de um ambiente de cooperação. Essa interação institucional tem sido a chave do avanço do trabalho de difusão e transferência de tecnologia para o café conilon.

## 6 REFERÊNCIAS

- BALANÇO social 2013 Incaper. IN: OLIVEIRA, L. R. de.; BORGES, J. (Orgs.). Vitória, ES: Incaper, 2014. 60 p. (Incaper; Documento, 230).
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G. 'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131': primeiras variedades clonais de café conilon lançadas para o Estado do Espírito Santo. Vitória, ES: Emcapa. 2p. 1993 (Emcapa. Comunicado Técnico, 68).
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G. 'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131': Variedades clonais de café conilon para o Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF: v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001.
- CADERNOS de difusão de tecnologia v. 1., n.1 (1984). Brasília: Embrapa, 1984
- DADALTO, G. G.; BARBOSA, C. A. *Zoneamento agroecológico para a cultura do café no estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: SEAG, 1997. 28p.
- De MUNER, L. H. *Calcário correto*: Programa de incentivo à utilização de calcário para a cultura do café na região sul do estado do Espírito Santo. Vitória, ES: Incaper, (Documentos 225), Nov.2013, folder.
- EMATER; COOABRIEL. *Poda do café conilon*. Vitória, ES: Emater, Cooabriel, [199-]. 1 folder.
- EMBRAPA CAFÉ. *Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café*. Brasília, DF: Embrapa café, 2004. 148 p.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; SILVEIRA, J. S. M.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. 'Emcapa 8141 - Robustão Capixaba': variedade clonal de café conilon tolerante à seca, desenvolvida para o Estado do Espírito Santo. *Revista Ceres*, n. 273, p.555-560, 2000.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, L. M. V. 'Emcaper 8151 - Robusta tropical': variedade melhorada de Café Conilon de propagação por semente para o Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café e MINASPLAN, p. 413-416, 2000.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MARQUES, E. M.; ZUCATELI, F. *Café Conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. 3. ed. Vitória, ES: Incaper, 2012. 60 p. (Incaper. Circular Técnica, 03-I).
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORLLI, A. P. 'Diamante ES 8112' - Nova variedade clonal de café conilon de maturação precoce para o Espírito Santo. 2. ed. Revisada. Vitória, ES: Incaper, (Documentos 219), Jun. 2015a, 1 folder.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORLLI, A. P. 'ES 8122 - Jequitibá' - Nova variedade clonal de café conilon de maturação intermediária para o Espírito Santo. 2. ed. Revisada. Vitória, ES: Incaper, (Documentos 220), Jun. 2015b, 1 folder.
- FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; MAURI, A. L.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A. J. B.; MORLLI, A. P. 'Centenária ES 8132' - Nova variedade clonal de café conilon de maturação tardia para o Espírito Santo. 2. ed. Revisada. Vitória, ES: Incaper, (Documentos 221), Jun. 2015c, 1 folder.
- FONSECA, A. F. A. da; SILVEIRA, J. S. M.; BRAGANÇA, S. M. Principais defeitos que interferem no tipo do café no Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21., 1994, Caxambú, MG. *Anais...* Caxambú, p. 45, 1994.
- FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. *Conilon Vitória - 'Incaper 8142': variedades clonais de café Conilon*. 2. ed. Vitória, ES: Incaper 2005a. 28 p. (Incaper. Documentos 127).

FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; SILVA, A. E. S. da.; DE MUNER, L. H.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. *Jardins clonais de café conilon: técnicas para formação e condução*. 2. ed. Vitória, ES: Incaper. 2005b. 56p. (Incaper. Circular Técnica, 04-1).

GLAZAR, E. *Brava gente polonesa: memórias de um imigrante, formação histórica de São Gabriel da Palha e expansão do café conilon no Espírito Santo*. Vitória: ES: Fundação Jônice Tristão, 2005. 207 p

LOSS, W. R. *Café conilon da crise da erradicação a vanguarda do desenvolvimento no Espírito Santo*. Vitória, ES: Seag, 2004 (mimeografado).

PAULINO, A. J.; PAULINI, A. E.; BRAGANÇA, J. B. *Café conilon, mudas clonais: critérios para seleção de plantas matrizes*. Vitória, ES: MAARA, DFAARA/ES. 1994. 17p.

*PLANO estratégico da agricultura capixaba*. Vitória, ES: SEAG, 2003. CD ROM.

SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; BRAGANÇA, S. M. e FONSECA, A. F. A. da. *A poda do café conilon*. Vitória: Emcapa, 1993. 14 p. (Emcapa. Documentos, 80).

VERDEBRAS. *Biotecnologia*. São Gabriel da Palha, ES: [198-?]. (Folder).

VERDEBRAS. *Biotecnologia. Revista Verdebras*. Linhares, ES: 1995. 24p.





# Coeficientes Técnicos e Custos de Produção do Café Conilon no Espírito Santo

Lúcio Herzog De Muner, Edileuza Aparecida Vital Galeano, Romário Gava Ferrão, João Luiz Perinni, Abraão Carlos Verdin Filho, Wander Ramos Gomes, Sérgio Marins Có, Marcone Comério, Luiz Antonio Bassani, Roberto Passon Casagrande e Levy Heleno Fassio

## 1 INTRODUÇÃO

O ambiente econômico e social no qual a cafeicultura está inserida está se tornando cada vez mais complexo e competitivo, exigindo eficiência e profissionalismo crescente dos produtores. Conforme Callado, A. A. C. e Callado, A. L. (2015), o que antes era entendido como uma exploração econômica de propriedades rurais isoladas, atualmente é parte de um amplo sistema produtivo complexo com inter-relações tecnológicas e mercadológicas.

O produtor ou administrador rural precisa saber como está a rentabilidade de sua atividade produtiva, quais são os resultados obtidos e como eles podem ser otimizados por meio de avaliação de resultados, fontes de receitas e tipos de despesas e como buscar a melhor lucratividade (CREPALDI, 2012).

A apuração de custos apresenta uma de suas maiores dificuldades de implantação e desenvolvimento no sistema produtivo devido à necessidade de rigor no controle dos seus elementos de forma a obter uma correta apropriação dos custos de cada produto, principalmente sobre os gastos gerais, que devem ser rateados pelos diversos produtos cultivados pelo produtor (CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L., 2015).

Assim, o cafeicultor deve ficar atento para o

adequado gerenciamento de sua propriedade, tomando decisões baseadas em informações técnicas, econômicas e mercadológicas. Entre essas informações, o custo de produção apresenta-se como ferramenta importante, refletindo parâmetros com relação à rentabilidade do empreendimento agrícola e fornecendo indicativos de decisões futuras, como a expansão, retração ou extinção da atividade.

O custo de produção agrícola é uma excepcional ferramenta de controle e gerenciamento das atividades produtivas e de geração de importantes informações para subsidiar as tomadas de decisões pelos produtores rurais e, também, de formulação de estratégias pelo setor público (CONAB, 2010).

Na cafeicultura, vários fatores contribuem para formar o custo de produção, por isso, o produtor encontra dificuldades na elaboração e análise das planilhas de custos. Tais dificuldades são inerentes à tecnologia empregada, ao período de produção, à avaliação correta dos fatores produtivos e dos coeficientes técnicos e à vida útil dos recursos fixos, entre outros.

A análise e o conhecimento dos custos de produção são fatores essenciais para o efetivo controle da empresa rural fornecendo subsídios à racionalização do uso dos recursos, com vistas a melhorar os resultados econômicos da atividade. De forma geral, esse incremento pode ser alcançado através



do aumento dos índices de produtividade, que, na maioria das vezes, ocasiona redução de custos e ou aumento de lucratividade.

A alta produtividade no agronegócio da cafeicultura de conilon foi alcançada graças às pesquisas com novas variedades mais produtivas, com destaque para novos materiais geneticamente superiores, ao adensamento dos talhões de cultivo, à difusão de boas práticas de colheita e pós-colheita, à mecanização da colheita e ao uso da irrigação (BLISKA et al., 2009). No Espírito Santo, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) tem dado grande contribuição para o avanço da produtividade da cultura. Os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) indicam que a produtividade média do café conilon no Espírito Santo passou de 14,9 sc./ha em 2000 para 34,7 em 2012 (CONAB, 2015).

Conforme Pezzopane et al. (2009) e Teixeira et al. (2012), a irrigação tem sido um instrumento para elevar a produtividade e melhorar a qualidade do café produzido, além de garantir emprego e renda para o setor. O uso da irrigação diminui o risco de perda na produção, mas requer investimentos, os quais devem ser considerados na avaliação dos custos de produção.

A produtividade alcançada depende do conjunto de insumos e tecnologias utilizadas. Na cafeicultura capixaba existem produtores altamente especializados, que utilizam as mais avançadas tecnologias, mas muitos ainda não tem acesso a essas inovações tecnológicas. Neste capítulo, serão apresentados os coeficientes técnicos para cada nível de produtividade possível de ser alcançada, dados os recursos utilizados pelos produtores. Os coeficientes técnicos e o custo de produção apresentados fornecem subsídios aos cafeicultores na avaliação econômica do empreendimento.

Este capítulo apresenta: (i) os coeficientes técnicos para implantação e manutenção de lavouras de café conilon, segundo os sistemas de produção predominantes no Estado; (ii) os custos de produção da cafeicultura em diferentes níveis de tecnologia e de manejo, em propriedades com diferentes níveis de produtividade; e (iii) o nível de produtividade a partir do qual torna-se recomendável adotar a irrigação; (iv) indicadores de retorno do investimento na produção de café conilon.

## 2 CUSTO DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

A necessidade de se estabelecer um novo padrão de referência para a concessão dos financiamentos de custeio agrícola fez com que, a partir de 1979, o governo passasse a utilizar a estrutura de custos de produção da então Companhia de Financiamento da Produção (CFP), hoje Conab. Essa estrutura foi montada a partir da elaboração de matrizes de coeficientes técnicos de produção, as quais permitiram estimar com maior grau de segurança os custos de produção. Tal iniciativa tinha por finalidade subsidiar os estudos para determinação dos preços mínimos e fornecer informações para subsidiar demais políticas agrícolas (CONAB, 2010). Em meados da década de 1990, estudos internos levaram a CFP a elaborar e divulgar metodologia de elaboração de custos de produção agrícola. A metodologia indica como custo variável os gastos com máquinas, mão de obra temporária e permanente, sementes, fertilizantes, defensivos, transporte externo, classificação, armazenagem, transporte e seguro. Nos custos fixos, a metodologia estabelece o registro das despesas com depreciação, manutenção periódica de máquinas, encargos sociais, seguro de capital fixo e remuneração esperada sobre o capital fixo e a terra (CONAB, 2010). O acompanhamento dos custos de produção proporciona condições para estudos de políticas públicas e programas de governo, além de subsidiar discussões técnicas de melhoria do processo produtivo e de comercialização.

No cálculo do custo de produção, devem ser contemplados todos os itens de dispêndio, explícitos ou não, que devem ser assumidos pelo produtor, desde as fases iniciais de correção e preparo do solo até a fase inicial de comercialização do produto.

Os custos explícitos são valores desembolsados que podem ser mensurados de forma direta, são determinados de acordo com os preços praticados pelo mercado. São exemplos de custos explícitos os insumos (sementes, fertilizantes e agrotóxicos), mão de obra temporária, serviços de máquinas e animais, juros, impostos e outros.

Os custos implícitos são aqueles que não são diretamente desembolsados no processo de produção. Correspondem à remuneração de fatores que já são de propriedade da fazenda,

mas não podem deixar de ser considerados, uma vez que se constituem, de fato, em dispêndios. As mensurações se dão de maneira indireta, através da imputação de valores que deverão representar o custo de oportunidade de seu uso. São exemplos de custos implícitos os gastos com depreciação de benfeitorias, de instalações, de máquinas e de implementos agrícolas e de remuneração do capital fixo e da terra (CONAB, 2010).

Quanto aos custos fixos, conforme Santos, Sagatti e Marion (2009) e Crepaldi (2012), toda cultura permanente que produzir frutos será alvo de depreciação. Nesse caso, o cálculo é feito da seguinte maneira: o custo de aquisição ou formação da cultura é depreciado em tantos anos quantos forem os de produção. A depreciação passa a incidir sobre a cultura após formada (nunca em formação), a partir da primeira colheita. Segundo os autores citados acima, as pessoas indicadas para determinar as taxas de depreciação nas atividades agropecuárias são agrônomos, técnicos agrícolas ou os próprios agricultores, os quais têm conhecimento da vida útil ou capacidade produtiva do empreendimento.

A depreciação pode ser calculada pelo método linear, que considera a depreciação em taxas anuais e constantes durante a vida útil da cultura ou de acordo com a produção estimada da cultura permanente. De acordo com Crepaldi (2012), este último método é vantajoso por implicar menores custos, uma vez que não proporciona redução excessiva de lucro ou prejuízo e evita grandes oscilações nos resultados no decorrer de vários anos. Para Santos, Sagatti e Marion (2009), a depreciação calculada de acordo com a produção estimada, por um lado, tem a vantagem de se ter menos custo de depreciação nos anos ruins já que a taxa é calculada proporcionalmente à produção. Por outro lado, no ano de maior produção, a depreciação será maior. Para este trabalho, optou-se pelo método linear.

Pela análise econômica de um empreendimento, podemos verificar de que forma a tecnologia de produção, juntamente com os preços dos insumos, determina o custo de produção. Conforme Pindyck e Rubinfeld (2014), os insumos podem ser combinados de diferentes maneiras para que seja obtida certa quantidade de produto. O importante é escolher uma combinação ótima que minimize os custos e resulte na maior produção possível. Segundo Reis (2007), a estimativa dos

custos está ligada à gestão da tecnologia, ou seja, à alocação eficiente dos recursos produtivos e ao conhecimento dos seus preços.

O domínio da tecnologia e do conhecimento dos resultados dos gastos com os insumos e serviços em cada fase produtiva da lavoura, que tem no custo um indicador importante das escolhas do produtor, é imprescindível para se administrar com eficiência e eficácia uma unidade produtiva agrícola (CONAB, 2010).

Na avaliação de custos, deve-se distinguir a análise contábil da econômica. O conceito de custo de produção envolve custos econômicos que se referem à utilização de recursos na produção. De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2014), a palavra econômico implica que devemos distinguir os custos que a empresa pode controlar daqueles que não pode. O custo econômico considera os custos explícitos, que se referem ao desembolso efetivamente realizado, e os implícitos que dizem respeito àqueles para os quais não ocorrem desembolsos efetivos, como é o caso da depreciação e do custo de oportunidade, também chamado de alternativo. Entre os custos que não podemos controlar, temos o de oportunidade, que é aquele associado às oportunidades deixadas de lado, caso a empresa não empregue seus recursos da melhor maneira possível.

Os custos de curto prazo se referem aos gastos com recursos, cuja duração é inferior ao ciclo de produção, ou seja, incorporam-se totalmente ao produto nesse período, não podendo ser aproveitados para outra safra. Em geral, são custos com fertilizantes, defensivos, combustíveis, mão de obra, serviços de máquinas e equipamentos e despesas em geral (CÓ, 2003). São, portanto, gastos monetários diretos realizados a curto prazo e que fornecem, quando acrescidos do custo de oportunidade, o custo variável total.

Os custos fixos não variam com o nível da produção e devem ser pagos mesmo que ela não ocorra. Eles só podem ser eliminados se a empresa deixa de operar. Já os custos variáveis oscilam quando o nível de produção se altera. A distinção de quais custos são fixos e quais são variáveis depende do prazo com o qual estamos lidando. São recursos fixos aqueles que têm duração superior ao ciclo de produção e, portanto, não se incorporam totalmente ao produto

no curto prazo, fazendo-o em tantos ciclos quantos permitir sua vida útil. Em geral, enquadram-se nessa categoria terras, benfeitorias, máquinas, equipamentos, impostos e taxas fixas, formação de lavouras, conjuntos de irrigação etc. Por não serem facilmente alteráveis, esses recursos determinam a escala de produção da empresa, estabelecendo o limite máximo da quantidade do produto por unidade de tempo que se poderá produzir. Para a determinação do custo fixo total, considera-se a depreciação dos bens duráveis e seu custo de oportunidade (PINDYCK; RUBINFELD, 2014).

