

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA LAVOURA
CAFEIRA (*Coffea arabica* L.) RECEPADA**

ANSELMO AUGUSTO DE PAIVA CUSTÓDIO

2009

ANSELMO AUGUSTO DE PAIVA CUSTÓDIO

MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA LAVOURA CAFEIEIRA (*Coffea arabica* L.) RECEPADA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Engenharia de Água e Solo, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Manoel Alves de Faria

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

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

Custódio, Anselmo Augusto de Paiva

Manejo da irrigação na lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.) recepada.
Anselmo Augusto de Paiva Custódio – Lavras: UFLA, 2009.
85 p.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.
Orientador: Manoel Alves de Faria.
Bibliografia.

1. Manejo da irrigação. 2. Florescimento. 3. Produção. 4. Cafeeiro
recepado. 5. Irrigação localizada. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 631.587

ANSELMO AUGUSTO DE PAIVA CUSTÓDIO

MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA LAVOURA CAFEIEIRA (*Coffea arabica* L) RECEPADA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Engenharia de Água e Solo, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 19 de janeiro de 2009.

Pesq. Dra. Fátima Conceição Rezende	UFLA
Prof. Dr. Rubens José Guimarães	UFLA
Pesq. Dra. Myriane Stela Scalco	UFLA

Prof. Dr. Manoel Alves de Faria
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

“... Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza

...

Do que a terra, mais garrida,
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

...

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte
Terra adorada

...

Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada,
Brasil!"

Hino Nacional Brasileiro (Letra de Joaquim Osório Duque Estrada)

"Meu trabalho consiste em 99% de transpiração e 1% de inspiração".

Thomas Edison (1847-1931)

A Deus; aos meus pais, Ana de Paiva Custódio e José Bárbara Custódio, por proporcionar-me a vida, incentivo e apoio irrevogável; aos meus, irmãos Adriano, Ana Paula e Alexandre e demais familiares, por acreditarem em meus ideais.

DEDICO

Aos pequenos, médios e grandes cafeicultores e a todos irrigantes brasileiros que potencializam esta nação e levam o nome da República Federativa do Brasil ao cenário mundial.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre esteve à minha frente, conduzindo-me e iluminando-me.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela formação profissional.

Ao Departamento de Engenharia, por oferecer-me e permitir-me a realização da pós-graduação.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP & D-Café), por fomentar a execução deste experimento e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, imprescindível para realização deste trabalho.

Ao professor orientador Manoel Alves de Faria, exemplo de cidadão brasileiro, por toda atenção prestada, pelos incessantes trabalhos desenvolvidos sob sua gestão como coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, visando sempre à melhoria deste e por acreditar na pesquisa em cafeicultura irrigada, a qual muito contribuí para o progresso do Brasil.

Aos graduandos em Engenharia Agrícola, Maurício Leite Júnior e Irwin Vilela, bolsistas de iniciação científica e à pesquisadora Mirian Silva, bolsista de desenvolvimento do CBP&D-Café, pelo auxílio durante a condução do experimento. Ao engenheiro agrônomo e amigo Márcio Balestre e ao professor Augusto Ramalho de Moraes, pela colaboração durante as análises estatísticas.

Aos pesquisadores doutores Gilberto Coelho e Fátima Conceição Rezende, pelas valiosas contribuições durante a realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora: Fátima Conceição Rezende, Myriane Stela Scalco e Rubens José Guimarães, pela participação e pelas sugestões em busca da melhoria desta dissertação.

A todos os professores do setor de Engenharia de Água e Solo, pela transmissão de conhecimentos; à secretária Ana Daniela e aos funcionários José Luis e Osvaldo ('Nenê'), pelo auxílio e apoio no decorrer do experimento.

A todos os companheiros de mestrado e doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/Engenharia de Água e Solo da UFPA, pelos estudos e aprendizados compartilhados, em especial: Antônio Carlos da Silva, Carolina Bilibio, Daniel Brasil, Eduardo Vieira, Fábio Faria, Henrique Oliveira, Joaquim Júnior, Klerisson Milton, Léo Ávila, Lucas Silva, Lessandro Faria, Marcelo Viola, Marcus Vinícius, Moisés Santiago, Natalino Martins Gomes e Walfredo Figueiredo.

A meu irmão Adriano Augusto (Gêmeo 3º), exemplo de dedicação, determinação e empenho, pelo seu companheirismo, apoio e amizade em horas boas e também em tempos difíceis.

A meus irmãos Ana Paula, Alexandre e Antônio Augusto (Gêmeo 1º, *in memoriam*). Aos meus cunhados, Ângelo e Melyssa; minha sobrinha, Ana Clara e afilhada, Ana Júlia, pelos bons momentos de convívio.

A todos os meus familiares, Família Paiva e Família Cintra, pelos momentos vivenciados que em muito contribuíram para a minha formação como cidadão, atribuição de valores e maturidade.

Aos amigos (as) Adriano Augusto, Bárbara Cólen, Carlos Augusto, Cristina Nakazawa, Felipe Valentin, Fernando Garrafa, Haroldo Viana, Rodrigo Pedrozo, Marcella Viana, Marcelo Viola, Márcio Balestre, Júlio Maia, Lamartine Netto e Lina Bufalino, pelos bons momentos de descontração.

Aos amigos (as) da cidade de Lavras, em especial à Família Lopes nas pessoas de Francisco Otaviano e Vânia, e à Família Tourino, nas pessoas de 'seu' José e 'dona' Otilia. A todos os amigos de São Pedro da União, MG.

Aos amigos de UFLA que continuam na caminhada pela universidade ou que já passaram e estão em outra etapa de suas vidas. Enfim, agradeço a todos que influenciaram para que este estudo se concretizasse.

Muito Obrigado!!!

Muito Obrigado!!!

Muito Obrigado!!!

BIOGRAFIA

De nacionalidade brasileira, Anselmo Augusto de Paiva Custódio (Gêmeo 2º), filho de José Bárbara Custódio e de Ana de Paiva Custódio nasceu em São Pedro da União, no estado de Minas Gerais, em 1º de agosto de 1982.

Concluiu o ensino fundamental na antiga Escola Estadual “Dom Hugo Bressane”, em dezembro de 1993 e o 1º grau na Escola Estadual “Cel. João Ferreira Barbosa” em dezembro de 1997, na cidade de São Pedro da União, MG. Em 1998 ingressou na antiga Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, MG, concluindo o ensino médio e tecnológico, onde obteve o título de Técnico Agrícola com Habilitação em Agropecuária, em dezembro de 2000. Em abril de 2002, ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde obteve o título de Engenheiro Agrônomo, em fevereiro de 2007. Foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq), pelo Departamento de Engenharia, nos anos de 2003 a 2006, desenvolvendo trabalhos de pesquisa em cafeicultura irrigada sob orientação do professor Ph.D. Luiz Antônio Lima e trabalhos de extensão universitária nos anos de 2004 a 2006, pela Empresa Júnior de Consultoria Agropecuária (TERRA Jr.), junto ao Departamento de Agricultura, sob tutoria do professor Dr. Wagner Pereira Reis. Em março de 2007 ingressou no mestrado em Engenharia Agrícola, na UFLA, área de concentração Engenharia de Água e Solo, tendo como linha de pesquisa Manejo de irrigação e drenagem, sob orientação do professor Dr. Manoel Alves de Faria e coorientação do professor Dr. Augusto Ramalho de Moraes e da pesquisadora Dra. Fátima Conceição Rezende. Foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Em janeiro de 2009, obteve o título de mestre, com a defesa desta dissertação.

SUMÁRIO

RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 A cultura	3
2.2 Necessidade hídrica do cafeeiro	4
2.3 Irrigação em cafeeiro	8
2.4 Florescimento em cafeeiro	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Características do campo experimental	19
3.2 Tipo e características do solo	20
3.3 A cultura e os tratos realizados	20
3.4 Delineamento experimental e tratamentos	21
3.5 Sistema de irrigação	22
3.6 Manejo da irrigação	22
3.7 Dados climatológicos utilizados	24
3.8 Variáveis respostas	25
3.8.1 Características reprodutivas	25
3.8.2 Maturação de frutos	26
3.8.3 Produtividade, rendimento, defeitos e peneiras	27
3.9 Análises estatísticas	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Parâmetros climatológicos e lâminas de irrigação	29
4.2 Características reprodutivas	35
4.3 Defeitos	45
4.4 Peneiras	51
4.5 Maturação	57
4.6 Rendimento, produtividade, produção acumulada	61
4.7 Considerações finais	68
5 CONCLUSÕES	69
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	78

RESUMO

CUSTÓDIO, Anselmo Augusto de Paiva. **Manejo da irrigação na lavoura cafeeira** (*Coffea arabica* L.) **recepada**. 2009. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O experimento conduzido em Lavras, MG, foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes manejos de irrigação na indução floral, florescimento, pegamento dos frutos e nas características produtivas do cafeeiro recepado, buscando-se incremento de produtividade com economia de água e energia na irrigação. O estudo foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, em cafeeiro da cultivar Acaiaí MG-1474, plantada no espaçamento 3,00 m x 0,60 m, recepada em 2004 e irrigada desde o plantio. O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e cinco manejos de irrigação (tratamentos): A= sem irrigação; B= irrigação o ano todo sempre que o teor da água disponível no solo (AD) atingiu 25% da disponibilidade total de água (DTA); C= irrigação o ano todo sempre que $AD \leq 75\%$ DTA; D= irrigação o ano todo, se, em janeiro, fevereiro, março, julho, outubro, novembro e dezembro $AD \leq 75\%$ DTA e em abril, maio, junho, agosto e setembro, se $AD \leq 25\%$ DTA e E= irrigação em abril, maio, junho, agosto e setembro, se $AD \leq 75\%$ DTA. No período de julho de 2005 a junho de 2007, a lâmina de água aplicada foi definida em função da evaporação do Tanque Classe A (ECA). No período julho de 2007 a julho de 2008, foram instalados sensores de umidade do tipo Watermark[®], para a determinação das irrigações em cada parcela experimental. Cada parcela foi composta por 10 plantas, considerando-se cinco plantas úteis para a avaliação das variáveis respostas. Após a obtenção dos dados, estes foram submetidos à análise estatística no programa Sisvar. Para complementar as análises individuais, realizou-se a análise conjunta dos dados, a fim de verificar uma possível interação dos fatores manejos de irrigação e safra. O manejo de irrigação E na lavoura cafeeira recepada (irrigação nos meses de abril, maio, junho, agosto e setembro, sempre que o teor da água disponível no solo atingiu 75% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm) foi o mais indicado, por razões técnicas e econômicas.

¹ Comitê orientador: Dr. Manoel Alves de Faria - UFLA (orientador) e Dr. Augusto Ramalho de Moraes - UFLA e Dra. Fátima Conceição Rezende - UFLA (coorientadores)

ABSTRACT

CUSTÓDIO, Anselmo Augusto de Paiva. **Of pruned coffee trees under different irrigation management strategies.** 2009. 85 p. Dissertation (Master of Science – Agricultural Engineering) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.²

The experiment was carried out in Lavras-MG with objective to evaluate different irrigation management strategies and their effect upon flowering induction, flower boom and grain production on pruned coffee, and their effect to increase productivity, save water and energy on irrigation. The study was conducted at the experimental area of Engineering Department at Universidade Federal de Lavras, on Acaia MG-1474 coffee cultivar, planted 3 meters between rows and 0.6 meters between plants. The plants were pruned in 2004. A drip irrigation system was used to irrigate the plants, one drip tubing per row. The statistical design was randomized blocks with four replicates and five irrigation treatment levels: A= non irrigated; B= irrigated throughout the whole year every time the water available was at most 25% of total available water (TAW); C= irrigated during whole year every time water available was at most 75% of TAW; D= treatment C during January, February, March, July, October, November and December and treatment B during April, May, June, August and September; E= treatment C during April, May, June, August and September. From July 2005 through June 2007 the water depth applied to replenish the water amount measured on a Class A evaporation Pan. From July 2007 through July 2008, matrix sensors (Watermark[®]) were installed to evaluate soil potential between irrigation events. Each statistical plot was composed of 10 plants, being 5 taken for measurements. After data collection, a statistical analysis was carried by using the statistical Sisvar software. Possible interaction between irrigation management and coffee production was investigated. The irrigation management E for pruned coffee trees (treatment level with irrigation on April, May, June, August and September, replenishing water when 75% of the total available water at 0-40 cm layer was reached) was the most recommended due to technical and economical reasons.

² Guidance Committee: Dr. Manoel Alves de Faria - UFLA (Major Professor), Dr. Augusto Ramalho de Moraes - UFLA and Dra. Fátima Conceição - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Planta arbustiva originária da Etiópia, o cafeeiro foi disseminado por todo mundo desde as épocas históricas das grandes navegações. De todo o café comercializado mundialmente, duas são as espécies de maior importância econômica. *Coffea arabica* L., conhecida como café arábica representa 70% deste mercado e *Coffea canephora* Pierre, comumente chamada de robusta ou conilon, 30%.

Considerado como maior exportador e produtor de café (cerca de 25% da produção mundial), o Brasil, nos últimos 10 anos, produziu, em média, 36,81 milhões de sacas de 60 kg do produto beneficiado, sendo também o segundo mercado consumidor. Tida como uma das principais atividades agrícolas da região Sul de Minas, a cafeicultura ocupa lugar de destaque em função da geração de divisas e de empregos que tem proporcionado à região, ao longo dos anos. Representando ao redor de 50% da produção nacional de café, mais da metade do café produzido em Minas Gerais é colhido nas regiões sul e oeste de Minas Gerais (Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB, 2009).

O uso da prática de irrigação em cafezais tem crescido bastante nos últimos anos, devido às adversidades climáticas observadas em muitas regiões cafeeiras do país.

Na cafeicultura, a irrigação suplementar tem se mostrado vantajosa, mesmo em locais com curtos períodos de deficiência hídrica, quando coincidentes com as fases fenológicas de maior exigência hídrica. Vários são os equipamentos de irrigação utilizados para suprir as necessidades hídricas do cafeeiro, destacando-se os sistemas de irrigação por gotejamento e pivô central (Souza, 2001; Espíndula Neto et al., 2003).

O cafeeiro tem um comportamento diferente das demais culturas, no que diz respeito ao florescimento, pois, entre a indução floral e o florescimento, há um período de dormência dos primórdios florais. Após esse período, ele floresce, estimulado por fatores como a temperatura e as relações hídricas.

A compreensão das relações hídricas no cafeeiro e de suas implicações ecofisiológicas pode oferecer subsídios ao técnico e ao cafeicultor, para que estes possam avaliar melhor a importância da água para o crescimento vegetativo e reprodutivo dessa cultura. Permite, ainda, tomar melhores decisões relacionadas ao manejo da lavoura e desse caro e escasso componente de produção.

A racionalização da exploração agrícola a caminho da sustentabilidade e a incorporação de novas tecnologias pela cafeicultura tornam necessários o domínio, o conhecimento e o manejo dos principais fatores relacionados à produção. Dentre estes fatores, a irrigação é de fundamental importância, com destaque na recuperação de cafeeiros após a prática de podas, tipo recepa.

Nesse contexto, objetivou-se, com a presente pesquisa, avaliar o efeito de diferentes manejos de irrigação na indução floral, no florescimento, no pegamento dos frutos e nas características produtivas do cafeeiro recepado, buscando-se incremento de produtividade com economia de água e energia na irrigação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura

O café foi introduzido no Brasil em 1727, em Belém do Pará, pelo sargento-mor Francisco de Mello Palheta, a partir de sementes de plantas oriundas da Guiana Francesa, tendo chegado ao estado de Minas Gerais em 1825. Já em 1845, o país era considerado o principal produtor mundial de café, posição que ocupa até hoje, respondendo por 45% do total produzido.

