



ANDRÉ DOMINGHETTI FERREIRA

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CAFEEIROS
BOURBON PARA A PRODUÇÃO DE CAFÉS
ESPECIAIS**

**LAVRAS - MG
2010**

ANDRÉ DOMINGHETTI FERREIRA

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CAFEIROS BOURBON PARA A
PRODUÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de
concentração em Produção Vegetal, para a obtenção
do título de Doutor.

Orientador

Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes

**LAVRAS – MG
2010**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Ferreira, André Dominghetti.

Seleção de genótipos de cafeeiros Bourbon para a produção de
cafés especiais / André Dominghetti Ferreira. – Lavras : UFLA,
2010.

95 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes.

Bibliografia.

1. Café. 2. Produtividade. 3. Análise sensorial. 4. Qualidade. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7323

ANDRÉ DOMINGHETTI FERREIRA

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CAFEEIROS BOURBON PARA A
PRODUÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de
concentração em Produção Vegetal, para a obtenção
do título de Doutor.

APROVADA em 22 de novembro de 2010.

Dr. César Elias Botelho	EPAMIG
Dr. Flávio Meira Borém	UFLA
Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho	EPAMIG
Dr. Marcelo Malta Ribeiro	EPAMIG

Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes
Orientador

**LAVRAS – MG
2010**

*Aos meus pais, **Francisco Roberto Ferreira e Lucia de Fátima Dominghetti Ferreira**, que me proporcionaram carinho e compreensão, sempre mostrando os verdadeiros valores do ser humano.*

*Às minhas irmãs, **Agda Ferreira e Adriana Dominghetti Ferreira**, pela amizade, compreensão e estímulo.*

*À minha sobrinha, **Ana Beatriz Ferreira** que, na sua inocência de criança, proporciona a cada dia novas alegrias.*

DEDICO

*A **Evelin**, pela paciência, compreensão e carinho.*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela vida, saúde, proteção e sem O qual nada seria.

A **Jesus Cristo**, fonte imensurável de amor e inspiração, a quem devo tudo o que sou.

À **Nossa Senhora**, Mãe em todos os momentos de minha vida.

À **Universidade Federal de Lavras (UFLA)**, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e ao Departamento de Agricultura, por meio de seus professores e funcionários, pela oportunidade de realização do curso.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)**, pela concessão da bolsa de estudos.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig)** e ao **Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Cafê)**, pela concessão dos recursos para a realização deste trabalho.

À **Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig)**, pela concessão dos experimentos que foram avaliados neste trabalho.

Ao **professor Antônio Nazareno Guimarães Mendes**, pela orientação, pelos ensinamentos, apoio e amizade.

Ao **pesquisador Gladyston Rodrigues Carvalho**, pela amizade, companheirismo, orientação e valiosas contribuições.

Ao **pesquisador César Elias Botelho**, pelo tempo dispensado à transmissão de seus ensinamentos e pela amizade.

À **pesquisadora Juliana Costa de Rezende**, pela amizade e incentivo.

Ao **pesquisador Marcelo Ribeiro Malta**, pela ajuda e contribuições.

Ao **professor Flávio Meira Borém**, à **professora Flávia Maria Avelar Gonçalves** e ao **professor Rubens José Guimarães**, pelos ensinamentos e apoio, além de sugestões que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos grandes amigos, **Gladyston, César, Alex e Juliana**, pelo acolhimento, incentivo, presteza e companheirismo.

Aos senhores **Ronaldo, Alexandrino e Valter**, gerentes das fazendas experimentais da Epamig de Três Pontas, Patrocínio e Lavras, respectivamente, pela oportunidade de realizar este trabalho.

Aos proprietários das fazendas que forneceram as sementes dos genótipos de Bourbon, para a realização do experimento.

Ao **Sr. Francisco Falco**, pela concessão da área e de funcionários para a condução do experimento.

Aos proprietários das **Fazendas Cerrado Grande e Samambaia**, pelo apoio durante a condução deste trabalho.

Aos funcionários do Setor de Cafeicultura: **José Maurício, José Avelino, Marcinho, Alexandre, Sérgio e Edson**, pela experiência transmitida.

À secretária do Programa de Fitotecnia, **Marli**, pela paciência e auxílio.

Em especial, aos amigos **Ramiro, Thamiris e Tiago (Tchucan's)**, pela amizade, ajuda e companheirismo.

Aos amigos e colegas de curso **Alex, Vinícius, Luisa, Fabiana, Letícia, João Paulo, Cristiano, Renato, Marcelo, Plínio, Deila, Bruno, Cynthia, Kaio, Diego, Realino, Evandro, Luis Paulo, Noemia, Allan, Jeanny, Tales, Beatriz, Aline, João, Pedro Henrique, Lucas, Mateus, Paulo, Gabriel, João Marcos, Antônio Alfredo, Augusto, Estevam, Alessandro, Sérgio, Joyce, Paulo, Guilherme, Luiza e Marine (in memoriam)** e muitos outros que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

Agradeço em especial ao amigo e companheiro de república **Thiago Henrique Pereira Reis**, pela amizade, paciência e atenção.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O consumo mundial de café tem sofrido pouca variação em termos de quantidade. No entanto, a busca por cafés de excelente qualidade tem crescido em larga escala, justificando o investimento em pesquisas nesta área. Dessa forma, os cafeicultores precisam atualizar as técnicas de produção, buscando reduzir custos e melhorar a qualidade do produto. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de selecionar genótipos de Bourbon para a produção de cafés especiais. Foram instalados ensaios em duas regiões produtoras de café de Minas Gerais, utilizando 17 genótipos de Bourbon e mais três cultivares comerciais como testemunhas. Os experimentos foram instalados em blocos casualizados com 3 repetições e parcelas com 10 plantas. Os resultados obtidos permitem concluir que os genótipos de Bourbon apresentam elevado potencial produtivo, com destaque para o Bourbon Vermelho FSJB, que apresentou maior adaptabilidade e estabilidade. Quanto às características químicas, os ambientes influenciam na resposta dos genótipos, sendo a acidez titulável total a característica de maior contribuição na diferenciação dos genótipos. A pontuação final obtida pelos genótipos de Bourbon indica que possuem elevado potencial para a produção de cafés especiais, com destaque para o Bourbon Amarelo LCJ 9 (Instituto Agronômico de Campinas), Bourbon Amarelo (Fazenda Experimental da EPAMIG/Machado), Bourbon Amarelo FBJ e Bourbon Amarelo FBV.

Palavras-chave: Café. Produtividade. Análise sensorial. Qualidade.

ABSTRACT

World coffee consumption has had low variation in quantity terms. However, excellent quality coffee search has grown on a large scale, justifying research investment in this area. Thus, coffee farmers need to upgrade production techniques to reduce costs and improve quality product. This study was conducted with the objective of selecting genotypes of Bourbon for special coffee production. Experiments were installed in two coffee producing regions of Minas Gerais, using 17 Bourbon genotypes and three commercial cultivars as controls. The experiments were installed in randomized blocks with three replicates and 10 plants. The results showed that Bourbon genotypes have high yield potential, especially the Bourbon Vermelho FSJB, which showed greater adaptability and stability. For chemical characteristics, the environments influenced genotypes response, and the total acidity was the characteristic of highest contribution to genotypes differentiation. The final score obtained by Bourbon genotypes states that they have high potential to special coffee production, especially Bourbon Amarelo LCJ 9 (Instituto Agronômico de Campinas), Bourbon Amarelo (Fazenda Experimental da EPAMIG / Machado), Bourbon Amarelo FBJ and Bourbon Amarelo FBV.

Keywords: Coffee. Productivity. Sensory analysis. Quality.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Dispersão gráfica de 20 genótipos de *Coffea arabica* L., em relação à primeira (VC1) e à segunda (VC2) variáveis canônicas obtidas com base em 8 caracteres, no município de Campos Altos..... 69
- Figura 2 Dispersão gráfica de 20 genótipos de *Coffea arabica* L., em relação à primeira (VC1) e à segunda (VC2) variáveis canônicas obtidas com base em 8 caracteres, no município de Santo Antônio do Amparo 70
- Figura 3 Dispersão gráfica de 20 genótipos de *Coffea arabica* L., em relação à primeira (VC1) e à segunda (VC2) variáveis canônicas obtidas com base em 8 caracteres, no município de Patrocínio..... 71
- Figura 4 Dispersão gráfica de 20 genótipos de *Coffea arabica* L., em relação à primeira (VC1) e à segunda (VC2) variáveis canônicas obtidas com base em 8 caracteres, no município de Lavras 72
- Figura 5 Dispersão gráfica de 20 genótipos de *Coffea arabica* L., em relação à primeira (VC1) e à segunda (VC2) variáveis canônicas obtidas com base em 8 caracteres, no município de Três Pontas..... 73
- Figura 6 Dispersão gráfica de 20 genótipos de *Coffea arabica* L., em relação à primeira (VC1) e à segunda (VC2) variáveis canônicas obtidas com base em nove caracteres..... 79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Teores de alguns componentes químicos em café em g/100g, segundo a ABIC.....	29
Quadro 2	Características sensoriais recomendáveis e qualidade global da bebida, segundo a ABIC	29
Quadro 3	Relação de genótipos de Bourbon e de cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais. Epamig, 2010	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Região geográfica, variáveis climáticas e caracterização dos locais de instalação dos experimentos no estado de Minas Gerais. Epamig, 2010.....	38
Tabela 2	Resumo da análise de variância para produtividade, uniformidade de maturação (MAT), porcentagem de frutos chochos (%CH), vigor vegetativo, porcentagem de grãos com peneira 16 acima (PEN) e porcentagem de grãos chatos (%GCH) de genótipos de Bourbon e de cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais. Epamig, 2010.....	48
Tabela 3	Médias de produtividade, em sacas de $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, de genótipos de Bourbon e de cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais. Epamig, 2010.....	50
Tabela 4	Estimativa da média (Y_i), desvios (S_i) e do índice de confiança (I_i), segundo o método proposto por Annicchiarico (1992), para produtividade de café beneficiado, em sacas de $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de genótipos de Bourbon e de cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais. Epamig, 2010.....	51
Tabela 5	Porcentagem média de frutos cereja, expressa em porcentagem de frutos no estágio cereja de genótipos de Bourbon e de cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais. Epamig, 2010.....	54

Tabela 6	Porcentagem média de grãos chochos dos 20 genótipos em cinco locais de Minas Gerais conduzidos por três anos. Epamig, 2010	57
Tabela 7	Notas de vigor vegetativo dos 20 genótipos em cinco locais de Minas Gerais – média de três anos. Epamig, 2010	59
Tabela 8	Porcentagem de grãos chatos e peneira 16 acima dos 20 genótipos em cinco locais de Minas Gerais – média de três anos. Epamig, 2010	62
Tabela 9	Autovetores (Y_i), autovalores, explicação individual e acumulada das duas variáveis canônicas originais selecionadas obtidas com base em oito caracteres avaliados em 20 genótipos de cafeeiros em cinco ambientes. Epamig, 2010	64
Tabela 10	Importância relativa dos caracteres estudados nas variáveis canônicas (VC) de 20 genótipos de cafeeiro nos cinco ambientes. Epamig, 2010	66
Tabela 11	Agrupamento genético dos genótipos com base na distância de Mahalanobis e método multivariado mutuamente exclusivo de Tocher referente ao ambiente de Campos Altos. Epamig, 2010 ...	67
Tabela 12	Agrupamento genético dos genótipos com base na distância de Mahalanobis e método multivariado mutuamente exclusivo de Tocher referente ao ambiente de Santo Antônio do Amparo. Epamig, 2010	68
Tabela 13	Agrupamento genético dos genótipos com base na distância de Mahalanobis e método multivariado mutuamente exclusivo de Tocher referente ao ambiente de Patrocínio. Epamig, 2010	68
Tabela 14	Agrupamento genético dos genótipos com base na distância de Mahalanobis e método multivariado mutuamente exclusivo de Tocher referente ao ambiente de Lavras. Epamig, 2010	68

Tabela 15	Agrupamento genético dos genótipos com base na distância de Mahalanobis e método multivariado mutuamente exclusivo de Tocher referente ao ambiente de Três Pontas. Epamig, 2010	68
Tabela 16	Autovetores (Y_i), autovalores, explicação individual e acumulada das duas variáveis canônicas originais selecionadas obtidas com base em nove caracteres avaliados em 20 genótipos de cafeeiros. Epamig, 2010.....	76
Tabela 17	Importância relativa dos caracteres estudados nas variáveis canônicas (VC) de 20 genótipos de cafeeiro. Epamig, 2010.....	76
Tabela 18	Agrupamento genético dos genótipos com base na distância de Mahalanobis e método multivariado mutuamente exclusivo de Tocher. Epamig, 2010	77
Tabela 19	Nota final dos vinte0 genótipos estudados – média dos três anos e dos cinco locais. Epamig, 2010.....	80
Tabela 20	Notas finais médias dos 20 genótipos em cada ambiente de cultivo. Epamig, 2010	82

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Melhoramento do cafeeiro e qualidade de bebida	18
2.2	Cafés especiais	20
2.3	Caracterização, potencial de produtividade e qualidade da cultivar Bourbon	22
2.4	Condições edafoclimáticas	24
2.5	Aspectos sensoriais	26
2.6	Aspectos químicos e físico-químicos do café	27
2.6.1	Polifenóis	30
2.6.2	Acidez	31
2.6.3	Lixiviação de potássio	32
2.6.4	Açúcares totais, redutores e não redutores	33
2.7	Análise das variáveis canônicas	34
3	MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1	Caracterização dos experimentos	36
3.2	Colheita e avaliações de campo	39
3.2.1	Características agronômicas	39
3.2.1.1	Produtividade de café beneficiado	39
3.2.1.2	Porcentagem de frutos cereja	39
3.2.1.3	Porcentagem de frutos chochos	39
3.2.1.4	Vigor vegetativo	40
3.2.1.5	Porcentagem de grãos chatos e de grãos com peneira 16 acima	40
3.2.2	Preparo e processamento das amostras	40
3.2.3	Análises químicas e físico-químicas do café	41

3.2.3.1	Teor de água	42
3.2.3.2	Condutividade elétrica	42
3.2.3.3	Lixiviação de íons potássio.....	42
3.2.3.4	Acidez total titulável.....	42
3.2.3.5	Açúcares redutores, não redutores e totais	43
3.2.3.6	Polifenóis	43
3.2.4	Avaliação dos atributos sensoriais	43
3.3	Delineamento experimental e análise estatística.....	44
3.3.1	Análise estatística das características agronômicas	44
3.3.2	Metodologia de Annicchiarico (1992)	45
3.3.3	Análises estatísticas das variáveis físico-químicas e químicas.....	45
3.3.4	Análises estatísticas das variáveis sensoriais.....	46
3.3.4.1	Análise univariada.....	46
3.3.4.2	Análise multivariada	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1	Características agronômicas.....	47
4.1.1	Análise conjunta e estabilidade de produção.....	47
4.1.2	Porcentagem de frutos cereja	53
4.1.3	Porcentagem de grãos chochos.....	56
4.1.4	Vigor vegetativo	58
4.1.5	Porcentagem de grãos chatos e peneira alta	60
4.2	Características químicas e físico-químicas.....	63
4.3	Características sensoriais.....	75
5	CONCLUSÕES	84
	REFERÊNCIAS	85

1 INTRODUÇÃO

A trajetória da cafeicultura brasileira é marcada por várias modificações no modelo produtivo. Uma das mais importantes é a passagem de uma atividade econômica pioneira e extrativista para um modelo tecnológico voltado fundamentalmente para a produtividade.

Pela introdução de novas variedades, com o aumento na utilização de fertilizantes minerais e de tecnologias de produção, foi criado um sistema de produção e comercialização que, por um lado, beneficiava a escala de produção e a economicidade via redução de custos e, por outro lado, sacrificava a imagem da qualidade do produto brasileiro, inserindo-o em um sistema internacional de comercialização que, paradoxalmente, se mostrava mais favorável para as características sensoriais do café de outros produtores mundiais.

No entanto, a partir da década de 1970, com a grande oferta do produto nos mercados nacional e internacional, surgiu a necessidade de que o setor brasileiro se profissionalizasse, produzindo cada vez mais, com eficiência e qualidade. O consumidor também começou a perceber as diferenças entre as diversas qualidades do produto, passando a valorizar, junto com o café espresso, também o café torrado e moído de melhor sabor, aroma, fragrância e pureza. Assim, os cafés de melhor qualidade passaram a ter preços mais atraentes no mercado nacional e no internacional. A distinção entre os cafés faz-se por suas características de pureza, sabor, aroma e corpo, demandando matérias-primas diferenciadas para a fabricação de espresso, especiais e gourmet.

Os fatores genéticos e ambientais, associados ao refinamento das técnicas de produção e industrialização, são determinantes para se produzir cafés finos. Fatores como espécie botânica das lavouras cafeeiras, cultivares e as condições ambientais das diferentes regiões onde são cultivadas podem influenciar de maneira significativa a qualidade do café produzido.

O primeiro fator a influenciar a qualidade do café é a sua espécie, já que existem diferenças entre as espécies mais cultivadas em todo o mundo. As cultivares da espécie *C. arabica* apresentam bebida de qualidade superior, com mais aroma e sabor. Dentre estas, as cultivares do grupo Bourbon têm apresentado elevado potencial de qualidade de bebida nas regiões de melhor aptidão climática para o cultivo do cafeeiro, sendo, por isso, altamente valorizada nos mercados de cafés especiais.

Diante do exposto, este trabalho foi realizado com o objetivo de descrever as características agronômicas, sensoriais e químicas de genótipos de cafeeiro Bourbon (*Coffea arabica* L.) cultivados em duas regiões do estado de Minas Gerais, visando identificar genótipos com capacidade de produção de cafés de qualidade superior.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Melhoramento do cafeeiro e qualidade de bebida

Do ponto de vista agrônomo, o sucesso da lavoura cafeeira começa pela escolha da variedade adequada, a qual deve possuir características desejáveis, como boa produtividade, vigor, porte baixo e que apresente frutos de boa qualidade (FUNDAÇÃO PROCAFÉ, 2002). A resistência a determinadas doenças e pragas é uma vantagem adicional, que permite economia no trato da lavoura. Embora as cultivares selecionadas já tenham atingido elevados níveis de produtividade, novos acréscimos poderão advir do desenvolvimento de cultivares com resistência a pragas, doenças ou com características específicas de adaptação a novas fronteiras agrícolas ou de qualidade do produto, sendo essas características encontradas na espécie *Coffea arabica* e em espécies silvestres de *Coffea* (EIRA et al., 2003).

A qualidade da bebida do café está associada a diversos fatores, destacando-se, entre eles a composição química do grão, determinada por fatores genéticos, ambientais e culturais; o processo de preparo e conservação do grão, assim como a torração e o preparo da infusão que modificam a constituição química do grão, modificação esta sempre relacionada à composição original do grão cru (CHAGAS, 1994, 2003).

Produzir cafés de qualidade e com baixo custo é essencial para a sobrevivência do cafeicultor nos períodos de preços baixos e para aumentar sua rentabilidade em períodos de bons preços, melhorando a qualidade de vida dos cafeicultores, além de aumentar a competitividade dos “Cafés do Brasil” no mercado internacional (PETEK et al., 2005).