Por custo de oportunidade, também denominado custo alternativo, entende-se o retorno que o capital utilizado na atividade agrícola estaria proporcionando se fosse aplicado em outras alternativas. Permite verificar se é viável economicamente o empreendimento em questão, desde que seu retorno financeiro seja igual ou superior às outras alternativas de uso do capital (taxa de juros real da caderneta de poupança, aluguel de terra, rentabilidade de outras atividades etc.). De acordo com Vasconcelos (2011), podemos considerar dois tipos de relações entre a quantidade produzida e a quantidade utilizada de fatores. O primeiro é a análise de curto prazo que é o período no qual existe pelo menos um fator fixo de produção. O segundo é a análise de longo prazo onde todos os fatores são variáveis.

O custo operacional inclui todos os recursos que exigem desembolso monetário por parte da atividade produtiva para sua recomposição, tais como gastos com insumos, mão de obra, manutenção e despesas gerais, incluindo-se as depreciações dos recursos fixos. O custo operacional total é dividido em custo operacional fixo, composto pelas depreciações, e custo operacional variável, constituído pelos desembolsos ou despesas de giro. Somando-se o custo operacional ao custo de oportunidade, obtém-se o custo econômico. A sua finalidade na análise é a opção de decisão em casos em que os retornos financeiros sejam inferiores aos de outras alternativas, representadas pelo custo de oportunidade (REIS, 2007). O custo total representa a soma de todos os custos fixos e variáveis, sendo também denominado custo econômico. Sua divisão pela quantidade produzida fornece o custo total médio ou unitário, que é o custo de se

produzir uma unidade do produto. Procedendo-se de forma semelhante, chega-se aos custos variável médio, fixo médio e operacional médio.

## 2.1 ANÁLISE ECONÔMICA SIMPLIFICADA E INDICADORES DE VIABILIDADE

Os resultados das condições de mercado e rendimento da empresa agrícola (ou atividade produtiva) são avaliados pelo preço do produto ou pela receita média. Esta última pode ser considerada o preço do produto mais o valor das vendas de produtos secundários (subprodutos). Confrontando-se a receita média, ou o preço, com os custos totais médios, obtém-se a análise econômica da atividade por unidade produtiva, determinando-se a lucratividade do empreendimento. No caso da análise operacional, ao comparar-se a receita média ou o preço com os custos operacionais, tem-se o conceito de resíduo ou margem (REIS, 2007).

Considerando o curto prazo, na análise econômica simplificada dos custos, é essencial verificar como os recursos empregados em um processo de produção estão sendo remunerados e como a rentabilidade pode ser comparada a outras alternativas de emprego do tempo e do capital. As variáveis receita e preços são fundamentais para se verificar o lucro econômico e o lucro normal (REIS, 2007).

A análise dos custos de produção ao longo do tempo, em cada nível de produtividade, dados os coeficientes técnicos, permite a avaliação de quais variáveis implicam no aumento de custo, no curto prazo para atingir menor custo de produção no longo prazo, ou seja, é possível observar a faixa mais eficiente na qual é mais econômica a produção.

Portanto, este estudo apresenta-se ao produtor de café como um diagnóstico do comportamento econômico-financeiro da safra, com respeito à remuneração obtida, à cobertura dos recursos de curto (custos variáveis) e longo (custos fixos) prazos e à comparação entre a remuneração obtida pela atividade produtiva e aquela que seria obtida em outras alternativas (custos de oportunidade) (REIS, 2007).

Segundo Reis (2007), ao se proceder à análise

econômica, pode-se encontrar diversas situações, dependendo da posição do preço (ou receita média) em relação aos custos.

O resultado econômico da atividade do produtor pode apresentar lucro supernormal ou econômico quando a atividade está obtendo retornos maiores que as melhores alternativas possíveis de emprego do tempo e capital. Nesse caso, a Receita Média (RMe) é maior que o custo total médio (CTMe), o qual inclui os custos alternativos. Isto indica que todos os recursos aplicados são pagos, proporcionando ainda um lucro adicional, superior ao de outras alternativas de mercado. A tendência a médio e longo prazos é de expansão e de entrada de novas empresas na atividade atraindo investimentos competitivos (REIS, 2007; PINDYCK; RUBINFELD, 2014).

O lucro normal ocorre quando a atividade está obtendo retornos iguais aos que seriam obtidos nas melhores alternativas possíveis de emprego dos recursos. Significa estabilidade, mantendo-se o nível de produção a curto e longo prazos. Ocorre quando a RMe (ou preço) for igual ao CTMe. O lucro normal é, portanto, o próprio custo alternativo ou de oportunidade.

Quando o preço do produto ou a RMe não cobrir o CTMe, pode-se utilizar o custo operacional para análise de rentabilidade do empreendimento, visto que o conceito de resíduo permite uma visão mais detalhada da situação econômica da empresa. O resíduo positivo ocorre quando a RMe é inferior ao CTMe, mas superior ao custo operacional total médio (CopTMe). Nessa situação, todos os recursos aplicados no empreendimento são pagos (custos operacionais fixos e variáveis). Porém, a remuneração é menor que a de outras atividades (custo alternativo). A tendência é manter-se na atividade, entretanto, no longo prazo, o empresário poderia buscar outras melhores alternativas de aplicação do capital (REIS, 2007).

Caso a RMe (ou preço) seja igual ao CopTMe, o resíduo é nulo. Para Reis (2007), nesse caso, a atividade cobre todos os custos operacionais, mas não proporciona a remuneração do capital empatado no empreendimento. A tendência é de permanecer na atividade, mas o empresário poderá abandoná-la se os resultados não melhorarem. Nos casos de resíduo negativo, se o preço é menor que

o CopTMe, mas ainda superior ao custo operacional variável médio (CopVMe), a atividade está cobrindo todos os custos operacionais variáveis (as despesas de giro) e somente parte do operacional fixo (depreciações). Nessas circunstâncias, o empreendimento poderá se sustentar apenas no curto prazo, não se considerando a remuneração do capital e a reposição de parte dos recursos fixos. Quando o preço iguala-se ao custo operacional variável médio, a atividade cobre apenas as despesas de custeio com recursos variáveis, sustentando-se também por pouco tempo. Já nos casos em que o preço for menor que o CopVMe, a atividade, para cobrir as despesas de custeio com recursos variáveis, que são obrigatórias no curto prazo, terá de injetar recursos de outras fontes, o que se configura como subsídio. Logo, a saída da atividade é uma decisão que reduz os prejuízos.

A análise econômica também deve incluir a avaliação econômico-financeira do investimento utilizando ferramentas que permitem aferir a viabilidade do empreendimento. Tais métodos de avaliação podem ser encontrados, por exemplo, em Gitman (2010). Entre as técnicas utilizadas, temos o *payback* simples, que seria o prazo necessário para que o produtor recupere o investimento realizado, sem considerar o valor do dinheiro no tempo, e o *payback* descontado que considera o valor do dinheiro no tempo. Nesse caso, os fluxos de caixa de cada ano são descontados a uma taxa mínima de atratividade TMA que, no caso específico deste trabalho, foi considerada a taxa de 6% ao ano.

Outro método de avaliação econômica de investimentos é o valor presente líquido (VPL), que seria o somatório dos valores presentes dos fluxos de caixa, deduzido o valor do investimento inicial. Para a viabilidade do empreendimento, o VPL deve ser superior a zero.

A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa que torna o VPL igual a zero. Segundo Gitman (2010), a taxa interna de retorno é definida como a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial referente a um empreendimento. A TIR é um dos métodos mais utilizados na análise econômica e financeira, pois permite a comparação de taxas de juros e taxas de retorno obtidas em outras alternativas de investimento.



## 2.2 CUSTOS DE PRODUÇÃO NA CAFEICULTURA: ESTUDOS RECENTES

Com o aumento da competitividade no setor agrícola, cresceu a demanda por pesquisas sobre custos de produção. De acordo com Nasser et al. (2012), a análise econômica do custo de produção produz informações estratégicas, pois permite ao produtor ou empresário rural estabelecer critérios mais eficazes no esforço de alcançar resultados positivos na produção rural.

Lima et al. (2008) estimaram os custos de produção na cafeicultura para os Estados de Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo e São Paulo, mensurando o impacto da produtividade sobre o resultado financeiro do empreendimento e mostrando que o diferencial de produtividade apresenta-se decisivo para a viabilidade da atividade. Sarcinelli e Rodriguez (2006) apresentaram a análise econômica de resultados da produção de café em sistemas convencionais e agroecológicos. Teixeira, Caixeta e Donzele (2008) analisaram a viabilidade econômica da produção de café por agricultores familiares na Zona da Mata de Minas Gerais e mostraram que todas as propriedades analisadas apresentaram rentabilidade capaz de promover o desenvolvimento sustentável da exploração sob o ponto de vista econômico. Bliska et al. (2009) apresentaram os custos de produção do café nas principais regiões produtoras do Brasil, comparando tais estimativas com outras pesquisas. Silva et al. (2013) apresentaram a análise dos procedimentos e equipamentos a serem utilizados na produção e os custos de produção de café cereja descascado. Oliveira et al. (2012) apresentaram o desempenho econômico de sistemas alternativos de produção de café em Rondônia. Oliveira et al. (2013) apresentaram a estrutura de custos de produção de café para uma propriedade familiar.

Nasser et al. (2012) apresentaram a análise econômica da produção de café arábica em Minas Gerais e, devido a binualidade na produção do café, os autores recomendam que o produtor diversifique as atividades dentro da propriedade para amenizar a situação crítica de baixa produção em alguns anos. Os pesquisadores sugerem ainda que, na fase de implantação e formação da lavoura cafeeira, é importante adotar espaçamento de plantio mais adensado e utilizar culturas intercalares no primeiro e segundo ano de formação com intuito

de diminuir as despesas com a implantação da cultura. No manejo da lavoura, recomendam a adoção de sistemas de produção mecanizados ou semimecanizados, principalmente na colheita do café, e, quando possível, produzir fertilizantes orgânicos dentro da propriedade para diminuir os custos com fertilizantes adquiridos externamente, como, por exemplo, retornar a palha do café para a lavoura (NASSER et al., 2012).

Marcomini (2013) mostra que as empresas que produzem pelo Sistema de Produção de Café Especial, independentemente do seu tamanho, obtêm melhor retorno econômico-financeiro em relação à produção no sistema convencional.

## 3 DETERMINAÇÃO DE CUSTOS E RECEITAS

O levantamento das informações para construção do custo de produção foi feito através de painel, que é um encontro técnico onde os participantes, por consenso, caracterizam a unidade produtiva modal da região e indicam os coeficientes técnicos relacionados com os insumos, as máquinas, os implementos, os serviços e os vetores de preços que compõem o pacote tecnológico dessa unidade. Nesse painel, do tipo mesa-redonda, participaram extensionistas e pesquisadores do Incaper, e da Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel da Palha (Cooabriel).

No evento, foram definidas as estruturas de recursos, as operações e os coeficientes técnicos para implantação e condução de lavouras com diferentes níveis tecnológicos e produtividades. Foram consideradas para o cálculo dos custos de produção, lavouras não irrigadas, com produtividades de 25, 35 e 45 sc./ha, e lavouras irrigadas, em que se observam produções de 45, 60, 80, 100 e 120 sc./ha. Estas últimas são conduzidas sob uso intensivo de tecnologias, como se pode verificar nos apêndices, os quais apresentam os coeficientes técnicos dos diferentes sistemas.

A avaliação dos custos da cafeicultura de conilon fundamentou-se na operacionalização dos recursos econômicos que compõem os custos fixos e variáveis, conforme sugere Reis (2007). Na análise dos recursos fixos, utilizou-se a depreciação apropriada pelo método linear, de

acordo com metodologia descrita em Santos, Sagatti e Marion (2009) e Crepaldi (2012). No caso da terra, considerou-se apenas o seu custo de oportunidade.

Quanto aos custos variáveis, consideraram-se as despesas com insumos (fertilizantes, matéria orgânica, defensivos químicos etc.), mão de obra, conservação e manutenção de benfeitorias e equipamentos, energia elétrica, serviços mecanizados, incluindo secagem e beneficiamento da colheita, e despesas gerais.

Para efeito de análise do custo alternativo ou remuneração dos recursos produtivos variáveis aplicados na cafeicultura, considerou-se a taxa de juros real de 3% ao ano e para os custos alternativos fixos, considerou-se 6% ao ano, os quais foram calculados com base no investimento em insumos e mão de obra na implantação da lavoura, ou seja, no primeiro ano. Cabe destacar que a estimativa dos custos e receitas baseou-se nos preços vigentes no mercado regional em dezembro de 2014, sendo a saca de café conilon cotada a R\$ 263,00, livre de impostos e taxas.

#### 4 ANÁLISE DE RENTABILIDADE DO CAFÉ CONILON

Na Tabela 1, apresentam-se os custos de produção do café conilon no quinto ano de atividade, bem

como a participação percentual dos itens que os compõem em lavouras não irrigadas. Percebe-se, pelos dados apresentados que, para o nível de produtividade de 25 sc./ha, os custos fixos representaram 15,2% do custo final de produção do café, e o custo variável 84,8%. Observa-se, também, que à medida que se aumenta a produtividade, a participação dos custos variáveis na composição do custo total se eleva. No caso da produção no nível de produtividade de 35 sc./ha, a participação do custo variável chega a 87,8% que indica um maior gasto com insumos e serviços.

Entre os componentes do custo variável total, os serviços (manuais e mecanizados) foram o item de maior peso representando 52,8%, 54,3% e 54,2% para os níveis de 25, 35 e 45 sc./ha de conilon sequeiro, respectivamente. Dos custos econômicos apresentados na Tabela 1, pode-se, ainda, decompor os custos operacionais e os custos alternativos (ou de oportunidade). Os gastos com insumos e serviços constituem o custo operacional variável, ou seja, os desembolsos efetivamente realizados no período de análise, os quais somaram R\$ 5.185,29 para o primeiro nível de produtividade, R\$ 7.283,90 para o segundo e R\$ 8.370,02 para o terceiro. O custo operacional fixo, representado principalmente pela depreciação da lavoura e de benfeitorias, foi estimado em 8,8%, 7,0% e 7,0% do custo operacional total para aqueles níveis de produtividade, respectivamente.

**Tabela 1.** Custos de produção do café conilon no Espírito Santo, segundo diferentes níveis de produtividade em lavouras não irrigadas (quinto ano de produção)

Especificações	25 sc./ha		35 sc./ha		45 sc./ha	
	R\$/ha/ano	%	R\$/ha/ano	%	R\$/ha/ano	%
<b>1 CUSTO TOTAL</b>	6.113,66	100,0	8.298,58	100,0	9.538,31	100,0
1.1 CUSTO VARIÁVEL TOTAL	5.185,29	84,8	7.283,90	87,8	8.370,02	87,8
Insumos	1.803,77	29,5	2.561,59	30,9	2.959,07	31,0
Serviços	3.230,50	52,8	4.510,17	54,3	5.167,17	54,2
Custo alternativo	151,03	2,5	212,15	2,6	243,79	2,6
1.2 CUSTO FIXO TOTAL	928,37	15,2	1.014,67	12,2	1.168,29	12,2
Depreciação	488,61	8,0	534,04	6,4	614,89	6,4
Custo alternativo operacional	439,75	7,2	480,63	5,8	553,40	5,8
<b>2 CUSTO OPERACIONAL TOTAL</b>	5.522,88	100,0	7.605,79	100,0	8.741,12	100,0
Custo operacional variável	5.034,27	91,2	7.071,75	93,0	8.126,23	93,0
Custo operacional fixo	488,61	8,8	534,04	7,0	614,89	7,0

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por outro lado, os encargos financeiros, representados pelo custo alternativo fixo do capital investido na cafeicultura foram responsáveis por 7,2% do custo de cada saca de café produzida no primeiro nível, 5,8% no segundo e 5,8% no terceiro.

Na Tabela 2, apresenta-se a estrutura de custos do sistema de produção irrigado no quinto ano de atividade, que numa visão de conjunto, seguiu a mesma tendência das lavouras não irrigadas.