O cafeeiro caracteriza-se como sendo uma planta de porte arbustivo ou arbóreo, de caule lenhoso e lignificado, apresentando ramo vertical (tronco) denominado de ortotrópico e ramos laterais (produtivos) chamados de plagiotrópicos. Pertencente à família *Rubiacea*, a seção *Eucoffea* é considerada como a de maior importância econômica do gênero *Coffea*, por compreender as espécies mais cultivadas e por possuírem cafeína, *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre (Matiello et al., 2002).

A cafeicultura brasileira de *Coffea arabica* situa-se entre os paralelos 17° e 23° de latitude Sul, sendo recomendadas, para o bom desenvolvimento vegetativo e produtivo, altitudes superiores a 800 m (Cortez, 1997), faixa de temperatura entre 19°C e 22°C, precipitação mínima de 1.200 mm por ano sendo aptas, porém, com irrigação ocasional, a áreas com déficit hídrico anual de 100 a 150 mm (Santinato et al., 2008).

Dentre as várias cultivares de *C. arabica*, as linhagens de Acaia resultam de seleções do cruzamento entre Sumatra e Bourbon Vermelho, caracterizando-se por possuir alto vigor, boa produtividade, frutos de coloração vermelha, porte alto com arquitetura cônica e menor diâmetro de copa (Matiello et al., 2002).

Em 1995, o sistema estadual de pesquisa lançou, em Minas Gerais, a cultivar derivada da Acaia (LEP 474-19), denominada de Acaia Cerrado. A

progênie que se mostrou mais promissora foi a MG-1474, segundo Mendes & Guimarães (1996), com altura média de 3,1 metros e diâmetro de copa de 1,88m.

2.2 Necessidade hídrica do cafeeiro

A irregularidade das precipitações pluviométricas tem ocasionado, ao longo dos anos, perdas significativas na produção agrícola. Por outro lado, a irrigação tem sido adotada para corrigir esta deficiência hídrica.

Nos últimos anos, têm sido feito esforços de pesquisas para quantificar e definir bem as práticas irrigacionistas, com uso de técnicas modernas de determinação do consumo de água, tanto no cafezal como um todo como em parte dele, onde se encontram os cafeeiros, ou seja, na linha de plantio quando se utilizam cafezais adensados ou semi-adensados (Karasawa, 2006).

Segundo Burman (1983), o principal objetivo da irrigação é fornecer às plantas água suficiente para prevenir estresse que pode causar redução na produção ou baixa qualidade do produto colhido. O tempo de irrigação requerido e a quantidade de água a ser aplicada são governados pelas condições climáticas prevaletentes, pela cultura (estágio de crescimento), pela capacidade de retenção de água no solo e pela extensão do sistema radicular.

O consumo de água pelas culturas agrícolas normalmente se refere a toda água transferida para a atmosfera através da planta (transpiração e gutação) e da superfície do solo (evaporação), além daquela retida nos tecidos vegetais. Apesar da alta quantidade de água retida nos tecidos, essa não chega a 1% do total evapotranspirado durante o ciclo de crescimento da planta, sendo então desprezível (Reichard & Timm, 2004).

O déficit hídrico causa decréscimo acentuado nas atividades fisiológicas, principalmente na divisão e no crescimento das células e, em consequência, no crescimento das plantas (Bernardo et al., 2006).

Em regiões que apresentam déficit hídrico no período crítico da cultura, a adoção da irrigação torna-se necessária, a fim de se obterem produções economicamente viáveis (Faria & Rezende, 2004). Mesmo regiões climaticamente aptas ao cultivo do cafeeiro estão sujeitas ao efeito de estiagens (veranicos) que, ocorrendo nos períodos críticos de demanda de água pela planta, pode comprometer significativamente a produção.

A produção de uma cultura é influenciada pelo suprimento de água e nutrientes. Um dos fatores que concorreram para a expansão da cafeicultura irrigada nos últimos anos foi a variabilidade climática observada em muitas regiões cafeeiras do país (Rodrigues et al., 2005).

Segundo Camargo & Camargo (2001), na cultura do cafeeiro arábica, nas condições de cultivo da maioria das regiões do Brasil, podem ser distinguidas as fases preparativa e construtiva, durante seu ciclo fenológico. No período seco, associado às baixas temperaturas, ocorre a fase preparativa, que não se manifesta claramente por caracteres externos. Durante o período quente e chuvoso predomina a fase construtiva, quando se manifestam as atividades de crescimento dos ramos, folhas, gemas, flores e frutos. Durante a fase construtiva existe uma competição entre o crescimento vegetativo e o processo de frutificação, evidenciada pelos anos alternados de grandes e pequenas produções na bienalidade da produção (Ortolani et al., 1970).

A ordenação das fases fenológicas possibilita determinar as relações e o grau de influência dos fatores envolvidos. Nesse sentido, Camargo & Camargo (2001) descreveram a sucessão das fases vegetativas e reprodutivas dos cafeeiros, nas quais ocorrem de forma simultânea durante o ano, da espécie *Coffea arabica* L., nas condições climáticas tropicais do Brasil (Figura 1). Diferentemente da maioria das plantas que emitem as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano fenológico, no cafeeiro, essas fases podem ser descritas em, aproximadamente, dois anos consecutivos. O ciclo fenológico,

para as condições climáticas tropicais do Brasil, foi subdividido em seis fases distintas: (1ª) vegetação e formação das gemas vegetativas; (2ª) indução, crescimento e dormência das gemas florais; (3ª) florada, chumbinho e expansão dos frutos; (4ª) granação dos frutos; (5ª) maturação dos frutos e (6ª) repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários.

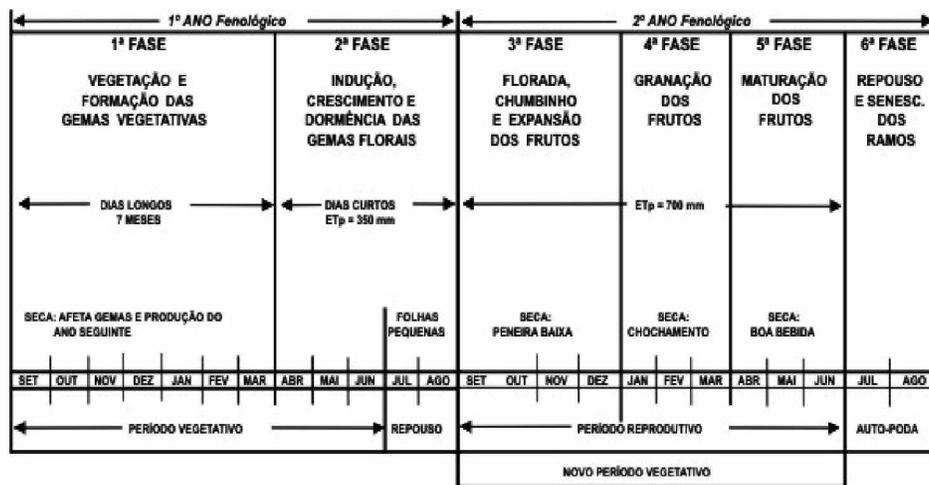


FIGURA 1 Esquemática das seis fases fenológicas do cafeeiro arábica, durante 24 meses, nas condições climáticas tropicais do Brasil. Extraído de Camargo & Camargo (2001).

No primeiro ano fenológico são formados os ramos vegetativos, com gemas axilares nos nós que, depois, são induzidas a se transformarem em gemas reprodutivas. Esse processo é determinado por condições ambientais, como redução do fotoperíodo. Posteriormente, essas gemas florais amadurecem, entram em dormência e se tornam aptas para a antese, que é causada principalmente por chuva ou irrigação abundante (Camargo & Camargo, 2001).

O segundo ano fenológico inicia-se com a florada, seguida pela formação dos chumbinhos e a expansão dos grãos, até seu tamanho normal. Ocorrendo estiagem forte nessa fase, o estresse hídrico prejudicará o

crescimento dos frutos, resultando em peneira baixa. Após essa fase, segue-se a granação dos frutos, em pleno verão, de janeiro a março. A produção é finalizada com a maturação dos frutos, que ocorre a partir de abril, para as condições de cultivo da região Sul de Minas, onde as deficiências hídricas moderadas poderão beneficiar a qualidade da bebida (Camargo & Camargo, 2001).

Do ponto de vista prático, um maior ou um menor período de dormência fazem com que botões iniciados em diferentes ocasiões possam alcançar o mesmo grau de desenvolvimento, ao final de certo tempo e, com isso, estabelecer uma uniformização das floradas gregárias do café (Rena & Maestri, 1987).

O abortamento de florada, com a formação de flores tipo “estrelinha” (flor atrofiada), é um fenômeno conhecido em cafeeiros *Coffea arabica*, sendo atribuído a altas temperaturas e também a períodos secos durante o abotoamento e floração. Devido à exposição prematura das partes internas, Rena & Maestri (1987) classificam em três categorias as flores anormais, de acordo com a severidade da abertura prematura: 1) estilete e antera consideravelmente expostos (maioria dos casos); 2) parte do estigma e pontos da antera salientes (casos menos severos) e 3) ausência de protusão de partes internas, mas com abertura do tubo da corola no ápice (casos menos anormais). Essas anormalidades podem reduzir o vingamento das flores em até 80% e 40%, respectivamente, para os dois primeiros grupos, enquanto as do último grupo podem comportar-se como flores normais.

As condições climáticas também influenciam a qualidade do café em função do desenvolvimento dos frutos, da ocorrência de processos fermentativos prolongados e da incidência de grãos defeituosos, sendo necessário amplo estudo sobre os fatores associados à irrigação e à variedade, com diferentes

ciclos de maturação e indução de florada sobre a qualidade da bebida do café (Cortez, 1997).

Rena & Maestri (1987) observaram, ainda, grande quantidade de flores anormais em plantas crescidas sob temperaturas relativamente altas. Entretanto, as condições da planta adicionalmente à temperatura predis põem à formação de “estrelinhas”, podendo também ser mencionado o excesso de chuvas como fator que induz às anomalias de flores. Matiello et al. (2008) concluíram, de acordo com os resultados encontrados em seus trabalhos e observações de campo, ser possível obter boas floradas e altas produtividades sem estresse hídrico, desde que haja mudanças climáticas com redução da temperatura média e aumento da umidade relativa do ar e a presença de chuvas nos meses de setembro e outubro. Os autores ainda relatam ser a idade fisiológica avançada dos botões florais, antes da ocorrência de um diferencial hídrico adequado à sua abertura, que resulta na formação de flores “estrelinhas”.

Rena & Maestri (2000) citam que é de interesse particular o estudo das relações hídricas no cafeeiro, devido ao fato de que pequenas reduções na disponibilidade da água podem diminuir substancialmente o crescimento, mesmo que não se observem murchas nas folhas ou sinais visíveis do déficit hídrico.

2.3 Irrigação em cafeeiro

A prática da irrigação em cafezais tem crescido nos últimos anos devido às dificuldades climáticas observadas em muitas regiões cafeeiras no país, decorrentes do plantio de cafés em zonas consideradas marginais, também em função de certas mudanças nas temperaturas e nos regimes pluviométricos, que tornaram o clima mais seco em regiões antes sem problemas de suprimento de água para o cafeeiro. Nessas condições, sem a irrigação para aperfeiçoar o

suprimento de água ao cafeeiro, o desenvolvimento das plantas e seu processo produtivo ficam bastante comprometidos (Matiello et al., 2002).

As irrigações atendem tanto às lavouras novas, em fase de implantação, quanto em áreas já formadas e em produção. Várias pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de determinar a demanda hídrica do cafeeiro nessas duas situações.

Vilella & Faria (2003), trabalhando com a cultivar Acaiá Cerrado MG-1474, na região de Lavras, MG, plantada no espaçamento de 3,0 m x 0,6 m e irrigando o ano todo, alcançaram produtividade média de 79,20 sacas ha⁻¹, nas safras 1998/1999 e 1999/2000.

Trabalhando com lavoura cafeeira não irrigada e irrigadas com aspersão em malha e com pivô central equipado com LEPA (*low energy precision application*), na Zona da Mata Mineira, Contin et al. (2005) avaliaram a produtividade de cafeeiros da variedade Topázio com 36 meses de idade. Os autores registraram produtividades de 14,70; 21,00 e 29,00 sacas ha⁻¹, respectivamente, o que mostra a influência positiva da irrigação na produtividade do cafeeiro, nos diferentes sistemas avaliados.

Coelho (2005) estudou, por oito safras, a produtividade do cafeeiro Catuaí em Lavras, MG e concluiu que a irrigação por gotejamento, entre 01/06 e 30/09, proporcionou aumentos significativos de produtividade, com média de 59,00 sacas ha⁻¹, eliminando o seu ciclo bienal. Constatou também que a irrigação somada à fertirrigação representa de 5% a 12% do custo de produção da atividade cafeeira. O mesmo autor enfatiza que a irrigação entre 15/07 e 30/09 proporciona ganhos significativos de produtividade de cafeeiros, porém, não eliminando o seu ciclo bienal, mas concorrendo para a redução de sua amplitude.

Gomes et al. (2007) avaliaram o crescimento vegetativo e a produtividade do cafeeiro irrigado nas cinco primeiras safras, plantada em março

de 1999 no espaçamento de 3,5 m x 0,8m, cultivar Rubi, na região de Lavras. Os autores concluíram que a irrigação promoveu acréscimo significativo na produtividade do cafeeiro, sendo a lâmina de 60% da evaporação do Tanque Classe A (ECA) que apresentou produtividade média de 45,12 sacas ha⁻¹ ano⁻¹, superior à das demais e superior à testemunha (24,00 sacas ha⁻¹ ano⁻¹), apresentando também os melhores resultados de crescimento vegetativo.

Em estudo da produtividade do cafeeiro irrigado via gotejamento por três safras, em Lavras, MG, obtiveram-se maiores produtividades em função do fornecimento de maiores lâminas de água repostas, calculadas em função da ECA. O incremento produtivo comportou-se linearmente, de forma que maiores produtividades ocorreram na maior lâmina de irrigação, de 100% ECA (Miranda et al., 2006; Santos et al., 2004).

Saber o quanto vai colher é sempre uma informação desejada pelos produtores e, quando se fala em cafeicultura, é comum que o produtor estime a safra em função do rendimento da lavoura, ou seja, quantidade de café da roça necessária para se obter uma saca de 60 kg de café beneficiado (L saca⁻¹).

Melo et al. (2005) irrigaram plantas da cultivar Acaíá Cerrado, por gotejamento em diferentes espaçamentos, com lâmina de 120% da ECA e conseguiram rendimento de 437 L saca⁻¹ 60 kg e produtividade média de 48,51 sacas ha⁻¹, na região de Uberlândia, MG, para a safra de 2004.

Rezende et al. (2006), avaliando lâminas de irrigação em lavoura cafeeira recepada, cultivar Topázio MG-1190, aos 65 meses após plantio, verificaram que, com a prática da irrigação, houve aumentos de produtividade do cafeeiro, contribuindo para melhorar o rendimento da lavoura e retardando a maturação dos frutos.

A classificação dos grãos do café em diferentes peneiras, como normas listadas por Brasil (2003) é utilizada em especial pelas indústrias torrefadoras de café que buscam homogeneidade na torração dos grãos, evitando assim perdas

na qualidade. Entretanto, não são encontrados com facilidade trabalhos relacionando o efeito da irrigação com a granulometria dos grãos, o formato e o surgimento de defeitos intrínsecos, tendo em vista que a irrigação interfere direta e indiretamente nos fatores que influenciam tais parâmetros.

Borém et al. (2006), avaliando diferentes processamentos e métodos de secagem dos frutos verdes do cafeeiro, concluíram ser possível que o descascamento dos frutos verdes agregue valor ao produto final na produção do café cereja descascado. Isto se deve ao fato de o café verde descascado apresentar melhor aspecto e bebida em relação ao café verde não descascado.