Uma das formas de se melhorar a qualidade do café é com a tecnologia de escalonamento da colheita, utilizando cultivares com épocas de maturação

diferenciadas, visando diminuir o custo com a colheita e colher maior quantidade de café no ponto ideal, ou seja, café cereja (GARÇON; BARROS; MATIELO, 2001; MATIELO; ALMEIDA, 2001; PEREIRA et al., 2002; SERA; ALTEIA; PETEK, 2002). Entretanto, apesar de a maturação dos frutos ser controlada geneticamente, ela é bastante influenciada por condições edafoclimáticas regionais e microclimáticas (FAZUOLI et al., 2002).

O cafeeiro é cultivado em diversas regiões do estado de Minas Gerais (Sul de Minas, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Zona da Mata e Vale do Jequitinhonha), proporcionando receita, gerando empregos e fixando mão de obra no campo. Em virtude dessa amplitude de cultivo no estado e da diversidade de materiais cultivados, a interação genótipos por ambientes existe e, conseqüentemente, a qualidade do produto final é afetada por essa interação. Em qualquer lugar que os cafeeiros cresçam estão submetidos a estresses múltiplos que afetarão o seu desenvolvimento por meio de alterações no seu metabolismo e, conseqüentemente, na sua sobrevivência. E a intensidade da resposta ao estresse vai depender também do material genético ali plantado (LARCHER, 2000).

As pesquisas de melhoramento genético buscam, por meio de cruzamentos entre diferentes materiais, a obtenção de novas cultivares com resistência a pragas e doenças, assim como características vegetativas associadas ao máximo vigor e produtividade. Contudo, estudos para verificar as possíveis diferenças entre a qualidade das mesmas são relativamente escassos (MENDONÇA et al., 2007). Com relação às espécies, sabe-se que o café arábica apresenta melhor qualidade e concentrações mais elevadas de carboidratos, lipídeos e trigonelina, dentre outros compostos e os cafés robustas, considerados como de bebida neutra exibem, geralmente, maiores teores de polifenóis e cafeína (ILLY; VIANI, 1995).

Características multigênicas, segundo Illy e Viani (1995), controlam a qualidade da bebida do café arábica. No cruzamento interespecífico entre arábica e robusta, a qualidade da bebida mostra-se associada a uma ação de dominância dos genes que controlam esta característica, sendo que, em geral, a espécie arábica melhora a qualidade do híbrido (TEIXEIRA; FAZUOLI; CARVALHO, 1977).

Essas considerações realçam a importância do componente genético na seleção de plantas para melhorar a qualidade da bebida. A relação entre qualidade e germoplasma tem sido identificada por meio de características morfológicas, como, por exemplo, genótipos com área foliar reduzida, como Mokka, Blue Mountain e Kona, que normalmente produzem cafés de boa qualidade, possivelmente influenciados pelo microclima da própria planta. A redução da área foliar promoverá maior aeração, aumentando a penetração da luz, expondo mais energia durante o amadurecimento do fruto, cujo tempo é diminuído, reduzindo a umidade e minimizando a fermentação microbiana que ocorre nos frutos cereja demasiadamente maduros (ILLY; VIANI, 1995). Contudo, pela ampla variabilidade das condições de cultivo existentes em Minas Gerais, como, por exemplo, a região do cerrado, a redução na área foliar poderá acelerar a maturação, prejudicando, dessa forma, a qualidade do café.

2.2 Cafés especiais

As primeiras pesquisas sobre a qualidade do produto café iniciaram-se, no Brasil, sobre a origem dos defeitos ou grãos imperfeitos, como os pretos e os ardidos. Bittancourt (1956) determinou que há a ocorrência de processos fermentativos durante o processamento dos grãos, divididos em duas fases (formação de ácido acético e de ácido lático) e que isso induzia à formação de grãos pretos e à deterioração da qualidade.

Com a saturação do mercado por cafés sem algum diferencial, houve um aumento na busca de produtos diferenciados e de melhor qualidade, impulsionando o dos cafés especiais. A busca por esse tipo de café é crescente. De todo café comercializado mundialmente, 10% é da classe de especiais, envolvendo cafés finos ou gourmet. Ainda, o mercado desses cafés vem crescendo a uma taxa de 10% ao ano, enquanto os tradicionais têm taxa de crescimento de 1,5% ao ano (BRAZIL SPECIALITY COFFEE ASSOCIATION - BSCA, 2008).

Segundo Souza (2006), a qualidade final do café é resultado de uma série de fatores, em grande parte associados às condições agroecológicas e às decisões do produtor, tais como qualidade das terras de plantio, sistema de cultivo adotado, tipo de colheita e tipo de processamento pós-colheita.

Um café é considerado especial não só pela qualidade final da bebida, dada pelas propriedades físicas, químicas e sensoriais, mas também pelas características relacionadas a questões tecnológicas, preservação do meio ambiente e responsabilidade social. Segundo Zylbersztajn e Farina (2001, p. 43), os cafés especiais podem ser definidos da seguinte maneira:

O conceito de cafés especiais está intimamente ligado ao prazer proporcionado pela bebida. Tais cafés destacam-se por algum atributo associado ao produto, ao processo de produção ou a serviço a ele relacionado. Diferenciam-se por características como qualidade superior da bebida, aspectos dos grãos, forma de colheita, tipo de preparo, história, origem dos plantios, variedades raras e quantidades limitadas, entre outras. Podem também incluir parâmetros de diferenciação que se relacionam à sustentabilidade econômica, ambiental e social da produção.

De acordo com a BSCA (2007), os cafés especiais são aqueles que não apresentam defeitos primários (pedras, paus, verdes) e que apresentam algo que os diferencie dos outros, como o sabor remanescente floral, cítrico ou

achocolatado, entre outros, agregando valor ao produto. Para a sua obtenção, devem-se selecionar o local onde será produzido o café e a variedade que será plantada, tomando todos os cuidados com as práticas culturais. A colheita pode ser manual ou mecânica e deve ser realizada no momento ideal de maturação dos frutos. Em seguida, procede-se ao processamento e à secagem, a qual deve ser em camadas finas ao sol e pode ser complementada em secadores. Na produção dos cafés especiais, o tipo de processamento pode ser natural, cereja descascado, desmucilado ou despulpado. O segmento de cafés especiais permite que o produtor conquiste compradores que estejam dispostos a pagar mais por um produto de qualidade e com características diferenciadas (LEME, 2007).

Segundo Figueiredo (2010), as transformações na conjuntura econômica da cafeicultura têm resultado na necessidade de mudança, tanto na produção quanto na comercialização de cafés, com reflexos significativos na produção brasileira. Os consumidores têm se tornado mais exigentes, valorizando tipos especiais de café e o mercado mais competitivo, pela entrada de novos países produtores e exportadores. Sendo assim, para a sobrevivência da cafeicultura brasileira, é imprescindível que o Brasil siga o caminho da qualidade.

2.3 Caracterização, potencial de produtividade e qualidade da cultivar Bourbon

Em 1859, chegaram ao Brasil sementes de café que o governo brasileiro mandara buscar na Ilha de Reunião, antiga Bourbon, por ter informações de que eram de melhor qualidade e mais produtivas que a cultivar Típica. Por terem frutos vermelhos, os cafeeiros originados dessas sementes passaram a ser chamados de ‘Bourbon Vermelho’ (FAZUOLI et al., 2008).

Em 1930, o Dr. Carlos Arnaldo Krug examinou pela primeira vez frutos amarelos de Bourbon, sendo sua origem pouco conhecida. Essa mudança na coloração dos frutos pode ter sido originada da mutação de ‘Bourbon Vermelho’

ou também surgido como produto de recombinação do cruzamento natural entre ‘Bourbon Vermelho’ e ‘Amarelo de Botucatu’, pois, nas populações originais em que foi selecionada, foram encontradas algumas plantas de fenótipo semelhante ao da cultivar Bourbon Vermelho e outras ao da cultivar Amarelo de Botucatu. Além disso, a produção média de suas melhores seleções é superior à da ‘Bourbon Vermelho’ em 32% a 45% (FAZUOLI et al., 2008).

As plantas desta cultivar são altamente suscetíveis à ferrugem alaranjada (*Hemileia vastatrix* Berg et Br), menos vigorosas e produtivas que a cultivar Mundo Novo em, aproximadamente, 30% a 50%. A peneira média é em torno de 16 e a porcentagem de grãos normais, de aproximadamente 95% (FAZUOLI et al., 2008).

Também existe grande variação na produtividade de diferentes genótipos do grupo Bourbon, verificada por vários autores que encontraram superioridade de 12% a 25% do ‘Bourbon Amarelo’ sobre o ‘Bourbon Vermelho’ (CARVALHO et al., 1973; FAZUOLI et al., 2005; MENDES, 1951).

Por apresentarem menor produtividade em relação às demais cultivares, as seleções de Bourbon têm sido indicadas para o plantio somente para aqueles cafeicultores que desejam obter um produto diferenciado em relação à qualidade de bebida, já que esta característica é fator de grande destaque nessas cultivares (PEREIRA et al., 2010).

A qualidade intrínseca da cultivar Bourbon, relacionada ao seu potencial genético para produzir café de excelente qualidade de bebida, é mundialmente conhecida, devido às suas características sensoriais diferenciadas, como elevada doçura natural, sabor achocolatado, aroma intenso e agradável acidez. É bastante utilizada para a produção de cafés especiais, em diversas regiões do mundo (FIGUEIREDO, 2010).

Com a ascensão do mercado de cafés especiais, o melhoramento genético passou a dar ênfase não somente à produtividade, mas também à

qualidade da bebida fornecida pelas cultivares. Dessa forma, há a necessidade de estudos físico-químicos, bioquímicos e sensoriais nos frutos do cafeeiro visando identificar materiais genéticos com elevado potencial para a produção de cafés especiais.

2.4 Condições edafoclimáticas

Com a evolução da cafeicultura e a demanda por materiais adaptados às diferentes condições ambientais, um grande número de cultivares vem sendo desenvolvido para alcançar tais objetivos. O conhecimento do potencial de produção de cafés de qualidade, das cultivares melhoradas geneticamente, é uma ferramenta indispensável para completar e dar suporte aos trabalhos de melhoramento genético (MENDONÇA, 2004).

Os aspectos climatológicos de localização (altitude e latitude) e de qualidade de bebida estão intimamente interligados (CHALFOUN; CARVALHO, 2001; GUYOT, 1996; LEITE; CARVALHO, 1994; ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ - OIC, 1991; SILVA et al., 2004). A altitude constitui um importante fator para a diferenciação de regiões cafeeiras, pois a mesma influencia diretamente a temperatura e a distribuição das chuvas. A cada 100 metros de aumento da altitude, a temperatura cai ao redor de 1,0°C e as regiões mais altas, do mesmo modo, são mais chuvosas.

Dessa forma, regiões de clima mais quente e/ou úmido no período da colheita proporcionam um ciclo de maturação mais curto, ou seja, os frutos passam rapidamente do estágio de cereja para passa e ainda ocorrem as duas fases iniciais da fermentação dos grãos (fases láctica e acética) que podem evoluir rapidamente para as duas fases seguintes (propionica e butírica), que são prejudiciais à bebida (SOUZA, 1996). Solares (2000), estudando a influência da altitude sobre três cultivares (Bourbon, Caturra e Catuaí) cultivadas em três

níveis de altitude: abaixo de 1.220 m, entre 1.220 a 1.460 m e acima de 1.460 m, concluíram ser evidente a influência do fator altitude sobre a qualidade do café, independente da cultivar utilizada. Os mesmos autores observaram que as propriedades organolépticas, como corpo, aroma e suavidade, acentuam-se à medida que a altitude se eleva, ao passo que, para o atributo acidez, essa evidência não é perceptível.

Sabendo das diferenças qualitativas dos cafés de diferentes regiões produtoras de Minas Gerais, Chagas et al. (1996) fizeram uma caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais e verificaram que aqueles de melhor qualidade de bebida eram oriundos da região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, seguida pelo Sul de Minas e, finalmente, da Zona da Mata. Nesta mesma linha de pesquisa, Chagas, Malta e Pereira (2005), verificando o potencial da região sul de Minas Gerais para a produção de cafés especiais, verificaram que, de acordo com os resultados das análises físico-químicas de 22 municípios estudados, esta região apresenta características desejáveis para a produção de cafés de boa qualidade.

Oliveira et al. (1979), observando os efeitos da origem, tipo de despulpamento e armazenamento do café na atividade da polifenoloxidase (PFO) e qualidade da bebida, verificaram diferenças entre cafés despulpados da cultivar Mundo Novo das regiões de Pindamonhangaba, Piracicaba e Campinas, as quais apresentaram valores da polifenoloxidase (PFO) de 65,58, 55,48 e 72,83 $\text{U min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de amostra, respectivamente. Já quando foram coletadas amostras de cafés da cultivar Bourbon Amarelo das mesmas regiões anteriormente citadas, os autores verificaram valores da atividade enzimática da PFO de 68,40, 60,37 e 66,33 $\text{U min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de amostra, para Pindamonhangaba, Piracicaba e Campinas, respectivamente. Segundo Malta, Santos e Silva (2002), esses resultados permitem inferir que diferentes genótipos de cafeeiro podem apresentar

diferenças na qualidade e que a interação genótipos por ambientes também pode provocar diferenças na qualidade do café.

Nos programas clássicos de melhoramento, as diferenças entre cultivares e linhagens referem-se apenas às características vegetativas e de produção. No entanto, torna-se imprescindível conhecer a qualidade de diferentes cultivares e linhagens, avaliando a composição química e a qualidade dos grãos devido ao grande potencial que estes materiais possuem, capacitando-os a contribuir para a produção de cafés com qualidade superior.

2.5 Aspectos sensoriais

A análise sensorial é uma ciência que objetiva, principalmente, estudar as percepções, as sensações e as reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição (DELLA-LUCIA; MININ; CARNEIRO, 2006).

A análise sensorial do café é conhecida como “prova de xícara” e é adotada no Brasil desde 1917, sendo adotada pela Bolsa Oficial do Café e Mercadorias de Santos. Nesta análise, o café é classificado pelo seu aroma e sabor. O resultado final é a soma dos resultados individuais dados para cada atributo, subtraídos os defeitos. Aqueles que apresentam notas a partir de 80 são considerados cafés especiais (BSCA, 2008).

A classificação sensorial pode ser feita por meio de uma análise subjetiva que pode variar de indivíduo para indivíduo ou por meio da análise sensorial descritiva, pela qual provadores descobrem sabores e aromas frutados, achocolatados e amendoados, caracterizando os cafés especiais e que foi introduzida no Brasil a partir de 1997, por George Howell (BSCA, 2005).

Essa metodologia foi aprimorada junto a pesquisadores e degustadores brasileiros até resultar na atual avaliação, na qual são pontuados diversos

atributos de qualidade. Por meio de um formulário, os degustadores anotam as notas, numa escala de 0 a 8, para propriedades como corpo, sabor, doçura e acidez de cada amostra, sendo considerados cafés especiais aqueles que apresentem nota geral mínima de 80 pontos (BSCA, 2008).

Na classificação sensorial de cafés especiais, cuidados são tomados quanto às características da bebida quente e fria, já que variações nos atributos qualitativos podem acontecer, ressaltando ou anulando determinadas características. Na análise sensorial do café, os principais atributos são aroma, doçura, bebida limpa, corpo, gosto residual e acidez (PAIVA, 2005).

Segundo Paiva (2005), o aroma é perceptível pelo olfato e está relacionado com a experiência do degustador. Pode ser suave a intenso, lembrando aromas frutados, achocolatados, florais, cítricos, etc. A doçura é identificada quando se podem apreciar os cafés sem a adição de açúcar. O atributo corpo é dado pela sensação de preenchimento e a permanência do gosto do produto na cavidade oral. Já o sabor residual é dado pelo sabor que permanece na boca após a degustação do café. Por fim, a acidez é altamente desejável para o café, sendo uma sensação percebida nas partes laterais da língua.

Devido ao fato de a análise sensorial do café ser uma classificação subjetiva, várias pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de relacionar as características sensoriais da bebida com análises químicas e físico-químicas, com o objetivo de auxiliar a análise sensorial, buscando minimizar discrepâncias (DYMINSKI et al., 2005; LEHOTAY; HAJŠLOVA, 2002).

2.6 Aspectos químicos e físico-químicos do café

A influência de fatores como a composição química dos grãos, determinada por fatores genéticos, ambientais e culturais, e os métodos de

colheita, processamento e armazenamento são importantes por afetarem diretamente a qualidade da bebida do café. A torração e o preparo da bebida modificam a constituição química dos grãos, no entanto, essas alterações são dependentes da composição original dos mesmos (LOPES, 2000). De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias do Café - ABIC (2010), não só o beneficiamento ou os cuidados na torra e moagem, ou um *blend* cuidadosamente estudado e controlado, fazem a qualidade da bebida.

Sabe-se que há diferenças na qualidade entre as espécies, sendo que o *Coffea arabica* tem melhor qualidade, com concentrações mais elevadas de carboidratos, lipídeos e trigonelina. Já o *Coffea canephora* é considerado de bebida neutra, por possuir maiores teores de cafeína e compostos fenólicos (ILLY; VIANI, 1995).

Entre os açúcares constituintes dos grãos de café, a sacarose destaca-se como sendo aquele encontrado em maior quantidade e sua quantificação pode variar entre as espécies, origem e tipo de processamento (MENDONÇA et al., 2007). Rogers et al. (1999) observaram o dobro de sacarose em grãos de café arábica maduros, em relação ao café robusta.

O conhecimento do potencial de produção de cafés de qualidade das cultivares melhoradas geneticamente é uma ferramenta para complementar os trabalhos de melhoramento genético. Lopes (2000) avaliou alguns constituintes químicos dos grãos crus de uma mistura de frutos de oito cultivares de *Coffea arabica* e observou variações significativas nos teores de sólidos solúveis, extrato etéreo, açúcares e proteína bruta. O autor ressalta a correlação desses constituintes com a qualidade de bebida, por serem estes compostos os precursores das substâncias responsáveis pelo sabor e aroma da bebida do café.

Em vários estudos realizados sobre as características químicas entre cultivares de *C. arabica* têm sido verificadas diferenças para os teores de

sacarose, polifenóis, proteína, ácido clorogênico, lixiviação de potássio, trigonelina e cafeína (AGUIAR et al., 2001; PEREIRA, 2008).

Nos Quadros 1 e 2 são apresentadas as características químicas, sensoriais recomendáveis e qualidade global da bebida adotada pela ABIC, nas Normas de Qualidade Recomendável e Boas Práticas de Fabricação de Cafés Torrados em Grãos e Torrados e Moídos, de 28 de abril de 2004.