Observa-se que o custo total de produção variou de R\$ 10.803,30 para o nível de produtividade de 45 sc./ha a R\$ 20.164,86 para um nível de produtividade de 120 sc./ha. O custo operacional variável para o

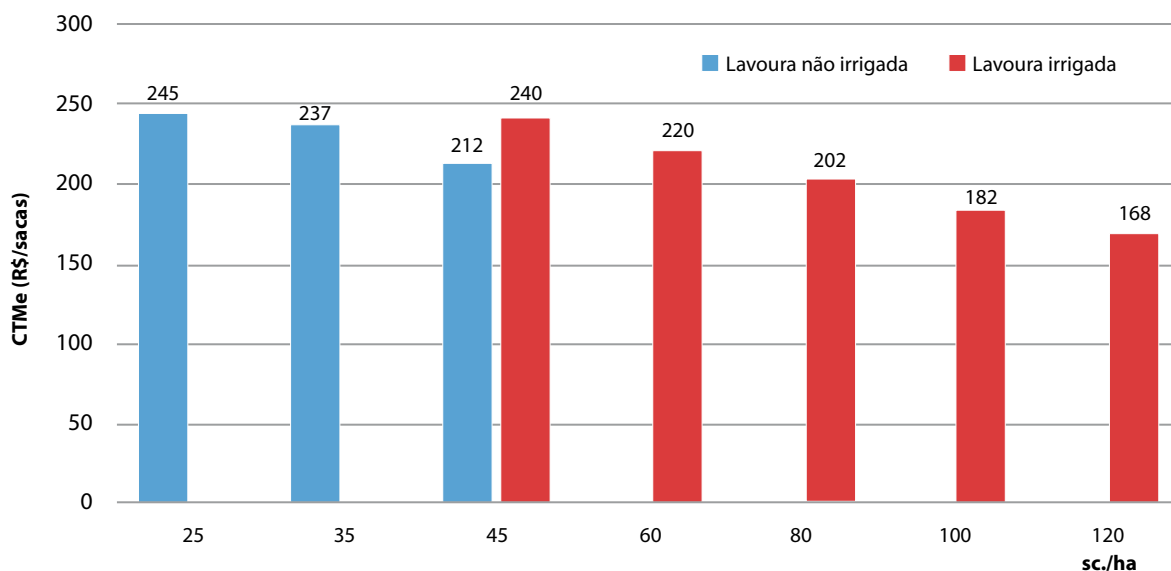
sistema irrigado respondeu por 90,0% para o nível de produtividade de 45 sc./ha e 92,1% para 120 sc./ha. Devido ao maior investimento em relação às lavouras não irrigadas, o custo com depreciação representou 8,9% para um nível de produção de 45 sc./ha, maior que na condição de sequeiro.

A eficiência técnica e econômica é alcançada quando o melhor aproveitamento dos fatores de produção conduz ao incremento da produtividade implicando na diluição dos custos pelo maior volume produzido. Isto pode ser comprovado analisando-se o decréscimo do custo total médio à medida que a produtividade se eleva (Figura 1).

**Tabela 2.** Custos de produção do café conilon no Espírito Santo, segundo diferentes níveis de produtividade em lavouras irrigadas (quinto ano de produção)

Especificações	45 sc./ha		60 sc./ha		80 sc./ha		100 sc./ha		120 sc./ha	
	R\$/ha/ano	%	R\$/ha/ano	%	R\$/ha/ano	%	R\$/ha/ano	%	R\$/ha/ano	%
<b>1 CUSTO TOTAL</b>	10.803,30	100,0	13.229,02	100,0	16.132,37	100,0	18.217,93	100,0	20.164,86	100,0
1.1 CUSTO VARIÁVEL TOTAL	8.971,87	83,0	10.797,56	81,6	13.527,81	83,9	15.518,47	85,2	17.424,33	86,4
Insumos	3.143,39	29,1	3.712,41	28,1	4.656,13	28,9	5.241,81	28,8	5.663,49	28,1
Serviços	5.567,17	51,5	6.770,67	51,2	8.477,67	52,6	9.824,67	53,9	11.253,33	55,8
Custo alternativo	261,32	2,4	314,49	2,4	394,01	2,4	451,99	2,5	507,50	2,5
1.2 CUSTO FIXO TOTAL	1.831,44	17,0	2.431,45	18,4	2.604,56	16,1	2.699,46	14,8	2.740,53	13,6
Depreciação	963,91	8,9	1.279,71	9,7	1.370,82	8,5	1.420,77	7,8	1.442,38	7,2
Custo alternativo	867,52	8,0	1.151,74	8,7	1.233,74	7,6	1.278,69	7,0	1.298,15	6,4
<b>2 CUSTO OPERACIONAL TOTAL</b>	9.674,47	100,0	11.762,78	100,0	14.504,62	100,0	16.487,24	100,0	18.359,21	100,0
Custo operacional variável	8.710,55	90,0	10.483,07	89,1	13.133,80	90,5	15.066,47	91,4	16.916,83	92,1
Custo operacional fixo	963,91	10,0	1.279,71	10,9	1.370,82	9,5	1.420,77	8,6	1.442,38	7,9

Fonte: Elaborado pelos autores.



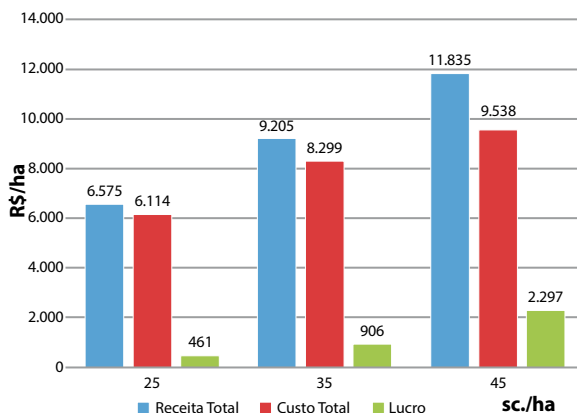
**Figura 1.** Custo Total Médio (CTMe) de produção do café conilon no Estado do Espírito Santo, segundo diferentes sistemas de cultivo e níveis de produtividade no quinto ano de produção.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No período de estudo, o preço médio da saca de 60 kg de café conilon beneficiado foi de R\$ 263,00, preço superior ao custo de produção observado no quinto ano, ou seja, a receita média, representada pelo preço da saca, foi suficiente para cobrir os custos, em todas as situações, o custo total médio, que inclui serviços, insumos, depreciações e custo de oportunidade. No entanto, é necessária a análise do VPL para se saber se as receitas obtidas são suficientes para cobrir o investimento inicial, ou seja, da implantação da lavoura.

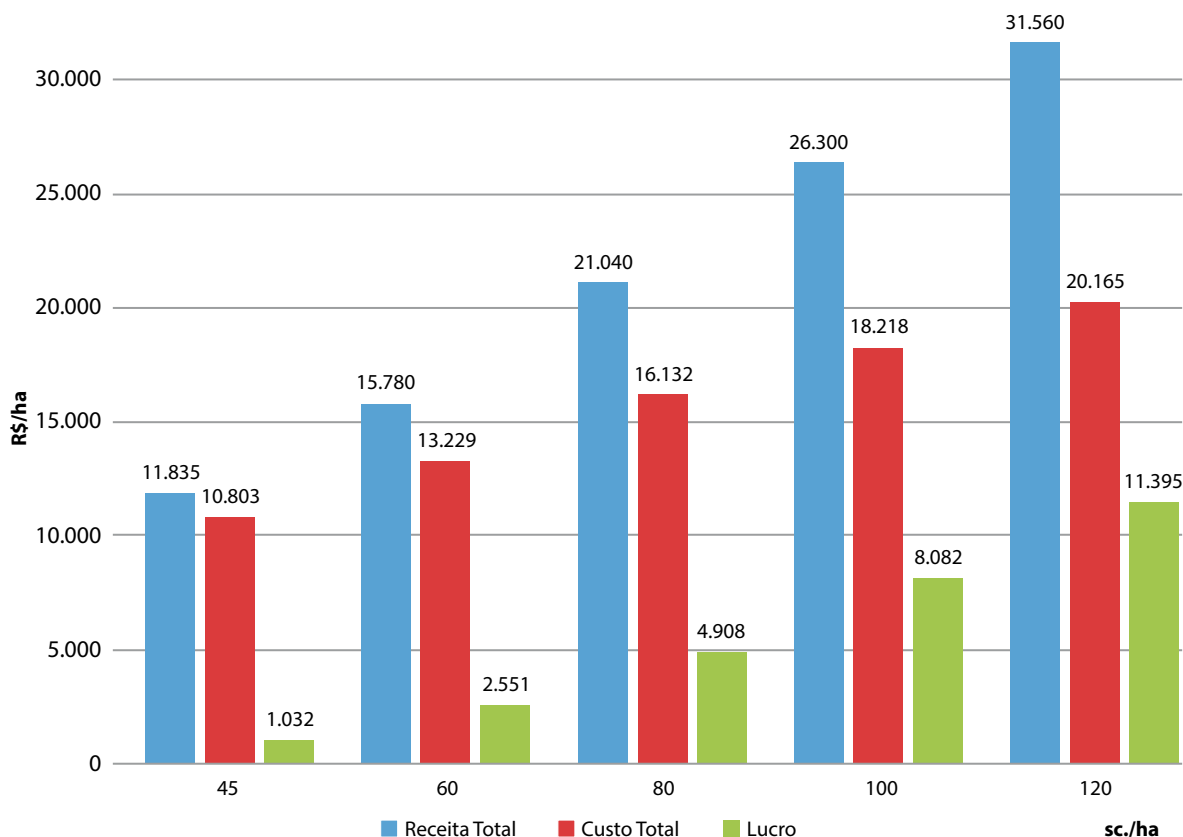
A Figura 2 apresenta os resultados econômicos, em valores totais, para cada hectare cultivado no quinto ano de atividade, nos diversos níveis de produtividade. No sistema não irrigado, para o nível de produtividade de 25 sc./ha, o custo de produção foi bem próximo à receita, sendo o lucro de apenas R\$461,34 por hectare. Para os níveis de produtividade de 35 e 45 sc./ha, os lucros foram, respectivamente, de R\$906,42 e de R\$2.296,69. Esse resultado indica que vale investir um pouco mais para produzir em um nível de produtividade mais alto.

A Figura 3 apresenta os resultados econômicos para lavouras irrigadas. O lucro variou entre R\$1.031,70 para o nível de produtividade de 45 sc./ha, e R\$11.395,14 para o nível de 120 sc./ha. É possível observar que o lucro aumenta a cada nível de produtividade maior.



**Figura 2.** Receitas, custos e rentabilidade do café conilon cultivado sem irrigação considerando o quinto ano de produção.

Fonte: Elaborado pelos autores.



**Figura 3.** Receitas, custos e rentabilidade do café conilon cultivado com irrigação considerando o quinto ano de produção.

Fonte: Elaborado pelos autores.



A Tabela 3 apresenta um comparativo dos resultados observados na produção de 45 sc./ha considerando lavouras não irrigadas e irrigadas nos anos de 2006 e 2014. Os resultados de 2006 foram apresentados em Fassio et al. (2007).

Considerando o nível de produtividade de 45 sc./ha em 2006, o lucro obtido na lavoura irrigada representava 14% daquele obtido na não irrigada. Em 2014, esse percentual subiu para 45%, ou seja, maior lucratividade da lavoura irrigada em relação àquela observada em 2006. A relação custo total da lavoura irrigada e não irrigada em 2006 era de 130%. Isso significa que o custo da lavoura irrigada era aproximadamente 30% superior ao custo da lavoura não irrigada. Em 2014, essa relação caiu para 113%, ou seja, o custo da lavoura irrigada para produção de 45 sc./ha é aproximadamente 13% superior à não irrigada. Esse resultado indica um decréscimo nos custos de produção em relação a 2006. Apesar de os resultados observados para produção de 45 sc./ha serem melhores para o cultivo irrigado, na análise econômica, eles indicam que essa opção de produção ainda é pouco rentável considerando os coeficientes técnicos apresentados.

**Tabela 3.** Comparativo da relação de lucro e custo total para produção de 45 sc./ha considerando lavoura irrigada e não irrigada no quinto ano de produção (em %)

Comparativo no nível de 45 sc./ha	2006	2014
Relação lucro lavoura irrigada/não irrigada	14%	45%
Relação custo total lavoura irrigada/não irrigada	130%	113%

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise econômico-financeira para produção de café conilon não irrigado considerando uma taxa mínima de atratividade de 6% ao ano. Isso significa que empreendimentos com taxa de retorno inferior a 6% ao ano serão considerados economicamente inviáveis. Para a análise da rentabilidade, foi considerado o custo total, que permite uma visão da situação econômica do empreendimento e para o cálculo da taxa de retorno e VPL, foram considerados 15 anos de vida útil. Como estimativa dos custos e receitas a partir do quinto ano, foi levada em consideração a mesma estrutura apresentada para

o terceiro, quarto e quinto anos alternadamente até o 15º ano. O *payback* nesse caso irá indicar apenas o ano em que o produtor poderá obter retorno do investimento, sem indicar precisamente o mês em que ocorrerá esse retorno.

Considerando o nível de produtividade de 25 sc./ha não irrigado, os resultados da análise econômica-financeira indicam que é economicamente inviável a produção com esse nível de produtividade, uma vez que o investimento não é recuperado no tempo de vida útil do empreendimento, que é de 15 anos de produção. A taxa de retorno obtida é negativa. Nesse caso, a receita obtida cobre apenas o custo operacional que inclui os gastos com insumos mão de obra e depreciações. Nessa situação, o empreendimento poderá se sustentar apenas no curto prazo, uma vez que cobre o custo operacional, mas não a remuneração do capital.

No caso da produção não irrigada no nível de produtividade de 35 sc./ha, o produtor pode recuperar o investimento no 11º ano da atividade. A TIR para os 15 anos de produção foi estimada em 11,9% ao ano. Nesse caso, a receita obtida cobre todos os custos operacionais, mão de obra, insumos e depreciação e também os custos alternativos. A taxa de retorno obtida é superior à taxa mínima de 6% considerada, o que indica que o produtor poderá obter retorno maior em comparação com outras alternativas de mercado. No caso da produção não irrigada no nível de produtividade de 45 sc./ha, a TIR para os 15 anos de produção foi estimada em 24,6%. Para melhor visualização dos indicadores apresentados, a Figura 4 mostra um resumo desses dados.

Os resultados indicam que para lavouras não irrigadas entre os níveis de produtividade e coeficientes considerados, é mais viável economicamente produzir no nível de 45 sc./ha. Nele, o produtor pode recuperar o investimento no sexto ano de atividade. Com esse retorno, é possível cobrir todos os custos do empreendimento e o produtor obtém lucro superior a outras alternativas de mercado, ou seja, poderá auferir lucro considerado supernormal. A Tabela 5 apresenta os resultados da análise econômica-financeira para produção de café conilon irrigado nos diversos níveis de produtividade apresentados.