Freire & Miguel (1987) verificaram que, no município de Varginha, MG, no ano de 1984, quando os meses de janeiro, fevereiro e março apresentaram baixos índices de precipitações pluviométricas e temperaturas médias elevadas, ocorreu incidência de frutos chochos variando de 25% a 40%, enquanto em anos com melhor distribuição de chuvas durante esses meses, este índice ficou em torno de 10%.

Souza & Reis (1997) e Zambolim et al. (2007) relatam ser a broca-do-café favorecida pela irrigação e que a alta umidade no interior das plantas pode levar a um ataque severo dessa praga. Cuidados como o repasse na colheita das plantas, o recolhimento do café de chão e a limpeza do terreiro e de tulhas após o período de secagem devem ser realizados no sentido de se evitar resíduos de frutos de café, local onde se hospeda o inseto-praga. Evita-se, com essas práticas, a re-infestação da lavoura pela broca-do-café.

Segundo Bartholo & Guimarães (1997), a classificação do produto quanto ao tipo se refere ao seu aspecto e à quantidade de defeitos, sendo o aspecto influenciado pela coloração dos grãos e os defeitos oriundos de impurezas (extrínsecos) ou imperfeições dos grãos (intrínsecos).

Em estudos do efeito de diferentes lâminas de irrigação e parcelamento da adubação na qualidade do café produzido em Lavras, MG, Vilella & Faria

(2002) observaram que, nas safras 1998/1999 e 1999/2000, nos tratamentos irrigados, a porcentagem de grãos peneira 16 e acima foi maior em relação ao não irrigado, não ocorrendo também diferenças na qualidade de bebida do café produzido.

Avaliando o efeito da irrigação sobre a classificação do café, Custódio et al. (2007) observaram que a irrigação propiciou um aumento no número total de defeitos, sendo influenciado principalmente pelo defeito verde e ardido. Concluíram, ainda, que a classificação do café quanto ao tipo (número de defeitos) foi mais susceptível quando comparada à granulometria e ao formato dos grãos, devido aos maiores coeficientes de variabilidade (CV) encontrados.

Silva et al. (2007), avaliando o efeito de diferentes épocas de irrigação e parcelamento de adubação sobre alguns indicadores fisiológicos associados à produtividade do cafeeiro, cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 cultivado há 18 anos no espaçamento 3,5 m x 0,8 m, observaram que em relação à produtividade a irrigação realizada entre 01/06 e 30/09 apresentou o melhor resultado, com valor médio de 76,95 sacas ha⁻¹. Esses autores ainda constataram que o potencial hídrico foliar se mostrou um indicador fisiológico que guarda relação com a sua produtividade, podendo seu emprego ser recomendado no manejo da irrigação.

Enfim, vários autores, como Silva et al. (2002), Silva et al. (2003b), Coelho (2005), Rezende et al. (2006), Lima et al. (2008) e Silva et al. (2008), relatam que a adoção da irrigação tem proporcionado incrementos consideráveis na produtividade das lavouras cafeeira, o que tem justificado a adoção desta técnica por parte dos produtores.

Em 1998, com a criação do Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (PNP & D/Café), pesquisas com irrigação foram intensificadas, visando oferecer o suporte técnico para que haja uma tecnologia fundamentada e propulsora de lucratividade e sustentabilidade aos cafeicultores. Notam-se, entre os estudos citados, variações nas produtividades obtidas com a

irrigação e os produtores da região Sul de Minas Gerais dispõem de diferentes formas de ensaios com resultados de pesquisas, sobre os benefícios da irrigação na cafeicultura.

2.4 Florescimento em cafeeiro

O cafeeiro é uma espécie de floração gregária, ou seja, todas as plantas de uma região florescem simultaneamente, com número de floradas variável, desde umas poucas até várias ao longo do ano, nas regiões equatoriais (Alvim, 1977). Esse hábito reprodutivo leva dificuldades relacionadas com colheitas parciais, controle de doenças, controle de pragas e redução na qualidade dos grãos (Rena & Maestri, 1986). No momento da colheita, inicialmente, há o predomínio de frutos cereja e também o fruto verde, podendo este gerar o defeito intrínseco verde. Posteriormente, já no fim da colheita, são encontrados frutos secos passíveis de sofrerem fermentações indesejáveis na própria planta.

A floração nas plantas compreende uma sequência de eventos morfofisiológicos que vai da indução floral até a antese, passando pelas fases intermediárias da evocação floral, diferenciação ou iniciação dos primórdios florais e desenvolvimento da flor (Rena & Maestri, 1987).

Os mecanismos climáticos e fisiológicos que induzem o cafeeiro ao florescimento não são completamente conhecidos. Pode-se dizer que fatores, como temperatura, umidade, irradiância e as relações hídricas, têm grande importância no processo, mas o que não se sabe é a interação (Oliveira, 2003).

Matiello et al. (1995) observaram, no sul de Minas Gerais e no estado do Rio de Janeiro, no período de 1994 a 1995, em cafeeiros da espécie arábica e canephora, o abortamento dos botões florais antes de sua abertura, após chuvas insuficientes de 3 a 8 mm, que provocaram o crescimento inicial dos botões que não chegam a abrir, secando em seguida. Segundo os autores, o abortamento da florada, incluindo botões florais não abertos, flores abertas e secas e formação de

“estrelinhas”, resultou de um fenômeno típico de déficit hídrico elevado, atingindo valores de abortamento superiores a 50%.

Com o uso da irrigação, Rena & Maestri (1987) observaram redução de 57% de flores “estrelinhas” para menos de 5% e, em alguns casos, a ocorrência foi praticamente nula. Os autores relatam que, em regiões de períodos secos e chuvosos alternados, as floradas do café realizam-se logo após as primeiras chuvas da estação. Este efeito é constatado por experimentos de irrigação que simulam as condições de chuva, tais como aspersão ou imersão em água de ramos cortados ou de segmentos de ramos ou ramos ainda na planta.

Barros & Maestri (1978) sugeriram que as condições que podem promover a abertura floral no cafeeiro são: queda rápida de temperatura, independentemente da ocorrência de déficit hídrico, chuvas abundantes ou irrigações após um longo período de seca e quedas bruscas de temperatura, seguidas por suprimento de água, tanto sob a forma de chuvas quanto de irrigação, complementar ou sinergicamente.

Browning (1977) também considera que rápidas reduções na temperatura, que normalmente acompanham as chuvas nos trópicos, podem desempenhar papel relevante na quebra da dormência dos botões florais do cafeeiro. O autor concluiu que a quebra da dormência ocorre apenas quando a temperatura decresce em 3°C ou mais, em um período de 45 minutos ou menos, e que tais alterações estavam sempre associadas a chuvas.

Magalhães & Angelocci (1976) observaram que a quebra da dormência de botões florais, em cafeeiros sob irrigação localizada, somente ocorria quando o potencial hídrico das folhas se encontrava abaixo de -1,2 MPa. Assim, os autores levantaram a hipótese de que, em condições de déficit hídrico, as folhas fornecem água aos botões até que se estabeleça um equilíbrio entre seus potenciais. Concluíram que um potencial hídrico foliar de -1,2 MPa é necessário

para que ocorra a quebra da dormência e que a irrigação causa a abertura floral em virtude de uma rápida turgescência dos botões florais.

Por outro lado, Soares et al. (2005) observaram não haver quebra da dormência dos botões florais, mesmo para potenciais de -0,8; -1,2 e -1,9 MPa, após 30, 63 e 90 dias, respectivamente, tendo a quebra de dormência dos botões florais ocorrido quando estes se encontravam no estágio 4, definido por Crisosto et al. (1992), somente em função da queda brusca de temperatura após a ocorrência de precipitações, mesmo com potencial da folha de -0,2 MPa.

Arruda et al. (1999) estudaram a influência do clima e do consumo hídrico na produção do cafeeiro em Pindorama, SP, por meio de correlações simples com a produção final de cinco anos de ensaio. Evidências foram obtidas de que a ocorrência de chuvas muito frequentes na época do florescimento e no início da formação dos grãos é prejudicial à produção, sendo o início da formação dos grãos caracterizado por um forte efeito negativo das médias absolutas das temperaturas máximas do ar, relacionado com o vingamento de flores e pegamento de frutos. Segundo esses autores, o manejo adequado da irrigação pode induzir a ocorrência do florescimento em temperatura mais amena e favorável.

Segundo Morais et al. (2008), a passagem da gema à fase reprodutiva pode ser caracterizada pelos seguintes estádios ou subfases: G₁ – refere-se aos nós com gemas indiferenciadas; G₂ – nós com gemas intumescidas; G₃ – gemas com até 3 mm de comprimento; G₄ – gemas medindo 3,1 a 6 mm de comprimento; G₅ – gemas de 6,1 a 10 mm (coloração verde claro) e G₆ – gemas maior que 10 mm (coloração branca). Após o G₆, normalmente, ocorre abertura das flores nas primeiras horas da manhã, começam a murchar no segundo dia e caem no terceiro.

Bonfim Neto et al. (2007a) utilizaram o déficit hídrico como ferramenta para uniformizar a floração do cafeeiro no oeste da Bahia, estabelecendo quatro

tratamentos, sendo um a testemunha irrigada adequadamente e mais três tratamentos que tiveram o início do déficit hídrico determinado por meio do estádio 2, 3 e 4 do botão floral (Crisosto et al., 1992). O retorno da irrigação nesses tratamentos ocorria quando os mesmos se encontravam com 60% a 70% dos botões no estádio 4. Concluíram que os tratamentos que tiveram o déficit hídrico iniciado nos estádios 2 e 3 do botão floral apresentaram status hídrico foliar na antemanhã de -1,3 e -1,58 MPa, sendo eficientes para uniformizar a florada no oeste da Bahia em uma única data.

Em trabalho desenvolvido de mesmo objetivo, conduta e avaliação, os mesmos autores buscaram a uniformização da floração do cafeeiro em Patrocínio, MG. Os autores concluíram não ser possível uniformizar a florada em uma única data por não conseguirem abaixar o potencial de água na folha na antemanhã e, portanto, não sincronizar um percentual elevado de botões florais no estádio 4, antes da primeira chuva que desencadeou o processo de floração (Bonfim Neto et al., 2007b).

Oliveira (2002), avaliando os efeitos de diferentes frequências de irrigação sobre a floração do cafeeiro Catuaí Vermelho em campo, observou que o número médio de flores acumuladas no tempo foi igual em todas as frequências de irrigação e que irrigações frequentes no período pós-“abotoamento” floral levaram a uma maior desuniformidade na floração. “Floradas” mais expressivas foram observadas somente após as chuvas.

Oliveira (2003) observou, no florescimento do cafeeiro irrigado entre as épocas de abril a julho, diferenças significativas, tendo sido emitidos 54,6% mais flores do que as demais épocas de irrigação. Ainda observa que a maturação dos frutos foi influenciada pela irrigação, demonstrando que a irrigação no período de florescimento faz com que os frutos fiquem mais tempo junto ao cafeeiro.

Já Nascimento et al. (2008), em estudo de eventos do florescimento do cafeeiro em resposta a elementos meteorológicos, concluíram que alterações morfológicas da gema ocorrem após um período de déficit hídrico, seguido de precipitação e menor amplitude térmica.

Soares et al. (2005) comentam a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o efeito do déficit hídrico aliados a fatores climáticos, como precipitações, temperaturas e déficit de pressão de vapor, para que se possa chegar a dados mais confiáveis sobre o desenvolvimento do botão floral do cafeeiro, os quais apenas poderão ser obtidos estudando o efeito de cada fator climático de forma isolada e, posteriormente, fazendo associações entre estes. A adequação da aplicação do déficit hídrico aos estádios de desenvolvimento do botão floral poderia vir a ser o fator crucial para a obtenção de floradas uniformes, sem afetar a produtividade do cafeeiro.

Recentemente, Guerra et al. (2007) estabeleceram o período e a magnitude do estresse hídrico para sincronizar o desenvolvimento dos botões florais e obter uniformização da florada em lavouras comerciais do oeste da Bahia e em área experimental da Embrapa Cerrado. Basicamente, o que os autores propuseram foi a suspensão das irrigações em 24 de junho e o retorno das aplicações de água entre 2 e 4 de setembro, com, aproximadamente, 70 dias sem irrigação. Dentre os pontos positivos relatados por estes autores, pode-se citar a redução significativa do consumo de água e energia, resultante da prática do manejo de irrigação e do período do estresse hídrico e a redução das operações de máquinas na colheita, da ordem de 40%, com significativa redução do custo da atividade e maximizando a produção de cafés especiais.

Nota-se que muitos trabalhos estão sendo conduzidos no intuito de se ajustar às tecnologias para a racionalização do consumo de água e energia na cafeicultura irrigada para um manejo mais eficiente. Dessa forma, torna-se conveniente o conhecimento do efeito de diferentes manejos de irrigação e seus

reflexos na indução floral e nas características produtivas da lavoura cafeeira
recepada sob irrigação localizada, tipo gotejo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Características do campo experimental

O trabalho foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia (Figura 2) da Universidade Federal de Lavras, ocupando uma área aproximada de 0,16 ha, situado à latitude $21^{\circ}13'46''$ S, longitude $44^{\circ}58'32''$ W e altitude média de 908 m.

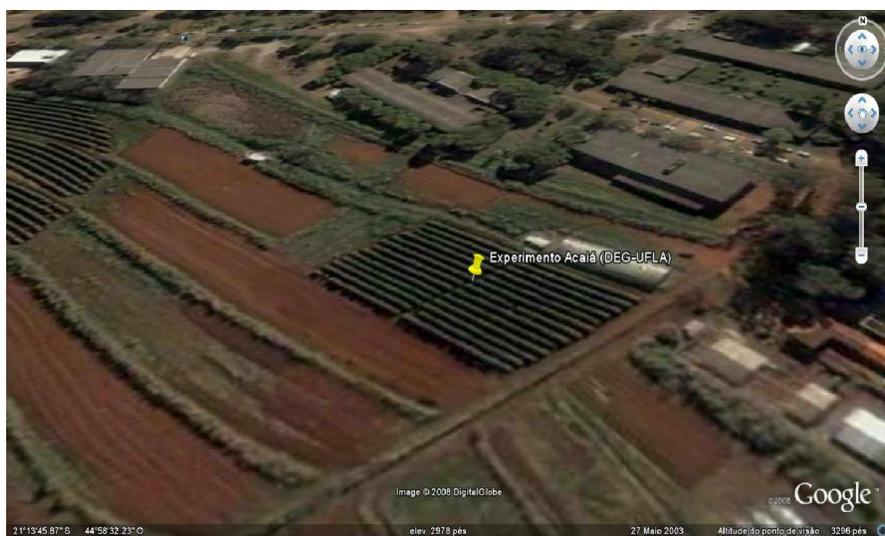


FIGURA 2 Imagem de satélite do campo experimental com orientação norte verdadeiro retirado do site Earth Google.

A região de Lavras, MG, possui temperatura média anual normal de $19,4^{\circ}\text{C}$, precipitação média anual de 1.529,7 mm e umidade relativa média de 76,2% (Brasil, 1992).

De acordo com a classificação climática de Köppen (Lorente, 1966), a região possui clima do tipo Cwa, caracterizado por ser subtropical com inverno seco e chuvas predominantes de verão.

A estação chuvosa na região se estende de outubro a março e a estação seca, de abril a setembro (Castro Neto & Vilela, 1986).

3.2 Tipo e características do solo

O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho Distroférico, caracterizado como de textura muito argilosa. Foram realizadas análises para a caracterização físico-hídrica (Tabela 1) para a obtenção da disponibilidade total de água (DTA), no Laboratório de Análises de Solos pertencente ao Departamento de Ciências do Solo da UFLA.

TABELA 1 Densidade global e equações de Mualem-van Genuchten nas camadas do solo de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, da área experimental. Lavras, MG, 2009.