Quadro 1 Teores de alguns componentes químicos em café em g/100g, segundo a ABIC

Umidade	Máximo 5,0 %
Resíduo mineral fixo, insolúvel em ácido clorídrico a 10%	Máximo 1,0 %
Cafeína	Mínimo 0,7 %
Cafeína para o produto descafeinado	Máximo 0,1 %
Extrato aquoso	Mínimo 25 %
Extrato aquoso para o produto descafeinado	Mínimo 20 %
Extrato etéreo	Mínimo 8,0 %

Fonte: Adaptado da ABIC (2010)

Quadro 2 Características sensoriais recomendáveis e qualidade global da bebida, segundo a ABIC

Característica	Tradicional	Superior	Gourmet
Aroma	Fraco a moderado	Característico	Característico, marcante e intenso
Acidez	Baixa	Baixa à moderada	Baixa à alta
Amargor	Fraco a moderadamente intenso	Moderado	Típico
Sabor	Razoavelmente característico	Característico e equilibrado	Característico, equilibrado e limpo
Sabor estranho	Moderado	Livres de sabor fermentado, mofado e de terra	Livres de sabor estranho
Adstringência	Moderada	Baixa	Nenhuma
Corpo	Pouco encorpado a encorpado	Razoavelmente encorpado	Encorpado, redondo e suave
Qualidade global	Regular a ligeiramente bom	Razoavelmente bom a bom	Muito bom a excelente

Fonte: Adaptado da ABIC (2010)

2.6.1 Polifenóis

Os compostos fenólicos estão presentes nos grãos de café em grandes proporções. Sua função tem sido associada à inibição de insetos e pragas e, quando encontrados em grandes proporções, são associados à perda de qualidade do café (CLIFFORD, 1985). Outra função atribuída aos polifenóis é a ação protetora, antioxidante dos aldeídos. Em virtude de qualquer condição adversa aos grãos, ou seja, colheita inadequada, problemas no processamento e armazenamento, as polifenoloxidasas agem sobre os polifenóis, diminuindo sua ação antioxidante sobre os aldeídos, facilitando a oxidação desses com interferência no sabor e no aroma do café após a torração (AMORIM; SILVA, 1968).

Os polifenóis são responsáveis pela adstringência dos grãos de café, interferindo fortemente no sabor e no aroma do produto final. Consequentemente, contribuem de forma essencial para a qualidade típica do *flavor* do café (MENEZES, 1990).

Os ácidos clorogênicos são os principais compostos fenólicos não voláteis encontrados no café. São formados pela esterificação de um ou mais derivados do ácido transcinâmico, como os ácidos cafeico, ferúlico e p-cumárico com o ácido quínico. O conteúdo de ácidos clorogênicos no café varia conforme a espécie e a variedade, assim como a extração e o método de análise empregado (CLIFFORD, 1999).

A maior quantidade de açúcares e a menor quantidade de ácidos clorogênicos e cafeína predispõem a uma melhor qualidade sensorial do *C. arabica* em relação ao *C. canephora*. Vários autores, estudando os teores de polifenóis e de ácido clorogênico, detectaram claramente, tanto nos grãos crus como nos torrados, valores superiores destes dois compostos nos genótipos de *C.*

canephora (CASAL; OLIVEIRA; FERREIRA, 2000; KY et al., 2001; MARTÍN; PABLOS; GONZÁLEZ, 1998).

2.6.2 Acidez

A acidez refere-se à percepção causada por substâncias como os ácidos clorogênicos, cítrico, málico e tartárico, que produzem gosto ácido. A acidez em café tem sido apontada como um bom indicativo de qualidade do produto, podendo auxiliar na prova de xícara. Essa acidez pode variar de acordo com os níveis de fermentações ocorridos nos grãos e também com os diferentes estádios de maturação dos mesmos, podendo aumentar gradativamente com a maturação e servir como suporte para auxiliar na avaliação da qualidade de bebida do café (PIMENTA, 2001).

Em muitos alimentos e bebidas a acidez exerce extrema influência na formação e nas propriedades do *flavor*. A acidez desejável de ser encontrada no café pode ser confundida com azedume por leigos, sendo o sabor azedo atribuído à presença de compostos indesejáveis ou a teores elevados de alguns ácidos, devido à fermentação dos grãos (LOPES, 2000).

A torração e o ponto de torra são fatores que também influenciam a acidez, como confirmado por Lopes (2000) que, ao estudarem características químicas de grãos crus e torrados de sete cultivares de café (*C. arabica*) mais plantadas na região sul de Minas Gerais, constataram que houve diferença para acidez total titulável apenas nos grãos torrados e que a torração aumentou a acidez dos grãos.

2.6.3 Lixiviação de potássio

O potássio é considerado o principal íon presente na membrana do grão de café que influencia a condutividade elétrica. Segundo Marcos Filho et al. (1982) e Prete (1992), grande parte da condutividade elétrica se deve à lixiviação de íons potássio. Dessa forma, a determinação da quantidade de potássio lixiviado pode ser utilizada como indicador da integridade das membranas celulares e, conseqüentemente, do vigor dos grãos, fornecendo informações sobre a qualidade fisiológica dos lotes em período de tempo consideravelmente reduzido.

Amorim (1968) observou que a desestruturação das membranas celulares era o ponto de partida para todas as transformações que ocorriam no grão de café quando este deteriorava. Uma vez constatada a desorganização celular, estas reações tornam-se irreversíveis e o final do processo resulta em um café de pior qualidade.

Estudando a lixiviação de potássio nos diferentes estádios de maturação dos grãos de café, Pimenta (1995) observou maior lixiviação deste íon nos grãos de café colhidos verdes (devido à estruturação incompleta da parede celular), seguido do estádio verde-cana e seco/passa, e valores bem inferiores nos grãos de frutos colhidos no estádio cereja (devido à maior estruturação e menor deterioração), confirmando a relação deste parâmetro com a qualidade.

Pereira (1997) constatou elevações significativas na quantidade de íons potássio lixiviados e na atividade enzimática da polifenoloxidase com o aumento do número e da intensidade de grãos defeituosos no café de bebida estritamente mole.

Também Goulart et al. (2007) observaram que os valores de lixiviação de potássio e condutividade elétrica aumentaram com a piora da qualidade dos cafés. Afirmando estes autores que essas análises são adequadas para separar

amostras de café consideradas de melhor qualidade (estritamente mole, mole, apenas mole) das de pior qualidade (duro, riado), colocando em último lugar a amostra rio.

2.6.4 Açúcares totais, redutores e não redutores

Os açúcares presentes nos grãos de café estão associados com a qualidade por estarem, juntamente com os aminoácidos e proteínas, correlacionados com a origem de vários voláteis em cafés torrados (SHANKARANARAYANA et al., 1975).

A quantidade total de carboidratos ou açúcares totais representa aproximadamente 50%, em base seca, do grão cru. Esses carboidratos são constituídos pelos polissacarídeos e açúcares de baixa massa molecular e os polissacarídeos representam a maior proporção, aproximadamente 50%, sendo parcialmente perdidos durante a torração, devido à participação em importantes reações químicas, dentre elas a reação de Maillard e/ou caramelização, que serão responsáveis pela formação da cor, do sabor e do aroma peculiares da bebida (FLAMENT, 2002; PEREIRA, 1997).

Segundo Amorim et al. (1974) e Chagas et al. (1996), cafés de melhor qualidade de bebida têm teores mais elevados de açúcares que, para Amorim (1972), é decorrente do processo de degradação do amido durante o processo de amadurecimento dos frutos.

Os açúcares não redutores são aqueles responsáveis pela formação do sabor da bebida durante a torração, sendo representados, basicamente, segundo Pereira et al. (2000), pela sacarose, cujo teor pode variar de 1,9% a 10% na matéria seca.

Os teores de açúcares podem variar em função das distintas fases de maturação, processamento do café, região produtora e, ainda, entre cultivares de

uma mesma espécie. Chagas et al. (1996) encontraram teores de açúcares totais que variaram de 7,75%, para amostras oriundas do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro a 7,03%, para amostras provenientes do sul do estado de Minas Gerais. Os maiores teores de açúcares totais encontrados em amostras de café do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba podem ser atribuídos às condições climáticas desta região que propiciam um amadurecimento mais uniforme dos frutos e, conseqüentemente, um maior acúmulo de açúcares, devido à menor incidência de microrganismos precursores de fermentações (CHALFOUN, 1996).

Analisando em frutos no estágio cereja e verde das cultivares Mundo Novo e Catuaí, pesquisadores da Unidade Técnica da OIC (1992) encontraram maiores teores de açúcares totais nos grãos cereja em relação aos frutos imaturos. Também foi detectado maior teor de sacarose nos grãos de frutos cereja descascados da cultivar Catuaí e nos grãos de frutos cereja preparados via seca para a cultivar Mundo Novo.

2.7 Análise das variáveis canônicas

A análise da divergência genética entre genótipos é comumente realizada por meio da dispersão gráfica destes, utilizando-se estatísticas multivariadas obtidas das variáveis canônicas que têm por finalidade transformar um conjunto original de características em outro conjunto de dimensão equivalente, com propriedades importantes. Cada variável canônica, bem como cada componente principal, é uma combinação linear das variáveis originais, sendo independentes entre si e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo da informação, em termos de variação total, contida nos dados iniciais. Em estudos de divergência genética, esses procedimentos permitem a identificação dos genótipos similares em gráficos de dispersão bi ou tridimensionais (CRUZ; REGAZZI, 1994).

A viabilidade de utilização das variáveis canônicas em estudo de divergência genética dependerá da possibilidade de se resumir o conjunto de variáveis originais em poucos componentes, o que significará ter boa aproximação do comportamento dos indivíduos, oriundo de um espaço n -dimensional (n = número de caracteres estudados) em um espaço bi ou tridimensional. Assim, especialmente quando o número de genótipos considerado for elevado, a utilização desta técnica proporcionará considerável simplificação nos cálculos estatísticos, facilitando a interpretação dos resultados em gráficos, nos casos em que as primeiras variáveis canônicas forem responsáveis por um mínimo de 70% a 80% da variação total disponível (BARROS, 1991; CRUZ; REGAZZI, 1994).

Dessa forma, a utilização da teoria de análise multivariada tem se mostrado promissora, pois permite combinar todas as informações contidas na unidade experimental, de modo que as inferências sejam baseadas em um complexo de variáveis. O procedimento permite a identificação da importância relativa dos caracteres na divergência genética, baseando-se no princípio de que a importância relativa das variáveis canônicas decresce da primeira para a última, sendo estas responsáveis pela explicação de uma fração mínima da variância total disponível (FONSECA, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização dos experimentos

Foram avaliados 20 genótipos de café (Quadro 3). Dezesete pertencem ao grupo da cultivar Bourbon e foram obtidos em lavouras que tiveram seus produtos bem pontuados em concursos de qualidade de bebida, localizadas em fazendas tradicionais no cultivo do café. As outras três são amplamente cultivadas nas diferentes regiões do estado de Minas Gerais, utilizadas como controle dentro dos ensaios.

Os experimentos foram estabelecidos em campo nas duas principais regiões cafeeiras do estado, Sul de Minas e Alto Paranaíba (Tabela 1), de forma a representarem as condições de ambiente existentes nas regiões direcionadas para a produção de cafés finos.

Os experimentos foram instalados, em dezembro de 2005, no espaçamento de 3,5 x 0,8m. O presente trabalho foi desenvolvido durante os anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010, compreendendo as três primeiras colheitas. Foram adotadas todas as práticas de manejo usualmente empregadas na cultura e a recomendação de adubação realizada conforme a 5^a Aproximação (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

Quadro 3 Relação de genótipos de Bourbon e de cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais. Epamig, 2010

Nº de ordem	Genótipo
01	Bourbon Amarelo LCJ 10 (Fazenda experimental da Epamig/Machado-MG)
02	Bourbon Amarelo FPRO
03	Bourbon Amarelo FBJ
04	Bourbon Amarelo FB
05	Bourbon Amarelo FBV
06	Bourbon Amarelo LCJ 9 (Instituto Agronômico de Campinas-SP)
07	Bourbon Amarelo FT
08	Bourbon Amarelo FSP
09	Bourbon Amarelo FC
10	Bourbon Amarelo FN
11	Bourbon Amarelo FP
12	Bourbon Amarelo FS
13	Bourbon Vermelho FPRO
14	Bourbon Vermelho FSJB
15	Bourbon Amarelo IFMA 01
16	Bourbon Amarelo TFMA 02
17	Bourbon Amarelo LFMA 03
18	Mundo Novo IAC 502/9
19	Catuai Vermelho IAC 144
20	Icatú Amarelo IAC 3282

Tabela 1 Região geográfica, variáveis climáticas e caracterização dos locais de instalação dos experimentos no estado de Minas Gerais. Epamig, 2010

Município	CA	SAA	PTC	LAV	TP
Região	Alto Paranaíba	Sul de Minas	Alto Paranaíba	Sul de Minas	Sul de Minas
Altitude	1.230 m	1.050 m	966 m	950 m	905 m
Temperatura média	17,6°C	19,8°C	22°C	19,3°C	18°C
Precipitação média anual	1.830 mm	1.670 mm	1.620 mm	1.529 mm	1.545 mm
Latitude/longitude	19°41'46"S	20°56'47"S	18°56'38"S	21°14'43"S	21°20'50"S
	46°59'33"N	44°55'08"O	46°59'33"N	44°59'59"O	45°28'23"O
Região cafeeira	Cerrado de Minas	Sul de Minas	Cerrado de Minas	Sul de Minas	Sul de Minas

CA=Campos Altos, SAA=Santo Antônio do Amparo, PTC=Patrocínio, LAV=Lavras, TP=Três Pontas.

3.2 Colheita e avaliações de campo

A colheita foi manual e seletiva, tendo início quando a maioria dos frutos de cada parcela atingiu o estágio de maturação cereja.

3.2.1 Características agronômicas

3.2.1.1 Produtividade de café beneficiado

Foi avaliada a produção de frutos, em quilogramas de café, em todos os estádios de maturação (imaturos, maduros, sobremaduros e secos) por parcela, entre os meses de maio a julho de cada ano. Posteriormente, foi realizada a conversão para sacas de 60 kg de café beneficiado/ha por meio do rendimento de uma amostra de 3 kg do café coletada por ocasião da colheita

3.2.1.2 Porcentagem de frutos cereja

Para a avaliação da porcentagem de frutos cereja foram amostrados frutos das oito plantas centrais de cada parcela (um litro por parcela), em ramos plagiotrópicos localizados nos quatro quadrantes, procurando-se realizar esta avaliação quando a maioria dos frutos da parcela se encontrava neste estágio.

3.2.1.3 Porcentagem de frutos chochos

A metodologia utilizada foi a proposta por Antunes e Carvalho (1957), em que se colocam 100 frutos cereja em água, sendo considerados chochos aqueles que permanecerem na superfície.

3.2.1.4 Vigor vegetativo

O vigor vegetativo foi avaliado em escalas de notas arbitrárias de 1 a 10, em que 1 = planta depauperada e 10 = planta com vigor vegetativo máximo.

3.2.1.5 Porcentagem de grãos chatos e de grãos com peneira 16 acima

Esta análise foi realizada por profissionais qualificados da Epamig, segundo a Instrução Normativa nº 08 (BRASIL, 2003). A classificação por peneira foi feita após o beneficiamento, passando-se uma amostra de 300 g em peneira com crivo oblongo de $11 \times \frac{3}{4}$ de polegada para a retirada dos grãos moca e, posteriormente, a amostra foi passada em um conjunto de peneiras (12/64 a 19/64). O material retido em cada peneira foi pesado determinando-se a porcentagem de cada peneira, sendo esta característica expressa pela porcentagem de grãos chatos retidos nas peneiras 16/64, 17/64, 18/64 e 19/64, chamada, então, de grãos peneira 16 acima.

3.2.2 Preparo e processamento das amostras

Logo após a colheita de cada ano, realizou-se a separação dos frutos no estádio cereja dos frutos no estádio boia que eventualmente caíram no pano de colheita por diferença de densidade, utilizando-se uma caixa d'água adaptada com um peneirão confeccionado com tela de arame com malha de 3,00 x 3,00 mm, sendo que após a separação de cada amostra foi realizada a limpeza dos instrumentos, evitando a contaminação dos diferentes materiais. Após a separação hidráulica, as amostras foram descascadas em um descascador de café, separando, por fim, algum fruto verde que eventualmente tenha permanecido na amostra, obtendo, dessa forma, 7 litros de café cereja descascado. As amostras descascadas foram distribuídas uniformemente em

peneiras (com moldura de madeira e tela com malha de 2,00 x 1,00 mm, fabricada em fios de polietileno) de 1 m², dispostas em terreiro pavimentado, onde foram secas até o café atingir cerca de 11% a 12% de umidade (b.u.).

Após a secagem, as amostras foram beneficiadas e preparadas para a realização das análises químicas, físico-químicas e sensorial, da maneira descrita a seguir.

3.2.3 Análises químicas e físico-químicas do café

As amostras, após serem beneficiadas, foram passadas em peneira com crivo oblongo de 10 x $\frac{3}{4}$ de polegada, para a retirada dos grãos moca e em peneira com crivo circular de 16/64 avos de polegada, para separar apenas os grãos chatos. Foram encaminhados para análise apenas os grãos retidos nesta peneira.

As análises de avaliação da composição físico-química e química foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Café Dr. Alcides Carvalho, situado na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) em Lavras, MG. Todos os resultados foram expressos em porcentagem de matéria seca.

As amostras de grãos dos diferentes genótipos foram moídas, por cerca de 80 segundos, em moinho modelo TE 631/2, marca Tecnal, adicionando-se nitrogênio líquido para facilitar a moagem e evitar a oxidação das amostras. Após a moagem das amostras, estas foram acondicionadas em embalagens de plástico e armazenadas em freezer, à temperatura de -18°C, até a realização das análises.

3.2.3.1 Teor de água

O teor de água dos grãos foi determinado em estufa ventilada a $105^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, segundo Brasil (1992).

3.2.3.2 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica foi determinada segundo metodologia proposta por Loeffler, Terrony e Ecli (1988), com tempo de embebição das amostras de cinco horas.

3.2.3.3 Lixiviação de íons potássio

A determinação da quantidade de potássio lixiviado foi realizada em fotômetro de chama após 5 horas de embebição dos grãos, segundo metodologia proposta por Prete (1992).

3.2.3.4 Acidez total titulável

A acidez foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N, de acordo com técnica descrita pela Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (1990) e expressa em ml de NaOH 0,1 N por 100 gramas de amostra. A partir do mesmo extrato, o pH foi medido utilizando-se peagâmetro.

3.2.3.5 Açúcares redutores, não redutores e totais

Os açúcares foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1990), e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944).

3.2.3.6 Polifenóis

Os polifenóis foram extraídos a quente pelo método de Goldstein e Swain (1963), utilizando metanol 50% como extrator e identificados pelo método Folin Denis, descrito pela AOAC (1990).

3.2.4 Avaliação dos atributos sensoriais

A avaliação dos atributos sensoriais foi realizada por profissionais pertencentes à Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA). A metodologia utilizada na avaliação sensorial foi a mesma do Cup of Excellence (CoE), de 1997, na qual cada atributo (bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, sabor remanescente, balanço ou equilíbrio e nota geral) recebeu uma nota de 0 a 8, de acordo com a intensidade que apresentaram nas amostras, sendo, por isso, mais objetiva que a “prova de xícara” convencional. A somatória das notas correspondeu à classificação final da bebida. Cada amostra começou com uma pontuação pré-estabelecida de 36 pontos, à qual foram incorporadas as notas de cada atributo, sendo classificadas como café especial aquelas que apresentaram pontuação superior a 80 (BSCA, 2007).

3.3 Delineamento experimental e análise estatística

Os experimentos foram instalados utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela foi constituída por dez plantas.