Considerando o nível de produtividade de 45 sc./

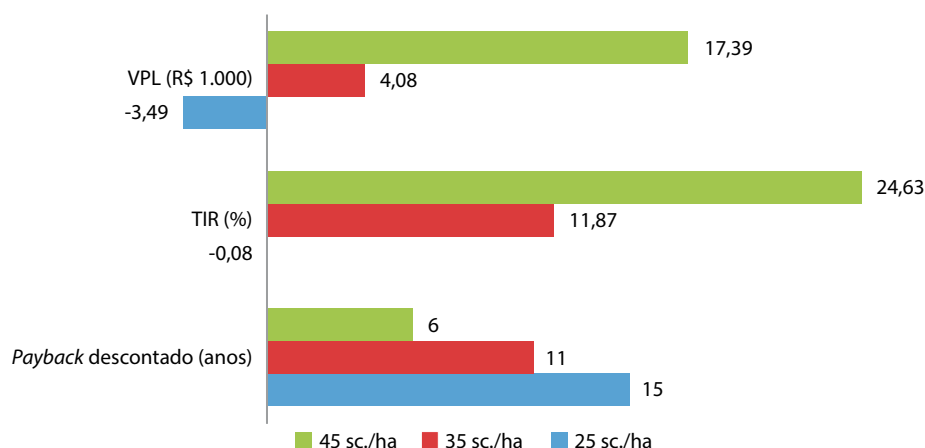
ha irrigado, os resultados da análise econômico-financeira indicam que a produção cobre os custos operacionais. No entanto, o mesmo não ocorre para todos os custos alternativos considerados. Ao final dos 15 anos de atividade, o produtor poderá obter

uma taxa de retorno de 5,8%, a qual é inferior à taxa mínima exigida, que é de 6%. Desse modo, o VPL obtido nos 15 anos de produção é negativo. Nesse caso, o retorno obtido cobre apenas o investimento operacional, não proporcionando remuneração

**Tabela 4.** Análise econômica e financeira da produção do café conilon no Espírito Santo, sob diferentes níveis de produtividade em lavouras não irrigadas

Especificação	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
<b>Produtividade de 25 sc./ha</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
(A) Receita Total - (R\$)	0	2.630,00	6.575,00	6.575,00	6.575,00
(B) Custo Total - (R\$)	7.768,97	4.311,29	5.931,35	5.709,90	6.113,66
Resultado ( A - B) - (R\$)	- 7.768,97	- 1.681,29	643,65	865,10	461,34
Payback simples (anos)					< 15
Payback descontado (anos)					< 15
Valor presente considerando os 15 anos de produção (R\$)					- 3.488,37
TIR considerando os 15 anos de produção (%)					- 0,1
<b>Produtividade de 35 sc./ha</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
(A) Receita Total - (R\$)	0	5.260,00	9.205,00	9.205,00	9.205,00
(B) Custo Total - (R\$)	8.491,20	5.590,19	7.546,68	7.479,73	8.298,58
Resultado ( A - B) - (R\$)	- 8.491,20	- 330,19	1.658,32	1.725,27	906,42
Payback simples (anos)					9°
Payback descontado (anos)					11°
Valor presente considerando os 15 anos de produção (R\$)					4.075,13
TIR considerando os 15 anos de produção (%)					11,9
<b>Produtividade de 45 sc./ha</b>	<b>0</b>	<b>27</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>
(A) Receita Total - (R\$)	0	7.101,00	11.838,00	11.835,00	11.835,00
(B) Custo Total - (R\$)	9.776,78	6.418,90	8.552,60	8.327,44	9.538,31
Resultado ( A - B) - (R\$)	-9.776,78	682,10	3.282,40	3.507,56	2.296,69
Payback simples (anos)					6°
Payback descontado (anos)					6°
Valor presente considerando os 15 anos de produção (R\$)					17.391,36
TIR considerando os 15 anos de produção (%)					24,6

Fonte: Elaborado pelos autores.



**Figura 4.** Indicadores de viabilidade econômica para Investimento em café conilon não irrigado.

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 5.** Análise econômica e financeira da produção do café conilon no Espírito Santo, sob diferentes níveis de produtividade em lavouras irrigadas

<b>Especificação</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>
<b>Produtividade de 45 sc./ha</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>
(A) Receita Total - (R\$)	0	6.575,00	11.835,00	11.835,00	11.835,00
(B) Custo Total - (R\$)	15.326,23	7.760,92	9.766,09	9.540,94	10.803,30
Resultado (A - B) - (R\$)	- 15.326,23	- 1.185,92	2.068,91	2.294,06	1.031,70
Payback simples (anos) .....					12°
Payback descontado (anos) .....					< 15
Valor presente considerando os 15 anos de produção (R\$) .....					- 193,03
TIR considerando os 15 anos de produção (%).....					- 5,8
<b>Produtividade de 60 sc./ha</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
(A) Receita Total - (R\$)	0	7.890,00	15.780,00	15.780,00	15.780,00
(B) Custo Total - (R\$)	20.347,42	9.473,99	12.302,02	12.343,22	13.229,02
Resultado (A - B) - (R\$)	- 20.347,42	- 1.583,99	3.477,98	3.436,78	2.550,98
Payback simples (anos) .....					9°
Payback descontado (anos) .....					12°
Valor presente considerando os 15 anos de produção (R\$) .....					6.227,47
TIR considerando os 15 anos de produção (%) .....					9,8
<b>Produtividade de 80 sc./ha</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
(A) Receita Total - (R\$)	0	11.835,00	21.040,00	21.040,00	21.040,00
(B) Custo Total - (R\$)	21.796,05	11.450,51	14.755,26	15.017,91	16.132,37
Resultado (A - B) - (R\$)	- 21.796,05	384,49	6.284,74	6.022,09	4.907,63
Payback simples (anos) .....					6°
Payback descontado (anos) .....					7°
Valor presente considerando os 15 anos de produção (R\$) .....					29.454,12
TIR considerando os 15 anos de produção (%) .....					20,9
<b>Produtividade de 100 sc./ha</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
(A) Receita Total - (R\$)	0	15.780,00	26.300,00	26.300,00	26.300,00
(B) Custo Total - (R\$)	22.590,20	13.225,45	16.820,22	17.180,72	18.217,93
Resultado (A - B) - (R\$)	- 22.590,20	2.554,55	9.479,78	9.119,28	8.082,07
Payback simples (anos) .....					5°
Payback descontado (anos) .....					5°
Valor presente considerando os 15 anos de produção (R\$) .....					58.374,36
TIR considerando os 15 anos de produção (%) .....					32,4
<b>Produtividade de 120 sc./ha</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>
(A) Receita Total - (R\$)	0	18.936,00	31.560,00	31.560,00	31.560,00
(B) Custo Total - (R\$)	22.933,90	15.165,45	18.767,15	19.127,65	20.164,86
Resultado (A - B) - (R\$)	- 22.933,90	3.770,55	12.792,85	12.432,35	11.395,14
Payback simples (anos) .....					4°
Payback descontado (anos) .....					4°
Valor presente considerando os 15 anos de produção (R\$) .....					90.214,51
TIR considerando os 15 anos de produção (%) .....					45,0

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

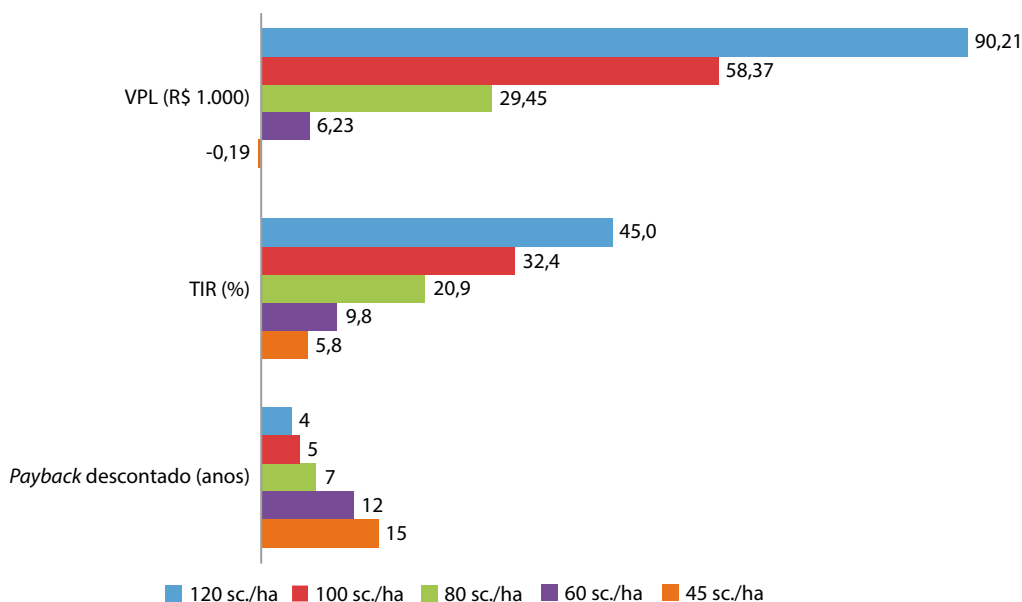
também para todos os custos alternativos que devem ser considerados no empreendimento. Os produtores que produzem nesse nível, tendem a manter-se na atividade por algum tempo. No entanto, no longo prazo, eles tendem a buscar alternativas novas e mais rentáveis de produção que melhor remunerem o capital.

Uma das alternativas observadas na prática é o plantio do café em consórcio com outras atividades, o qual deve ser acompanhado por assistência técnica especializada. A finalidade dos plantios consorciados é fazer um melhor aproveitamento da área para diminuir os custos de implantação e manutenção através da produção de alimentos de subsistência e gerar renda adicional ao produtor.

No caso da produção irrigada no nível de produtividade de 60 sc./ha, a TIR estimada para os 15 anos foi estimada em 9,8%. Nesse nível de produtividade, o produtor pode recuperar o investimento no 12º ano de atividade. Com esse retorno, é possível cobrir todos os custos do empreendimento e o produtor obtém lucro superior a outras alternativas de mercado, ou seja, poderá auferir lucro considerado supernormal. Considerando a produtividade no

nível de 80 sc./ha, o valor do investimento pode ser recuperado no sétimo ano de atividade. Ao final dos 15 anos de produção, a taxa de retorno estimada foi de 20,9%. Para o nível de produtividade de 100 sc./ha, o investimento pode ser recuperado no quinto ano de atividade. Já no nível de produtividade de 120 sc./ha, o investimento operacional pode ser obtido no quarto ano de atividade. Ao final dos 15 anos de atividade, as taxas de retorno estimadas para os níveis de produtividade de 100 e 120 sc./ha são respectivamente 32,4% e 45,0%. Para melhor visualização dos indicadores apresentados, a Figura 5 mostra um resumo desses dados.

Os resultados indicam que para lavouras irrigadas entre os níveis de produtividade e coeficientes considerados, é viável economicamente produzir nos níveis de 60, 80, 100 e 120 sc./ha, uma vez que, com as receitas obtidas, é possível pagar todos os custos envolvidos no empreendimento e obter lucros superiores a outras alternativas de mercado. Considerando a taxa mínima de atratividade de 6% ao ano, o produtor pode obter lucro supernormal produzindo nos níveis de 60, 80, 100 e 120 sc./ha.



**Figura 5.** Indicadores de viabilidade econômica para investimento em café conilon irrigado.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que o custo da produção agrícola é parte essencial para a gestão do empreendimento rural e o seu acompanhamento pelo Estado é importante para a formulação, implementação e avaliação de políticas públicas, este capítulo apresenta os coeficientes técnicos de produção e a análise dos custos de produção do café conilon, que é um produto agrícola de grande importância socioeconômica para o Espírito Santo.

Foram apresentados os coeficientes técnicos de produção para o cultivo do café conilon de sequeiro e irrigado em três e cinco níveis de produtividade, respectivamente. Considerando-se os indicadores econômicos estimados, pode-se concluir que os custos variáveis são os que mais oneraram o custo final da cafeicultura de conilon no Estado.

Para a análise econômica do investimento, foram considerados os custos operacionais e os alternativos ao longo da vida útil do empreendimento. Os resultados obtidos indicam que no caso do cultivo de café conilon de sequeiro, considerando um nível de produtividade de 25 sc./ha, a receita obtida é suficiente para cobrir os custos operacionais, mas o mesmo não é verdadeiro para os demais custos, os quais incluem os alternativos. São cobertos apenas os custos variáveis e a depreciação.

A produção de café conilon de sequeiro nos níveis de produtividade de 35 e 45 sc./ha proporciona receita suficiente para cobrir todos os custos envolvidos no empreendimento. O que significa que a receita obtida é suficiente para remunerar os custos com insumos, mão de obra, depreciação e os custos alternativos. Nesses casos, o produtor pode obter retorno superior a outras alternativas de investimento disponíveis no mercado.

A produção de café conilon irrigado no nível de 45 sc./ha se mostrou economicamente inviável, uma vez que a receita obtida nos 15 anos de produção não foi suficiente para recuperar o investimento, chegando bem próxima ao custo.

Para a produção de conilon irrigado nos níveis de 60, 80, 100 e 120 sc./ha, a receita obtida cobre todos os custos de produção, incluindo os custos alternativos. Os resultados indicam que os produtores que conseguem produzir nesses níveis

de produtividade podem obter lucro supernormal, ou seja, superiores a outras alternativas de investimento disponíveis no mercado.

Economicamente, a atividade agrícola estudada apresenta grande potencial de retorno. No entanto, é importante destacar que a produção nos moldes tradicionais é pouco rentável. O aumento da produtividade e consequente melhor retorno econômico deve ser buscado utilizando inovação tecnológica e assistência técnica especializada. O Incaper tem contribuído para que os produtores de café conilon alcancem alta produtividade e o setor tem demonstrado potencial de desenvolvimento. A tendência, portanto, é de expansão da produção com o aumento da produtividade.

Entretanto, considerando-se que os cafeicultores estão inseridos em um segmento competitivo, sendo, portanto, tomadores de preço, o resultado de sua atividade produtiva depende da forma como são gerenciados e alocados os recursos de produção, dadas as condições de preço. Nesse sentido, os recursos e métodos de produção utilizados nas lavouras deverão ser muito bem avaliados economicamente, pois exercerão grande influência sobre a rentabilidade do empreendimento.

## 6 REFERÊNCIAS

- BLISKA, F. M. M.; VEGRO, C. L. R.; AFONSO JR. P. C.; MOURÃO, E. A. B.; CARDOSO, C. H. S. *Custos de produção de café nas principais regiões produtoras do Brasil*. Informações Econômicas, São Paulo, v. 39, n. 9, set 2009. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29266/1/Custos-de-producao.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2015.
- CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C. Gestão de custos no agronegócio. In: CALLADO, A. A. C. *Agronegócio*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015. 232 p.
- CÓ, S. M. *Custo de produção do café Conilon na região de Ibiraçu, Espírito Santo*. 2003. 22 f. Monografia (Especialização em Administração Rural) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab*. Brasília: Conab, 2010. 60 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/0086a569bafb14ceb87bd111936e115..>>

pdf>. Acesso em: 10 maio 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Séries Históricas*. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>> Acesso em: 04 fev. 2015.

CREPALSI, S. A. *Contabilidade rural: uma abordagem decisória*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 432 p.

FASSIO, L. H.; CÓ, S. M.; FERRÃO, R. G.; OLIVEIRA, C. B.; PERINI, J. L.; BASSANI, L. A. VERDIN FILHO, A. C.; MAZZO, G. L. Coeficientes técnicos e custos de produção do café conilon no Espírito Santo. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. *Café Conilon*. Vitória, ES: Incaper, 2007, 702 p.

GITMAN, L. J. *Princípios de administração financeira*. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2010, 800 p.

LIMA, A. L. R.; REIS, R. P.; ANDRADE, F. T.; CASTRO JR, L. G. FARIA, J. M. Custos de produção: o impacto da produtividade nos resultados da cafeicultura nas principais regiões produtivas do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. *Anais...* Rio Branco, AC: 20 a 23 de julho, 2008.

MARCOMINI, G. R. Aspectos econômico-financeiros da produção de café convencional e de café especial. *Revista Científica da FHO-UNIARARAS*, v. 1, n. 1, 2013.

NASSER, M. D.; TARSITANO, M. A. A.; LACERDA, M. D.; KOGA, P. S. L. Análise econômica da produção de café Arábica em São Sebastião do Paraíso, Estado de Minas Gerais. *Informações Econômicas*, SP, v. 42, n. 2, mar./abr. 2012.

OLIVEIRA, L. B.; CONCEIÇÃO JÚNIOR, V.; PONTE, C. M. A., OLIVEIRA, L. B. Custo de produção da cafeicultura em agricultura familiar no distrito da Limeira-BA: um estudo de caso. In: VIII SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8º, Salvador, BA. 2013. *Anais...* Bahia, 2013.

OLIVEIRA, S. J. M.; ARAÚJO, T. G. Custo de produção em diferentes sistemas de produção de café em Rondônia no segundo semestre de 2011. *Comunicado Técnico*. Porto Velho, set. 2012.

PEZZOPANE, J. R.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; SARAIVA, G. S.; BONOMO, R. Caracterização do atendimento hídrico para o café conilon no estado do Espírito Santo. In: VI SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL. 6º, Vitória, 2009. *Anais...* Vitória, 2009.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Microeconomia*. 8.

ed. São Paulo: Prentice Hall, 2014. 768 p.

REIS, R. P. *Fundamentos de economia aplicada*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2007. 95 p.

SANTOS, G. J.; SEGATTI, S.; MARION, J. C. *Administração de custos na agropecuária*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 168 p.