Dg (g cm ⁻³)	Equação da curva característica	R ²
1,08	$\theta_{0-20} = \frac{0,473}{[1 + (0,033061 * \psi_m)^{1,55921}]^{0,35865}} + 0,248$	0,985
1,00	$\theta_{20-40} = \frac{0,350}{[1 + (0,016594 * \psi_m)^{3,080565}]^{0,67538}} + 0,240$	0,994

θ = umidade volumétrica (cm³. cm⁻³); ψ_m = potencial matricial (cm c.a.); Dg= densidade global.

3.3 A cultura e os tratos realizados

A cultivar em estudo é a Acaia MG-1474, plantada em março de 1997, no espaçamento adensado de 3,00 m entre linhas e 0,60m entre plantas, ocupando área útil de 1,8 m² planta⁻¹ e densidade populacional de 5.555 plantas ha⁻¹, tendo sido recepada em outubro de 2004 e irrigada desde o plantio. Todos os tratamentos, exceto a testemunha, receberam a adubação por meio de fertirrigação. O adubo foi aplicado durante os meses de outubro a março, em três a quatro parcelamentos. A testemunha recebeu adubação manual na mesma época.

A quantidade de adubo aplicado e o parcelamento foram iguais para todos os tratamentos, inclusive a testemunha, sendo determinada mediante análise química do solo (Anexos 1A e 3A) e previsão de safra futura. Foram

complementadas as adubações via foliar conforme o laudo da análise química de folha (Anexos 2A e 4A). As interpretações das análises químicas de folha e solo seguiram a recomendação de Ribeiro et al. (1999).

Durante a condução do experimento, os tratos culturais (controle do mato) e o controle fitossanitário (ferrugem do cafeeiro, cercosporiose, broca-do-café e do bicho-mineiro) foram executados de acordo com a necessidade da cultura.

3.4 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela foi constituída por 10 plantas, considerando-se 5 plantas úteis para avaliação das variáveis respostas. Os tratamentos aplicados foram os manejos de irrigação realizadas no período de junho/2005 a julho/2008, mostrados a seguir:

A = sem irrigação (testemunha);

B = irrigação o ano todo, sempre que o teor da água disponível no solo atingiu 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm;

C = irrigação o ano todo, sempre que o teor da água disponível no solo atingiu 75% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm;

D = irrigação o ano todo, porém:

Nos meses de janeiro, fevereiro, março, julho, outubro, novembro, dezembro só foi irrigado quando o teor da água disponível no solo atingiu 75% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm.

Nos demais meses, ou seja, abril, maio, junho, agosto, setembro só foi irrigado quando o teor da água disponível no solo atingiu 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm.

E = irrigação somente nos meses abril, maio, junho, agosto, setembro sempre que o teor da água disponível no solo atingiu 75% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm.

3.5 Sistema de irrigação

O método de irrigação e o sistema utilizado foi a localizada, tipo gotejamento, de acionamento manual. A água foi distribuída às plantas por meio de gotejadores autocompensantes (Katif) distanciados em 0,40 m entre si com pressão de serviço de 300 kPa (30 mca) e vazão de 4,29 L h⁻¹.

O sistema constituiu de uma unidade central de controle também conhecida por “cabeçal de controle”, adutora de tubos PVC (PN 80) e de derivação de PVC (PN60), linhas laterais de tubo flexível de polietileno (PN 40) com registros e cavaletes setoriais, entre outros acessórios comumente encontrados nesse sistema de irrigação.

O “cabeçal de controle” foi constituído de filtros de areia e tela, bomba injetora de fertilizantes, conexões e manômetro localizado ao lado da área experimental.

A fonte de água utilizada na irrigação foi proveniente de uma barragem situada a 350 m da área experimental e, junto a essa, encontra-se uma unidade de bombeamento.

3.6 Manejo da irrigação

No período de julho de 2005 a junho de 2007, a lâmina de água aplicada foi definida em função da evaporação do Tanque Classe A (ECA). O momento de irrigar foi obtido a partir dos dados da curva característica de retenção de água no solo, combinados com a evaporação do Tanque Classe A, em turno de rega variável obedecendo aos critérios estipulados para cada tratamento. A evapotranspiração potencial da cultura foi estimada a partir da evaporação do

Tanque Classe A, do coeficiente do tanque (K_p) e do coeficiente relacionado às necessidades hídricas da cultura do café (K_c), sugerido por Santinato et al. (2008). De posse desses dados, juntamente com a área molhada, número de gotejadores e vazão individual, foi possível calcular as lâminas de reposição de água com seus volumes e tempos de irrigação para cada tratamento proposto. Quando a diferença entre a estimativa da evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) e a precipitação (P) foi nula ou negativa, não se realizavam irrigações. Nos tratamentos em que a irrigação só aconteceu em determinados meses do ano, no início do período, a umidade do solo foi elevada à capacidade de campo.

Nas irrigações realizadas do período julho de 2007 a julho de 2008, foram instalados sensores de umidade, do tipo Watermark[®], para a determinação do potencial matricial de água no solo em cada uma das parcelas experimentais nas profundidades de 10 cm e 30 cm. As leituras foram realizadas por meio de um sistema de aquisição de dados (datalog) localizado nas dependências do “cabeçal de controle” do sistema de irrigação, onde os dados das leituras dos sensores de umidade foram armazenados em intervalos de 30 minutos para, posteriormente, serem analisados e estudados junto com outros fatores e dados observados.

O momento de irrigar e a quantidade de água a ser reposta em cada tratamento para o período de julho de 2007 a julho de 2008 foram estabelecidos a partir da curva característica de retenção de água no solo, para as camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm, por meio da correlação entre a umidade e a tensão de água no solo. Como determinante do momento de irrigação em cada tratamento, foram consideradas as médias das leituras do potencial de água do solo nos sensores posicionados a 10 cm de profundidade.

A reposição de água feita em cada tratamento teve também como base as médias de leitura do potencial de água no solo nos sensores posicionados a 10 cm, referente à camada de 0-20 cm de profundidade, e dos sensores

posicionados a 30 cm, referentes à camada de 20-40 cm de profundidade. A lâmina aplicada foi determinada com base nas leituras a 10 cm, como representativo da camada 0-20 cm e a leitura a 30 cm, representativa da camada 20-40 cm. De posse dessas leituras e com os dados da curva característica de retenção de água no solo, foram calculadas as lâminas de reposição de água com seus volumes e tempos de irrigação, obedecendo aos critérios estipulados para cada tratamento.

3.7 Dados climatológicos utilizados

Fez-se a coleta dos dados climatológicos no setor de Agrometeorologia do Departamento de Engenharia. Os dados climatológicos utilizados foram obtidos da estação climatológica principal de Lavras (ECP), localizada no campus da UFLA, à distância de 570 m do local do experimento, pertencente ao 5º Distrito de Meteorologia, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a UFLA. O período de monitoramento foi de junho de 2005 a julho de 2008, mesmo período de condução do experimento em estudo.

Os dados corresponderam aos valores diários obtidos da média de, pelo menos, três das quatro observações meteorológicas, de acordo com o Tempo Médio de Greenwich (TMG), para a variável climática umidade relativa e temperatura e uma única aferição para a variável climática precipitação e evaporação do Tanque Classe A. Para o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o), utilizou-se o método do Tanque Classe A, sendo de bastante utilização e recomendado pela FAO (Doorenbos & Kassam, 1994), principalmente em projetos de irrigação. Para isso, fez-se a correção da evaporação do Tanque Classe A (ECA) por um fator de ajuste referente ao tanque (K_p), segundo Bernardo et al. (2006), obtendo-se, então, o valor de ET_o. Para se chegar ao valor da evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) em

questão, utilizou-se outro fator de correção referente a cultura (K_c), como sugerido por Santinato et al. (2008).

A partir dos dados coletados foi efetuada uma simples análise entre os parâmetros precipitação, lâminas de irrigação aplicadas e evapotranspiração potencial da cultura ocorrida no período, não sendo o objetivo, portanto, calcular todas as entradas e saídas de água do sistema para se conhecer o balanço hídrico propriamente dito.

3.8 Variáveis respostas

3.8.1 Características reprodutivas

Foram realizadas avaliações semanais durante todo o período de florescimento do cafeeiro em quatro ramos previamente marcados e numerados no terço médio de duas plantas, por tratamento, referente às safras 2006/2007 e 2007/2008, sendo esses ramos remarcados após cada colheita.

Essas avaliações foram realizadas para quantificar as seguintes características:

- § número de ramificações secundárias – efetuaram-se estas contagens para verificar as tendências de aparecimento de flores ou de ramificações;
- § número de flores abertas – consideraram-se flores abertas as gemas que atingiram a antese. Estas contagens foram realizadas para determinar a quantidade de floradas ocorridas em cada tratamento e suas intensidades.

Foi determinado que o fim das avaliações de florescimento fosse a não ocorrência de flores em nenhum ramo marcado por seis contagens consecutivas.

Essas avaliações foram realizadas, em todos os ramos marcados, a partir do aparecimento da primeira flor aberta em qualquer um dos ramos, até que todos os ramos tivessem florido. Foi realizada uma inspeção em todos os ramos,

mesmo nos que não possuíam flores. Para avaliação da taxa de vingamento de flores, foi realizada a contagem de frutos no mês de maio dos anos de 2007 e 2008, quando os frutos se encontravam entre os estádios de maturação verde e verde-cana, para se conhecer a quantidade real de frutos estabelecida em cada ramo marcado antes da colheita. Em virtude da perda de alguns ramos previamente marcados, optou-se por eliminar uma repetição em cada tratamento proposto para efetuar a análise dos dados, a fim de se obter a taxa de pegamento de frutos. Foi relacionado o número de frutos emitidos com o número de flores, determinando-se, então, a taxa de pegamento de frutos em cada tratamento. Na safra 2006/2007, as avaliações tiveram início em 19/09/2006 e finalizaram em 09/01/2007, perfazendo o total de 15 avaliações. O intervalo médio entre as avaliações de contagem do número de flores emitidas pelo cafeeiro foi de 8 dias. Durante a safra 2007/2008, as avaliações iniciaram-se em 28/09/2007 e foram finalizadas em 27/11/2007, resultando em um total de 14 avaliações. O intervalo médio entre avaliações para esse período aproximou-se de 5 dias.

3.8.2 Maturação de frutos

A tomada de decisão para se iniciar a colheita foi feita por meio de observações visuais da lavoura e de experiências anteriores, buscando a existência de um percentual de maturação igual ou inferior a 15% de frutos no estádio verde. Após a derriça, obteve-se o volume total do café colhido e, feita a homogeneização, tomaram-se amostras de 10L do “café da roça” para cada parcela experimental, onde foram realizadas também a pesagem e a quantificação do volume desse café. Dessa amostra, retiraram-se subamostras de 1L para avaliar o grau de maturação, ou seja, contagem dos frutos nos estádios verde, verde-cana, cereja, passa e seco. Posteriormente, essa subamostra voltou a compor a amostra original de 10L.

3.8.3 Produtividade, rendimento, defeitos e peneiras

A colheita das parcelas foi realizada nos anos de 2006, 2007 e 2008, de forma manual, sobre “pano”.

No momento da colheita, foram realizadas a pesagem e a quantificação do volume de frutos colhidos para estimar a produtividade das parcelas experimentais.

Após a derrça, foi separado e acondicionado o volume de 10 litros de frutos em sacos plásticos, tipo rede. O café foi seco em bancadas suspensas ao ar livre, até atingirem teor de umidade na faixa de 11%, quando, então, foi realizado o beneficiamento e aferidos a produtividade estimada para 1 ha e o rendimento. Do volume beneficiado, retiraram-se amostras de 100 e 300 g, para efetuar a classificação por peneiras e a contagem do número de defeitos, respectivamente, de acordo com Brasil (2003).

Na presença de mais de uma classe de defeito em um mesmo grão, foi considerado o defeito de maior equivalência, segundo normas listadas em Brasil (2003). Eventualmente, parcelas que não alcançaram quantidade mínima de café para classificação física tiveram seus valores multiplicados por um fator, de modo a permitir chegar à quantidade exigida de amostra.

Após a separação dos grãos defeituosos em suas respectivas classes de defeito (ardido, brocado, mal granado, concha, preto e verde), foram atribuídos os pontos correspondentes a cada classe. A classificação quanto ao tamanho dos grãos foi realizada pelas amostras de 100 g e obtida pelas porcentagens de grãos retidos nas peneiras circulares (19, 17, 16, 15, 14 e 13) para grãos chatos e peneiras oblongas (12, 11, 10 e 9) para grãos redondos (moca), conforme Brasil (2003). As classes podem ser observadas na Tabela 2. Os dados analisados foram relativos às safras de 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008.

TABELA 2 Classes utilizadas para a classificação do café, de acordo com a tabela oficial de classificação.

Classificação	Peneiras	
Grão chato graúdo (café grande)	19,18 e 17	
Grão chato médio (café médio)	16 e 15	
Grão chatinho (café miúdo)	14 e menores	
Grão moca graúdo	} (café moca) 13,12 e 11	
Grão moca médio		10
Grão moquinha		9 e menores

3.9 Análises estatísticas

Após a obtenção dos dados, estes foram submetidos à análise estatística pelo programa Sisvar[®] (Ferreira, 2000) versão 4.0, sendo transformados em $\sqrt{x+0,5}$, quando necessário, após verificação da normalidade de resíduos, de Shapiro-Wilk, e de homocedasticidade das variâncias, de Bartlett. Foi realizada análise de variância para todas variáveis respostas das parcelas experimentais. Em seguida, as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Para complementar as análises individuais, realizaram-se a análise conjunta dos dados, a fim de verificar uma possível interação dos fatores manejos de irrigação e safra.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros climatológicos e lâminas de irrigação

Na Figura 3 são encontrados os valores estimados da evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) e precipitação (P) para Lavras, MG, no período de julho 2005 a junho 2008, em que o experimento foi conduzido.

Para o período, houve concentração das precipitações entre os meses de novembro e março, quando os valores, em geral, superaram aos da ET_{pc}. Também pode ser visto que, de forma geral, durante os meses de abril a outubro, a precipitação foi inferior a ET_{pc}, podendo ter ocorrido déficit hídrico climatológico no período, conforme citado por Castro Neto & Vilela (1986).

É possível observar, por meio da Figura 3, que, no período em estudo, os valores de precipitação no início da estação chuvosa, em sua grande maioria, ficaram abaixo das médias históricas obtidas pelas normais climatológicas. Apesar de um índice pluviométrico adequado durante o período em que o experimento foi conduzido, em média 1.405,4 mm, houve má distribuição de chuvas durante os meses do ano, para os três anos em que se efetuou este estudo, cabendo, então, o artifício da irrigação para corrigir a deficiência hídrica.

Destaque pode ser dado aos meses de agosto e setembro de 2007, nos quais não ocorreu precipitação (0 mm), ao passo que, quando comparados pelos valores históricos, juntos, somariam 98 mm. Para o mês de janeiro do mesmo ano, houve excessiva precipitação, de 555 mm, superior à média histórica fornecida pelas normais climatológicas, de 272 mm. Considerando o balanço apenas entre os parâmetros ET_{pc} e P, durante o período estudado, foi caracterizada uma diferença negativa da ordem de 33 mm para a safra 2007/2008 (julho/2007 a junho/2008).