3.3.1 Análise estatística das características agronômicas

Foi realizada análise de variância conjunta, utilizando-se a média do triênio nos cinco locais. A análise foi realizada após a constatação da homogeneidade das variâncias, por meio do teste de Harttley, como sugerido por Ramalho, Ferreira e Oliveira (2000). Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2000).

Utilizou-se o seguinte modelo para análise conjunta, considerando como fixo o efeito de locais e os demais aleatórios:

$$Y_{ij} = m + p_i + a_l + b_{j(l)} + (pa)_{il} + e_{(l)ij}$$

em que

Y_{ij} : valor médio da progênie i , do local l , no bloco j ;

m : média geral

p_i : efeito da progênie i ($i = 1, 2, \dots, I$);

a_l : efeito do local l ($l = 1, 2, \dots, L$);

$b_{j(l)}$: efeito do bloco j dentro do local l ($j = 1, 2, \dots, J$);

$(pa)_{il}$: efeito da interação da progênie i com o local l ;

$e_{(l)ij}$: efeito do erro experimental médio.

3.3.2 Metodologia de Annicchiarico (1992)

A metodologia proposta por Annicchiarico (1992) propõe a adoção de um índice de confiança (reliability index) que estima o risco de adoção de determinado genótipo. Os procedimentos para os cálculos por esse método dão-se, inicialmente, com a transformação das médias de cada cultivar em cada ambiente, em porcentagem da média do ambiente. Posteriormente, estima-se a média (Y) e o desvio padrão das porcentagens de cada cultivar. De posse dessas estimativas, obtém-se o índice de confiança I_i por meio do seguinte estimador:

$$I_i = Y_i - Z (1 - \alpha) \cdot S_i$$

em que

I_i : índice de confiança (%);

Y_i : média da cultivar i em porcentagem;

Z : valor na distribuição normal estandardizada no qual a função de distribuição acumulada atinge o valor percentil $(1-\alpha)$;

S_i : desvio padrão dos valores percentuais.

3.3.3 Análises estatísticas das variáveis físico-químicas e químicas

A análise multivariada foi realizada com os objetivos de obter as variáveis canônicas, por meio da análise canônica; obter a distância quadrática das amostras pelo método da Distância de Mahalanobis e obter o agrupamento pelo método de Tocher, em que os genótipos são agrupados pela medida de similaridade. Para a análise multivariada, utilizou-se o software GENES (CRUZ, 2006).

Utilizou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_{ij} + \square_{ijk}$$

em que

Y_{ijk} : valor médio da progênie i , no bloco j , na colheita k ;

μ : vetor de constantes do modelo linear multivariado;

α_i : vetor de efeitos do i -ésimo nível do fator A dado por $\alpha_i = [\alpha_{i1}, \dots, \alpha_{i\ell}, \dots, \alpha_{ip}]^T$;

β_j : vetor de efeitos do j -ésimo nível do fator B dado por $\beta_j = [\beta_{j1}, \dots, \beta_{j\ell}, \dots, \beta_{jp}]^T$;

δ_{ij} : vetor de efeitos da interação entre o i -ésimo nível do fator A e j -ésimo nível do fator B dado por $\delta_{ij} = [\delta_{ij1}, \dots, \delta_{ij\ell}, \dots, \delta_{ijp}]^T$;

\square_{ijk} : vetor de efeitos do erro experimental não observável correspondente a observação Y_{ijk} com distribuição normal p -variada com vetor de médias $\mathbf{0}$ e covariância comum Σ .

3.3.4 Análises estatísticas das variáveis sensoriais

3.3.4.1 Análise univariada

Foi realizada análise de variância conjunta dos cinco locais utilizando-se os anos de avaliação como repetição. A análise foi realizada após a constatação da homogeneidade das variâncias, por meio do teste de Hartley, como sugerido por Ramalho, Ferreira e Oliveira (2000). Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2000).

Utilizou-se o modelo estatístico igual ao apresentado no item 3.3.1.

3.3.4.2 Análise multivariada

Para esta análise, utilizou-se o mesmo procedimento do item 3.3.3.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características agronômicas

4.1.1 Análise conjunta e estabilidade de produção

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das análises de variância dos valores médios de produtividade, uniformidade de maturação, porcentagem de frutos chochos, vigor vegetativo, porcentagem de grãos com peneira 16 acima e porcentagem de grãos chatos.

Observa-se efeito significativo na interação genótipos por locais para todas as características avaliadas, o que indica haver comportamento distinto dos genótipos nos ambientes estudados.

Tabela 2 Resumo da análise de variância para produtividade, uniformidade de maturação (MAT), porcentagem de frutos chochos (%CH), vigor vegetativo, porcentagem de grãos com peneira 16 acima (PEN) e porcentagem de grãos chatos (%GCH) de genótipos de Bourbon e de cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais. Epamig, 2010

FV	GL	Quadrado médio					
		Produtividade	MAT	% CH	Vigor	PEN	% GCH
Blocos (local)	10	237,8283**	106,6805**	8,4733 ^{ns}	1,1233**	60,4533**	14,0608**
Genótipos	19	112,2477**	141,4935**	30,3467**	3,5017**	162,3337**	29,1123**
Locais	4	3726,4904**	5504,1626**	263,0967**	36,3667**	3668,6226**	165,2932**
Genótipos x locais	76	149,0504**	65,9117**	9,7528*	0,6754**	29,7204**	9,4702**
erro	190	35,1399	38,1959	7,0137	0,397	14,8314	5,2001
CV(%)		21,18	12,56	37,62	8,75	5,93	2,74
Média geral		27,98	49,22	7,04	7,2	64,89	83,29

^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

* significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Na Tabela 3 verifica-se que foram detectadas diferenças significativas para produtividade entre genótipos somente nos experimentos instalados em Santo Antônio do Amparo e Patrocínio. Nos dois locais, houve a formação de três grupos de genótipos com produtividades diferentes. No entanto, somente os genótipos de número 5 (Bourbon Amarelo FBV), 10 (Bourbon Amarelo FN), 16 (Bourbon Amarelo TFMA) e 20 (Icatu Amarelo IAC 3282) tiveram comportamento semelhante nos dois locais, estando no grupo de menor produtividade.

O grupo de maior produtividade em Santo Antônio do Amparo, formado por 12 genótipos - 1 (Bourbon Amarelo LCJ 10 – Fazenda Experimental da Epamig/Machado), 2 (Bourbon Amarelo FPRO), 3 (Bourbon Amarelo FBJ), 6 (Bourbon Amarelo LCJ 9 – Instituto Agronômico de Campinas), 7 (Bourbon Amarelo FT), 8 (Bourbon Amarelo FSP), 11 (Bourbon Amarelo FP), 12 (Bourbon Amarelo FS), 14 (Bourbon Vermelho FSJB), 18 (Mundo Novo IAC 502/9) e 19 (Catuaí Vermelho IAC 144) -, obteve médias de produtividade variando de 40,70 a 53,07 sacas.ha⁻¹.

Em Patrocínio, o genótipo 17 (Bourbon Amarelo LFMA) foi o único superior aos demais genótipos, sendo o grupo de menor produtividade constituído pela maioria dos genótipos.

Os resultados apresentados evidenciam a necessidade de implantação de experimentos de avaliação de genótipos em vários locais de cultivo, pois, como visto, a interação genótipos por ambientes é expressiva. Ramalho, Santos e Zirmmermam (1993) explicam que essa interação ocorre devido a não coincidência de comportamento dos genótipos nos vários ambientes, isto é, reflete as diferentes sensibilidades dos genótipos às mudanças do ambiente.

Em ensaio conduzido por 33 anos, em Campinas, SP, Fazuoli et al. (2005) verificaram superioridade das progênies de Mundo Novo sobre as progênies de Bourbon Amarelo e Bourbon Vermelho, em 38,7% e 111,6%,

respectivamente. Dentre as 30 progênies mais produtivas, não houve nenhuma progênie de Bourbon. Entretanto, no presente trabalho, foi verificada superioridade de até 59,68% de alguns genótipos de Bourbon em relação à cultivar Mundo Novo, havendo uma variação em função do ambiente de cultivo, mostrando a competitividade dos genótipos de Bourbon em estudo.

Não foi observada diferença na produtividade entre os genótipos de Bourbon Amarelo e Bourbon Vermelho, contrariando dados obtidos em outros trabalhos (CARVALHO et al., 1961, 1973; FAZUOLI et al., 2005; ROCHA; CARVALHO; MÔNACO, 1976), nos quais as cultivares de Bourbon Amarelo sempre se sobressaíram às cultivares de Bourbon Vermelho.

Apesar de as cultivares de Bourbon serem tradicionais, há a necessidade de verificar a influência do ambiente sobre o seu desempenho nas diferentes regiões de cultivo. Dessa forma, os dados encontrados corroboram as afirmações de Bartholo e Chebabi (1985) que mencionam a necessidade de se instalar um mesmo experimento em mais locais, quando se deseja selecionar genótipos de cafeeiros mais adaptados às diferentes regiões.

Tabela 3 Médias de produtividade, em sacas de 60 kg.ha⁻¹, de genótipos de Bourbon e de cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais. Epamig, 2010

Tratamento	CA	SAA	PTC	LAV	TP
1	23,22 a	53,07 a	28,17 c	24,55 a	24,26 a
2	20,86 a	50,04 a	29,90 c	23,69 a	17,68 a
3	22,23 a	47,19 a	30,94 c	22,73 a	22,63 a
4	21,74 a	33,62 b	26,22 c	23,48 a	22,46 a
5	25,75 a	27,30 c	27,15 c	23,63 a	18,31 a
6	21,92 a	50,87 a	25,54 c	24,60 a	13,95 a
7	22,51 a	52,84 a	30,49 c	26,48 a	18,94 a
8	24,10 a	43,66 a	26,89 c	29,71 a	18,89 a
9	13,66 a	40,70 a	29,68 c	33,44 a	17,10 a
10	20,41 a	19,28 c	31,00 c	24,94 a	19,12 a

Tabela 3, “Conclusão”

Tratamento	CA	SAA	PTC	LAV	TP
11	19,27 a	47,13 a	25,61 c	21,51 a	14,70 a
12	13,80 a	48,36 a	26,37 c	26,22 a	17,97 a
13	22,89 a	34,83 b	16,54 c	23,96 a	17,43 a
14	25,57 a	44,76 a	42,00 b	29,07 a	22,37 a
15	33,35 a	20,58 c	39,00 b	32,09 a	22,30 a
16	22,60 a	27,81 c	32,09 c	32,10 a	22,39 a
17	26,78 a	21,43 c	55,33 a	31,77 a	21,14 a
18	20,78 a	49,10 a	34,65 c	29,29 a	22,28 a
19	18,66 a	43,18 a	29,02 c	26,70 a	21,51 a
20	19,13 a	36,02 b	44,11 b	26,29 a	24,88 a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

O comportamento distinto das cultivares estudadas nos diferentes locais de cultivo confirma a ocorrência da interação genótipos por ambientes, fato que justifica a avaliação de estabilidade e adaptabilidade dos genótipos que, no presente trabalho, foi estudada por meio da metodologia proposta por Annicchiarico (1992). Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 Estimativa da média (Y_i), desvios (S_i) e do índice de confiança (I_i), segundo o método proposto por Annicchiarico (1992), para produtividade de café beneficiado, em sacas de 60 kg.ha⁻¹ de genótipos de Bourbon e de cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais. Epamig, 2010

Tratamento	Y_i	S_i	I_i^*
1	107,01	21,05	80,03
2	97,22	16,57	75,99
3	101,99	14,33	83,62
4	92,72	12,92	76,17
5	89,83	17,57	67,31
6	93,93	22,46	65,14
7	104,70	16,44	83,63
8	102,11	11,63	87,21
9	93,78	22,94	64,37
10	85,66	20,77	59,04

Tabela 4, “Conclusão”

Tratamento	Y_i	S_i	I_i*
11	89,01	17,62	66,42
12	92,01	21,32	64,69
13	86,16	15,15	66,74
14	116,16	8,84	104,82
15	111,79	36,72	64,73
16	102,24	18,96	77,94
17	113,91	41,27	91,02
18	110,85	10,69	97,15
19	100,39	9,54	88,16
20	108,53	23,75	78,09

*Nível de significância adotado = 0,10

O índice de confiança (I_i) demonstra o desempenho do genótipo em relação à média do ambiente. Esse método estima o risco de adoção de determinado genótipo para ser cultivado em diferentes regiões, ou seja, estima a probabilidade de certo genótipo apresentar desempenho abaixo da média do ambiente. Assim, será considerado ideal o genótipo que apresentar o menor risco de ser adotado, isto é, aquele que apresentar o maior índice de confiança (CORRÊA; MENDES; BARTHOLO, 2006).

No presente trabalho, apenas os genótipos 14 (Bourbon Vermelho FSJB) e 18 (Mundo Novo 502/9) apresentaram maiores valores deste índice, sendo 104,82 e 97,15, respectivamente. Esses resultados indicam que o melhor genótipo, 14 (Bourbon Vermelho FSJB), será, com 90% de confiança, 4,82% mais produtivo que a média ambiental. Esse fato está comprovado nos dados da Tabela 6, em que o referido genótipo permaneceu nos grupos de maior produtividade nos diferentes locais, à exceção de Patrocínio. O genótipo 10 (Bourbon Amarelo FN), por sua vez, foi o que apresentou menor valor de I_i , apresentando o risco de 40,96% de se comportar abaixo da média dos ambientes.

Analisando-se o genótipo 14 (Bourbon Vermelho FSJB), que alcançou o maior índice de confiança no experimento (104,82), em relação ao genótipo 10

(Bourbon Amarelo FN), que obteve o menor índice do ensaio (59,04), nota-se que houve um aumento na confiabilidade de 45,78. Ou seja, se compararmos os desempenhos dos dois genótipos nos ambientes mais desfavoráveis para cada um, o genótipo 14 (Bourbon Vermelho FSJB) produzirá 45,78% a mais que o 10 (Bourbon Amarelo FN), comparado com a média ambiental. Dessa forma, os resultados encontrados corroboram o de Mendes e Guimarães (1996), os quais afirmam que as progênies mais produtivas são mais responsivas à melhoria dos ambientes.

Carvalho et al. (2006) observaram diferença de até 54,37% entre as progênies do grupo Mundo Novo estudadas. Resultados como este reforçam a importância e a necessidade da instalação de experimentos de adaptabilidade e estabilidade para possibilitar uma indicação mais segura de qual cultivar deverá ser plantada em determinada região.

Segundo Wamatu, Thomas e Piepho (2003), as interações genótipo *versus* ambientes para a produção de café são de magnitude significativa. Estes autores concluíram que as características ambientais e os tratos culturais têm grande influência sobre a produtividade.

Devido ao fato de as cultivares de Bourbon terem caído no esquecimento dos agricultores e de pesquisadores, os resultados relacionados à estabilidade são praticamente nulos, mostrando a necessidade de se desenvolver mais pesquisas com estes materiais que estão sendo novamente plantados, com o objetivo de se obter cafês de melhor qualidade.

4.1.2 Porcentagem de frutos cereja

Um dos grandes problemas detectados nas cultivares de cafeeiro é a baixa uniformidade de maturação dos frutos (NOGUEIRA et al., 2005). O café, por apresentar mais de uma florada, proporciona, em uma mesma planta, frutos

em diferentes fases de maturação: verde, cereja, passa e seco. Devido a essa característica, é importante que a colheita seja efetuada quando a maioria dos frutos se encontra no estágio cereja, que compreende o período no qual os constituintes químicos atingem teores que conferem características peculiares da maturação completa, sendo, então, considerado o ponto ideal de colheita (CARVALHO; CHALFOUN, 2000; PIMENTA, 1995).

Na tentativa de se monitorar esta variabilidade, amostras dos frutos colhidos em cada uma das parcelas foram retiradas e, a partir destas, foram contados os frutos nos diferentes estádios de maturação, sendo os resultados apresentados com base na análise de percentual de frutos no estágio cereja (Tabela 5).

Tabela 5 Porcentagem média de frutos cereja, expressa em porcentagem de frutos no estágio cereja de genótipos de Bourbon e de cultivares comerciais de cafeeiro avaliadas em experimentos nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais. Epamig, 2010

Tratamento	CA	SAA	PTC	LAV	TP
1	48,17 b	55,52 a	33,30 a	60,05 a	52,12 b
2	50,39 b	52,60 a	37,43 a	62,89 a	45,91 b
3	47,32 b	54,30 a	33,15 a	62,74 a	64,36 a
4	52,60 a	50,31 a	35,67 a	60,12 a	62,68 a
5	48,42 b	51,92 a	36,92 a	55,22 a	58,93 a
6	38,39 b	54,07 a	37,42 a	62,11 a	51,43 b
7	40,87 b	52,64 a	34,72 a	63,08 a	48,45 b
8	43,99 b	49,77 a	30,32 a	52,18 a	53,50 a
9	43,83 b	52,25 a	30,25 a	59,89 a	57,82 a
10	46,97 b	55,50 a	23,52 a	52,56 a	49,20 b
11	41,95 b	46,26 a	23,40 a	47,29 a	41,12 b
12	43,95 b	56,37 a	33,94 a	56,50 a	53,04 a
13	47,32 b	54,52 a	34,11 a	55,62 a	47,34 b
14	53,33 a	55,49 a	37,45 a	65,79 a	53,49 a
15	63,17 a	63,20 a	31,73 a	59,12 a	44,82 b
16	60,52 a	58,42 a	34,64 a	55,46 a	46,67 b
17	58,81 a	48,31 a	28,91 a	53,26 a	45,47 b

Tabela 5, “Conclusão”

Tratamento	CA	SAA	PTC	LAV	TP
18	53,94 a	53,40 a	37,02 a	57,33 a	55,34 a
19	55,12 a	56,02 a	31,09 a	58,12 a	48,60 b
20	52,97 a	52,19 a	34,52 a	59,24 a	58,79 a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

Verifica-se que, para a percentagem de frutos no estádio cereja, houve diferença significativa na maturação dos frutos das cultivares nas lavouras localizadas em Campos Altos e Três Pontas.

Nesta avaliação, os genótipos 4 (Bourbon Amarelo FB), 14 (Bourbon Vermelho FSJB), 18 (Mundo Novo IAC 502/9) e 20 (Icatu Amarelo IAC 3282) foram as que obtiveram os melhores desempenhos, com a maior percentagem de frutos cereja nos municípios de Campos Altos e Três Pontas. Porém, estes valores estão aquém dos preconizados como ótimos, que vão de 80% a 85% no estádio cereja (BARTHOLO; GUIMARÃES, 1997), principalmente no ensaio instalado em Patrocínio, onde se verificam baixos valores dos frutos nesse estádio de maturação. Outra explicação para a maior porcentagem de frutos no estádio cereja em Campos Altos é o fato de este ambiente de cultivo estar localizado em elevada altitude que, conforme Souza (1996), é um fator que induz os frutos a permanecerem por mais tempo neste estádio.

A uniformidade de maturação é diretamente influenciada pela disponibilidade de água no início da terceira fase fenológica do cafeeiro, que sucede a fase de indução de gemas foliares formadas na primeira fase, para gemas florais que entram em relativo repouso até o aumento do potencial hídrico nas gemas florais (CAMARGO; CAMARGO, 2001; CAMARGO; FRANCO, 1985; GOUVEIA, 1984).