SARCINELLI, O.; RODRIGUES, E. O. Análise do desempenho econômico e ambiental de diferentes modelos de cafeicultura em São Paulo-Brasil: estudo de caso na região cafeeira da Média Mogiana do Estado de São Paulo. *Revista Ibero Americana Ecológica*. v.5, p.13-26, 2006.

SILVA, A. L. da; FARIA, M. A. de; REIS, R. P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande: v. 7, n. 1, p. 37-44, 2003.

SILVA, J. S.; MORELI, A. P.; SOARES, S. F.; DONZELES, S. M. L.; VITOR, D. G. Produção de café cereja descascado – equipamentos e custo de processamento. *Comunicado técnico*. Brasília, set., 2013.

TEIXEIRA, S. M.; CAIXETA, G. Z. T.; DONZELE, M. L. Viabilidade econômica da cafeicultura da agricultura familiar na zona da mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46, Rio Branco, AC. 2008. *Anais...* Rio Branco: SOBER, 2008.

TEIXEIRA, M. M.; DAHER, F. A.; BREGONCI, I. S.; REIS, E. F.; RODRIGUES, R. R. Recomendação técnica para implantação e manejo de sistema de irrigação para a cafeicultura de conilon no estado do Espírito Santo. Vitória, 2012. Disponível em: <[http://www.cetcaf.com.br/manejo%20irrigacao/APOSTILA%20IRRIG\\_CONILON\\_RECOMENDACAO.pdf](http://www.cetcaf.com.br/manejo%20irrigacao/APOSTILA%20IRRIG_CONILON_RECOMENDACAO.pdf)>. Acesso em: 13 maio 2015.

VASCONCELOS, M. A. S. *Economia: micro e macro*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 472 p.



## 7 APÊNDICES

**APÊNDICE A.** Coeficientes técnicos e operações para implantação e manutenção de 1 ha de café conilon, com produtividade de 25 sc./ha, densidade de plantio de 2.000 plantas/ha e sistema de produção não irrigado

(continua)

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
<b>1 - Insumos e equipamentos</b>						
Mudas (1)	mil	2,2				
Calcário (2)	t	1,2		1		1
Adubo mineral (3)						
- Nitrogênio - N	kg	55	135	216	216	216
- Fósforo - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	78	46	53	53	53
- Potássio - K <sub>2</sub> O	kg	42	150	198	198	198
Matéria orgânica (4)						
Palha de café curtida	m <sup>3</sup>	20				20
Formicida	kg	4	2	2	2	2
Controle fitossanitário (5)						
- Herbicida	l	3	3	3	3	3
- Acaricida	l	1	1			
- Espalhante adesivo	l	0,5	0,5			
Sacaria plástica (6)	ud		15	30	30	30
Implantação de terreiro (16)	m <sup>2</sup>	33				
tulha (16 sc./m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	1,56				
Sacaria de juta	ud		10	25	25	25
Análise de solo	ud	1		1		1
Proteção solar/vento	UD	2.000				
<b>2 - Serviços</b>						
Limpeza de área (7)						
- Mecânica	h/tr	6	-	-	-	-
- Manual	d/h	15	-	-	-	-
Marcação e covas	d/h	3	-	-	-	-
Coveamento/Sulcos (8)						
- Manual (usual)	d/h	20	-	-	-	-
- Semimecânico	d/h	4	-	-	-	-
Mecânico (a) subsolador	h/tr	4	-	-	-	-
Mecânico (b) escavadeira hidráulica	h/tr	7	-	-	-	-
Transporte interno de calcário e adubos	d/h	1	-	-	-	-
Calagem (9)						
- Mecânica	h/tr	2	-	-	-	-
- Manual	d/h	1,5	-	-	-	-
Aplicação de calcário, adubos e mistura na cova	d/h	6	-	-	-	-
Seleção de mudas	d/h	0,4	-	-	-	-
Transporte interno de mudas (10)						
- Mecânica	h/tr	0,5	-	-	-	-
- Manual	d/h	2	-	-	-	-
Distribuição e plantio de mudas	d/h	5	-	-	-	-
Replante	d/h	0,5	-	-	-	-
Adubação de cobertura	d/h	2	2	2	2	2
Aplicação de calcário em cobertura	d/h			1,5		1,5
Ensacamento e distribuição de palha de café	d/h	3				3
Capina manual em faixa	d/h	13	8	4	4	4
Roçagem (11)						
- Manual	d/h	6	6	5	4	4



(conclusão)

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
- Mecânica costal	d/h	3	3	2	2	2
- Mecânica	h/tr	3	3	1,5	1,5	1,5
Aplicação de herbicida (12)	d/h	3	2	2	2	2
Tratamento fitossanitário	d/h	1	1			
Poda (13)	d/h		3	7	7	9
Desbrota (14)	d/h	1	4	5	7	7
Colheita (15)	sacos		40	100	100	100
Secagem em terreiro	d/h		1	1,5	1,5	1,5
Secador: transporte, secagem e beneficiamento (17)	sacas		1	2,5	2,5	2,5
Transporte interno	d/h		0,5	0,5	0,5	0,5
Transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (18)	sacas		0,2	0,5	0,5	0,5
Ensacamento e pesagem	d/h		0,3	0,5	0,5	0,5
Armazenamento	d/h		0,15	0,3	0,3	0,3

1 - Custos das mudas: inclui o frete das mudas até a propriedade.

2 - Considerou-se a aplicação de uma tonelada de calcário por hectare, mais 100 g/cova no primeiro ano.

3 - Valores mínimos a serem considerados pelos produtores.

4 - Consideraram-se 10 l de palha de café curtida por cova.

5 - Produtos fitossanitários: considerou-se a quantidade média utilizada para cada cultura nas principais regiões produtoras.

6 - Considerou-se que a sacaria é reutilizada por três vezes na mesma safra.

7 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

8 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual como usual: 1 d/h = 100 covas para manual; 1 d/h = 500 covas para semimecanizado; 1 h/t = 2.000 covas para trator com subsolador e 1 h/t = 1.000 covas para escavadeira hidráulica.

9 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

10 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

11 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

12 - Consideraram-se duas aplicações de herbicida/ano; 2 roçadas/ano e uma capina manual em faixa para lavoura em produção.

13 - Consideraram-se para esse nível de produtividade como usual o manejo de poda tradicional.

14 - Considerou-se duas desbrotas por ano.

15 - Considerou-se a relação de quatro sacos maduros para uma saca beneficiada. O custo da mão de obra para colheita é pago por saco maduro colhido, que varia de acordo com a região e a produtividade da lavoura.

16 - Na implantação do terreiro, não foi considerado no cálculo do custo de produção, assim como os serviços para secagem em terreiro, transporte interno, transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (16) e Ensacamento e pesagem.

17 - Consideraram-se 10% da produção beneficiada para uma secagem superior a 18 h de duração.

18 - Consideraram-se 2% da produção beneficiada.

**APÊNDICE B.** Coeficientes técnicos e operações para implantação e manutenção de 1 ha de café conilon, com produtividade de 35 sc./ha, densidade de plantio de 2.000 plantas/ha e sistema de produção não irrigado

(continua)

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
<b>1- Insumos</b>						
Mudas (1)	mil	2,2				
Calcário (2)	t	1,3		1		1
Adubo mineral (3)						
- Nitrogênio - N	kg	65	233	267	267	267
- Fósforo - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	78	51	57	57	57
- Potássio - K <sub>2</sub> O	kg	65	208	240	240	240
Matéria orgânica (4)						
Palha de café curtida	m <sup>3</sup>	20				20
Formicida	kg	4	2	2	2	1
Controle fitossanitário (5)						
- Herbicida	l	3	3	3	3	3
- Acaricida	l	1	1	1,5	1,5	1,5
- Inseticida	l		1,5	1,5	1,5	1,5
- Fungicida	l		1	1	1	1
- Espalhante adesivo	l	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
Sacaria plástica (6)	ud		25	42	42	42
Sacaria de juta	ud		20	35	35	35
Implantação de terreiro (17)	m <sup>2</sup>	47				
tulha (16 sc./m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	2,18				
Análise de solo	ud	1		1		1
Proteção solar/vento	UD	2.000				
<b>2 - Serviços</b>						
Limpeza de área (7)						
- Mecânica	h/tr	6	-	-	-	-
- Manual	d/h	15	-	-	-	-
Marcação e covas	d/h	3	-	-	-	-
Coveamento/Sulcos (8)						
- Manual (usual)	d/h	20	-	-	-	-
- Semimecânico	d/h	4	-	-	-	-
- Mecânico (a) subsolador	h/tr	4	-	-	-	-
- Mecânico (b) escavadeira hidráulica	h/tr	7	-	-	-	-
Transporte interno de calcário e adubos	d/h	1	-	-	-	-
Calagem (9)						
- Mecânica	h/tr	2	-	-	-	-
- Manual	d/h	1,5	-	-	-	-
Aplicação de calcário, adubos e mistura na cova	d/h	6	-	-	-	-
Seleção de mudas	d/h	0,4	-	-	-	-
Transporte interno de mudas (10)						
- Mecânica	h/tr	0,5	-	-	-	-
- Manual	d/h	2	-	-	-	-
Distribuição e plantio de mudas	d/h	5	-	-	-	-
Replante	d/h	0,5	-	-	-	-
Adubação de cobertura	d/h	2	2	2	2	2
Aplicação de calcário em cobertura	d/h			1,5		1,5
Ensacar e distribuição de palha de café	d/h	3				3
Capina manual em faixa	d/h	13	8	4	4	4
Roçagem (11)						
- Manual	d/h	6	5	3	3	3
- Mecânica costal	d/h	3	3	2	2	2
- Mecânica	h/tr	2	2	1,5	1,5	1,5

(conclusão)

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
Aplicação de herbicida (12)	d/h					
- Manual	d/h	3	2	2	2	2
- Mecânica	h/tr	2	2	1,5	1,5	1,5
Tratamento fitossanitário(13)	d/h					
- Manual	d/h	2	3	3	3	3
- Mecânica costal	d/h	1	2	2	2	2
- Mecânica	h/tr	0,5	1	1	1	1
Poda (14)	d/h		3	7	7	9
Desbrota (15)	d/h	1	4	6	10	12
Colheita (16)	sacos		60	140	140	140
Secagem em terreiro	d/h		1,5	2	2	2
Secador: transporte, secagem e beneficiamento (18)	sacas		15	35	35	35
Transporte interno	d/h		0,5	0,8	0,8	0,8
Transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (19)	sacas		0,3	0,7	0,7	0,7
Ensacamento e pesagem	d/h		0,3	0,7	0,7	0,7
Armazenamento	h/tr		0,15	0,4	0,4	0,4

1 - Custos das mudas: inclui o frete das mudas até a propriedade.

2 - Considerou-se a aplicação de uma tonelada de calcário por hectare, mais 100 g/cova no primeiro ano.

3 - Valores com base no manual de adubação e calagem e os teores médios nos solos do Estado do Espírito Santo para cálculos de nutrição: Fósforo rem. 35, MO 1,5, Fósforo normal 6,0, Potássio 50.

4 - Consideraram-se 10 l de Palha de café curtida por cova.

5 - Produtos fitossanitários: considerou-se a quantidade média utilizada para cada cultura nas principais regiões produtoras.

6 - Considerou-se que a sacaria é reutilizada por três vezes na mesma safra.

7 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

8 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual como usual: 1d/h = 100 covas para manual; 1 d/h = 500 covas para semimecanizado; 1 h/t = 2.000 covas para trator com subsolador e 1 h/t = 1.000 covas para escavadeira hidráulica.

9 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

10 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

11 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual. Consideraram-se duas aplicações de herbicida/ano; duas roçadas/ano e uma capina manual em faixa para lavoura em produção.

12 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

13 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual. Em lavoura de produção considerou-se: Fungicida - 1 aplicações/ano foliar; Inseticida - uma aplicação/ano foliar; Acaricida - uma aplicação/ano.

14 - Considerou-se para esse nível de produtividade como usual o manejo de poda tradicional.

15 - Consideraram-se duas desbrotas por ano.

16 - Considerou-se a relação de quatro sacos maduros para uma saca beneficiada. O custo da mão de obra para colheita é paga por saco maduro colhido, que varia de acordo com a região e a produtividade da lavoura.

17 - Implantação terreiro não foi considerado no cálculo do custo de produção, assim como os serviços para secagem em terreiro, transporte interno, transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (16) e ensacamento e pesagem.

18 - Consideraram-se 10% da produção beneficiada para uma secagem superior a 18 h de duração.

19 - Consideraram-se 2% da produção beneficiada.

**APÊNDICE C.** Coeficientes técnicos e operações para implantação e manutenção de 1 ha de café conilon, com produtividade de 45 sc./ha, densidade de plantio de 2.300 plantas/ha e sistema de produção não irrigado

(continua)

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
<b>1- Insumos</b>						
Mudas (1)	mil	2,53				
Calcário (2)	t	2,5		1,5		1,5
Adubo mineral (3)						
- Nitrogênio - N	kg	80	233	289	289	289
- Fósforo - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	90	51	61	61	61
- Potássio - K <sub>2</sub> O	kg	80	208	262	262	262
Micronutriente	kg	46		46		46
Matéria orgânica (4)						
Palha de café curtida	m <sup>3</sup>	23				23
Formicida	kg	4	2	2	2	2
Controle fitossanitário (5)						
- Herbicida	l	3	3	3	3	3
- Acaricida	l	1	1	1,5	1,5	1,5
- Inseticida	l	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5
- Fungicida	l	0,5	1	1	1	1
Espalhante adesivo	l	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
Sacaria plástica (6)	ud		34	60	60	60
Sacaria de juta	ud		25	45	45	45
Implantação de terreiro (17)	m <sup>2</sup>	60				
tulha (16 sc./m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	2,8				
Análise de solo	ud	1		1		1
Proteção solar/vento	UD	2.300				
<b>2 - Serviços</b>						
Limpeza de área (7)						
- Mecânica	h/tr	6				
- Manual	d/h	15				
Marcação de covas	d/h	3				
Coveamento/Sulcos (8)						
- Manual	d/h	26				
- Semimecânico	d/h	4,5				
- Mecânico (a) subsolador	h/tr	4				
- Mecânico (b) escavadeira hidráulica	h/tr	7				
Transporte interno de calcário e adubos	d/h	1,5				
Calagem (9)						
- Mecânica	h/tr	2,5				
- Manual	d/h	2				
Aplicação de calcário, adubos e mistura na cova	d/h	7				
Seleção de mudas	d/h	0,5				
Transporte interno de mudas (10)						
- Mecânica	h/tr	0,5				
- Manual	d/h	2				
Distribuição e plantio de mudas	d/h	6				
Replanteio	d/h	0,6				
Adubação de cobertura	d/h	4	3	3	3	3
Aplicação de calcário em cobertura	d/h			1,5		1,5
Ensacamento e distribuição de palha de café	d/h	3				3
Capina manual em faixa	d/h	13	6	0	0	4
Roçagem (11)						
- Manual	d/h	6	5	4	3	3



(conclusão)

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
- Mecânica costal	d/h	3	3	2	2	2
- Mecânica	h/tr	2	2	1,5	1,5	1,5
Aplicação de herbicida (12)	d/h					
- Manual	d/h	3	2	2	2	2
- Mecânica	h/tr	2	2	1,5	1,5	1,5
Tratamento fitossanitário (13)	d/h					
- Manual	d/h	2	3	3	3	3
- Mecânica costal	d/h	1	2	2	2	2
- Mecânica	h/tr	0,5	1	1	1	1
Poda (14)	d/h		3	5	5	7
Desbrota (15)	d/h	1	5	8	12	14
Colheita (16)	sacos		100	180	180	180
Secagem em terreiro	d/h		2	2,5	2,5	2,5
Secador: transporte, secagem e beneficiamento (18)	sacas		27	45	45	45
Transporte interno	d/h		0,8	1	1	1
Transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (19)	sacas		0,6	0,9	0,9	0,9
Ensacamento e pesagem	d/h		0,8	1	1	1
Armazenamento	d/h		0,4	0,6	0,6	0,6

1 - Custos das mudas: inclui o frete das mudas até a propriedade.

2 - Considerou-se a aplicação de 2,3 toneladas de calcário por hectare, mais 100 g/cova no primeiro ano.