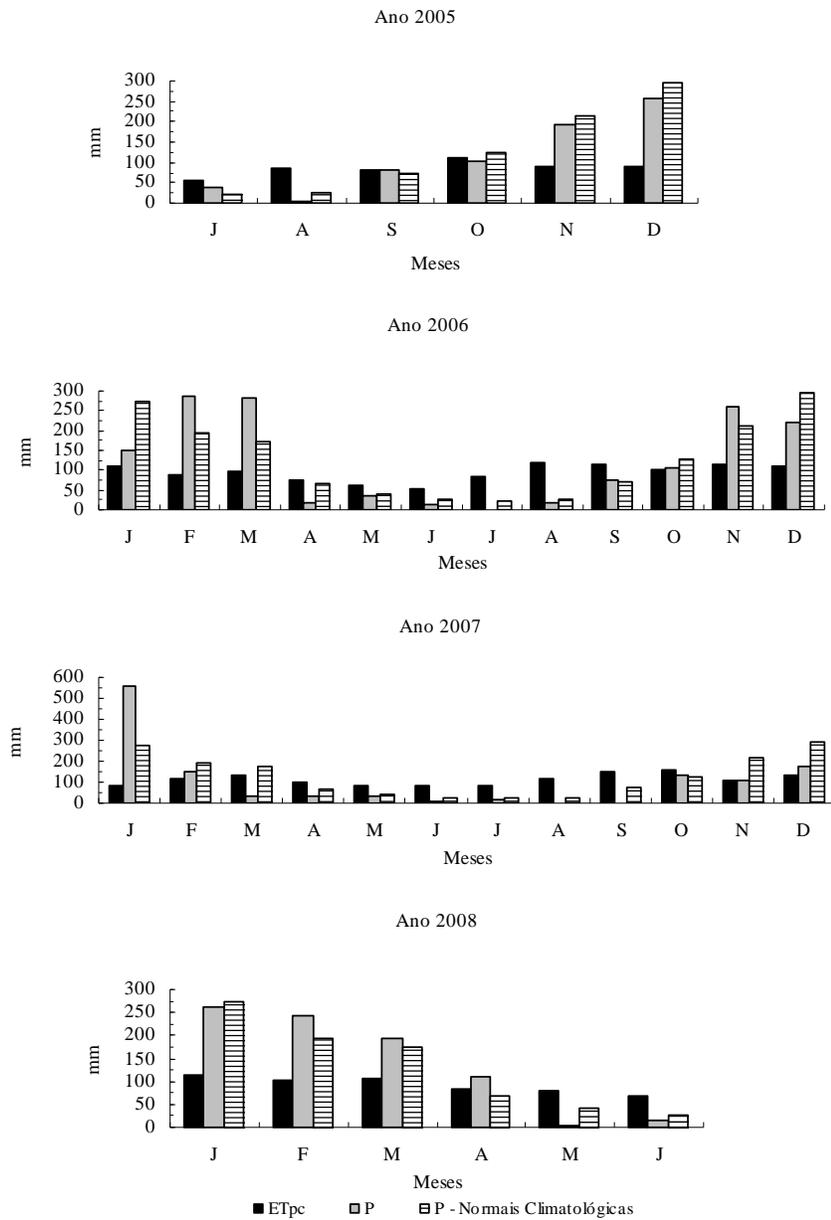


FIGURA 3 Totais mensais (mm) para evapotranspiração potencial da cultura (ETpc) e precipitação (P), no período de julho 2005 a junho 2008. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Esses valores de déficit hídrico, por outro lado, são função da ausência ou dos baixos valores de precipitação e também dos aumentos da temperatura do ar entre os meses de junho a setembro e de elevada demanda de água pela atmosfera. Foram constatados valores de ET_{pc} da ordem de $5,00 \text{ mm dia}^{-1}$, para os meses de setembro e outubro de 2007 (Figura 3).

Segundo Santinato et al. (2008), áreas com déficit hídrico mensal (DHM) entre 100 a 150 mm são consideradas aptas para o cultivo do café arábica, porém, com irrigação ocasional. Considerando apenas os parâmetros de ET_{pc} e P no período em estudo (julho/2005 a junho/2008), foram registrados, durante os meses de abril a outubro, DHM com valores variando de 9 mm a 100 mm, justificando, portanto, a irrigação suplementar do café na região de Lavras, mesmo apresentando precipitação média anual normal da ordem de 1.529,7 mm (Brasil, 1992).

As lâminas aplicadas aos diferentes manejos de irrigação são observadas na Figura 4 A. As lâminas anuais aplicadas aos diferentes manejos de irrigação acrescida de suas precipitações estão ilustradas na Figura 4B.

Visualiza-se (Figura 4) que, no período de julho 2005 a junho 2008, entre os diferentes manejos de irrigação, o manejo de irrigação E apresentou o menor consumo de água, resultando em economia de água e, por consequência, também em economia de energia utilizada na irrigação.

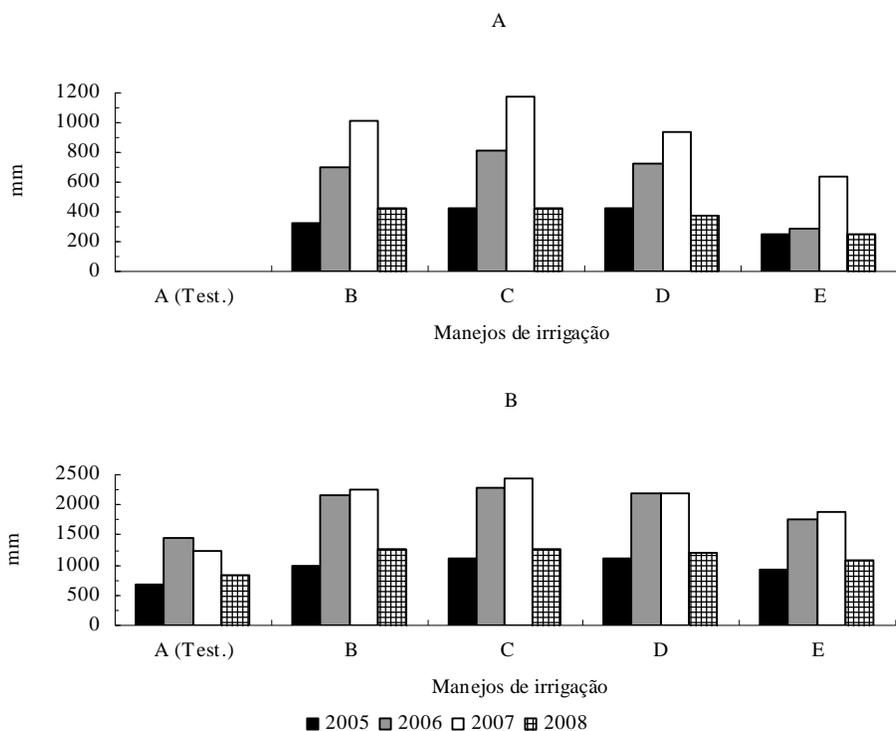


FIGURA 4 Lâminas anuais aplicadas aos diferentes manejos de irrigação (A) e lâminas anuais aplicadas aos diferentes manejos de irrigação acrescidas de suas precipitações (B), no período de julho/2005 a junho/2008. UFLA, Lavras, MG, 2009.

As médias climatológicas de temperatura do ar e umidade relativa, para o mesmo período estudado, confrontado com os valores históricos oriundos das normais climatológicas, são apresentadas na Figura 5.

Registraram-se médias de umidade relativa do ar variando de 58,3% durante o mês de agosto, alcançando o máximo valor de 78,5% no mês de janeiro, com umidade relativa média anual de 71,3% para o período em questão. A temperatura média no período em estudo apresentou variações de 17,1°C, durante os meses de junho e julho, atingindo o máximo de 22,6°C no mês de março, apresentando temperatura média anual de 20,5°C.

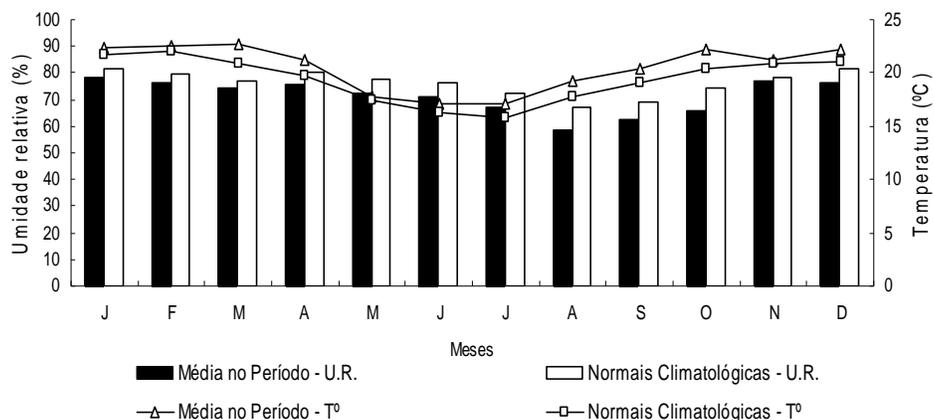


FIGURA 5 Médias das variáveis climatológicas temperatura do ar e umidade relativa, no período de julho/2005 a junho/2008, confrontadas com os valores históricos obtidos pelas normas climatológicas. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Esses valores sugerem que as condições climáticas foram favoráveis ao bom desenvolvimento vegetativo e produtivo do cafeeiro *Coffea arabica* L. cv. Acaiá MG-1474, como citado por Santinato et al. (2008).

É importante ressaltar que os valores históricos oriundos das normas climatológicas, comparados aos dados do período em que este estudo foi conduzido, mostram ter ocorrido diminuições na umidade relativa (4,85%) e aumento na temperatura média do ar (1,05°C). Detectaram-se diminuições médias da ordem de 8,8%, 6,6% e 8,6% na umidade relativa para os meses de agosto, setembro e outubro, respectivamente (Figura 5). Pela mesma Figura também pode ser verificado aumento médio na temperatura do ar durante esses meses. Os valores de aumento foram da ordem de 1,5°C; 1,3°C e 1,8°C, respectivamente, para os meses de agosto, setembro e outubro, indicando ter ocorrido maior demanda de água pelas plantas, a fim de atender às necessidades de conforto hídrico da cultura.

Vilella & Faria (2002) estudaram, durante as safras 1998/1999 e 1999/2000, a irrigação e o parcelamento de adubação no crescimento, na produtividade e na qualidade dos grãos do cafeeiro, no mesmo local. Os autores observaram o aumento de temperatura, principalmente no período seco do ano, fazendo com que o cafeeiro necessitasse de uma maior quantidade de água no solo para a sua manutenção, como também constatado no presente estudo.

Dantas et al. (2007) estudaram as variações ambientais no município de Lavras, MG, avaliando a tendência de dados climáticos recentes de 14 anos (1991-2004) e comparando-os com os valores da série histórica do período de 1961 a 1990. Os autores relatam que, para a série observada de 1991-2004, os valores de temperatura ficaram maiores. A temperatura média anual aumentou de 19,4°C para 20,4°C, variando de 17,1°C, em julho a 22,8°C, em fevereiro. A precipitação anual de 1.530 mm foi reduzida para 1.460 mm na série observada de 14 anos, sendo os maiores e os menores valores de precipitação alterados para 321 mm, em janeiro e 7 mm, em julho. No período de 36 meses (julho/2005 a junho/2008) em que se desenvolveu este estudo, foram registrados resultados semelhantes da ordem de 1.405,4 mm na precipitação média anual com o maior e a menor precipitação média mensal nos meses de janeiro (323 mm) e agosto (7 mm). A temperatura média anual foi de 20,5°C, variando de 17,1°C, nos meses de junho e julho, ao máximo de 22,6°C, em março (Figura 5). Os autores concluíram que o índice de umidade (Iu) alterou-se de $B_3 r B'_3 a'$ para $B_2 r B'_3 a'$, representando um tipo menos úmido que o anterior, segundo a classificação climática de Köppen.

4.2 Características reprodutivas

O resumo da análise de variância conjunta com os quadrados médios para o total de flores, ganhos em ramificações e porcentual de pagamento de frutos, nas safras 2006/2007 e 2007/2008, em diferentes manejos de irrigação, é mostrado nas Tabelas 3 e 4.

TABELA 3 Resumo da análise de variância conjunta com as fontes de variação (F.V.), número de graus de liberdade (G.L.) e quadrados médios, com suas respectivas significâncias, para as variáveis total de flores e ganhos em ramificações do cafeeiro cv. Acaíá MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

F.V.	G.L.	Variáveis	
		Total de flores	Ganhos em ramificações
Safra	1	526,73 ^{**}	5,77 ^{**}
Bloco (Safra)	6	9,28 [*]	0,35 ^{ns}
Manejo	4	13,66 ^{ns}	0,10 ^{ns}
Safra x Manejo	4	4,01 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Erro	24	6,48	0,19
C.V. (%)		37,37	17,79
Média Geral		6,81	2,42

^{ns} Não significativo; ^{*} significativo, a 5% e ^{**} significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F. Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

TABELA 4 Resumo da análise de variância conjunta com as fontes de variação (F.V.), número de graus de liberdade (G.L.) e quadrados médios, com suas respectivas significâncias, para a variável porcentual de pagamento de frutos do cafeeiro cv. Acaíá MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

F.V.	G.L.	Variável
		Pagamento de frutos (%)
Safra	1	5797,69 [*]
Bloco (Safra)	4	858,81 ^{ns}
Manejo	4	1254,17 ^{ns}
Safra x Manejo	4	203,01 ^{ns}
Erro	16	994,29
C.V. (%)		75,98
Média Geral		41,50

^{ns} Não significativo; ^{*} significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste de F.

Pelo resumo da análise de variância conjunta (Tabela 3), nota-se efeito significativo para fonte de variação safra nas variáveis total de flores e ganhos em ramificações e porcentual de vingamento de frutos (Tabela 4). Para as fontes de variação manejo de irrigação e interação safra e manejo de irrigação, não foi verificado efeito significativo (ns). Notam-se (Tabela 3 e 4) altos coeficientes de variação (CV) para as variáveis total de flores (37,37%) e porcentual de pegamento de frutos (75,98%), o que pode estar relacionado a possíveis erros de natureza não-controlada ou a fatores desconhecidos. A variável ganhos em ramificações mostrou baixo CV.

As médias do total de flores, ganhos em ramificações e porcentual de pegamento de frutos encontram-se na Tabela 5. Os dados desta Tabela demonstram não existir efeito significativo (letras minúsculas) para os diferentes manejos de irrigação, em duas safras observadas. Comparando-se o efeito de safra para cada variável (letras maiúsculas), verifica-se, a 5% de probabilidade, pelo teste de F, que as variáveis total de flores e porcentual de vingamento de frutos apresentaram melhores médias durante a safra 2006/2007.

As maiores médias alcançadas pelas variáveis total de flores (10,44) e porcentual de vingamento de frutos (55,40%) refletiram em maior produção média pelos tratamentos (75,55 sacas 60 kg ha⁻¹), na safra 2006/2007. Da mesma forma verifica-se que, na safra 2007/2008, as médias dos tratamentos para as variáveis total de flores (3,18) e porcentual de pegamento de frutos (27,60%) apresentaram a menor produção média, conforme poderá ser observado mais adiante.

Com relação à variável ganhos em ramificações, essa mostrou comportamento semelhante em todos os tratamentos em ambas as safras, embora tenha mostrado com melhor média (letras maiúsculas) na safra 2007/2008.

TABELA 5 Valores médios para as variáveis total de flores, ganhos em ramificações e percentual de pagamento de frutos do cafeeiro cv. Acaia MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Manejo	Variáveis		
	Total de flores *	Ganhos em ramificações *	Pagamento de frutos (%)
	Safrá 2006/2007		
A (Test.)	13,16a	2,04a	48,60a
B	10,29a	1,95a	56,72a
C	8,80a	2,40a	70,67a
D	10,42a	1,99a	65,53a
E	9,53a	1,82a	35,50a
Média	10,44A	2,04B	55,40a
Safrá 2007/2008			
A (Test.)	4,14a	2,94a	11,67a
B	1,90a	2,54a	31,20a
C	1,95a	2,63a	29,20a
D	4,81a	2,99a	53,27a
E	3,12a	2,91a	12,67a
Média	3,18B	2,80A	27,60B

Médias seguidas nas colunas pela mesma letra minúscula em cada safrá comparam os manejos e pela mesma letra maiúscula comparam as safras para cada variável, não diferindo entre si, pelo teste de Scott-Knott (5%). *Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

Analisando-se as variáveis total de flores e ganhos em ramificação, nota-se, pelos dados da Tabela 5, que os valores encontrados para os diferentes manejos de irrigação se desviam com pouca amplitude, razão pela qual não se detecta o efeito significativo. Isso indica que baixos desvios foram apresentados para essas variáveis, tendo como erro padrão encontrado pela análise de variância conjunta valores da ordem de 1,27 e 0,22, respectivamente, para o total de flores e ganhos em ramificações. Na Tabela 6 são apresentados o número médio de flores emitidas, o percentual médio de flores e o percentual médio de flores por florada, nos diferentes manejos de irrigação.