Dessa forma, uma possível explicação para os baixos valores encontrados para esta característica é a disponibilidade de chuvas nos meses de agosto e setembro – início da terceira fase fenológica – dos anos estudados, que

foi superior à média histórica (COOPERATIVA REGIONAL DE CAFEICULTORES DE GUAXUPÉ - COOXUPÉ, 2010). Segundo Alves (2008) e Rena e Maestri (1985), os cafeeiros que recebem, nesta fase, água com muita frequência têm a florada indefinida, provocando elevada desuniformidade de maturação.

Assim, as variações podem ser atribuídas às diferentes épocas de florações ocorridas, em maior ou menor intensidade nos tratamentos, influenciando os estádios de maturação.

Quanto às diferenças entre os locais estudados, Petek, Sera e Fonseca (2009) afirmam que a uniformidade de maturação é bastante influenciada pelas condições edafoclimáticas regionais, microclimáticas e sistemas de cultivo. Ainda, variações regionais e interanuais na fenologia de cultivares de café podem ocorrer devido às diferenças edafoclimáticas entre regiões de cultivo. Como consequência, podem não concretizar aqueles diferenciais esperados na maturação dos frutos.

4.1.3 Porcentagem de grãos chochos

Uma das anomalias que ocorrem nos frutos de café é a ausência de semente em um dos locos desses frutos. Essas anomalias podem ocorrer em função de fatores ambientais, fisiológicos e ou genéticos. Entretanto, alguns cafeeiros apresentam elevada quantidade desse defeito, indicando um possível controle genético. Nesse tipo de anomalia, verifica-se o desenvolvimento normal do loco, ao contrário do que ocorre nos frutos moça, nos quais uma única semente se desenvolve e ocupa todo o espaço do fruto. Uma observação importante é que os frutos chochos apresentam o mesmo formato e volume dos frutos que têm as duas sementes (MÔNACO, 1960).

Essa característica tem influência direta sobre o rendimento, dado pela razão entre o peso ou litros de café da roça e pelo peso de café beneficiado, ou seja, quanto maior a quantidade de frutos chochos, menor será o rendimento.

Analisando-se os dados da Tabela 9, verifica-se que houve, para todos os genótipos e em todos os locais em estudo, maior porcentagem de frutos normais do que chochos, com média geral de 92,96% para frutos normais e 7,04% para frutos chochos. Segundo Carvalho et al. (2006), uma cultivar é considerada satisfatória para o melhorista quando apresenta valor igual ou superior a 90,0% de frutos normais, explicando por que grande parte das cultivares comerciais tem porcentagem de frutos normais próximo a este valor.

Ainda pelos dados da Tabela 6 é possível verificar a influência de fatores genéticos e ambientais sobre esta característica, pois houve variação entre os genótipos e, ainda, entre os locais estudados. Vale destacar que apenas o genótipo 13 (Bourbon Vermelho FPRO) permaneceu no grupo de maior porcentagem de grãos chochos nos três locais onde foi detectada diferença entre os tratamentos, indicando uma possível causa genética. É comum ocorrer variabilidade para essa característica nos ensaios de melhoramento genético. Carvalho et al. (2006), estudando diferentes progênies de *Coffea arabica*, verificaram, para a característica frutos chochos, uma amplitude de variação de 4,5% a 18,25%, sendo os valores encontrados atribuídos à variabilidade genética.

Tabela 6 Porcentagem média de grãos chochos dos 20 genótipos em cinco locais de Minas Gerais conduzidos por três anos. Epamig, 2010

Tratamento	CA	SAA	PTC	LAV	TP
1	6,67 a	11,00 a	6,00 a	10,00 b	2,00 a
2	6,33 a	10,33 a	4,67 a	9,33 b	4,00 a
3	4,67 a	9,67 a	6,67 a	9,67 b	5,33 a
4	6,00 a	10,00 a	6,67 a	12,67 b	8,33 b
5	3,00 a	12,00 a	3,67 a	8,33 b	6,33 a

Tabela 6, “Conclusão”

Tratamento	CA	SAA	PTC	LAV	TP
6	6,00 a	9,33 a	4,00 a	9,67 b	4,67 a
7	4,00 a	8,33 a	6,33 a	10,00 b	4,00 a
8	5,67 a	9,00 a	5,00 a	6,67 a	3,67 a
9	3,33 a	9,00 a	5,00 a	9,33 b	4,67 a
10	6,00 a	15,00 a	7,33 a	11,00 b	8,67 b
11	10,67 a	12,00 a	3,67 a	11,00 b	8,00 b
12	5,00 a	8,67 a	6,67 a	8,33 b	5,00 a
13	4,67 a	11,00 a	14,33 b	8,67 b	10,67 b
14	6,00 a	8,67 a	8,00 a	8,67 b	6,00 a
15	2,33 a	8,00 a	4,33 a	6,33 a	4,67 a
16	2,67 a	8,33 a	4,00 a	4,00 a	5,33 a
17	3,33 a	10,33 a	5,67 a	7,67 a	4,33 a
18	5,67 a	9,00 a	7,67 a	6,33 a	4,00 a
19	3,67 a	6,33 a	6,67 a	4,67 a	3,67 a
20	6,00 a	8,67 a	4,67 a	14,00 b	7,00 b

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

4.1.4 Vigor vegetativo

Avaliou-se o aspecto vegetativo atribuindo-se pontos de modo subjetivo e classificando em grupos, segundo o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (Tabela 7). Em Campos Altos, houve a formação de dois grupos, tendo os genótipos 15 (Bourbon Amarelo IFMA), 16 (Bourbon Amarelo TFMA) e 17 (Bourbon Amarelo LFMA), todos provenientes de uma mesma fazenda, sido iguais entre si e superiores aos demais.

Em Santo Antônio do Amparo também houve a formação de dois grupos. No entanto, neste local, a maior parte dos genótipos ficou no grupo com notas superiores, permanecendo no grupo das notas inferiores os genótipos 4 (Bourbon Amarelo FB), 5 (Bourbon Amarelo FBV), 10 (Bourbon Amarelo FN) e 11 (Bourbon Amarelo FP).

As médias de vigor do experimento instalado em Patrocínio foram as mais baixas, havendo a formação de três grupos distintos. Os resultados

permitem inferir que os genótipos de Bourbon não têm boa adaptabilidade nesta região, evidenciando a influência ambiental sobre o desenvolvimento das plantas, o que exige uma atenção especial na condução de lavouras formadas com estes genótipos.

No ensaio instalado em Três Pontas houve a formação de dois grupos, sendo os genótipos 12 (Bourbon Amarelo FS), 14 (Bourbon Vermelho FSJB), 15 (Bourbon Amarelo IFMA), 16 (Bourbon Amarelo TFMA), 17 (Bourbon Amarelo LFMA), 18 (Mundo Novo IAC 509/2) e 20 (Icatu Amarelo IAC 3282) formadores do grupo com maior nota de vigor.

Tabela 7 Notas de vigor vegetativo dos 20 genótipos em cinco locais de Minas Gerais – média de três anos. Epamig, 2010

Tratamento	CA	SAA	PTC	LAV	TP
1	7,33 b	7,67 a	5,00 c	7,00 a	7,33 b
2	7,33 b	7,67 a	5,33 c	7,33 a	7,67 b
3	7,33 b	7,33 a	5,67 c	7,00 a	7,33 b
4	7,33 b	6,33 b	5,33 c	7,67 a	7,33 b
5	7,33 b	6,67 b	5,00 c	7,33 a	7,67 b
6	7,00 b	7,33 a	5,67 c	8,00 a	7,00 b
7	7,33 b	8,00 a	5,33 c	7,67 a	7,00 b
8	6,67 b	7,33 a	5,33 c	7,67 a	7,00 b
9	6,67 b	7,33 a	5,33 c	7,67 a	7,67 b
10	6,33 b	6,33 b	5,67 c	7,67 a	7,67 b
11	6,67 b	7,00 b	4,33 c	7,33 a	6,67 b
12	7,00 b	8,00 a	5,33 c	7,67 a	8,33 a
13	7,00 b	7,67 a	5,67 c	7,67 a	7,00 b
14	7,67 b	8,00 a	6,00 c	7,67 a	8,00 a
15	8,67 a	7,33 a	6,00 c	8,33 a	9,00 a
16	8,67 a	8,00 a	7,67 a	8,00 a	9,00 a
17	8,00 a	7,67 a	7,67 a	8,00 a	8,67 a
18	7,33 b	8,00 a	6,33 b	8,33 a	8,00 a
19	7,67 b	8,33 a	6,67 b	7,67 a	7,33 b
20	7,33 b	7,33 a	7,33 a	7,67 a	8,33 a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

4.1.5 Porcentagem de grãos chatos e peneira alta

Quando se trata de cafeeiros com potencial de produção de cafés especiais, é interessante a análise da porcentagem de grãos chatos e de peneira alta, pois essas características proporcionam maior uniformidade do lote a ser processado. Essas características vão influenciar diretamente o aspecto físico do produto, o que é desejável principalmente para a utilização em máquinas de café expresso. Porém, mesmo trabalhando-se com cafés moídos, a maior concentração de grãos em um mesmo tamanho é importante, pois o ponto de torra será detectado mais facilmente, tornando o produto mais homogêneo.

Pelos dados da Tabela 8 é possível notar a influência genética sobre a formação de grãos chatos e grãos com peneira alta, uma vez que foi detectada diferença entre os diferentes genótipos dentro de cada ambiente estudado.

Verifica-se que todos os genótipos têm porcentagens normais e elevadas de sementes do tipo chato, tendo ocorrido a formação de dois grupos para esta característica em todos os locais, à exceção do experimento de Santo Antônio do Amparo. Nota-se que apenas os genótipos 8 (Bourbon Amarelo FSP), 10 (Bourbon Amarelo FN), 12 (Bourbon Amarelo FS) e 14 (Bourbon Vermelho FSJB) permaneceram no grupo de maior porcentagem, em todos os locais estudados.

Os resultados do presente trabalho corroboram os encontrados por Fazuoli et al. (2005) que, em ensaio contendo cultivares de Mundo Novo e Bourbon, verificaram a ocorrência de elevada porcentagem de grãos no formato chato nas cultivares de Bourbon Amarelo e Bourbon Vermelho.

Para a porcentagem de grãos de peneira alta, houve, em todos os locais estudados, a formação de pelo menos dois grupos. Apenas os genótipos 10 (Bourbon Amarelo FN), 11 (Bourbon Amarelo FP), 14 (Bourbon Vermelho FSJB) e 20 (Icatu Amarelo IAC 3282) apresentaram maiores porcentagens de

peneira alta nos cinco locais estudados. Esses resultados são de grande importância para a padronização da torra e elaboração de *blends*.

Tabela 8 Porcentagem de grãos chatos e peneira 16 acima dos 20 genótipos em cinco locais de Minas Gerais – média de três anos. Epamig, 2010

Tratamento	CA		SAA		PTC		LAV		TP	
	Chato	Peneira	chato	Peneira	chato	Peneira	chato	Peneira	chato	Peneira
1	81,72 a	57,06 a	84,47 a	75,13 a	86,41 a	55,75 b	81,00 b	65,47 b	82,77 a	66,66 b
2	79,57 b	51,93 b	85,24 a	73,23 b	85,77 a	52,35 b	82,10 b	62,67 b	84,23 a	69,53 b
3	82,79 a	60,21 a	87,78 a	80,30 a	78,84 b	55,51 b	82,97 a	69,06 a	81,39 b	65,07 c
4	82,84 a	56,05 a	86,17 a	78,29 a	86,26 a	56,69 b	80,96 b	66,05 b	82,73 a	67,03 b
5	83,17 a	57,21 a	85,15 a	72,24 b	87,64 a	52,54 b	80,79 b	65,11 b	84,84 a	70,63 b
6	80,72 a	55,99 a	84,86 a	73,46 b	84,94 a	53,79 b	82,33 b	64,37 b	84,40 a	66,57 b
7	81,41 a	57,60 a	86,78 a	77,18 a	84,83 a	53,79 b	82,40 b	69,13 a	83,41 a	68,56 b
8	83,45 a	62,08 a	84,41 a	71,80 b	84,86 a	60,87 a	84,29 a	66,50 b	83,56 a	67,89 b
9	82,64 a	57,35 a	85,19 a	74,85 a	84,49 a	59,25 a	81,30 b	66,52 b	85,61 a	73,68 a
10	82,23 a	60,74 a	86,97 a	78,90 a	85,50 a	59,08 a	83,99 a	73,77 a	86,15 a	73,23 a
11	78,22 b	60,14 a	87,14 a	80,04 a	85,80 a	59,28 a	83,95 a	69,63 a	86,03 a	76,30 a
12	81,00 a	57,27 a	85,10 a	75,51 a	86,30 a	62,96 a	84,24 a	65,26 b	83,64 a	66,84 b
13	84,80 a	59,93 a	85,92 a	75,42 a	80,65 b	51,40 b	84,86 a	71,98 a	84,76 a	68,72 b
14	81,27 a	57,23 a	87,29 a	79,01 a	84,83 a	64,54 a	85,00 a	71,07 a	86,65 a	76,11 a
15	75,86 b	46,79 b	83,47 a	70,70 b	82,53 b	45,62 c	78,20 b	63,96 b	80,19 b	59,11 c
16	79,48 b	51,17 b	85,22 a	73,81 b	80,63 b	56,06 b	81,67 b	66,43 b	79,55 b	60,06 c
17	78,86 b	52,74 b	84,03 a	71,58 b	83,07 b	63,58 a	81,63 b	68,53 a	78,94 b	62,16 c
18	81,26 a	56,41 a	88,69 a	80,47 a	85,21 a	66,43 a	85,41 a	70,08 a	81,04 b	71,07 b
19	81,70 a	59,05 a	84,59 a	75,53 a	81,85 b	60,74 a	81,97 b	68,28 a	84,80 a	74,50 a
20	80,90 a	55,27 a	81,75 a	64,95 b	84,27 a	56,85 b	79,20 b	61,20 b	77,63 b	57,50 c

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

4.2 Características químicas e físico-químicas

Foi utilizada a análise multivariada para a interpretação dos resultados da análise química das diferentes cultivares para facilitar a identificação de genótipos mais similares em gráficos de dispersão bidimensional, simplificando a interpretação dos resultados. A utilização desta técnica é viável quando as primeiras variáveis canônicas concentram grande proporção da variância total, em geral referenciada em aproximadamente 70% (CRUZ; REGAZZI, 1994).

Como se verifica nos dados da Tabela 9, em que são apresentados os valores dos autovetores associados às variáveis condensadas, as estimativas dos autovetores (Y_i), as proporções individuais e as proporções acumuladas correspondentes às variáveis canônicas nos diferentes ambientes estudados, houve uma variação na explicação acumulada de 63,66% a 75,85%, dependendo do ambiente estudado, justificando a utilização das duas primeiras variáveis canônicas.

Tabela 9 Autovetores (Y_i), autovalores, explicação individual e acumulada das duas variáveis canônicas originais selecionadas obtidas com base em oito caracteres avaliados em 20 genótipos de cafeeiros em cinco ambientes. Epamig, 2010

Variáveis	CA		SAA		PTC		LAV		TP	
	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2
ATT	0,7010	0,3367	0,7212	-0,1827	0,9012	-0,1787	0,5963	0,2240	0,3922	0,5921
AR	0,2289	-0,2261	0,2870	-0,4550	0,0233	-0,0083	-0,1084	0,7496	0,0732	-0,4452
ANR	-0,0939	-0,0856	0,3225	0,2731	0,1750	0,6778	0,4394	-0,4695	-0,3187	0,4160
AT	-0,0964	-0,1037	0,0895	0,0269	0,1366	0,5337	0,0049	-0,1334	-0,5165	0,3188
LK	-0,5172	0,6387	0,3984	0,6100	0,0524	-0,1530	0,4494	0,0106	0,1452	-0,3455
CE	0,3203	0,2421	0,3022	0,0009	-0,1387	0,4204	0,4637	0,2230	0,4586	0,2127
ACT	-0,1730	-0,5469	0,1589	-0,1047	0,2345	0,1532	0,1474	0,3156	-0,4047	-0,0641
CFT	-0,1947	0,2270	-0,0998	0,5486	0,2468	0,0008	-0,0260	0,0063	-0,2777	0,0872
AV	4,6387	2,3790	2,9286	0,6936	2,2099	1,5415	2,4232	0,9523	3,9940	2,5981
%IND	42,74	21,92	54,96	13,01	37,50	26,16	53,31	20,95	45,96	25,89
%ACM	42,74	64,66	54,96	67,97	37,50	63,66	53,31	74,26	45,96	75,85

CA – Campos Altos; SAA – Santo Antônio do Amparo; PTC – Patrocínio; LAV – Lavras; TP – Três Pontas; ATT – acidez titulável total; AR – açúcares redutores; ANR – açúcares não redutores; AT – açúcares totais; LK – lixiviação de íons potássio; CE – condutividade elétrica; ACT – ácidos clorogênicos totais; CFT – compostos fenólicos totais; AV – autovalores; %IND – porcentagem de explicação individual; %ACM – porcentagem de explicação acumulada.

Na Tabela 10 são apresentadas as importâncias relativas dos caracteres nas variáveis canônicas dentro de cada ambiente estudado. Admitindo-se uma contribuição mínima de 70%, verifica-se que o estudo da acidez titulável total foi o que mais contribuiu para a primeira variável canônica em todos os ambientes. Já na segunda variável canônica, houve uma variação dos caracteres, indicando a influência dos ambientes sobre as características estudadas.

Segundo Carvalho et al. (1994) e Chagas (2003), a acidez titulável total é inversamente proporcional à qualidade de bebida do café, sendo os maiores valores encontrados nos piores cafés. Assim, os genótipos com menores valores têm maior possibilidade de apresentar bebidas de melhor qualidade.

A variação na acidez total pode ser devido a vários fatores, como local de origem dos grãos de café, estágio de maturação dos frutos, fermentação dos frutos, tipo de processamento utilizado e das condições climáticas durante o período de colheita e secagem (MALTA; SANTOS; SILVA, 2002; PIMENTA, 1995). No presente trabalho, a maior contribuição da acidez total titulável na composição da primeira variável canônica de todos os locais foi, possivelmente, devido ao processo de preparo do café na etapa do descascamento, uma vez que frutos com aspecto de maduro, porém ainda não totalmente maduros, podem ter sido utilizados.

Tabela 10 Importância relativa dos caracteres estudados nas variáveis canônicas (VC) de 20 genótipos de cafeeiro nos cinco ambientes. Epamig, 2010

Variáveis	CA		SAA		PTC		LAV		TP	
	VC ₁	VC ₂	VC ₁	VC ₂	VC ₁	VC ₂	VC ₁	VC ₂	VC ₁	VC ₂
ATT	0,9488	0,3472	1,0192	-0,5206	0,9493	-0,2076	0,8425	0,1431	0,7314	0,8158
AR	0,2914	-0,4096	0,4153	-0,4568	0,1024	-0,1221	-0,3286	0,9733	0,0323	-0,6057
ANR	-0,0757	-0,0762	0,1714	-0,0271	0,2633	0,5441	0,8023	-0,2193	-0,7827	0,5581
AT	-0,8852	-0,1377	0,2483	0,2788	0,0153	0,7382	-0,1709	-0,3373	-0,7189	0,3642
LK	-0,5763	0,7162	0,3342	0,6321	-0,0829	-0,2574	0,5103	0,1173	0,2806	-0,331
CE	0,3789	0,5517	0,3029	0,1739	-0,0931	0,4584	0,4306	0,1187	0,6318	0,2531
ACT	-0,1033	-0,8495	0,2806	-0,7535	0,1969	0,1652	0,1789	0,3635	-0,6372	-0,1286
CFT	-0,2375	0,2769	-0,1721	0,9462	0,3230	0,0010	-0,0282	0,0068	0,3432	0,1078

CA – Campos Altos; SAA – Santo Antônio do Amparo; PTC – Patrocínio; LAV – Lavras; TP – Três Pontas; ATT – acidez titulável total; AR – açúcares redutores; ANR – açúcares não redutores; AT – açúcares totais; LK – lixiviação de íons potássio; CE – condutividade elétrica; ACT – ácidos clorogênicos totais; CFT – compostos fenólicos totais.