3 - Valores com base no manual de adubação e calagem e os teores médios nos solos do Estado do ES Para cálculos de nutrição: Fósforo rem. 35, MO 1,5, Fósforo normal 6,0, Potássio 50.

4 - Consideraram-se 10 l de Palha de café curtida por cova.

5 - Produtos fitossanitários: considerou-se a quantidade média utilizada para cada cultura nas principais regiões produtoras.

6 - Considerou-se que a sacaria é reutilizada por três vezes na mesma safra.

7 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

8 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual como usual: 1d/h = 100 covas para manual; 1 d/h = 500 covas para semimecanizado; 1 h/t = 2.000 covas para trator com subsolador e 1 h/t = 1.000 covas para escavadeira hidráulica.

9 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

10 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

11 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual. Consideraram-se duas aplicações de herbicida/ano; duas roçadas/ano e uma capina manual em faixa para lavoura em produção.

12 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

13 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual. Em lavoura de produção, considerou-se: Fungicida - uma aplicação/ano foliar; Inseticida - uma aplicação/ano foliar; Acaricida - uma aplicação/ano.

14 - Considerou-se o manejo de poda programada de ciclo (PPC).

15 - Consideraram-se duas desbrotas no segundo, terceiro e quarto ano e três desbrotas no quinto ano.

16 - Considerou-se a relação de quatro sacos maduros para uma saca beneficiada. O custo da mão de obra para colheita é pago por saco maduro colhido, que varia de acordo com a região e a produtividade da lavoura.

17 - Implantação terreiro, não foi considerado no cálculo do custo de produção, assim como os serviços para secagem em terreiro, transporte interno, transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (16) e ensacamento e pesagem.

18 - Consideraram-se 10% da produção beneficiada para uma secagem superior a 18 h de duração.

19 - Consideraram-se 2% da produção beneficiada.

**APÊNDICE D.** Coeficientes técnicos e operações para implantação e manutenção de 1 ha de café conilon, com produtividade de 45 sc./ha, densidade de plantio de 2.300 plantas/ha e sistema de produção irrigado

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
<b>1 - Insumos</b>						
Mudas (1)	mil	2,53				
Calcário (2)	t	2,5		1,5		1,5
Adubo mineral (3)						
- Nitrogênio - N	kg	80	233	289	289	289
- Fósforo - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	90	51	61	61	61
- Potássio - K <sub>2</sub> O	kg	80	208	262	262	262
Micronutriente	kg	46		46		46
Matéria orgânica (4)						
Palha de café curtida	m <sup>3</sup>	23				23
Formicida	kg	4	2	2	2	2
Controle fitossanitário (5)						
- Herbicida	l	4,5	4,5	3	3	3
- Acaricida	l	1	1	1,5	1,5	1,5
- Inseticida	l	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5
- Fungicida	l	0,5	1	1	1	1
- Espalhante adesivo	l	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
Custo implantação de sistema de irrigação (6)						
- Irrigação Localizada Gotejamento	un	0				
- Irrigação Localizada <i>Micro Spray</i>	un	0				
- Irrigação Aspersão Fixa	un	1				
Energia elétrica:						
- Gotejamento	Kwh	250	300	385	385	385
- <i>Micro Spray</i>	Kwh	290	350	435	435	435
- Aspersão Fixa	Kwh	350	425	600	600	600
Sacaria plástica (7)						
Sacaria de juta	ud		34	60	60	60
Implantação de terreiro (18)						
tulha (16 sc/m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	60				
Análise de solo	ud	1		1		1
Proteção solar/vento	ud	2.300				
<b>2 - Serviços</b>						
Limpeza de área (8)						
- Mecânica	h/tr	6				
- Manual	d/h	15				
Marcação e covas	d/h	3				
Coveamento/Sulcos (9)						
- Manual	d/h	26				
- Semimecânico	d/h	4,5				
- Mecânico (a) subsolador	h/tr	4				
- Mecânico (b) escavadeira hidráulica	h/tr	7				
Transporte interno de calcário e adubos	d/h	1,5				
Calagem (10)						
- Mecânica	h/tr	2,5				
- Manual	d/h	2				
Aplicação de calcário, adubos e mistura na cova	d/h	7				
Seleção de mudas	d/h	0,5				
Transporte interno de mudas (11)						
- Mecânica	h/tr	0,5				
- Manual	d/h	2				
Distribuição e plantio de mudas	d/h	6				

(conclusão)

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
Replântio	d/h	0,6				
Adubação de cobertura	d/h	4	3	3	3	3
Aplicação de calcário em cobertura	d/h			1,5		1,5
Ensacamento e distribuição de palha de café	d/h	3				3
Capina manual em faixa	d/h	15	8	0	0	5
Roçagem (12)						
- Manual	d/h	6	6	4	3	3
- Mecânica costal	d/h	3	3	2	2	2
- Mecânica	h/tr	2	2	1,5	1,5	1,5
Aplicação de herbicida (13)						
- Manual	d/h	3	3	2	2	2
- Mecânica	h/tr	2	2	1,5	1,5	1,5
Tratamento fitossanitário (14)						
- Manual	d/h	2	3	3	3	3
- Mecânica costal	d/h	1	2	2	2	2
- Mecânica	h/tr	0,5	1	1	1	1
Irrigação (6)						
- Gotejamento	d/h	6	6	6	6	6
- Micro Spray	d/h	7	7	7	7	7
- Aspersão Fixa	d/h	7	7	7	7	7
Poda (15)	d/h		3	5	5	7
Desbrota (16)	d/h	1	5	8	12	14
Colheita (17)	sacos		100	180	180	180
Secagem em terreiro	d/h		2	2,5	2,5	2,5
Secador: transporte, secagem e beneficiamento (19)	sacas		25	45	45	45
Transporte interno de café maduro	d/h		0,8	1	1	1
Transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (20)	sacas		0,6	0,9	0,9	0,9
Ensacamento e pesagem	d/h		0,8	1	1	1
Armazenamento	d/h		0,4	0,6	0,6	0,6

1 - Custos das mudas: inclui o frete das mudas até a propriedade.

2 - Considerou-se a aplicação de 2,3 toneladas de calcário por hectare, mais 100 g/cova no primeiro ano.

3 - Valores com base no manual de adubação e calagem e os teores médios nos solos do Estado do Espírito Santo para cálculos de nutrição: Fósforo rem. 35, MO 1,5, Fósforo normal 6,0, Potássio 50.

4 - Consideraram-se 10 l de palha de café curtida por cova.

5 - Produtos fitossanitários: considerou-se a quantidade média utilizada para cada cultura nas principais regiões produtoras.

6 - Considerou-se para esse nível de produtividade custo de implantação e operação do sistema de Irrigação por Aspersão Fixa.

7 - Considerou-se que a sacaria é reutilizada por três vezes na mesma safra.

8 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

9 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual como usual: 1d/h = 100 covas para manual; 1 d/h = 500 covas para semimecanizado; 1 h/t = 2.000 covas para trator com subsolador e 1 h/t = 1.000 covas para escavadeira hidráulica.

10 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

11 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

12 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico costal. Consideraram-se duas aplicações de herbicida/ano; duas roçadas/ano e uma capina manual em faixa para lavoura em produção.

13 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

14 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual. Em lavoura de produção considerou-se: Fungicida - uma aplicações/ano ou uma via solo, Inseticida - uma aplicação/ano foliar ou uma via solo, Acaricida - uma aplicação/ano em lavoura de produção.

15 - Considerou-se o manejo de poda programada de ciclo (PPC).

16 - Consideraram-se duas desbrotas no segundo, terceiro e quarto ano e três desbrotas no 5º ano.

17 - Considerou-se a relação de quatro sacos maduros para uma saca beneficiada. O custo da mão de obra para colheita é pago por saco maduro colhido, que varia de acordo com a região e a produtividade da lavoura.

18 - Implantação terreiro, não foi considerado no cálculo do custo de produção, assim como os serviços para secagem em terreiro, transporte interno, transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (16) e ensacamento e pesagem.

19 - Consideraram-se 10% da produção beneficiada para uma secagem superior a 18 h de duração.

20 - Consideraram-se 2% da produção beneficiada.

**APÊNDICE E.** Coeficientes técnicos e operações para implantação e manutenção de 1 ha de café conilon, com produtividade de 60 sc./ha, densidade de plantio de 3.333 plantas/ha e sistema de produção irrigado

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
<b>1 - Insumos</b>						
Mudas (1)	mil	3,6				
Calcário (2)	t	2,6	1,5	1,5	1,5	1,5
Adubo mineral: (3)						
- Nitrogênio - N	kg	90	256	322	322	322
- Fósforo - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	135	60	76	76	76
- Potássio - K <sub>2</sub> O	kg	90	219	280	280	280
- Adubo foliar (4)	l	1,5	2,5	3,5	3,5	3,5
Micronutriente (5)	kg	67		100		100
Matéria orgânica (6)	t	7,5				
Palha de café curtida	m <sup>3</sup>	33				33
Formicida	kg	4	3	2	2	2
Controle fitossanitário: (7)						
- Herbicida	l	4,5	4,5	3	3	3
- Acaricida	l	1	1	1,5	1,5	1,5
- Inseticida	l	1	2	2	2	2
- Fungicida	l	1	2	3	3	3
- Espalhante adesivo	l	0,5	1	1,5	1,5	1,5
Custo implantação de sistema de irrigação: (8)						
- Irrigação Localizada Gotejamento	un	1				
- Irrigação Localizada <i>Micro Spray</i>	un	0				
- Irrigação Aspersão Fixa	un	0				
Energia elétrica:						
- Gotejamento	Kwh	450	500	800	800	800
- <i>Micro Spray</i>	Kwh	500	600	900	900	900
- Aspersão Fixa	Kwh	700	800	1.200	1.200	1.200
Sacaria plástica (9)	ud		40	80	80	80
Sacaria de juta	ud		30	60	60	60
Implantação de terreiro (20)	m <sup>2</sup>	80				
tulha (16 sc/m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	3,75				
Análise de solo	ud	1	1	1	1	1
Proteção solar / vento	ud	3.333				
<b>2 - Serviços</b>						
Limpeza de área: (10)						
- Mecânica	h/tr	6				
- Manual	d/h	15				
Marcação de covas	d/h	3,6				
Coveamento/Sulcos: (11)						
- Manual	d/h	33				
- Semimecânico	d/h	6,6				
- Mecânico (a) subsolador	h/tr	4				
- Mecânico (b) escavadeira hidráulica	h/tr	7				
Transporte interno de calcário e adubos	d/h	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Calagem: (12)						
- Mecânica	h/tr	2,5				
- Manual	d/h	2				
Aplicação de calcário, adubos, MO e mistura na cova	d/h	10				
Seleção de mudas	d/h	0,5				
Transporte interno de mudas: (13)						
- Mecânica	h/tr	0,5				



(conclusão)

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
- Manual	d/h	2,5				
Distribuição e plantio de mudas	d/h	7				
Replanteio	d/h	1				
Adubação de cobertura	d/h	4	3	3	3	3
Aplicação de calcário em cobertura	d/h		1,5	1,5	1,5	1,5
Ensacamento e distribuição de palha de café	d/h	4				4
Capina manual em faixa	d/h	15	8	0	0	5
Roçagem: (14)						
- Manual	d/h	6	6	4	3	3
- Mecânica costal	d/h	3	3	2	2	2
- Mecânica	h/tr	2	2	1,5	1,5	1,5
Aplicação de herbicida: (15)						
- Manual	d/h	3	3	2	2	2
- Mecânica	h/tr	2	2	1,5	1,5	1,5
Tratamento fitossanitário: (16)						
- Manual	d/h	3	4	4	4	4
- Mecânica costal	d/h	2	3	3	3	3
- Mecânica	h/tr	1	1	1	1	1
Irrigação: (8)						
- Gotejamento	d/h	9	9	9	9	9
- <i>Micro Spray</i>	d/h	10	10	10	10	10
- Aspersão Fixa	d/h	10	10	10	10	10
Poda (17)	d/h		4	6	6	8
Desbrota (18)	d/h	3	5	10	14	18
Colheita (19)	sacos		120	240	240	240
Secagem em terreiro	d/h		2,5	3	3	3
Secador: transporte, secagem e beneficiamento (21)	sacas		30	60	60	60
Transporte interno de café maduro	d/h		1	1,5	1,5	1,5
Transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (22)	sacas		0,7	1,2	1,2	1,2
Ensacamento e pesagem	d/h		1	1,3	1,3	1,3
Armazenamento	d/h		0,5	0,8	0,8	0,8

1 - Custos das mudas: inclui o frete das mudas até a propriedade.

2 - Considerou-se a aplicação de 2,3 toneladas de calcário por hectare, mais 100 g/cova no primeiro ano.

3 - Valores com base no manual de adubação e calagem e os teores médios nos solos do Estado do Espírito Santo para cálculos de nutrição: Fósforo rem. 35, MO 1,5, Fósforo normal 6,0, Potássio 50.

4 - Consideraram-se duas aplicações foliar/ano, para lavoura em produção.

5 - Consideraram-se no primeiro ano 20 g/cova de FTE.

6 - Consideraram-se 3 l de esterco de curral por cova; 1 l de esterco de curral curtido = 750 g e 10 l de palha de café por planta.

7 - Produtos fitossanitários: considerou-se a quantidade média utilizada para cada cultura nas principais regiões produtoras.

8 - Consideraram-se para esse nível de produtividade custo de implantação e operação, o sistema de Irrigação por gotejamento.

9 - Considerou-se que a sacaria é reutilizada por três vezes na mesma safra.

10 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

11 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico (a) subsolador como usual: 1 d/h = 100 covas para manual; 1 d/h = 500 covas para semimecanizado; 1 h/t = 2.000 covas para trator com subsolador e 1 h/t = 1.000 covas para escavadeira hidráulica.

12 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

13 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

14 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico costal. Consideraram-se duas aplicações de herbicida/ano; 2 roçadas/ano e uma capina manual em faixa para lavoura em produção.

15 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo manual.

16 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico. Em lavoura de produção, considerou-se: Fungicida - duas aplicações/ano foliar ou uma via solo, Inseticida - duas aplicações/ano foliar ou 1 via solo, Acaricida - 1 aplicação/ano em lavoura de produção.

17 - Considerou-se o manejo de poda programada de ciclo (PPC).

18 - Consideraram-se duas desbrotas no segundo, terceiro e quarto ano e três desbrotas no quinto ano.

19 - Considerou-se a relação de quatro sacos maduros para uma saca beneficiada. O custo da mão de obra para colheita é paga por saco maduro colhido, que varia de acordo com a região e a produtividade da lavoura.

20 - Implantação terreiro, não foi considerado no cálculo do custo de produção, assim como os serviços para secagem em terreiro, Transporte interno, Transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (16) e Ensacamento e pesagem.

21 - Consideraram-se 10% da produção beneficiada para uma secagem superior a 18 h de duração.

22 - Consideraram-se 2% da produção beneficiada.