TABELA 6 Valores médios do número de flores emitidas, percentuais de flores e percentual de flores por florada em cada manejo de irrigação, em diferentes datas de avaliações, para as safras 2006/2007 (A) e 2007/2008 (B) do cafeeiro cv. Acaia MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

A 1 A – Número médio de flores

2006/2007	Datas das avaliações de campo															Total	Pegam.(%)
	Manejo	19-set	27-set	5-out	11-out	19-out	26-out	1-nov	8-nov	15-nov	22-nov	29-nov	6-dez	13-dez	20-dez		
A	1,0	0,0	93,4	36,9	1,3	1,3	0,4	0,0	20,6	19,6	0,2	10,9	0,0	0,1	1,5	186	48,60
B	0,1	0,0	35,5	44,6	0,9	0,4	0,6	0,1	6,5	14,2	0,1	3,3	0,0	0,0	0,0	106	56,72
C	0,3	0,0	23,1	15,1	2,4	0,9	0,9	0,0	12,2	17,5	0,1	4,6	0,0	0,0	0,7	78	70,67
D	1,4	0,4	37,3	40,8	8,3	0,7	0,9	0,0	17,3	16,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	124	65,53
E	0,0	0,0	12,9	16,8	9,9	2,3	1,3	0,0	20,2	31,3	0,3	3,3	0,0	0,3	0,0	99	35,50

A 2 A – Percentual médio de flores

2006/2007	Datas das avaliações de campo															Total	T. Flores
	Manejo	19-set	27-set	5-out	11-out	19-out	26-out	1-nov	8-nov	15-nov	22-nov	29-nov	6-dez	13-dez	20-dez		
A	0,5	0,0	50,2	19,8	0,7	0,7	0,2	0,0	11,0	10,5	0,1	5,9	0,0	0,1	0,3	100,0	186
B	0,1	0,0	33,4	42,0	0,8	0,3	0,6	0,1	6,1	13,3	0,1	3,1	0,0	0,0	0,0	100,0	106
C	0,3	0,0	29,7	19,5	3,1	1,1	1,1	0,0	15,7	22,5	0,1	6,0	0,0	0,0	0,9	100,0	78
D	1,1	0,3	30,2	33,0	6,7	0,6	0,8	0,0	14,0	13,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	100,0	124
E	0,0	0,0	13,1	17,1	10,0	2,3	1,3	0,0	20,5	31,7	0,3	3,3	0,0	0,3	0,0	100,0	99

... continua...

TABELA 6, Cont.

B 1 B - Número médio de flores

2007/2008	Datas das avaliações de campo														Total	Pegam.(%)
Manejo	28-set	3-out	8-out	17-out	22-out	26-out	29-out	31-out	5-nov	7-nov	14-nov	16-nov	21-nov	27-nov		
A	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	15,6	2,4	0,8	1,4	0,0	0,5	0,0	0,0	27	11,67
B	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	1,4	0,8	0,1	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	6	31,20
C	0,0	0,0	0,4	0,0	0,5	0,1	3,7	1,0	0,8	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	7	29,20
D	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	26,8	0,4	2,2	0,0	0,0	0,6	0,0	0,1	31	53,27
E	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	9,9	0,4	0,5	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	12	12,67

B 2 B - Porcentual médio flores

2007/2008	Datas das avaliações de campo														Total	T. Flores
Manejo	28-set	3-out	8-out	17-out	22-out	26-out	29-out	31-out	5-nov	7-nov	14-nov	16-nov	21-nov	27-nov		
A	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	19,5	58,6	9,2	2,8	5,4	0,0	1,9	0,0	0,0	100,0	27
B	0,0	0,0	56,7	0,0	0,0	0,0	22,7	12,4	1,0	4,1	0,0	3,1	0,0	0,0	100,0	6
C	0,0	0,0	5,5	0,0	7,3	0,9	54,1	14,7	11,9	2,8	0,0	2,8	0,0	0,0	100,0	7
D	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,2	86,0	1,4	7,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,4	100,0	31
E	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	84,6	3,7	4,3	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	100,0	12

A 3 A - Porcentual média de flores por florada

2006/2007	Maior florada	Mediana	Menor florada	% Total
Manejo	1ª florada	2ª florada	3ª florada	
A	70,7	21,6	5,9	98,1
B	76,2	19,5	3,1	98,8
C	52,3	38,2	6,0	96,5
D	69,9	27,2	0,1	97,2
E	40,2	52,2	3,3	95,7

B 3 B - Porcentual média de flores por florada

2007/2008	Mediana	Maior florada	Menor florada	% Total
Manejo	1ª florada	2ª florada	3ª florada	
A	-	95,6	1,9	97,5
B	56,7	40,2	3,1	100,0
C	5,5	84,4	2,8	92,7
D	1,0	96,6	2,0	99,6
E	6,4	93,1	0,5	100,0

Para safra 2006/2007, foi registrado o total de três floradas expressivas para todos os manejos de irrigação estipulados (Tabela 6, 2A) com concentrações decrescentes, como verificado por Alvim (1977). Na safra 2007/2008 (Tabela 6, 2B), embora tenha sido verificado o número de três floradas, porém, com menor número de flores emitidas quando comparada à safra passada, foi registrada apenas uma única florada expressiva para todos os tratamentos. Observam-se concentrações de florada, dita como a maior florada, no início do mês de outubro (Tabela 6, 3A) e no final do mês de outubro e início do mês de novembro (Tabela 6, 3B), respectivamente, para as safras 2006/2007 e 2007/2008.

Os dados da Tabela 6 não mostram uma tendência clara de qualquer manejo de irrigação ter concentrado a emissão de flores de seus cafeeiros, visto que todos os tratamentos irrigados se comportaram de forma semelhante ao tratamento não irrigado (manejo A).

Oliveira (2003) e Soares et al. (2005) comentam a necessidade de estudos que relacionem o efeito do déficit hídrico aos fatores climáticos de forma isolada e, posteriormente, fazer associações buscando conhecer a contribuição de cada fator na emissão de flores pelos cafeeiros.

Com relação às variáveis climáticas umidade relativa, temperatura do ar e precipitação, obtidas pela estação climatológica principal de Lavras (ECP), foram feitas as seguintes observações durante o período mais significativo de ocorrência da pré-antese e durante a antese (abertura das flores do cafeeiro) propriamente dita:

- para safra 2006/2007, foi verificada a ocorrência da primeira florada, tida como a maior, sendo, para isso, avaliada a emissão de flores pelos cafeeiros, nos dias 05/10/2006, 11/10/2006 e 19/10/2006, descritos a seguir:

- anteriormente à avaliação do dia 05/10/2006, verificou-se não terem ocorrido precipitações a partir do dia 25/09/2006, com temperaturas médias

abaixo da registrada durante todo mês de outubro (21,2°C), tendo sido registrados 17,9°C no dia 02/10/2006, seguido da precipitação de 11,1 mm. Registraram-se ainda pequenas precipitações nos dias 03/10/2006 (4,8 mm) e 04/10/2006 (6,4 mm), com temperaturas médias de 20,9°C e 22,5°C, respectivamente, culminando na antese dos dias 05/10/2006 e 06/10/2006, quando verificou-se a não ocorrência de precipitação;

- para a avaliação feita em 11/10/2006, foi registrado que, entre os dias 05/10/2006 e 11/10/2006, houve uma chuva expressiva no dia 07/10/2006 (37,6 mm) e tendências de quedas de temperatura abaixo da média encontrada para o mês de outubro, culminando novamente na antese entre os dias 10/11/2006 e 11/10/2006. Nesses dias também se verificou a não ocorrência de precipitação;

- a avaliação da emissão de flores do dia 19/10/2006 foi antecedida por um período sem precipitação entre os dias 13/10/2006 e 17/10/2006. Foi observada, durante essa avaliação, a precipitação de 3,5 mm, além de temperatura média abaixo da registrada para todo o mês de outubro;

- para a segunda florada referente à safra 2006/2007 foi verificada emissão de flores pelos cafeeiros de florada mediana nos dias 15/11/2006 e 22/11/2006, assim descritos:

- antecedendo a avaliação do dia 15/11/2006, foram registradas baixas temperaturas entre os dias 10/11/2006 e 13/11/2006, variando de 14,3°C a 16,7°C, para uma média, no referido mês de novembro, de 21,3°C, seguida de precipitação (32,4 mm), sendo a provável causa da ocorrência da antese;

- avaliando o florescimento ocorrido no dia 22/11/2006, foi verificada a não ocorrência de precipitação entre os dias 16/11/2006 e 19/11/2006. Em seguida, nos dias 20/11/2006 e 21/11/2006, houve a ocorrência de precipitações de 31,0 mm e 4,6 mm, respectivamente, com pequena queda da temperatura média;

- na terceira florada ainda referente à safra 2006/2007, foi verificada uma emissão de flores pelos cafeeiros tidos como de menor florada no dia 06/12/2006. Precedidos de dias chuvosos, uma pequena estiagem foi registrada entre os dias 01/12/2006 e 04/12/2006, com queda de 3,2°C entre os dias 04/12/2006 e 05/12/2006. Posteriormente, nos dias 05/12/2006 e 06/12/2006, foi registrada a ocorrência de precipitações de 9,0 mm e 5,6 mm, respectivamente, ocasionando, provavelmente, a abertura das flores.

É importante ressaltar, nessa safra, que os valores históricos oriundos das normais climatológicas para os meses de outubro, novembro e dezembro, correspondente ao período de florescimento dos cafeeiros, mostram terem ocorrido diminuições na umidade relativa (0,2%, 1,2% e 8,6%), aumentos na temperatura média do ar (0,8°C, 1,4°C e 1,5°C) além de alterações nas precipitações, tendo esse último já sido discutido e visualizado pela Figura 3;

- já para safra 2007/2008 foi verificada a ocorrência da primeira florada tida como a maior, sendo para isso avaliada a emissão de flores pelos cafeeiros em 26/10/2007, 29/10/2007, 31/10/2007, 05/11/2007 e 07/11/2007. Também foi realizada a avaliação da emissão de flores em 16/11, tida como de menor florada, sendo essas mostradas a seguir:

- anteriormente à avaliação do dia 26/10/2007, detectaram-se quedas de temperatura entre os dias 23/10/2007 e 25/10/2007, variando de 15,0°C a 18,7°C, abaixo da média mensal registrada no referido mês de outubro (22,7°C) e precipitações significativas da ordem de 33,8 mm, 5,5 mm e 10,2 mm;
- a precipitação de 11,4 mm, ocorrida no dia 28/10/2007 e a verificação da não ocorrência de precipitação, nos dias 29/10/2007 e 30/10/2007, seguidas de precipitação (34,4 mm), provavelmente induziram a abertura de flores nas avaliações realizadas no dia 29/10/2007 e 31/10/2007;
- a emissão de flores nas avaliações realizadas nos dias 05/11/2007, 07/11/2007 e 16/11/2007 comportaram-se de forma semelhante ao ocorrido nas

datas anteriores. Houve diminuição da temperatura média antecedente às avaliações de florescimento, as quais se encontravam abaixo da média mensal observada durante todo o mês de novembro, acompanhadas de precipitações.

Como para a safra anterior, nesta safra, nota-se que os valores históricos correspondentes ao período de florescimento pelos cafeeiros oriundos das normais climatológicas mostram terem ocorrido diminuições na umidade relativa (15,1% e 1,4%), aumentos na temperatura média do ar (2,3°C e 0,6°C) e também alterações nas precipitações (Figura 3), respectivamente, para os meses de outubro e novembro, correspondente ao período de florescimento pelos cafeeiros.

As observações relatadas acima para as safras 2006/2007 e 2007/2008 concordam com as considerações, sugestões e relatos de Browing (1977), Barros & Maestri (1978), Rena & Maestri (1987) e Oliveira (2002), os quais relacionam um período de estiagem acompanhado de chuvas ou irrigações e quedas de temperatura influenciando a quebra de dormência dos botões florais e promovendo a abertura das flores do cafeeiro.

Chuvas e queda abrupta de temperatura estão, geralmente, associadas, nas regiões tropicais, sendo o sinal externo primário resultante da antese, tanto pela água quanto pela temperatura ou por uma interação dos dois fatores dificultando a identificação do fator crítico no processo (Rena & Maestri, 1987).

Oliveira (2003) cita não serem completamente conhecidos os mecanismos climáticos que induzem o cafeeiro ao florescimento. Para as condições encontradas e o período avaliado neste estudo, parece ter existido uma influência maior dos fatores climáticos umidade relativa, temperatura do ar e precipitação do que a irrigação em si na emissão de flores pelos cafeeiros, embora ainda não se conheça a resultante da interação entre esses e os outros fatores no processo de florescimento de cafeeiros.

Rena & Maestri (1987) comentam que, em cafeeiros sob irrigação constante, os botões florais mantêm dormência permanente, sendo necessário um período de seca para que haja a florada. Relatam também que, em geral, a irrigação por aspersão é mais eficiente que a irrigação localizada na quebra da dormência. Esse fato, possivelmente, além do umedecimento direto dos botões, promove um abaixamento da temperatura, podendo as chuvas ter efeito semelhante.

Como observado anteriormente, as médias do pegamento de frutos para os tratamentos durante as safras 2006/2007 (55,40%) apresentaram-se melhores em relação à safra 2007/2008 (27,60%), resultando em melhor produção média (75,55 sacas 60 kg ha⁻¹). Segundo trabalhos realizados em Campinas, SP e citados por Rena & Maestri (1987), o pegamento médio de frutos é de aproximadamente 50%, sendo maior na parte superior da planta.

Garcia et al. (2008) citam que, em muitas espécies, um baixo estabelecimento dos frutos ocorre pela competição entre a frutificação e o crescimento vegetativo, principalmente quando a parte aérea apresenta crescimento excessivo. Além disso, a competição entre frutos provoca a queda dos mais novos ou a redução do tamanho deles, principalmente em condições de frutificação intensa.

Segundo Rena & Maestri (1987), durante o primeiro mês de expansão rápida, cerca de 8 a 12 semanas depois do florescimento, os frutos, comumente, estão sujeitos a cair, sendo que, posteriormente, os frutos podem cair também quando a disponibilidade de carboidratos é bastante baixa ou quando ocorre a seca de ponteiros. Possivelmente, devido à alta produção na safra 2006/2007 com ciclo bienal apresentado para todos os tratamentos, os cafeeiros já recepados devem ter apresentado um esgotamento fisiológico e direcionando, na safra seguinte, suas reservas para a manutenção vegetativa, visto que as plantas se encontravam com grande desfolha após a colheita da safra 2006/2007. Como

já relatado, a variável ganhos em ramificações se mostrou com melhor média (letras maiúsculas) durante a safra 2007/2008, podendo esse fato ser reforçado pela Tabela 5.

Conforme já abordado, diminuições na umidade relativa, aumentos na temperatura média do ar e alterações nas precipitações (Figura 3), durante o período de florescimento dos cafeeiros, quando comparados aos valores históricos obtidos pelas normais climatológicas, devem ter contribuído para o baixo vingamento de flores e, por consequência, o pegamento de frutos. O mesmo fato foi observado por Arruda et al. (1999) na produção do cafeeiro, em Pindorama, SP.