Nas Tabelas 11, 12, 13, 14 e 15 são apresentados os resultados do agrupamento de genótipos com base nas distâncias de Mahalanobis obtidas a partir de análise multivariada com o uso do método de Tocher envolvendo os oito caracteres estudados. Nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 são apresentadas as dispersões gráficas referentes à plotagem dos escores dos 20 genótipos de *Coffea arabica* estudados para as duas primeiras variáveis canônicas nos ambientes Campos Altos, Santo Antônio do Amparo, Patrocínio, Lavras e Três Pontas, respectivamente.

Houve a formação de grupos de genótipos mais similares entre si em cada ambiente de cultivo, em menor e maior intensidade. Em Lavras, os genótipos foram agrupados em apenas dois grupos, indicando baixa interação entre os dois fatores, não permitindo a expressão das peculiaridades de cada genótipo, ocorrendo o inverso nos ambientes da região do Sul de Minas e de Campos Altos e Patrocínio – Região do Alto Paranaíba.

Tabela 11 Agrupamento genético dos genótipos com base na distância de Mahalanobis e método multivariado mutuamente exclusivo de Tocher referente ao ambiente de Campos Altos. Epamig, 2010

Grupo	Genótipos
I	2, 6, 1, 8, 3, 4, 16, 19, 5, 9
II	11, 14, 18
III	12, 15
IV	10
V	20
VI	13
VII	7
VIII	17

Tabela 12 Agrupamento genético dos genótipos com base na distância de Mahalanobis e método multivariado mutuamente exclusivo de Tocher referente ao ambiente de Santo Antônio do Amparo. Epamig, 2010

Grupo	Genótipos
I	5, 11, 6, 2, 15, 3, 12, 16, 4, 18
II	8, 17, 7, 20
III	10, 13, 19
IV	1
V	9
VI	14

Tabela 13 Agrupamento genético dos genótipos com base na distância de Mahalanobis e método multivariado mutuamente exclusivo de Tocher referente ao ambiente de Patrocínio. Epamig, 2010

Grupo	Genótipos
I	15, 18, 1
II	4, 19, 12, 17, 6, 11, 5
III	9, 14, 10, 13
IV	2, 8
V	7, 16
VI	20
VII	3

Tabela 14 Agrupamento genético dos genótipos com base na distância de Mahalanobis e método multivariado mutuamente exclusivo de Tocher referente ao ambiente de Lavras. Epamig, 2010

Grupo	Genótipos
I	8, 15, 9, 10, 11, 4, 1, 14, 16, 5, 17, 6, 2, 20, 12, 7, 3, 13, 18
II	19

Tabela 15 Agrupamento genético dos genótipos com base na distância de Mahalanobis e método multivariado mutuamente exclusivo de Tocher referente ao ambiente de Três Pontas. Epamig, 2010

Grupo	Genótipos
I	7, 10, 9, 1, 6, 8, 17
II	14, 18, 5, 20, 13, 4
III	2, 3, 19, 15
IV	11
V	16
VI	12

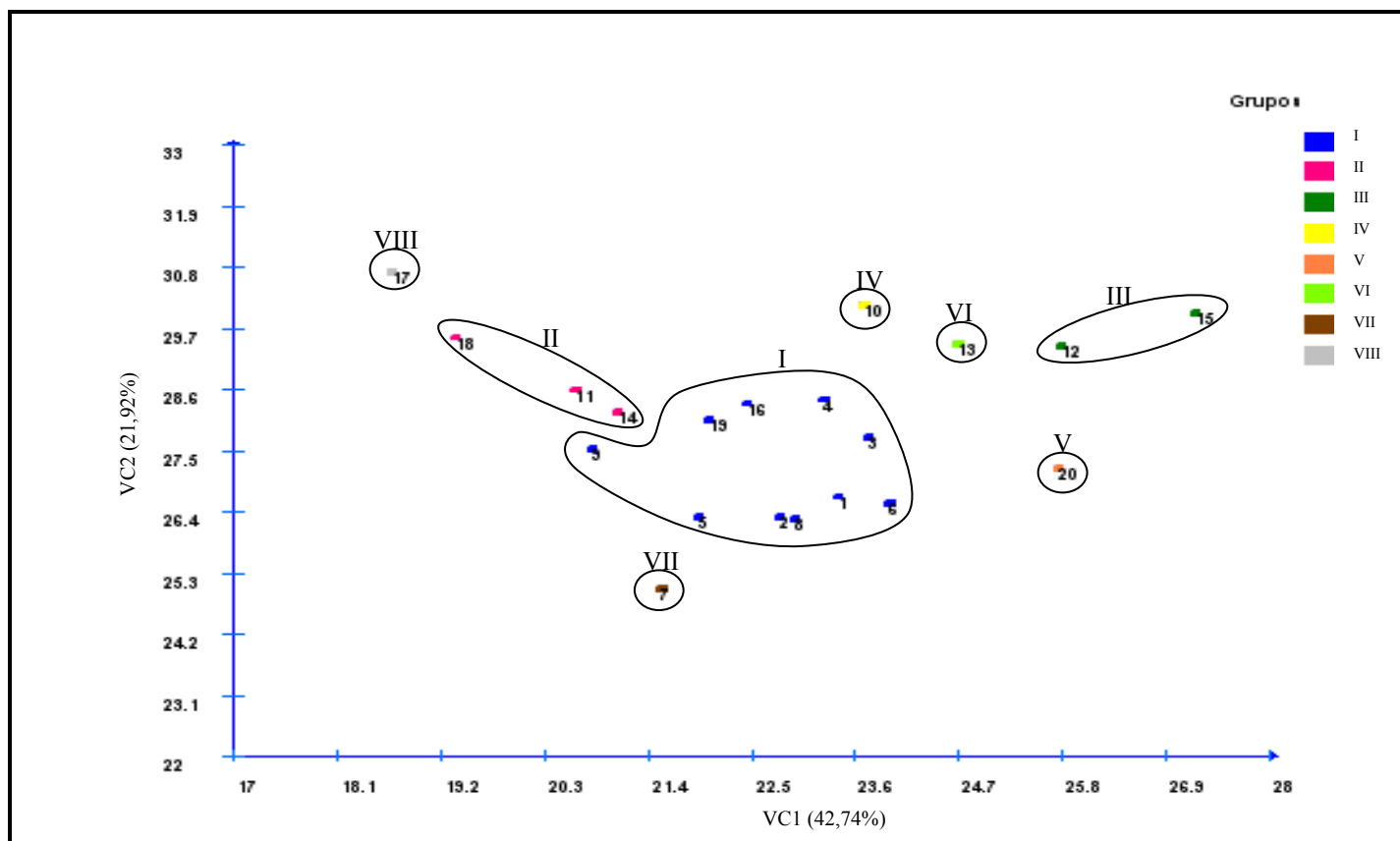


Figura 1 Dispersão gráfica de 20 genótipos de *Coffea arabica* L., em relação à primeira (VC1) e à segunda (VC2) variáveis canônicas obtidas com base em 8 caracteres, no município de Campos Altos

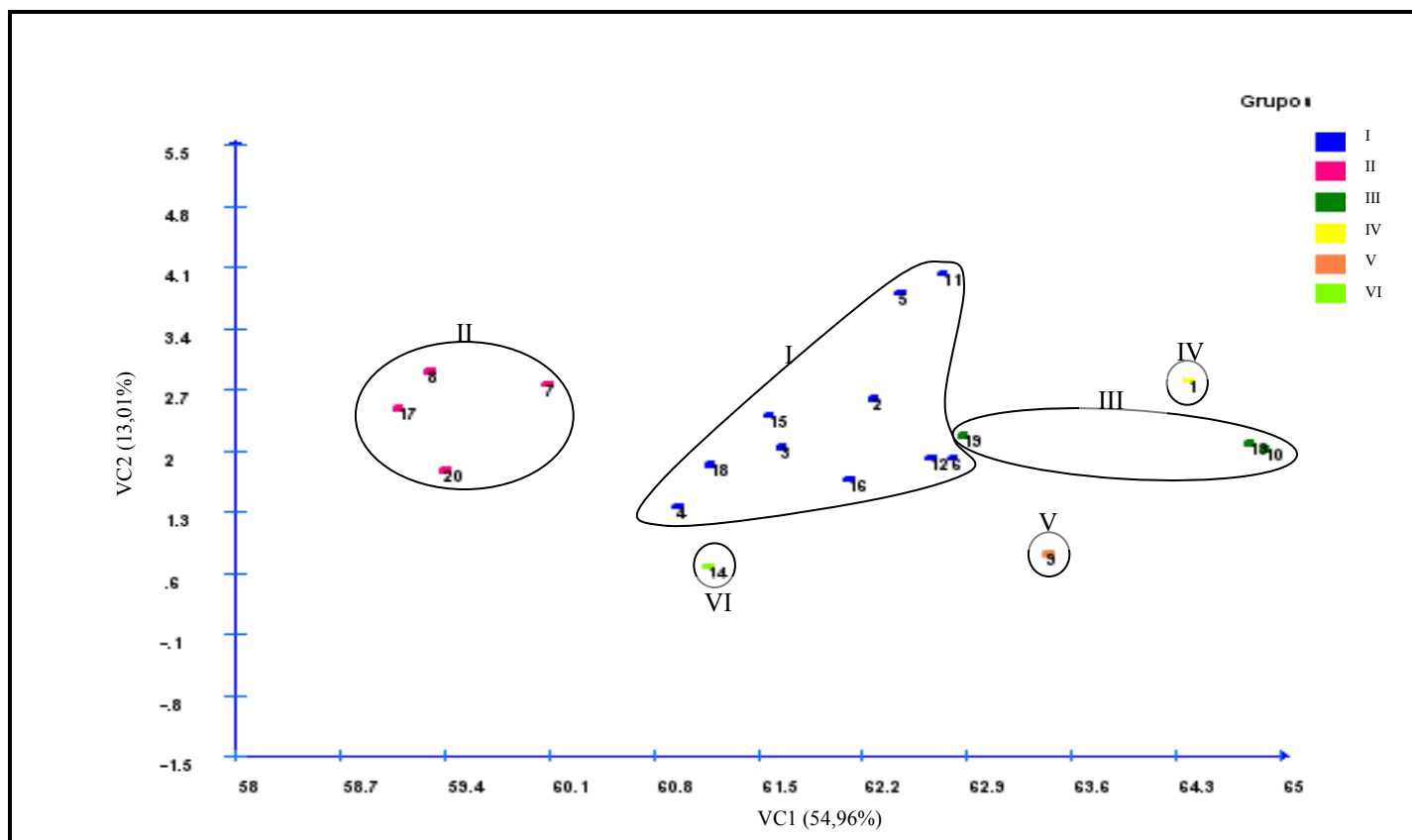


Figura 2 Dispersão gráfica de 20 genótipos de *Coffea arabica* L., em relação à primeira (VC1) e à segunda (VC2) variáveis canônicas obtidas com base em 8 caracteres, no município de Santo Antônio do Amparo

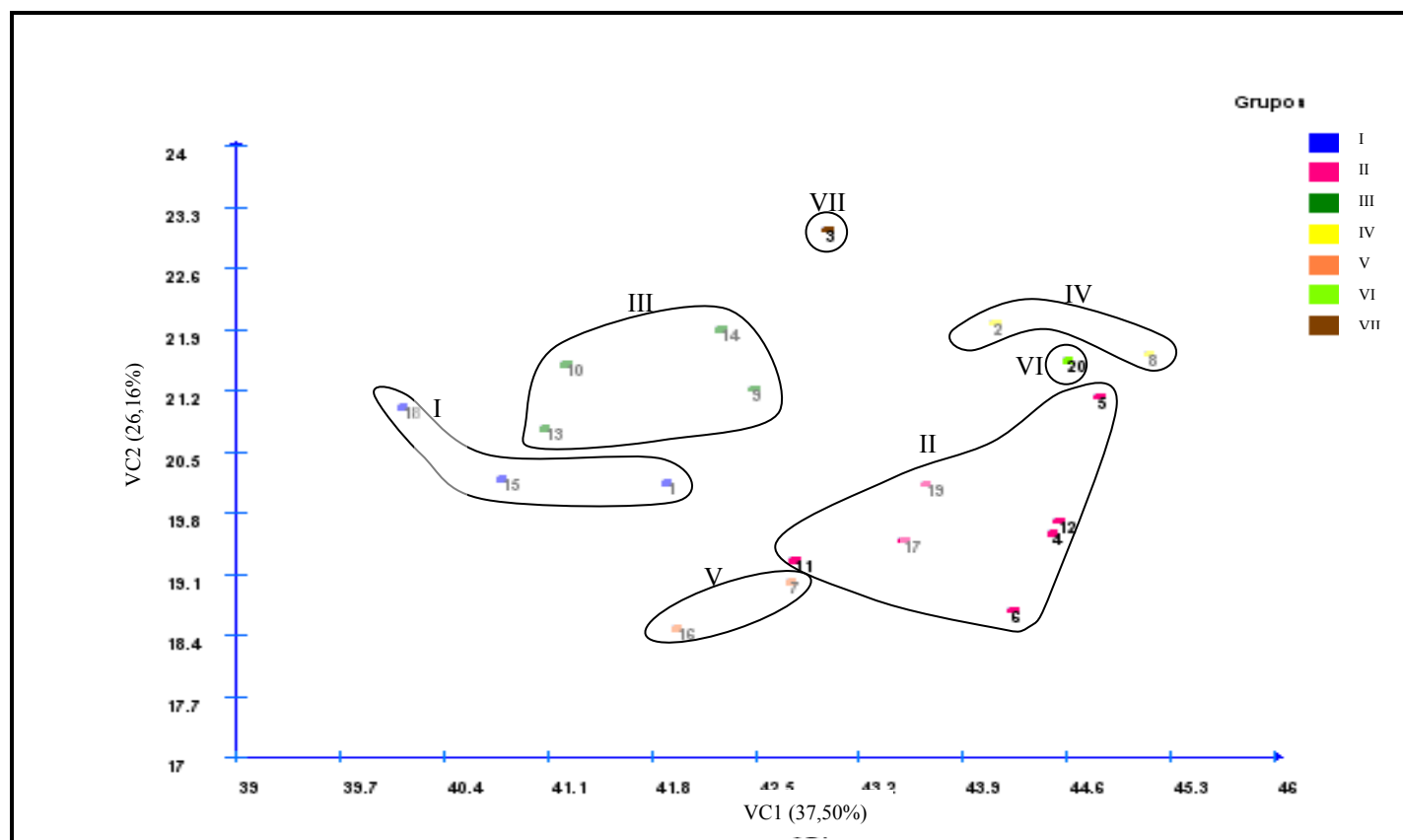


Figura 3 Dispersão gráfica de 20 genótipos de *Coffea arabica* L., em relação à primeira (VC1) e à segunda (VC2) variáveis canônicas obtidas com base em 8 caracteres, no município de Patrocínio

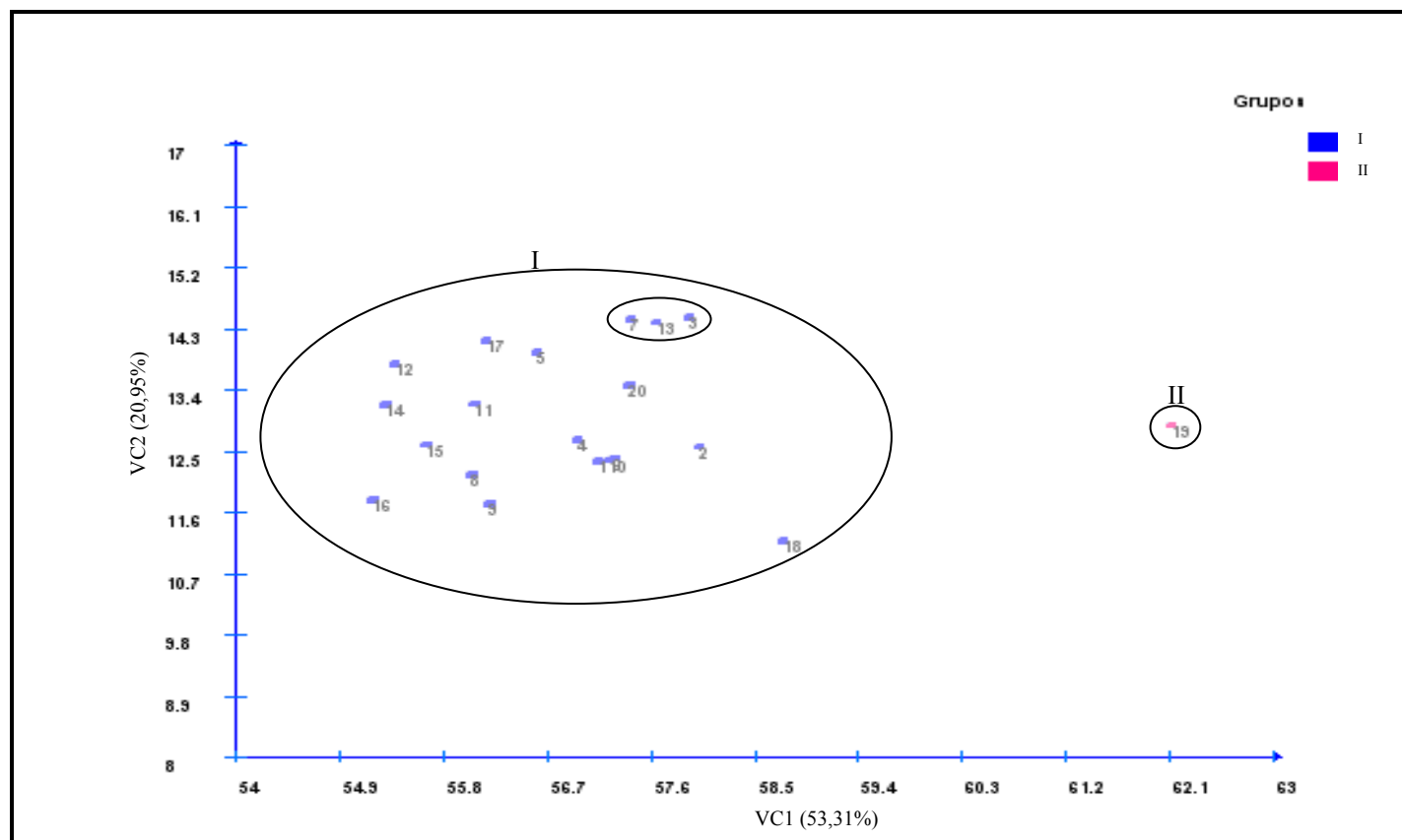


Figura 4 Dispersão gráfica de 20 genótipos de *Coffea arabica* L., em relação à primeira (VC1) e à segunda (VC2) variáveis canônicas obtidas com base em 8 caracteres, no município de Lavras