**APÊNDICE F.** Coeficientes técnicos e operações para implantação e manutenção de 1 ha de café conilon, com produtividade de 80 sc./ha, densidade de plantio de 3.333 plantas/ha e sistema de produção irrigado

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
<b>1 - Insumos</b>						
Mudas (1)	mil	3,6				
Calcário (2)	t	2,6	1,5	1,5	1,5	1,5
Adubo mineral: (3)						
- Nitrogênio - N	kg	100	289	366	366	366
- Fósforo - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	135	70	85	85	85
- Potássio - K <sub>2</sub> O	kg	100	251	326	326	326
- Adubo foliar (4)	l	1,5	3	5	5	5
Micronutriente (5)	kg	67		100	100	100
Matéria orgânica (6)	t	12,5				
Palha de café curtida	m <sup>3</sup>	33				33
Formicida	kg	4	3	2	2	2
Controle fitossanitário: (7)						
- Herbicida	l	4,5	4,5	3	3	3
- Acaricida	l	1	1	1,5	1,5	1,5
- Inseticida	l	1,5	3	4	4	4
- Fungicida	l	1	2	3	3	3
- Espalhante adesivo	l	0,5	1	1,5	1,5	1,5
Custo implantação de sistema de irrigação: (8)						
- Irrigação Localizada Gotejamento	un	1				
- Irrigação Localizada <i>Micro Spray</i>	un	0				
- Irrigação Aspersão Fixa	un	0				
Energia elétrica:						
- Gotejamento	Kwh	600	700	1.200	1.200	1.200
- <i>Micro Spray</i>	Kwh	700	850	1.300	1.300	1.300
- Aspersão Fixa	Kwh	1.000	1.200	1.700	1.700	1.700
Sacaria plástica (9)	ud		60	107	107	107
Sacaria de juta	ud		45	80	80	80
Implantação de terreiro (21)	m <sup>2</sup>	107				
tulha (16 sc./m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	5				
Análise de solo	ud	1	1	1	1	1
Proteção solar/vento	UD	3.333				
<b>2 - Serviços</b>						
Limpeza de área (10)						
- Mecânica	h/tr	6				
- Manual	d/h	15				
Marcação e covas	d/h	3,6				
Coveamento/Sulcos (11)						
- Manual	d/h	33				
- Semimecânico	d/h	6,6				
- Mecânico (a) subsolador	h/tr	4				
- Mecânico (b) escavadeira hidráulica	h/tr	7				
Transporte interno de calcário e adubos	d/h	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Calagem (12)						
- Mecânica	h/tr	2,5				
- Manual	d/h	2				
Aplicação de calcário, adubos, MO e mistura na cova	d/h	12				
Seleção de mudas	d/h	0,5				
Transporte interno de mudas (13)						
- Mecânica	h/tr	0,5				

(conclusão)

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
- Manual	d/h	2,5				
Distribuição e plantio de mudas	d/h	8				
Replanteio	d/h	1				
Adubação de cobertura (14)						
- Manual	d/h	6	3,5	3,5	3,5	3,5
- Adubação via água	d/h	1	1	1	1	1
Aplicação de calcário em cobertura	d/h		1,5	1,5	1,5	1,5
Ensacamento e distribuição de palha de café	d/h	4				4
Capina manual em faixa	d/h	18	12	0	0	5
Roçagem (15)						
- Manual	d/h	6	6	4	3	3
- Mecânica costal	d/h	3	3	2	2	2
- Mecânica	h/tr	2	2	1,5	1,5	1,5
Aplicação de herbicida(16)						
- Manual	d/h	3	3	2	2	2
- Mecânica	h/tr	2	2	1,5	1,5	1,5
Tratamento fitossanitário(17)						
- Manual	d/h	3	5	7	7	7
- Mecânica costal	d/h	2	3	4	4	4
- Mecânica	h/tr	1	1	2	2	2
Irrigação: (8)						
- Gotejamento	d/h	12	12	12	12	12
- <i>Micro Spray</i>	d/h	14	14	14	14	14
- Aspersão Fixa	d/h	14	14	14	14	14
Poda (18)	d/h		4,5	6,6	6,6	8,8
Desbrota (19)	d/h	3,3	5,5	11	15,5	20
Colheita (20)	sacos		180	320	320	320
Secagem em terreiro	d/h		3,2	4	4	4
Secador: transporte, secagem e beneficiamento (22)	sacas		45	80	80	80
Transporte interno de café maduro	d/h		1,3	2	2	2
Transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (23)	sacas		0,9	1,6	1,6	1,6
Ensacamento e pesagem	d/h		1,3	1,7	1,7	1,7
Armazenamento	d/h		0,6	1,1	1,1	1,1

1 - Custos das mudas: inclui o frete das mudas até a propriedade.

2 - Considerou-se a aplicação de 2,3 toneladas de calcário por hectare, mais 100 g/cova no primeiro ano.

3 - Valores com base no manual de adubação e calagem e os teores médios nos solos do Estado do Espírito Santo para cálculos de nutrição: Fósforo rem. 35, MO 1,5, Fósforo normal 6,0, Potássio 50.

4 - Consideraram-se duas aplicações foliar/ano, para lavoura em produção.

5 - Consideraram-se no primeiro ano 20 g/cova de FTE.

6 - Consideraram-se 5 l de estercor de curral por cova; 1 l de estercor de curral curtido = 750 g e 10 l de palha de café por planta.

7 - Produtos fitossanitários: considerou-se a quantidade média utilizada para cada cultura nas principais regiões produtoras.

8 - Consideraram-se para esse nível de produtividade custo de implantação e operação, o sistema de irrigação por gotejamento.

9 - Considerou-se que a sacaria é reutilizada por três vezes na mesma safra.

10 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

11 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico (a) subsolador como usual: 1d/h = 100 covas para manual; 1 d/h = 500 covas para semimecanizado; 1 h/t = 2.000 covas para trator com subsolador e 1 h/t = 1.000 covas para escavadeira hidráulica.

12 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

13 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

14 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo de adubação de cobertura via água de irrigação.

15 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico. Consideraram-se duas aplicações de herbicida/ano; duas roçadas/ano e uma capina manual em faixa para lavoura em produção.

16 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

17 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico costal. Em lavoura de produção, considerou-se: Fungicida - duas aplicações/ano foliar e uma via solo, Inseticida - duas aplicações/ano foliar e uma via solo, Acaricida - uma aplicação/ano em lavoura de produção.

18 - Considerou-se o manejo de poda programada de ciclo (PPC).

19 - Consideraram-se duas desbrotas no segundo, terceiro e quarto ano e três desbrotas no quinto ano.

20 - Considerou-se a relação de quatro sacos maduros para uma saca beneficiada. O custo da mão de obra para colheita é pago por sacco maduro colhido, que varia de acordo com a região e a produtividade da lavoura.

21 - Implantação terreiro não foi considerado no cálculo do custo de produção, assim como os serviços para secagem em terreiro, transporte interno, transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (16) e ensacamento e pesagem.

22 - Consideraram-se 10% da produção beneficiada para uma secagem superior a 18 h de duração.

23 - Consideraram-se 2% da produção beneficiada.

**APÊNDICE G.** Coeficientes técnicos e operações para implantação e manutenção de 1 ha de café conilon, com produtividade de 100 sc./ha, densidade de plantio de 3.333 plantas/ha e sistema de produção irrigado

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
<b>1 - Insumos</b>						
Mudas (1)	mil	3,6				
Calcário (2)	t	2,7	1,50	1,50	1,50	1,50
Adubo mineral: (3)						
- Nitrogênio - N	kg	130	322,00	411,00	411,00	411,00
- Fósforo - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	135	76,00	93,00	93,00	93,00
- Potássio - K <sub>2</sub> O	kg	130	283,00	369,00	369,00	369,00
- Adubo foliar (4)	l	1,5	3,00	4,50	4,50	4,50
Micronutriente (5)	kg	67	67,00	100,00	100,00	100,00
Matéria orgânica (6)	t	12				
Palha de café curtida	m <sup>3</sup>	33				33,00
Formicida	kg	4	3,00	2,00	2,00	2,00
Controle fitossanitário: (7)						
- Herbicida	l	1,5	3,00	3,00	3,00	3,00
- Acaricida	l	1,5	3,00	4,00	4,00	4,00
- Inseticida	l	4,5	3,50	2,00	2,00	2,00
- Fungicida	l	1	1,00	1,50	1,50	1,50
- Espalhante adesivo	l	0,5	1,00	1,50	1,50	1,50
Custo implantação de sistema de irrigação: (8)						
- Irrigação Localizada Gotejamento	un	1				
- Irrigação Localizada <i>Micro Spray</i>	un	0,00				
- Irrigação Aspersão Fixa	un	0,00				
Energia elétrica:						
- Gotejamento	Kwh	850	1.000,00	1.700,00	1.700,00	1.700,00
- <i>Micro Spray</i>	Kwh	1.000	1.200,00	1.900,00	1.900,00	1.900,00
- Aspersão Fixa	Kwh	1.500	1.700,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00
Sacaria plástica (9)	ud	0,00	80,00	134,00	134,00	134,00
Sacaria de juta	ud	0,00	60,00	100,00	100,00	100,00
Implantação de terreiro (21)	m <sup>2</sup>	133				
tulha (16 sc./m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	6,25				
Análise de solo	ud	1	1,00	1,00	1,00	1,00
Análise foliar	ud	1	1,00	1,00	1,00	1,00
Proteção solar/vento	ud	3.333				
<b>2 - Serviços</b>						
Limpeza de área (10)						
- Mecânica	h/tr	6,00				
- Manual	d/h	15,00				
Marcação e covas	d/h	3,60				
Coveamento/Sulcos (11)						
- Manual	d/h	33				
- Semimecânico	d/h	6,6				
- Mecânico (a) subsolador	h/tr	4				
- Mecânico (b) escavadeira hidráulica	h/tr	7				
Transporte interno de calcário e adubos	d/h	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Calagem (12)						
- Mecânica	h/tr	2,50				
- Manual	d/h	2,00				
Aplicação de calcário, adubos, MO e mistura na cova	d/h	12,00				
Seleção de mudas	d/h	0,50				
Transporte interno de mudas (13)						



(conclusão)

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
- Mecânica	h/tr	0,50				
- Manual	d/h	2,50				
Distribuição e plantio de mudas	d/h	8,00				
Replanteio	d/h	1,00				
Adubação de cobertura (14)						
- Manual	d/h	8,00	4,50	4,50	4,50	4,50
- Adubação via água	d/h	1,50	2,00	2,00	2,00	2,00
Aplicação de calcário em cobertura	d/h		1,50	1,50	1,50	1,50
Ensacamento e distribuição de palha de café	d/h	4,00				4,00
Capina manual em faixa	d/h	18,00	12,00	0,00	0,00	5,00
Roçagem (15)						
- Manual	d/h	6	6	4	3	3
- Mecânica costal	d/h	3	3	2	2	2
- Mecânica	h/tr	1,5	2	1,5	1,5	1,5
Aplicação de herbicida(16)	d/h					
- Manual	d/h	3	3	2	2	2
- Mecânica	h/tr	2	2	1,5	1,5	1,5
Tratamento fitossanitário(17)	d/h					
- Manual	d/h	3	5	7	7	7
- Mecânica costal	d/h	2	3	4	4	4
- Mecânica	h/tr	1	1	2	2	2
Irrigação: (8)						
- Gotejamento	d/h	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
- Micro Spray	d/h	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
- Aspersão Fixa	d/h	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Poda (18)	d/h		4,50	6,60	6,60	8,80
Desbrota (19)	d/h	10,00	7,00	11,00	18,00	21,00
Colheita (20)	sacos		240,00	400,00	400,00	400,00
Secagem em terreiro	d/h		4,20	5,00	5,00	5,00
Secador: transporte, secagem e beneficiamento (22)	sacas		60,00	100,00	100,00	100,00
Transporte interno de café maduro	d/h		1,70	2,50	2,50	2,50
Transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (23)	sacas		1,20	2,00	2,00	2,00
Ensacamento e pesagem	d/h		1,70	2,10	2,10	2,10
Armazenamento	d/h		0,80	1,40	1,40	1,40

1 - Custos das mudas: inclui o frete das mudas até a propriedade.

2 - Considerou-se a aplicação de 2,3 toneladas de calcário por hectare, mais 100 g/cova no primeiro ano.

3 - Valores com base no manual de adubação e calagem e os teores médios nos solos do Estado do Espírito Santo para cálculos de nutrição: Fósforo rem. 35, MO 1,5, Fósforo normal 6,0, Potássio 50.

4 - Consideraram-se duas aplicações foliar/ano, para lavoura em produção.

5 - Consideraram-se no primeiro ano 20 g/cova de FTE.

6 - Consideraram-se 5 l de esterco de curral por cova; 1 l de esterco de curral curtido = 750 g e 10 l de palha de café por planta.

7 - Produtos fitossanitários: considerou-se a quantidade média utilizada para cada cultura nas principais regiões produtoras.

8 - Consideraram-se para esse nível de produtividade custo de implantação e operação, o sistema de irrigação por gotejamento.

9 - Considerou-se que a sacaria é reutilizada por três vezes na mesma safra.

10 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

11 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico (a) subsolador como usual: 1d/h = 100 covas para manual; 1 d/h = 500 covas para semimecanizado; 1 h/t = 2.000 covas para trator com subsolador e 1 h/t = 1.000 covas para escavadeira hidráulica.

12 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

13 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

14 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo de adubação de cobertura via água de irrigação.

15 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico. Consideraram-se duas aplicações de herbicida/ano; duas roçadas/ano e uma capina manual em faixa para lavoura em produção.

16 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

17 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico. Em lavoura de produção, considerou-se: Fungicida - duas aplicações/ano ou uma via solo, Inseticida - duas aplicações/ano foliar e uma via solo, Acaricida - uma aplicação/ano em lavoura de produção.

18 - Considerou-se o manejo de poda programada de ciclo (PPC).

19 - Consideraram-se duas desbrotas no segundo, terceiro e quarto ano e três desbrotas no quinto ano.

20 - Considerou-se a relação de quatro sacos maduros para uma saca beneficiada. O custo da mão de obra para colheita é pago por saco maduro colhido, que varia de acordo com a região e a produtividade da lavoura.

21 - Implantação terreiro, não foi considerado no cálculo do custo de produção, assim como os serviços para secagem em terreiro, transporte interno, transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (16) e ensacamento e pesagem.

22 - Consideraram-se 10% da produção beneficiada para uma secagem superior a 18 h de duração.

23 - Consideraram-se 2% da produção beneficiada.

**APÊNDICE H.** Coeficientes técnicos e operações para implantação e manutenção de 1 ha de café conilon, com produtividade de 120 sc./ha, densidade de plantio de 3.333 plantas/ha e sistema de produção irrigado

(continua)

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
<b>1 - Insumos</b>						
Mudas (1)	mil	3,6				
Calcário (2)	t	2,7	1,5	1,5	1,5	1,5
Adubo mineral: (3)						
- Nitrogênio - N	kg	150	366	455	455	455
- Fósforo - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	150	85	102	102	102
- Potássio - K <sub>2</sub> O	kg	120	326	411	411	411
- Adubo foliar (4)	l	1,5	3	4,5	4,5	4,5
Micro nutriente (5)	kg	67	67	100	100	100
Matéria orgânica (6)	t	12,5				
Palha de café curtida	m <sup>3</sup>	33				33
Formicida	kg	4	3	2	2	2
Controle fitossanitário: (7)						
- Herbicida	l	1,5	3	3	3	3
- Acaricida	l	1,5	3	4	4	4
- Inseticida	l	4,5	3,5	2	2	2
- Fungicida	l	1	1	1,5	1,5	1,5
- Espalhante adesivo	l	0,5	1	1,5	1,5	1,5
Custo implantação de sistema de irrigação: (8)						
- Irrigação Localizada Gotejamento	un	1				
- Irrigação Localizada <i>Micro Spray</i>	un	0				
- Irrigação Aspersão Fixa	un	0				
Energia elétrica:						
- Gotejamento	Kwh	850	1.000	1.700	1.700	1.700
- <i>Micro Spray</i>	Kwh	1.000	1.200	1.900	1.900	1.900
- Aspersão Fixa	Kwh	1.500	1.700	2.300	2.300	2.300
Sacaria plástica (9)	ud	0	107	160	160	160
Sacaria de juta	ud	0	80	120	120	120
Implantação de terreiro (21)	m <sup>2</sup>	160				
tulha (16 sc./m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	7,5				
Análise de solo	ud	1	1	1	1	1
Análise foliar	ud		1	1	1	1
Proteção solar/vento	ud	3.333				
<b>2 - Serviços</b>						
Limpeza de área (10)						
- Mecânica	h/tr	6				
- Manual	d/h	15				
Marcação e covas	d/h	3,6				
Coveamento/Sulcos (11)						
- Manual	d/h	33				
- Semimecânico	d/h	6,6				
- Mecânico (a) subsolador	h/tr	4				
- Mecânico (b) escavadeira hidráulica	h/tr	7				
Transporte interno de calcário e adubos	d/h	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Calagem (12)						
- Mecânica	h/tr	2,5				
- Manual	d/h	2				
Aplicação de calcário, adubos, MO e mistura na cova	d/h	12				
Seleção de mudas	d/h	0,5				
Transporte interno de mudas (13)						

(conclusão)

Especificações	Unidade	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
- Mecânica	h/tr	0,5				
- Manual	d/h	2,5				
Distribuição e plantio de mudas	d/h	8				
Replântio	d/h	1				
Adubação de cobertura (14)						
- Manual	d/h	10	7	7	7	7
- Adubação via água	d/h	2,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Aplicação de calcário em cobertura	d/h		1,5	1,5	1,5	1,5
Ensacamento e distribuição de palha de café	d/h	4				4
Capina manual em faixa	d/h	18	12	0	0	5
Roçagem (15)						
- Manual	d/h	6	6	4	3	3
- Mecânica costal	d/h	3	3	2	2	2
- Mecânica	h/tr	1,5	2	1,5	1,5	1,5
Aplicação de herbicida(16)	d/h					
Manual	d/h	3	3	2	2	2
Mecânica	h/tr	2	2	1,5	1,5	1,5
Tratamento fitossanitário(17)						
- Manual	d/h	3	5	7	7	7
- Mecânica costal	d/h	2	3	4	4	4
- Mecânica	h/tr	1	1	2	2	2
Irrigação: (8)						
- Gotejamento	d/h	12	12	12	12	12
- <i>Micro Spray</i>	d/h	14	14	14	14	14
- Aspersão Fixa	d/h	14	14	14	14	14
Poda (18)	d/h		4,5	6,6	6,6	8,8
Desbrota (19)	d/h	10	7	11	18	21
Colheita (20)	sacos		320	480	480	480
Secagem em terreiro	d/h		5,6	6	6	6
Secador: transporte, secagem e beneficiamento (22)	sacas		80	120	120	120
Transporte interno de café maduro	d/h		2,3	3	3	3
Transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (23)	sacas		1,6	2,5	2,5	2,5
Ensacamento e pesagem	d/h		2,3	2,5	2,5	2,5
Armazenamento	d/h		1	1,7	1,7	1,7

1 - Custos das mudas: inclui o frete das mudas até a propriedade.