Durante a safra 2007/2008, foi registrado o menor número de flores e porcentual de pegamento de frutos entre os tratamentos. Os dados climáticos mostram diminuições da ordem de 15,1% na umidade relativa e aumentos na temperatura média do ar em 2,3°C, para o mês de outubro. Em virtude dessa constatação, verificou-se também que o período de maior concentração de florada para essa safra correspondeu justamente ao referido mês de outubro.

Embora o manejo de irrigação E tenha apresentado menor porcentual de vingamento de frutos, ele mostrou o maior valor de produção acumulada entre os diferentes tratamentos. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de o porcentual de vingamento não representar o total de frutos existentes e, também, os ramos nos quais foram feitas as amostragens não serem representativos do restante da planta. Segundo Rena & Maestri (1987), o índice médio de vingamento de florada é maior na parte superior das plantas do cafeeiro.

4.3 Defeitos

O resumo da análise de variância conjunta com os quadrados médios para o número de defeitos intrínsecos grãos brocados, grãos pretos, grãos concha, grãos verdes, grãos ardidos, grãos mal granados e número total de

defeitos, nas safras 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008, em diferentes manejos de irrigação, é mostrado na Tabela 7. O desdobramento do manejo de irrigação dentro de safra, no número de defeitos intrínsecos, pode ser encontrado no Anexo 3B.

Observam-se, pela Tabela 7, coeficientes de variação (CV) próximos a 40% para as classes de defeitos brocado, preto, concha e ardido. Apenas o defeito verde (26,52%) e o total de defeitos (23,29%) apresentaram bons coeficientes de variação e, portanto, boa precisão no experimento. Como comentado anteriormente, isso pode estar relacionado a possíveis erros de natureza não-controlada ou a variáveis desconhecidas, nas quais causam variabilidade nos ensaios agropecuários. Mesmo não ocorrendo o efeito estatístico da fonte de variação manejo e da interação safra e manejo de irrigação, esses defeitos apresentaram as maiores médias entre as classes de defeitos (Tabela 7). As médias do número de defeitos intrínsecos, para as três safras em estudo, encontram-se na Tabela 8.

TABELA 7 Resumo da análise de variância conjunta com as fontes de variação (F.V.), número de graus de liberdade (G.L.) e quadrados médios, com a respectiva significância, para as variáveis do número de defeitos intrínsecos grãos brocados, grãos pretos, grãos concha, grãos verdes, grãos ardidos, grãos mal granados e número total de defeitos do cafeeiro cv. Acaia MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

F.V.	G.L.	Variáveis						
		Brocado	Preto	Concha	Verde	Ardido	Mal granado	Total defeito
Safra	2	128,37**	149,17**	15,76**	52,23**	174,72**	91,33**	101,90**
Bloco (Safra)	9	0,66 ^{ns}	6,01 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,32 ^{ns}	6,19 ^{ns}	2,40 ^{ns}	7,22 ^{ns}
Manejo	4	2,60 ^{ns}	10,35*	0,87 ^{ns}	4,03 ^{ns}	6,12 ^{ns}	1,75 ^{ns}	17,82 ⁺
Safra x Manejo	8	1,29 ^{ns}	7,07 ^{ns}	0,97 ^{ns}	1,44 ^{ns}	7,10 ^{ns}	1,48 ^{ns}	9,53 ^{ns}
Erro	36	1,80	4,01	1,12	1,91	7,94	1,70	8,44
C.V. (%)		41,59	41,79	37,32	26,52	42,46	29,83	23,29
Média Geral (%)		3,23	4,79	2,83	5,21	6,64	4,37	12,47

^{ns} Não significativo; ⁺ significativo, a 10%, * significativo, a 5% e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F. Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

TABELA 8 Valores médios para as variáveis do número de defeitos intrínseco grãos brocados, grãos pretos, grãos concha, grãos verdes, grãos ardidos, grãos mal granados e número total de defeitos do cafeeiro cv. Acaia MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Manejo	Variáveis						
	Brocado	Preto	Concha	Verde	Ardido	Mal granado	Total defeito
Safrá 2005/2006							
A (Test.)	1,40a	6,16b	1,75a	3,33a	3,06a	2,11a	8,26b
B	0,97a	5,45b	1,70a	2,86a	2,73a	0,93a	7,12b
C	1,34a	8,30a	1,59a	3,93a	3,77a	3,10a	10,90a
D	1,61a	9,53a	2,16a	2,58a	4,53a	1,94a	11,41a
E	1,71a	9,95a	2,03a	4,16a	3,49a	3,14a	12,27a
Média	1,40B	7,88A	1,85B	3,37B	3,51B	2,24C	9,99B
Safrá 2006/2007							
	Brocado	Preto	Concha	Verde	Ardido	Mal granado	Total defeito
A (Test.)	1,76a	1,17a	2,48a	5,34a	11,02a	4,37a	13,50a
B	2,05a	3,90a	2,80a	6,36a	9,19a	4,43a	13,49a
C	2,30a	3,38a	3,79a	5,86a	9,76a	4,07a	13,47a
D	2,39a	1,86a	3,85a	4,56a	7,29a	3,98a	10,70a
E	2,31a	3,11a	2,44a	7,20a	9,69a	4,91a	13,91a
Média	2,16B	2,69B	3,07A	5,86A	9,39A	4,35B	13,02a
Safrá 2007/2008							
	Brocado	Preto	Concha	Verde	Ardido	Mal granado	Total defeito
A (Test.)	4,37b	3,50a	3,96a	6,07a	5,55a	7,24a	12,98a
B	6,22a	3,14a	2,93a	6,37a	5,35a	6,22a	12,98a
C	6,69a	5,16a	3,55a	7,30a	9,37a	6,64a	16,84a
D	6,10a	2,96a	3,57a	6,12a	6,98a	6,30a	14,05a
E	7,22a	4,29a	3,86a	6,14a	7,78a	6,17a	15,19a
Média	6,12A	3,81B	3,57A	6,40A	7,00A	6,51A	14,41a

Médias seguidas nas colunas pela mesma letra minúscula em cada safrá comparam os manejos e, pela mesma letra maiúscula, comparam as safras para cada variável, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (5%). Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

Custódio et al. (2007) avaliaram o efeito da irrigação de cafeeiros sob pivô central na classificação do café em Lavras, MG. Segundo os autores, entre as classes de defeitos, os grãos verdes e ardidos apresentaram os maiores percentuais para todas as safras e lâminas estudadas.

Observando as três safras em estudo, percebe-se que o tratamento testemunha, quando comparados os diferentes manejos de irrigação (letras minúsculas), tende a apresentar menor número do defeito preto e brocado e, portanto, menor número total de defeitos.

Verifica-se (Tabela 8) que, entre os tratamentos irrigados, o manejo de irrigação E tende a apresentar o maior valor do número total de defeitos em duas das três safras. Seus valores superaram sempre as médias dos tratamentos nas três safras em estudo. Detecta-se, ainda na Tabela 8, o efeito significativo nos diferentes manejos de irrigação (letras minúsculas), destacando os tratamentos irrigados que tendem a maiores índices quanto ao defeito intrínseco preto e brocado. Na safra 2005/2006, o defeito preto foi da ordem de 9,95 e, na safra 2007/2008, de 7,22, para o defeito brocado. Esses resultados concordam com os de Souza & Reis (1997) e de Zambolim et al. (2007), que relatam ser a brocado-café favorecida pela irrigação.

Uma das causas que podem explicar os maiores valores do defeito verde e ardido pode ser a decisão de se iniciar a colheita. Segundo Bartholo & Guimarães (1997), os frutos verdes possuem elevado teor de umidade (60% a 70%) e, em função das condições de secagem, podem dar origem a três classes de defeitos; se rápida, o grão adquire o aspecto preto, já quando feita de forma lenta, o grão adquire tons verdes, que também é uma classe de defeito. Os grãos ardidos (coloração marrom) se devem também à presença do elevado teor de umidade, que favorece processos de fermentação no momento da secagem. A secagem rápida dos grãos pode favorecer também o surgimento de grãos quebrados no momento do beneficiamento, isto porque a perda rápida de água

dos grãos pode promover trincas nos mesmos, em função das contrações impostas aos grãos, durante o processo de secagem.

Ressalta-se que o porcentual de frutos verde para a safra 2005/2006 e 2007/2008 se mostrou alto para todos os tratamentos. De forma preventiva, foi decidido iniciar a colheita antecipadamente, para evitar que os frutos com maturação desuniforme em uma mesma planta atingissem, em maior quantidade, o estágio seco e caíssem. Isso resultaria em possíveis erros, quando da aferição da produtividade das parcelas experimentais, já que essas se apresentavam com produção razoável para safra 2005/2006 e baixa produção para safra 2007/2008. Apenas para a safra 2006/2007 não foram registrados altos índices de grãos no estágio verde, em virtude de problemas operacionais para o início da colheita.

Em face das discussões apresentadas e da necessidade do estudo relacionado às condições climáticas associadas à irrigação (Cortez, 1997), se torna importante que a extrapolação dos reais efeitos que a irrigação exerce sobre a classificação do café quanto ao tipo (número de defeitos) leve em consideração o grau de maturação dos frutos antes de se iniciar a colheita.

Quanto ao defeito verde, Borém et al. (2006) concluíram ser possível o descascamento dos frutos verdes agregarem valor ao produto final na produção do café cereja descascado. Este estudo induz a concluir que, mesmo o defeito verde estando entre aqueles de maior ocorrência na cafeicultura convencional ou irrigada, esse não será grande empecilho, pela possibilidade de serem minimizado, desde que feitas as devidas práticas agrícolas de manejo durante a pós-colheita do café.

Com relação ao defeito brocado, durante a safra 2006/2007, ano de alta produção, cuidados para uma colheita bem feita provavelmente não foram tomados da melhor forma, resultando em um maior ataque pelo inseto-praga na safra seguinte, 2007/2008. Esse fato pode ser constatado com base nos dados da Tabela 8.

De acordo com Bartholo & Guimarães (1997), a temperatura dos grãos acima de 40°C, durante a secagem do café, aumenta consideravelmente o porcentual de grãos da classe de defeito preto.

Durante a safra 2005/2006, quando se registrou o efeito significativo do defeito preto, apresentando também o maior valor médio (7,88) para todos os tratamentos (Tabela 8), foi registrado o menor porcentual médio do grau de maturação seco entre os tratamentos para todas as safras. Isso implica dizer que o defeito preto ocorreu, provavelmente, no processo de secagem das parcelas experimentais, que podendo ter sido realizada de forma inadequada, resultando em erro experimental. Deve-se mencionar também a possibilidade de equívocos durante a atribuição das notas na contagem do defeito preto.

Na equivalência dos grãos imperfeitos, constatou-se que os maiores números de defeitos foram referentes às variáveis grãos verdes e ardidos, representando a maior parte do número total de defeitos encontrado nas safras em estudo. Foi verificado (Tabela 8) maior número do defeito verde e ardidos para as safras 2006/2007 e 2007/2008. Isso, possivelmente, é explicado pelo processo de secagem ao ar livre em bancadas suspensas, como mencionado na metodologia. Uma elevada circulação do ar pode ter favorecido a troca de calor, não permitindo que a temperatura dos grãos se elevasse e acarretasse o defeito preto, tido como de pior classe entre os defeitos intrínsecos, e encontrado em menor intensidade na segunda e terceira safra.

Camargo & Camargo (2001) comentam que estiagens severas na fase de granação (janeiro a março) podem resultar em grãos chochos (mal granados). Da mesma forma, Freire & Miguel (1987) verificaram que baixos índices de precipitações pluviométricas e temperaturas médias elevadas promovem maior porcentual de frutos chochos. Pela Figura 3, já apresentada, observa-se que, durante esses meses, os valores de P superaram, em sua maioria, os valores de ET_{pc}, não sendo, portanto, a causa provável para o aparecimento do defeito mal

granado. De forma paralela, foram supridas as necessidades nutricionais conforme recomendações de Ribeiro et al. (1999), mediante resultados analíticos (Anexos). Com relação às classes de defeitos mal granado e concha, esses, provavelmente, se relacionam a algum fator de ordem fisiológica ou de anomalia dos grãos.

4.4 Peneiras

O resumo da análise de variância conjunta com os quadrados médios para a classificação porcentual de peneiras de grãos chatos graúdos (GCG), grãos chatos médios (GCM), grãos chatinhos (GC), grãos moca graúdos (GMG), grãos moca médios (GMM), grãos moquinhos (GM), percentuais de grãos peneiras 16 acima (P>16) e percentuais de grãos moca (Moca), nas safras 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008, em diferentes manejos de irrigação, é mostrado na Tabela 9.

TABELA 9 Resumo da análise de variância conjunta com as fontes de variação (F.V.), número de graus de liberdade (G.L.) e quadrados médios, com a respectiva significância para as variáveis percentuais na classificação de peneiras de grãos chatos graúdos (GCG), grãos chatos médios (GCM), grãos chatinhos (GC), grãos moca graúdos (GMG), grãos moca médios (GMM), grãos moquinhos (GM), grãos peneiras 16 acima (P>16) e grãos moca (Moca) do cafeeiro cv. Acaia MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

F.V.	G.L.	Variáveis							
		GCG	GCM	GC	GMG	GMM	GM	P>16	Moca
Safra	2	1386,84**	950,95**	285,87*	131,24**	126,77**	148,68**	498,13*	1139,32**
Bloco (Safra)	9	208,90 ^{ns}	39,74 ^{ns}	116,63 ^{ns}	12,95 ^{ns}	16,50**	4,53 ^{ns}	211,55 ^{ns}	20,68 ^{ns}
Manejo	4	437,25**	52,10 ^{ns}	274,71 ^{ns}	4,85 ^{ns}	7,70 ^{ns}	19,12**	450,79*	62,14**
Safra x Manejo	8	144,96 ^{ns}	60,71 ^{ns}	333,30**	9,86 ^{ns}	2,85 ^{ns}	8,09 ^{ns}	365,51*	11,31 ^{ns}
Erro	36	116,29	71,38	72,40	8,19	4,33	4,76	135,93	11,56
C.V. (%)		29,97	24,61	70,76	34,72	41,07	50,03	17,89	19,24
Média Geral (%)		35,98	34,33	12,02	8,24	5,07	4,36	65,17	17,67

^{ns} Não significativo; * significativo, a 5% e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

Pelo resumo da análise de variância conjunta (Tabela 9) nota-se efeito estatístico significativo na fonte de variação safra, para todas as variáveis percentuais na classificação por peneiras a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste de F. Verifica-se também existir efeito estatístico, a 1% e 5% de significância, nas fontes de variação manejo de irrigação e interação safra e manejo de irrigação. Notam-se, ainda pela Tabela 9, diferentes coeficientes de variação para as classes granulométricas.

As variáveis GCG, GCM, P>16 e grãos moca, indicadas pelos seus respectivos coeficientes de variação, mostraram boa precisão apresentada pelo experimento. Para as demais variáveis estudadas, seus coeficientes de variação indicaram existir baixa precisão. Isso pode estar relacionado a possíveis erros de natureza não-controlada ou a variáveis desconhecidas, passíveis de ocorrer em experimentação agropecuária, como exemplo da variação genética entre indivíduos (plantas).