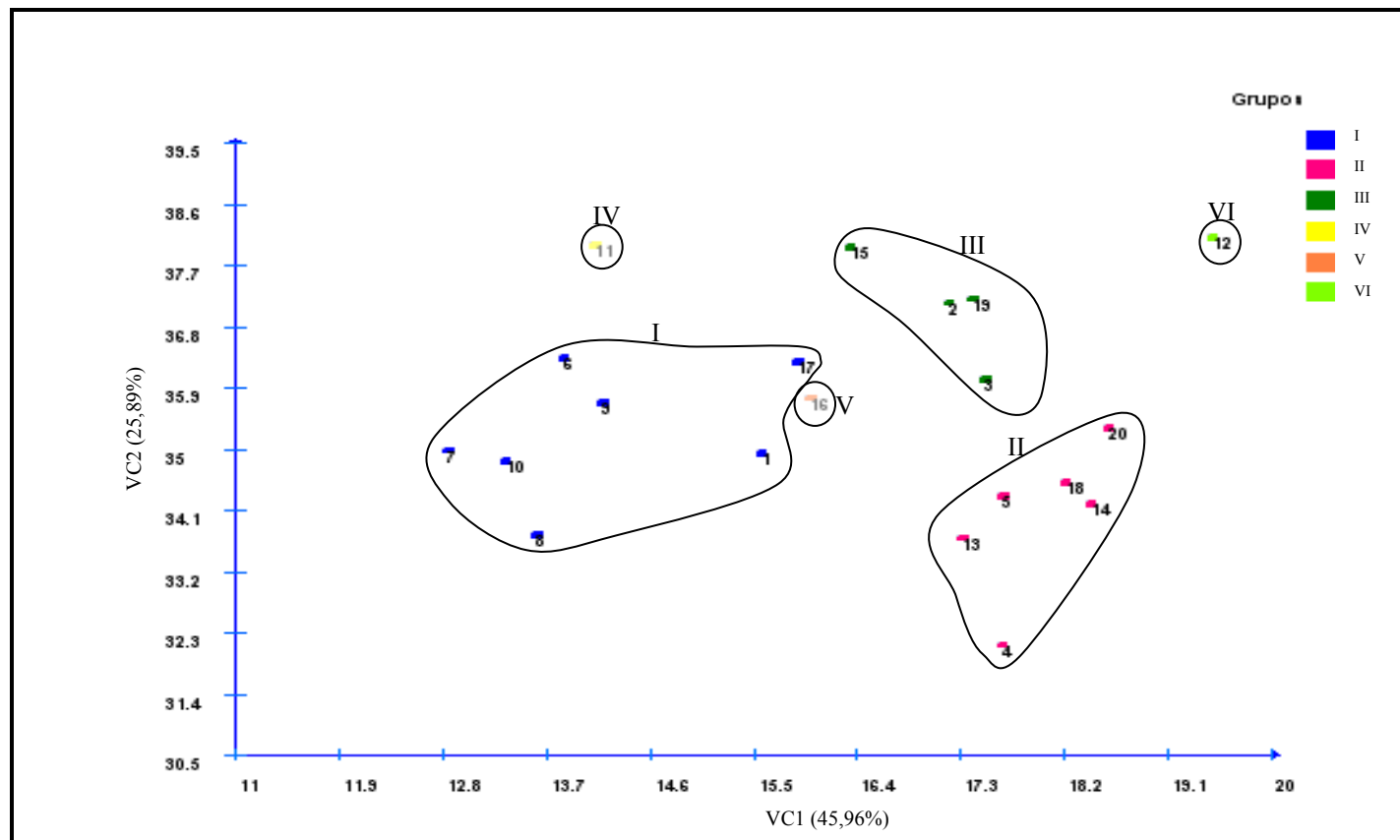


Figura 5 Dispersão gráfica de 20 genótipos de *Coffea arabica* L., em relação à primeira (VC1) e à segunda (VC2) variáveis canônicas obtidas com base em 8 caracteres, no município de Três Pontas

Nota-se que a composição química dos genótipos variou de ambiente para ambiente, havendo influência de várias características químicas na diferenciação desses genótipos em cada ambiente.

Na Figura 1 verifica-se que, no ambiente Campos Altos, o genótipo 7 (Bourbon Amarelo FT) permaneceu isolado no gráfico, suplantando os demais na qualidade com base nas características químicas, enquanto os genótipos 14 (Bourbon Vermelho FSJB), 11 (Bourbon Amarelo FP), 18 (Mundo Novo IAC 502/9) e 17 (Bourbon Amarelo LFMA) apresentaram posição intermediária.

Em Santo Antônio do Amparo (Figura 2), o genótipo 14 (Bourbon Vermelho FSJB) apresentou superioridade em relação aos demais, permanecendo como intermediários os genótipos 20 (Icatu Amarelo IAC 3282), 17 (Bourbon Amarelo LFMA), 8 (Bourbon Amarelo FSP) e 7 (Bourbon Amarelo FT).

Os genótipos 18 (Mundo Novo IAC 502/9), 15 (Bourbon Amarelo IFMA) e 1 (Bourbon Amarelo LCJ 10 – Fazenda Experimental da EPAMIG/Machado) foram superiores aos demais, quando cultivados em Patrocínio (Figura 3).

Em Lavras (Figura 4), o subgrupo formado pelos genótipos 7 (Bourbon Amarelo FT), 13 (Bourbon Vermelho FPRO) e 3 (Bourbon Amarelo FBJ) foi superior aos demais pertencentes ao mesmo grupo, os quais suplantaram o genótipo 19 (Catuaí Vermelho IAC 144).

Na Figura 5, nota-se a superioridade dos genótipos 4 (Bourbon Amarelo FB), 13 (Bourbon Vermelho FPRO), 14 (Bourbon Vermelho FSJB), 5 (Bourbon Amarelo FBV), 18 (Mundo Novo IAC 502/9) e 20 (Icatu Amarelo IAC 3282), em relação aos demais, quando cultivados em Três Pontas.

A partir dessas análises, nota-se que nenhum genótipo apresentou superioridade em todos os locais, tendo apenas o genótipo 14 (Bourbon Vermelho FSJB) sido classificado como superior em dois ambientes. Em função

da ampla extensão territorial, da diversidade climática e pedológica existente no território brasileiro, as regiões apresentam grande variação no microclima, o que interfere diretamente nos cultivos. Diante disso, não se deve ter expectativa de detectar um cafeeiro que se adapte a todas as regiões e sim detectar uma cultivar superior para cada região de cultivo.

Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram as observações de Santos (2006) que concluiu estar a qualidade enológica da uva primeiramente relacionada com as condições edafoclimáticas da região de cultivo, exigindo uma escolha correta de qual cultivar deverá ser plantada em uma dada região.

Também Figueiredo (2010) detectou uma estratificação na qualidade final do café, em função do ambiente de cultivo, permitindo encontrar um ambiente com maior aptidão para a produção de cafés especiais.

4.3 Características sensoriais

Devido ao fato de a análise sensorial agrupar um grande número de atributos, procedeu-se a utilização da análise multivariada pelo método das variáveis canônicas, que facilita a identificação de genótipos mais similares em gráficos de dispersão bidimensional, simplificando a interpretação dos resultados.

Na Tabela 16 observam-se os valores dos autovetores associados às variáveis condensadas, as estimativas dos autovetores (Y_i), as proporções individuais e as proporções acumuladas correspondentes às variáveis canônicas.

Segundo Cruz e Regazzi (1994), o requisito para que a utilização dessa técnica seja viável é que haja, nas primeiras variáveis, a concentração de grande proporção da variância total, em geral referenciada em, aproximadamente, 70%. Em função dessa exigência, consideraram-se as duas primeiras variáveis canônicas, acumulando, assim, 77,08% da variação disponível, sendo 66,03% da

variação explicada pela primeira variável canônica e 11,05% da variação explicada pela segunda variável canônica.

Tabela 16 Autovetores (Y_i), autovalores, explicação individual e acumulada das duas variáveis canônicas originais selecionadas obtidas com base em nove caracteres avaliados em 20 genótipos de cafeeiros. Epamig, 2010

Variáveis	Y_1	Y_2
Bebida limpa	0,62736	0,05543
Doçura	0,60938	-0,04894
Acidez	0,39755	-0,2312
Corpo	0,05613	-0,18883
Sabor	0,24198	0,09551
Gosto remanescente	0,09277	0,92559
Balanço	0,0379	-0,19033
Geral	0,07269	-0,05791
Nota geral	0,00014	0,00006
Autovalores	1,0375543	0,1737695
% explicação individual	66,03	11,05
% explicação acumulada	66,03	77,08

Na Tabela 17 são apresentadas as importâncias relativas dos caracteres nas variáveis canônicas. Verifica-se que o estudo da nota geral foi o que mais contribuiu para a primeira variável canônica, enquanto o gosto remanescente e a nota geral foram as variáveis de maior expressão na segunda variável canônica, ou seja, estes caracteres foram determinantes para a caracterização dos grupos de melhor qualidade.

Tabela 17 Importância relativa dos caracteres estudados nas variáveis canônicas (VC) de 20 genótipos de cafeeiro. Epamig, 2010

Variáveis	VC_1	VC_2
Bebida limpa	-0,1626296	-0,0946852
Doçura	-0,0124144	-0,3984255
Acidez	-0,076462	-0,6667834
Corpo	-0,4461833	-0,4407339
Sabor	-0,2030832	-0,2081448
Gosto remanescente	-0,3118504	0,959732

Tabela 17, “Conclusão”

Variáveis	VC1	VC2
Balanco	-0,3111047	-0,3974446
Geral	-0,3388847	-0,2563484
Nota geral	2,18497	0,9408011

Na Tabela 18 é apresentado o resultado do agrupamento de genótipos com base nas distâncias de Mahalanobis obtidas a partir de análise multivariada pelo método de Tocher envolvendo os nove caracteres estudados.

A formação dos grupos é em função da similiaridade apresentada pelos genótipos. Dessa forma, verifica-se a formação de seis grupos distintos de genótipos e o maior grupo contempla nove genótipos mais similares entre si.

Tabela 18 Agrupamento genético dos genótipos com base na distância de Mahalanobis e método multivariado mutuamente exclusivo de Tocher. Epamig, 2010

Grupo	Genótipos
I	15, 17, 16, 18, 11, 19
II	1, 5, 8, 9, 4, 2, 12, 13, 3
III	14, 20
IV	10
V	7
VI	6

Na Figura 6 é apresentada a dispersão gráfica dos 20 genótipos de *Coffea arabica* estudados, em relação à primeira e à segunda variável canônica obtidas com base em 9 variáveis estudadas. Genótipos localizados mais à direita e na parte superior do gráfico apresentaram maiores notas na análise sensorial.

A análise das duas primeiras variáveis canônicas permitiu discriminar os genótipos em seis grupos, em que o grupo VI (Tabela 18), constituído apenas pelo genótipo 6 (Bourbon Amarelo LCJ 9– Instituto Agronômico de Campinas), apresentou os maiores valores dos atributos estudados em relação aos genótipos dos demais grupos. Apesar de ter sido posicionado isoladamente no gráfico (Figura 6), o genótipo 6 não apresentou diferença significativa dos genótipos 1

(Bourbon Amarelo LCJ 10– Fazenda Experimental Epamig/Machado), 3 (Bourbon Amarelo FPRO) e 5 (Bourbon Amarelo FBV) para a nota final, como pode ser observado na Tabela 19.

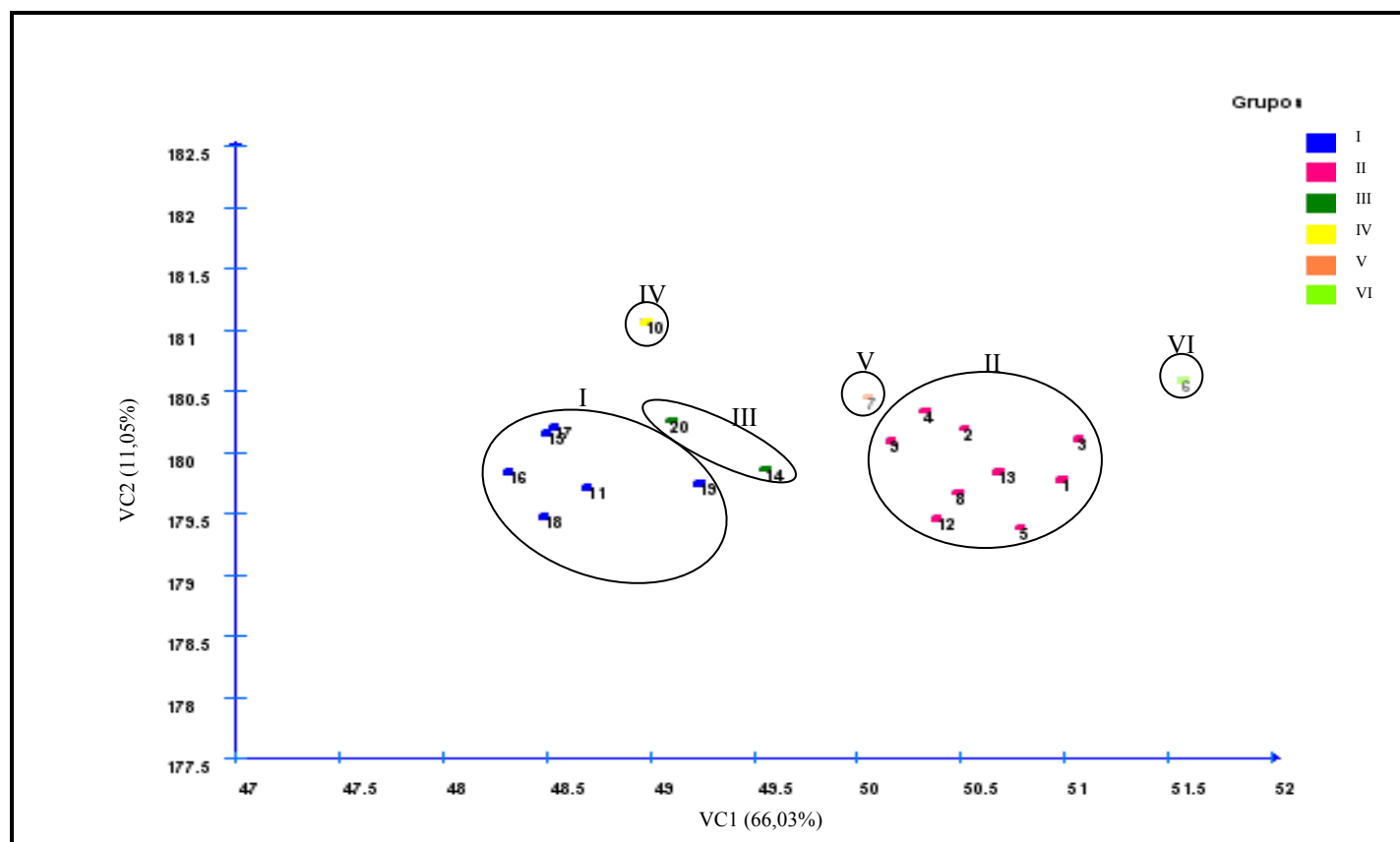


Figura 6 Dispersão gráfica de 20 genótipos de *Coffea arabica* L., em relação à primeira (VC1) e à segunda (VC2) variáveis canônicas obtidas com base em nove caracteres

A análise gráfica permite destacar os genótipos com maior potencial para a produção de cafés especiais, tendo os genótipos constituintes dos grupos II, V e VI sido os que apresentaram maior nota final, com destaque para o genótipo 6 (Bourbon Amarelo LCJ 9 – Instituto Agronômico de Campinas), como pode ser verificado na Tabela 19, indicando a capacidade de produção de cafés de excelente qualidade independente do local de cultivo. Os dados encontrados no presente trabalho corroboram os de Figueiredo (2010), que detectou maior capacidade de alguns genótipos de Bourbon para a produção de cafés especiais. Também Pereira (2008) destacou a cultivar Bourbon Vermelho entre as 21 cultivares de café arábica estudadas para a produção de cafés especiais.

Fazendo-se uma comparação entre as Tabelas 1 e 19, é possível verificar que os genótipos com maior nota final na análise sensorial não foram os genótipos com as produtividades mais elevadas. No entanto, deve-se salientar que o ganho final em função da qualidade pode ser muito mais efetivo que o ganho em produtividade, como ocorre na viticultura, onde as cultivares de uva que produzem os melhores vinhos nem sempre são as que têm o maior potencial produtivo (GRASSL et al., 2002; NAOR et al., 2002).

Tabela 19 Nota final dos vinte0 genótipos estudados – média dos três anos e dos cinco locais. Epamig, 2010

Genótipo/local de origem	Nota final*
06 Bourbon Amarelo LCJ 9	86,90 a
01 Bourbon Amarelo LCJ 10	85,87 a
03 Bourbon Amarelo FBJ	85,87 a
05 Bourbon Amarelo FBV	85,43 a
08 Bourbon Amarelo FSP	84,93 b
13 Bourbon Vermelho FPRO	84,87 b
02 Bourbon Amarelo FPRO	84,85 b
04 Bourbon Amarelo FB	84,70 b
12 Bourbon Amarelo FS	84,40 b
09 Bourbon Amarelo FC	84,32 b

Tabela 19, “Conclusão”

Genótipo/local de origem	Nota final*
07 Bourbon Amarelo FT	83,93 b
14 Bourbon Vermelho FSJB	82,90 c
19 Catuai Vermelho IAC 144	82,20 c
20 Icatu Amarelo IAC 3282	82,20 c
10 Bourbon Amarelo FN	81,97 c
11 Bourbon Amarelo FP	81,23 d
18 Mundo Novo IAC 502/9	80,53 d
15 Bourbon Amarelo IFMA	80,33 d
17 Bourbon Amarelo LFMA	80,27 d
16 Bourbon Amarelo TFMA	80,13 d

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

Apesar de todos os genótipos terem apresentado notas finais que os classifiquem como especiais, os genótipos 6, 1, 3 e 5 apresentaram superioridade em relação aos demais, sendo classificados como cafés de excepcional qualidade e que obterão valores superiores no ato da comercialização.

Na Tabela 20 são apresentadas as notas finais médias obtidas pelos genótipos nos cinco ambientes estudados durante os três anos de condução do experimento.

Os genótipos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 13 permaneceram no grupo de maior nota em todos os ambientes, o que permite inferir que esses genótipos apresentam maior potencial para a produção de cafés especiais, sendo menos influenciados pelo ambiente.

Quando se analisa a pontuação final na região do Alto Paranaíba, nota-se que os genótipos 10, 11, 19 e 20 obtiveram pontuação para serem classificados como café especial. Porém, cuidados especiais devem ser tomados na condução desses genótipos nesta região para evitar maiores danos à qualidade de bebida. Ainda nesta região, observa-se que os genótipos 15, 16, 17 e 18 não alcançaram a nota mínima para serem classificados como especiais, evidenciando o baixo potencial para a produção de cafés especiais por estes genótipos nesta região.