2 - Considerou-se a aplicação de 2,3 toneladas de calcário por hectare, mais 100 g/cova no primeiro ano.

3 - Valores com base no manual de adubação e calagem e os teores médios nos solos do Estado do Espírito Santo para cálculos de nutrição: Fósforo rem. 35, MO 1,5, Fósforo normal 6,0, Potássio 50.

4 - Consideraram-se duas aplicações foliar/ano, para lavoura em produção.

5 - Consideraram-se no primeiro ano 20 g/cova de FTE.

6 - Consideraram-se 5 l de esterco de curral por cova; 1 l de esterco de curral curtido = 750 g e 10 l de palha de café por planta.

7 - Produtos fitossanitários: considerou-se a quantidade média utilizada para cada cultura nas principais regiões produtoras.

8 - Consideraram-se para esse nível de produtividade custo de implantação e operação, o sistema de Irrigação por gotejamento.

9 - Considerou-se que a sacaria é reutilizada por três vezes na mesma safra.

10 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

11 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico (a) subsolador como usual: 1d/h = 100 covas para manual; 1 d/h = 500 covas para semimecanizado; 1 h/t = 2.000 covas para trator com subsolador e 1 h/t = 1.000 covas para escavadeira hidráulica.

12 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

13 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

14 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo de adubação de cobertura via água de irrigação.

15 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico. Consideraram-se duas aplicações de herbicida/ano; duas roçadas/ano e uma capina manual em faixa para lavoura em produção.

16 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico.

17 - Considerou-se para esse nível de produtividade o processo mecânico. Em lavoura de produção, considerou-se: Fungicida - duas aplicações/ano ou uma via solo, Inseticida - duas aplicações/ano foliar e uma via solo, Acaricida - uma aplicação/ano em lavoura de

produção.

18 - Considerou-se o manejo de poda programada de ciclo (PPC).

19 - Consideraram-se duas desbrotas no segundo, terceiro e quarto ano e três desbrotas no quinto ano.

20 - Considerou-se a relação de quatro sacos maduros para uma saca beneficiada. O custo da mão de obra para colheita é pago por saco maduro colhido, que varia de acordo com a região e a produtividade da lavoura.

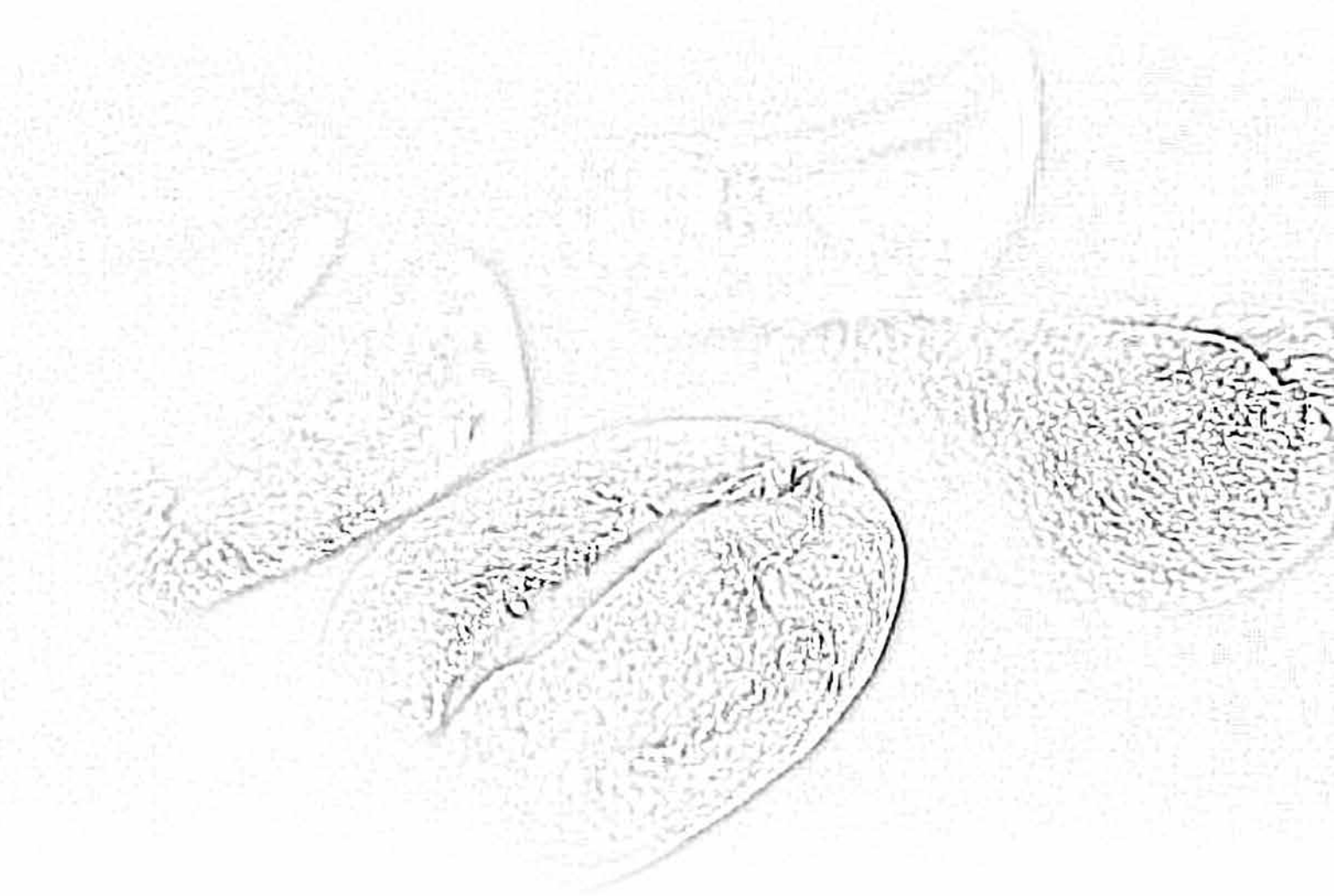
21 - Implantação terreiro, não foi considerado no cálculo do custo de produção, assim como os serviços para secagem em terreiro, transporte interno, transporte e beneficiamento do café secado em terreiro (16) e ensacamento e pesagem.

22 - Consideraram-se 10% da produção beneficiada para uma secagem superior a 18 h de duração.

23 - Consideraram-se 2% da produção beneficiada.



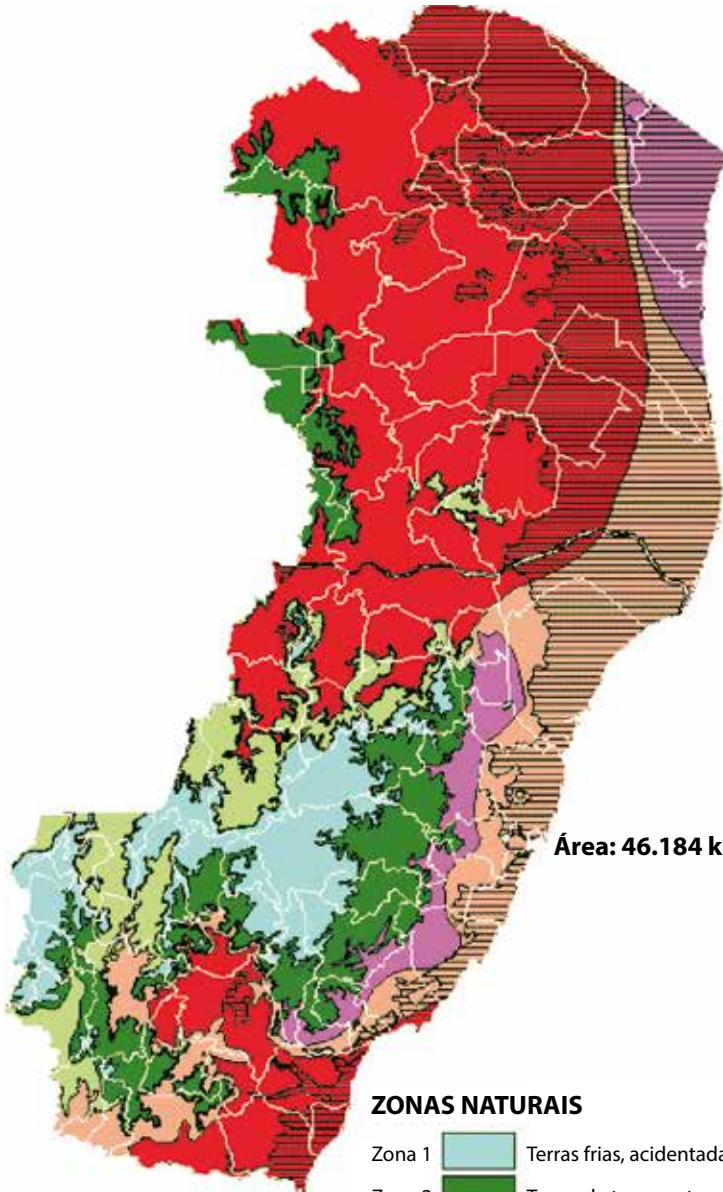








## Zonas Naturais do Estado do Espírito Santo



### ZONAS NATURAIS

Zona	Descrição	ÁREA (%)
Zona 1	Terras frias, acidentadas e chuvosas	8,70
Zona 2	Terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosas	11,80
Zona 3	Terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosa/seca	6,90
Zona 4	Terras quentes, acidentadas e chuvosas	4,10
Zona 5	Terras quentes, acidentadas e transição chuvosa/seca	6,70
Zona 6	Terras quentes, acidentadas e secas	31,20
zona 7	Terras quentes, planas e chuvosas	3,20
Zona 8	Terras quentes, planas e transição chuvosa/seca	11,20
Zona 9	Terras quentes, planas e secas	16,20

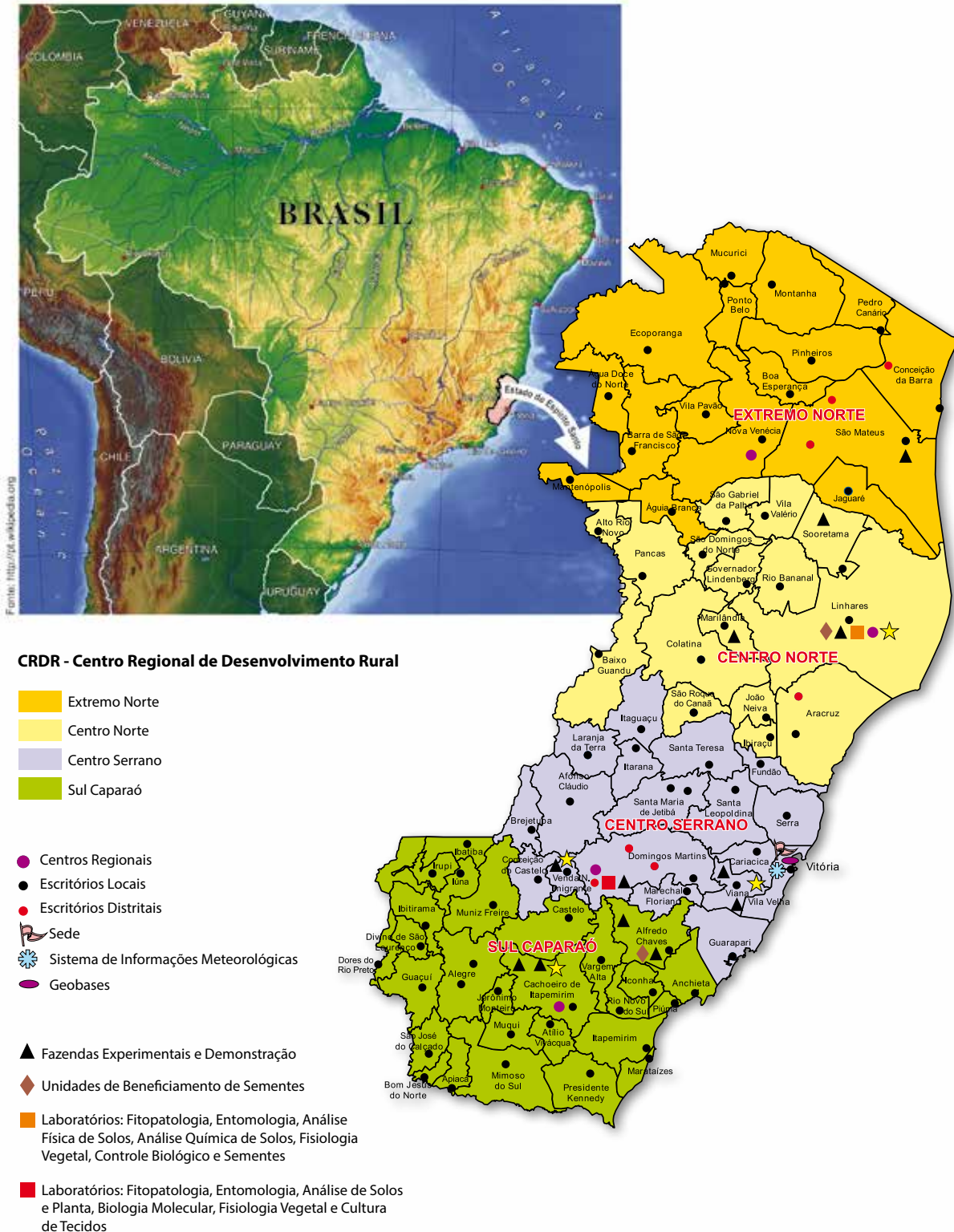
Fonte: Unidades Natruais (EMCAPA/NEPUT, 1999) processada em GIS (FEITOZA, H. N., 1998).







## Localização da Sede e Regiões Administrativas do Incaper





---

Rua Afonso Sarlo, 160 - Bairro Bento Ferreira - Caixa Postal: 391 - CEP: 29052-010 - Vitória, ES - Brasil  
Contato: +55 (27) 3636 9846 - biblioteca@incaper.es.gov.br

**Impressão e acabamento**





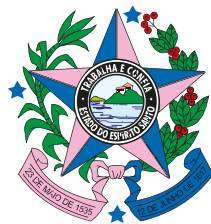


**Consórcio**  
*Pesquisa Café*



Instituto Capixaba de Pesquisa,  
Assistência Técnica e Extensão Rural

**GOVERNO DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO**  
*Secretaria da Agricultura,  
Abastecimento, Aquicultura e Pesca*



ISBN 978-85-89274-26-5



9 788589 274265