Tabela 20 Notas finais médias dos 20 genótipos em cada ambiente de cultivo. Epamig, 2010

Genótipo	CA	PTC	SAA	LAV	TP
1	86,50 a	86,67 a	83,83 b	85,83 a	86,50 a
2	83,83 a	84,67 a	85,58 a	86,17 a	84,00 a
3	84,83 a	85,33 a	85,83 a	86,67 a	86,67 a
4	84,83 a	84,83 a	84,67 a	85,50 a	83,67 a
5	86,16 a	84,17 a	84,67 a	86,50 a	85,67 a
6	86,17 a	88,33 a	87,33 a	87,33 a	85,33 a
7	84,67 a	83,50 a	84,67 a	84,17 a	82,67 a
8	83,67 a	86,17 a	85,00 a	85,33 a	84,50 a
9	84,17 a	81,83 b	86,25 a	84,50 a	84,83 a
10	81,17 b	82,67 b	83,67 b	82,17 b	80,17 b
11	81,00 b	81,83 b	82,67 b	79,83 b	80,83 b
12	83,33 a	83,33 b	85,83 a	84,00 b	85,50 a
13	84,17 a	86,00 a	85,00 a	86,00 a	83,17 a
14	82,83 a	83,00 b	83,83 b	82,83 b	82,00 b
15	77,83 b	79,50 b	82,33 b	83,00 b	79,00 b
16	79,17 b	80,50 b	83,17 b	79,00 b	78,83 b
17	77,33 b	79,83 b	81,67 c	80,83 b	81,67 b
18	78,83 b	81,16 b	80,33 c	83,17 b	79,17 b
19	80,67 b	81,50 b	83,67 b	81,00 b	84,17 a
20	81,33 b	82,33 b	83,50 b	83,00 b	80,83 b

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

Na região Sul de Minas também houve variação significativa na pontuação final dos cafés. Os genótipos 10, 14, 17 e 20, apesar de obterem notas finais suficientes para serem classificados como especiais, devem receber maiores cuidados durante a sua condução e colheita, uma vez que apresentaram pontuação pouco acima do limite mínimo para a classificação como café especial. Os genótipos 11, 15, 16 e 18 não apresentaram pontuação mínima para serem classificados como especiais em todos os locais do Sul de Minas, mostrando a interferência do ambiente de cultivo sobre a qualidade final do produto. Em trabalho semelhante, Figueiredo (2010) não detectou diferença significativa entre as notas finais obtidas de amostras dos diferentes genótipos de Bourbon dentro de cada ambiente estudado. No entanto, alguns genótipos apresentaram notas que permitem classificá-los como cafés especiais, o que

possibilitou que a autora concluísse que alguns genótipos apresentam maior potencial para produção de cafés especiais do que outros.

Também é possível confirmar a superioridade de alguns dos genótipos de Bourbon estudados sobre as cultivares tradicionais, uma vez que as cultivares utilizadas como testemunha permaneceram no grupo com as menores notas finais médias em todos os ambientes de cultivo estudados.

5 CONCLUSÕES

- a) Os genótipos de Bourbon apresentam elevado potencial produtivo, com destaque para o Bourbon Vermelho FSJB, que apresentou maior adaptabilidade;
- b) Os ambientes influenciam na resposta dos genótipos quanto às características químicas, sendo a acidez titulável total a característica que apresenta maior contribuição na diferenciação dos genótipos;
- c) A pontuação final obtida pelos genótipos de Bourbon indica que têm elevado potencial para a produção de cafés especiais, com destaque para o Bourbon Amarelo LCJ 9 (Instituto Agronômico de Campinas), Bourbon Amarelo (Fazenda Experimental da EPAMIG/Machado), Bourbon Amarelo FBJ e Bourbon Amarelo FBV.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. T. E. et al. Análise sensorial da bebida das cultivares Ouro Verde, Tupi e Obatã. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/CNP&D-Café, 2001. 1 CD-ROM.

ALVES, J. D. Morfologia do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. de (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. p. 35-58.

AMORIM, H. V. Estado nutricional do cafeeiro e a qualidade da bebida. **Revista da Agricultura**, Piracicaba, v. 43, n. 1, p. 92-99, 1968.

_____. **Relação entre alguns compostos orgânicos do grão do café verde com a qualidade da bebida**. 1972. 136 f. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1972.

AMORIM, H. V. et al. Chemistry of Brazilian Green coffee anal the quality of the beverage: II., phenolic compounds. **Turrialba**, San José, v. 24, n. 2, p. 217-221, 1974.

AMORIM, H. V.; SILVA, O. M. Relationship between the polyfenoloxidase activity of coffee beans and quality of the beverage. **Nature**, London, v. 219, p. 381-382, 1968.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfafa trials in Northern Italy. **Journal Genetic and Breeding**, Lodi, v. 46, n. 3, p. 269-278, Sept. 1992.

ANTUNES FILHO, H.; CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro: XI., análise da produção e de progênies de híbridos de Bourbon Vermelho. **Bragantia**, Campinas, v. 16, p. 175-195, 1957.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Programa de qualidade do café**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist**. Washington, 1990. 1017 p.

BARROS, L. M. **Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), tipos comum e anão precoce, por meio de técnicas multivariadas.** 1991. 256 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1991.

BARTHOLO, G. F.; CHEBABI, M. A. Melhoramento do cafeeiro: recomendação de linhagens das variedades cultivadas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 47-50, jun. 1985.

BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e prepare do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 33-42, 1997.

BITTANCOURT, A. A. As fermentações e as podridões da cereja do café. **O Biológico**, São Paulo, v. 22, n. 129, p. 205-213, 1956.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes.** Brasília: CLAV/DNDV/SAND/MA, 1992. 365 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº. 8**, de 11 de junho de 2003. Aprova o regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado Grão Cru. Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/abic_nm_a1d_inst_normativa08.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2010.

BRAZIL SPECIALITY COFFEE ASSOCIATION. **Cafés especiais.** Varginha, 2005. Disponível em: <<http://bsca.com.br>>. Acesso em: 10 jan. 2008.

_____. _____. Varginha, 2007. Disponível em: <<http://bsca.com.br>>. Acesso em: 12 nov. 2008.

_____. _____. Varginha, 2008. Disponível em: <<http://bsca.com.br>>. Acesso em: 12 dez. 2008.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.

CAMARGO, A. P.; FRANCO, C. F. Clima e fenologia do cafeeiro. In: _____. **Cultura do café no Brasil: manual de recomendações.** 5. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Indústria e Comércio; Instituto Brasileiro do Café, 1985. p. 19-50.

CARVALHO, A. et al. Melhoramento do cafeeiro: produtividade e outras características de vários cultivares em Monte Alegre do Sul. **Bragantia**, Campinas, v. 32, p. 245-260, 1973.

_____. Melhoramento do cafeeiro: resultados obtidos no ensaio de seleções regionais de Campinas. **Bragantia**, Campinas, v. 20, p. 711-740, 1961.

CARVALHO, G. R. et al. Seleção de progênies oriundas do cruzamento entre “Catuaí” e “Mundo Novo” em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 583-590, 2006.

CARVALHO, V. D. de; CHALFOUN, S. M. **Colheita e preparo de café**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 36 p.

CARVALHO, V. D. de et al. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 449-454, mar. 1994.

CASAL, S.; OLIVEIRA, M. B.; FERREIRA, M. A. HPLC/diode-array applied to the thermal degradation of trigonelline, nicotinic acid and caffeine in coffee. **Food Chemistry**, Oxford, v. 68, n. 4, p. 481-485, Aug. 2000.

CHAGAS, S. J. de R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais**. 1994. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

_____. **Potencial da região sul de Minas Gerais para produção de cafés especiais**. 2003. 91 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

CHAGAS, S. J. de R. et al. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 8, p. 555-561, ago. 1996.

CHAGAS, S. J. de 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 polifenoloxidase, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 590-597, maio/jun. 2005.

CHALFOUN, S. M. S. **O café (*Coffea arabica* L.) na Região Sul de Minas Gerais-relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos.** 1996. 171 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

CHALFOUN, S. M. S.; CARVALHO, V. D. de. Influência da altitude e da ocorrência de chuvas durante os períodos de colheita e secagem sobre a qualidade do café procedente de diferentes municípios da região Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 32-36, 2001.

CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Ed.). **Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage.** New York: Croom Helm, 1985. p. 305-374.

_____. Chlorogenic acids and other cinnamates: nature, occurrence, and dietary burden. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 79, n. 3, p. 362-372, June 1999.

COOPERATIVA REGIONAL DE CAFEICULTORES DE GUAXUPÉ.
Chuvas superam média histórica em setembro. Guaxupé, 2009. Disponível em: <<https://www.cooxupe.com.br/folha/outubro09/clima.htm>>. Acesso em: 1 set. 2010.

CORRÊA, L. V. T.; MENDES, A. N. G.; BARTHOLO, G. F. Comportamento de cafeeiro Icatu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 618-622, jul./ago. 2006.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria.** Viçosa, MG: UFV, 2006. 382 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa, MG: UFV, 1994. 390 p.

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.

DYMINSKI, D. S. et al. Revisão: aplicações e funcionamento das línguas eletrônicas brasileiras. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 8, n. 4, p. 312-320, 2005.

EIRA, M. T. S. et al. Aumento da variabilidade genética do café. **Informativo da Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Garça**, Garça, v. 8, n. 89, set. 2003.

FAZUOLI, L. C. et al. Avaliação das cultivares de Mundo Novo, Bourbon Amarelo e Bourbon Vermelho de *Coffea arabica* L. em Campinas, SP. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 533-546, 2005.

_____. Cultivares de café arábica de porte alto. In: CARVALHO, C. H. S. de (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. p. 227-254.

_____. Melhoramento do cafeeiro: variedades tipo arábica obtidas no Instituto Agrônomo de Campinas. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 163-215.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIGUEIREDO, L. P. **Perfil sensorial e químico de genótipos de cafeeiro Bourbon de diferentes origens geográficas**. 2010. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

FLAMENT, I. **Coffee flavor chemistry**. Chichester: J. Wiley, 2002. 424 p.

FONSECA, A. F. A. **Análises biométricas em café conillon (*Coffea canephora* Pierre)**. 1999. 115 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

FUNDAÇÃO PROCAFÉ. **Novas variedades de café: mais produtivas e resistentes**. Varginha, 2002. 14 p. Folheto.

GARÇON, C. L. P.; BARROS, U. V.; MATIELO, J. B. Diferença na maturação dos frutos entre variedades e linhagens de *Coffea arabica*, na região da Zona da Mata de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/CNP&D-Café, 2001. p. 100-108.

GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v. 2, n. 4, p. 371-382, 1963.

GOULART, P. F. P. et al. Aspectos histoquímicos e morfológicos de grãos de café de diferentes qualidades. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 662-666, maio/jun. 2007.

GOUVEIA, N. M. **Estudo da diferenciação e crescimento das gemas florais de *Coffea arabica* L.:** observações sobre antese e maturação dos frutos. 1984. 237 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1984.

GRASSL, J. et al. Measurements of canopy formation and yield reduction with the grape cultivars 'Zweigelt' and 'Blauer Burgunder' ('Pinot Noir'): II., effects on the contents of must and wine. **Mitteilungen Klosterneuburg**, Rebe und Wein, v. 52, n. 1/2, p. 10-20, 2002.

GUYOT, B. Influence de l'altitude et de l'ombroge sur la qualité des cafés arabica. **Plantations, Recherche, Développement**, Paris, v. 3, n. 4, p. 272-283, juil./août. 1996.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee: the chemistry of quality.** London: Academic, 1995. 253 p.

KY, C. L. et al. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. **Food Chemistry**, Oxford, v. 75, n. 2, p. 223-230, Feb. 2001.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LEHOTAY, S.; HAJŠLOVA, J. Application of gás chromatography in food analysis. **Trends in Analytical Chemistry**, London, v. 21, n. 9/10, p. 686-697, Oct. 2002.

LEITE, I.; CARVALHO, V. D. de C. Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café: I., atividade da polifenoloxidase, proteína do extrato enzimico e índice de coloração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 229-308, fev. 1994.

LEME, P. H. M. V. **Os pilares da qualidade:** o processo de implementação do programa de qualidade do café (PQC) no mercado de café torrado e moído do Brasil. 2007. 110 p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

LOEFFLER, T. M.; TERRONY, D. M.; ECLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v. 12, n. 1, p. 37-53, Feb. 1988.

LOPES, L. M. V. **Avaliação da qualidade de grãos crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2000. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

MALTA, M. R.; SANTOS, M. L. dos; SILVA, F. A. M. Qualidade de grãos de diferentes cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1385-1390, 2002.

MARCOS FILHO, J. et al. Relação entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1982. p. 676-683.

MARTIN, M. F.; PABLOS, F.; GONZÁLEZ, A. G. Discrimination between arabica and robusta green coffee varieties according to their chemical composition. **Talanta**, London, v. 46, p. 1259-1264. 1998.

MATIELO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Indicação de variedades resistentes à ferrugem, desenvolvidas pelo IBC e MA/PROCAFÉ de acordo com a época de maturação dos frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba. **Anais...** Rio de Janeiro: PROCAFÉ/CNP&D-Café, 2001. p. 12-13.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. Genética e melhoramento do cafeeiro: cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade. In: _____. **Cultivares melhoradas de *Coffea arabica* atualmente em uso no Brasil**: características e histórico de sua obtenção. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. p. 47-60.

MENDES, J. E. T. Ensaio de variedades de cafeeiros. **Bragantia**, Campinas, v. 11, p. 29-43, 1951.

MENDONÇA, L. M. V. L. **Diferenciação de cultivares de café, *Coffea arabica* L., através de parâmetros químicos, físico-químicos e sensoriais**. 2004. 153 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

MENDONÇA, L. M. V. L. et al. Composição química de grãos crus de cultivares de *Coffea arabica* L. suscetíveis e resistentes à *Hemileia vastatrix* Berg et Br. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 413-419, mar./abr. 2007.

MENEZES, H. C. **Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoil quinico com a maturação de café**. 1990. 95 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.

MÔNACO, L. C. Efeito das lojas vazias sobre o rendimento do café Mundo Novo. **Bragantia**, Campinas, v. 19, p. 1-12, 1960.

NAOR, A. et al. Shoot and cluster thinning influence vegetative growth, fruit yield, and wine quality of 'Sauvignon blanc' grapevines. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 127, n. 4, p. 628-634, Aug. 2002.

NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 1, p. 370-380, 1944.

NOGUEIRA, A. M. et al. Avaliação da maturação dos frutos de linhagens das cultivares Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho (*Coffea arabica* L.) plantadas individualmente e em combinações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 18-26, jan./fev. 2005.

OLIVEIRA, J. C. et al. Efeitos da origem, tipo de despulpamento e armazenamento do café na atividade da polifenoloxidase e qualidade da bebida. **Científica**, Jaboticabal, v. 7, n. 1, p. 79-84, 1979.

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. **El despulpado del café por medio de desmucilaginas mecánicas sin proceso de fermentación y su efecto en la calidad de bebida de café producido en la región de Apucarana en el estado de Paraná en Brasil**. London, 1992. No page. (Reporte de Evaluación Sensorial).

_____. **Estudios de investigation de evaluacion sensorial sobre la calidad del café cultivado en la region de Patrocinio en el Estado de Minas Gerais en Brasil**. London, 1991. 28 p. (Reporte de Évaluación Sensorial).

PAIVA, E. F. F. **Análise sensorial dos cafés especiais do Estado de Minas Gerais**. 2005. 55 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

PEREIRA, A. A. et al. Cultivares: origem e suas características. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. v. 1, p. 163-222.

_____. 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, 2002. p. 253-296.

PEREIRA, M. C. **Características químicas, físico-químicas e sensorial de genótipos de grãos de café (*Coffea arabica* L.)**. 2008. 101 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

PEREIRA, R. G. F. A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) “estritamente mole”**. 1997. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

PEREIRA, R. G. F. A. et al. Avaliação da composição química de cafés (*Coffea arabica* L.) da região do alto Rio Grande, Sul de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2000, Vitória. **Anais...** Vitória: IAC, 2000. 1 CD-ROM.

PETEK, M. R. et al. Interação genótipo ambiente na maturação dos frutos em variedades e cultivares de *Coffea arabica* no Paraná. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/CNP&D-Café, 2005. 1 CD-ROM.

PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. de. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 169-181, 2009.

PIMENTA, C. J. **Época de colheita e tempo de permanência dos frutos a espera da secagem, na qualidade do café**. 2001. 145 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

_____. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação.** 1995. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudado de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida.** 1992. 125 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1992.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **A experimentação em genética e melhoramento de plantas.** Lavras: UFLA, 2000. 326 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, F. B. dos; ZIRMMERMAM, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas:** aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 26-40, 1985.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 359 p.

ROCHA, T. R.; CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C. Melhoramento do cafeeiro: observações sobre seleções de café Mundo Novo em Mococa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 4., 1976, Caxambú. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC; GERCA, 1976. p. 98.

ROGERS, W. J. et al. Changes to the content of sugars, sugar alcohols, myo-inositol, carboxylic acids and inorganic anions in development grains from different varieties of Robusta (*Coffea canephora*) and arabica (*Coffea arabica* L.) coffees. **Plant Science**, London, v. 149, p. 115-123, 1999.

SANTOS, H. P. dos. **Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos.** Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2006. 9 p. (Comunicado Técnico, 71).

SERA, T.; ALTEIA, M. Z.; PETEK, M. R. Melhoramento do cafeeiro: variedades melhoradas no Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR). In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Estado da arte de tecnologias na produção de café.** Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 217-252.

SHANKARANARAYANA, M. L. et al. Complex nature of coffee aroma. **Indian Coffee**, Bangalore, v. 38, n. 4, p. 84-92, 1975.

SILVA, R. F. da et al. Qualidade do café cereja descascado produzido na região Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1367-1375, nov./dez. 2004.

SOLARES, P. F. Influencia de la variedad y la altitud en las características organolépticas y físicas del café. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFEICULTURA, 19., 2000, Costa Rica. **Resumos...** Costa Rica: SLC, 2000. p. 493-499.

SOUZA, M. C. M. de. **Cafés sustentáveis e denominação de origem: a certificação de qualidade na diferenciação de cafés orgânicos, sombreados e solidários.** 2006. 192 p. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SOUZA, S. M. C. de. **O café (Coffea arabica L.) na região sul de Minas Gerais: relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos.** 1996. 171 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

TEIXEIRA, A. A.; FAZUOLI, L. C.; CARVALHO, A. Qualidade da bebida do café: efeito do acondicionamento e do tempo de conservação. **Bragantia**, Campinas, v. 36, p. 103-108, 1977.

WAMATU, J. N.; THOMAS, E.; PIEPHO, H. P. Responses of different arabica coffee (*Coffea arabica* L.) clones to varied environmental conditions. **Euphytica**, Netherlands, v. 129, n. 2, p. 175-182, Jan. 2003.

ZYLBERSZTAJN, D.; FARINA, E. M. Q. **Diagnóstico sobre o sistema agroindustrial de cafés especiais e de qualidade superior do estado de Minas Gerais:** relatório final. São Paulo: PENSA/SEBRAE, 2001. 158 p.