TABELA 10 Desdobramento de manejo dentro de safra na classificação porcentual de peneiras de grãos chatos graúdos (GCG), grãos chatos médios (GCM), grãos chatinhos (GC), grãos moca graúdos (GMC), grãos moca médios (GMM), grãos moquinhas (GM), grãos peneira 16 acima (P>16) e grãos moca (Moca) do cafeeiro cv. Acaiá MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

F.V.	G.L.	Variáveis							
		GCG	GCM	GC	GMG	GMM	GM	P>16	Moca
Manejo dentro 2005/2006	4	360,74*	106,94 ^{ns}	861,33**	12,37 ^{ns}	1,53 ^{ns}	5,43 ^{ns}	728,10**	20,19 ^{ns}
Manejo dentro 2006/2007	4	105,87 ^{ns}	30,64 ^{ns}	29,20 ^{ns}	6,15 ^{ns}	2,68 ^{ns}	2,41 ^{ns}	161,60 ^{ns}	11,38 ^{ns}
Manejo dentro 2007/2008	4	260,55 ^{ns}	35,96 ^{ns}	50,78 ^{ns}	6,05 ^{ns}	9,21 ^{ns}	27,46**	292,10 ⁺	53,20**
Erro	36	116,29	71,38	72,40	8,19	4,33	4,76	135,93	11,56

^{ns} Não significativo; ⁺ significativo, a 10%; * significativo, a 5% e ** significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

No desdobramento de manejo de irrigação dentro de safra (Tabela 10) percebe-se efeito significativo, pelo teste de F, para o manejo de irrigação dentro

da safra 2005/2006, classes GCG, GC e P>16 e dentro da safra 2007/2008, classes GM, P>16 e grãos moca.

Evidenciadas pela significância no desdobramento do manejo de irrigação dentro de safra (Tabela 10) para os percentuais médios referente às classes granulométricas, as diferenças encontradas pelo teste de Scott-Knott (5%) mostram existir sempre dois grupos de médias distintos, apresentados na Tabela 11.

As médias da classificação percentual de peneiras para as três safras em estudo, encontram-se na Tabela 11 e na Figura 6.

Comparando-se os diferentes manejos de irrigação, na safra 2005/2006, maiores valores de GCG foram apresentados para o manejo de irrigação E (56,17%), pertencendo esse manejo também ao grupo de médias com maior contribuição percentual de peneiras 16 e acima (77,49%). Para a classe GC, o manejo de irrigação B (37,41%) e o D (25,86%) apresentaram os maiores percentuais, quando comparados aos demais manejos.

Pelos dados da Tabela 11, constata-se que, durante a safra 2007/2008, a diferença encontrada pelo teste de Scott-Knott (5%), do tratamento testemunha em relação aos tratamentos irrigados, alcança os maiores valores percentuais para a classe GM (10,48%) e grãos moca (30,82%). Conseqüentemente, menores percentuais de peneiras 16 e acima (52,06%) foram obtidos pelo tratamento testemunha. De forma geral, nas safras 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008, o manejo de irrigação E apresentou os maiores percentuais de GCG (56,17%, 42,35% e 39,97%), com os menores percentuais de grãos moca (10,67%, 14,29% e 21,87), resultando em melhores percentuais de peneiras 16 e acima.

TABELA 11 Valores percentuais médios para as variáveis na classificação de peneiras grãos chatos graúdos (GCG), grãos chatos médios (GCM), grãos chatinhos (GC), grãos moca graúdos (GMG), grãos moca médios (GMM), grãos moquinhos (GM), grãos peneiras 16 acima (P>16) e grãos moca do cafeeiro cv. Acaíá MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Manejo	Variáveis							
	GCG	GCM	GC	GMG	GMM	GM	P>16	Moca
Safrá 2005/2006								
A (Test.)	47,13a	31,54a	5,64b	7,87a	3,32a	4,51a	77,53a	15,70a
B	32,37b	19,55a	37,41a	5,60a	3,13a	1,94a	51,15b	10,67a
C	51,16a	32,01a	5,04b	8,06a	1,87a	1,87a	83,74a	11,79a
D	39,16b	24,75a	25,86a	4,25a	2,37a	3,62a	61,54b	10,23a
E	56,17a	26,04a	7,13b	4,79a	2,23a	3,65a	77,49a	10,67a
Média	45,20A	26,78B	16,22A	6,11B	2,58C	3,12B	70,29A	11,81C
Safrá 2006/2007								
A (Test.)	29,12a	39,10a	13,96a	8,73a	5,88a	3,23a	57,87a	17,83a
B	30,59a	43,93a	12,13a	6,09a	4,23a	3,04a	60,53a	13,36a
C	33,05a	40,10a	11,91a	8,47a	4,16a	2,33a	70,25a	14,95a
D	33,53a	41,73a	10,13a	6,32a	5,77a	2,54a	63,13a	14,63a
E	42,35a	36,57a	6,80a	8,07a	4,97a	1,25a	72,74a	14,29a
Média	33,73B	40,28A	10,98B	7,53B	5,00B	2,48B	64,90B	15,02B
Safrá 2007/2008								
A (Test.)	25,79a	35,55a	7,84a	10,57a	9,77a	10,48a	52,06b	30,82a
B	34,53a	35,00a	5,26a	11,34a	8,63a	5,26b	68,33a	25,22b
C	24,78a	37,28a	13,89a	9,88a	6,71a	7,47b	54,73b	24,06b
D	19,97a	40,00a	11,08a	13,08a	6,19a	9,69a	55,78b	28,96a
E	39,97a	31,86a	6,30a	10,56a	6,77a	4,54b	70,71a	21,87b
Média	29,01B	35,93B	8,87B	11,09A	7,62A	7,49A	60,32B	26,19A

Médias seguidas nas colunas pela mesma letra minúscula em cada safra comparam os manejos e pela mesma letra maiúscula comparam as safras para cada variável, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (5%).

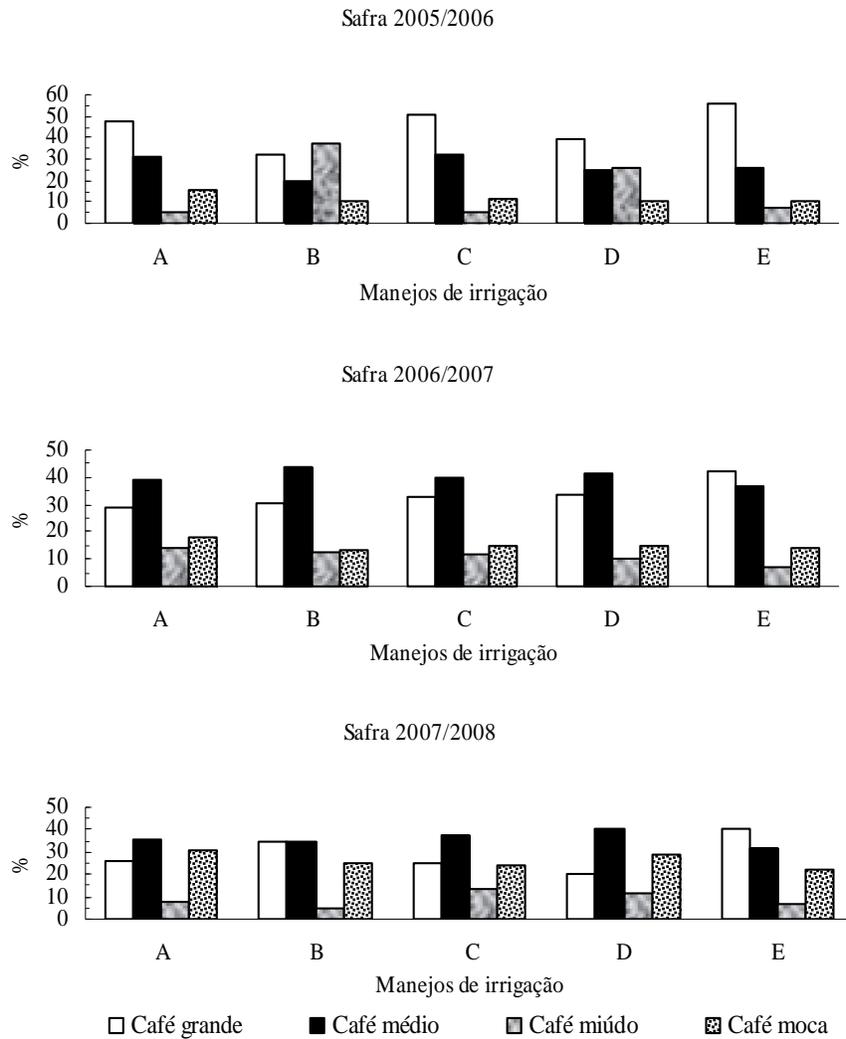


FIGURA 6 Porcentuais de grãos de café para as classes de classificação granulométrica, aplicando-se diferentes manejos de irrigação em três safras estudadas. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Com relação aos grãos moca, comparando as três safras para essa mesma classe (letras maiúsculas), percebe-se, pelo teste de Scott-Knott (5%), o incremento porcentual desses com a evolução da idade da lavoura e, por

consequência, a redução percentual de peneiras 16 e acima.

Visualiza-se, pela Figura 6, que, entre as classes granulométricas utilizadas de acordo com a tabela oficial de classificação (Tabela 3), o “café grande” e o “café médio” contribuíram com os maiores percentuais para todos os manejos de irrigação. Exceção é feita apenas ao manejo de irrigação B para a safra 2005/2006, no qual o “café miúdo” superou as demais classes.

Entre os tratamentos avaliados, o manejo de irrigação E alcançou os maiores valores percentuais médios de “café grande” (46,16%) e “café médio” (31,49%) e o menor valor percentual médio de “café moca” (15,61%), nas três safras em estudo. Já o manejo de irrigação A (não irrigado) se limitou aos menores somatórios percentuais para essas classes (34,01% e 35,39%, respectivamente) acarretando em maiores percentuais de “café moca” (21,45%).

Camargo (1987) relata que, nas condições da região centro-sul, o déficit hídrico na fase de chumbinho (outubro a dezembro) atrasa o crescimento dos frutos, resultando em seu baixo diâmetro (não desejado para a comercialização) e a redução da produtividade. Entre todos os tratamentos em estudo, o manejo de irrigação E estipulado no experimento pode ser a razão dos maiores percentuais de “café grande” e menores percentuais de “café moca”. O fato seria que o fornecimento de água às plantas no período seco do ano e logo após o consumo de apenas 25% da água disponível na camada de 0-40 cm, somado ao início do período chuvoso (Figura 3), não tenha proporcionado problemas na expansão e na granação dos frutos.

Portanto, os resultados encontrados para o manejo de irrigação E são promissores. Percentuais médios de 46% e 31%, para as classes granulométricas “café grande” e “café médio”, respectivamente, indicam bons percentuais de café para exportação, uma vez que os exportadores preferem grãos maiores. A preferência se deve ao fato de que, automaticamente, estarão eliminando boa parte dos defeitos dos grãos de café, visto que esses se encontram com maior

facilidade em peneiras com menor diâmetro.

É importante destacar, porém, a importância de se avaliar os efeitos da irrigação sobre essas e outras variáveis estudadas ao longo de vários anos (Custódio et al., 2007; Lima et al., 2008; Silva et al., 2008), a fim de se obterem respostas mais confiáveis.

4.5 Maturação

O resumo da análise de variância conjunta com os quadrados médios para o grau de maturação dos tratamentos no momento da colheita, percentuais de frutos nos estádios verde, verde-cana, cereja e passa, nas safras 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008, em diferentes manejos de irrigação, encontra-se no Anexo 1B. O desdobramento do manejo de irrigação dentro de safra, nas médias percentuais dos diferentes graus de maturação, pode ser visualizado no Anexo 2B. As médias dos percentuais de grãos colhidos do cafeeiro, conforme os estádios de maturação, para as três safras em estudo, encontram-se na Tabela 12.

Detecta-se, pelos resultados do teste de Scott-Knott, a 5% (Tabela 12), diferença significativa para os percentuais médios nas variáveis do grau de maturação nas três safras em estudo. Observa-se que, na safra 2005/2006, o único grau de maturação a diferir de forma significativa foi a variável passa. O tratamento testemunha apresentou maior percentual (45,00%), diferindo dos demais manejos de irrigação, em que esses obtiveram valores percentuais inferiores. Já na safra 2006/2007, o grau de maturação para a variável passa novamente apresentou diferença significativa, juntamente com a variável seco. Para a variável passa, o tratamento testemunha (10,25%) obteve significativamente o mesmo grupo de média que o manejo de irrigação E (17,50%) e com menores valores percentuais, quando comparados aos demais manejos de irrigação.

TABELA 12 Valores percentuais médios para as variáveis grau de maturação verde, verde-cana, cereja, passa e seco do cafeeiro cv. Acaiaí MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Manejo	Variáveis				
	Verde	Verde-cana	Cereja	Passa	Seco
Safrá 2005/2006					
A (Test.)	23,50a	1,00a	27,75a	45,00a	2,75a
B	35,50a	2,50a	32,75a	27,75b	1,50a
C	39,99a	2,00a	27,25a	28,75b	2,00a
D	38,75a	1,00a	30,25a	29,00b	1,00a
E	46,00a	1,50a	24,50a	25,75b	2,25a
Média	36,75B	1,65C	28,50B	31,25A	1,90B
Safrá 2006/2007					
A (Test.)	3,50a	18,50a	18,75a	10,25b	49,00a
B	8,50a	13,75a	21,50a	23,25a	33,00b
C	13,50a	17,75a	22,00a	27,25a	19,50c
D	7,50a	19,50a	16,00a	24,00a	33,00b
E	19,00a	17,25a	27,25a	17,50b	19,00c
Média	10,40C	17,30A	21,10C	20,45B	30,70a
Safrá 2007/2008					
A (Test.)	28,50b	8,00a	57,50a	4,00a	2,00a
B	45,50a	9,00a	40,50b	4,50a	0,50a
C	59,00a	8,50a	25,75b	2,75a	3,75a
D	35,75b	14,00a	42,75b	5,50a	2,00a
E	50,00a	6,75a	36,00b	5,75a	1,50a
Média	43,70A	9,25B	41,00A	4,50C	1,95B

Médias seguidas nas colunas pela mesma letra minúscula em cada safrá comparam os manejos, e pela mesma letra maiúscula comparam as safras para cada variável, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (5%).

Quanto à variável seco, comparando-se o manejo de irrigação para a mesma safrá, verifica-se existir três grupos de médias distintos, tendo o tratamento testemunha (49,00%) alcançado o maior valor percentual de seco.

Durante a safrá 2007/2008, o comportamento das variáveis para o grau de maturação apresenta diferenças significativas para os estádios verde e cereja.

Para a variável verde, o tratamento testemunha (28,50%) e o manejo de irrigação D (35,75%) apresentaram menores valores percentuais.

Comparando-se, agora, as safras para a variável cereja, percebe-se existir maiores percentuais de cereja na safra 2007/2008 em relação às demais safras, em média 41,00%, sendo o tratamento testemunha (57,50%) com maior valor percentual e, também, com efeito significativo em relação aos demais manejos de irrigação.

Analisando-se as safras para cada variável (letras maiúsculas), observa-se que os maiores percentuais médios para a variável verde (43,70%) são encontrados na safra 2007/2008. Da mesma forma, as variáveis passa (31,25%) e seco (30,70%) são encontradas, respectivamente, com maiores valores nas safras 2005/2006 e 2006/2007, conforme detectado pela Tabela 12.

Observa-se, ainda pela Tabela 12, que, na safra 2005/2006, o tratamento não irrigado (manejo A) apresentou elevado percentual de frutos no estágio de maturação cereja (27,75%) e passa (45,00%) e, quando somados os demais estádios de maturação, obtêm-se 27,25% de frutos verde, verde-cana e seco, dos quais 23,50% representam o estágio verde. Na safra 2007/2008, o tratamento não irrigado apresentou, no momento da colheita, 57,50% de frutos cereja, 4,00% de frutos passa e 38,50% de frutos nos demais estádios de maturação, sendo esse último representado em maior quantidade pelo estágio verde (28,50%). Observando-se o manejo de irrigação B para safra 2006/2007, os valores acima discutidos foram da ordem de 21,50% de frutos cereja, 23,25% de frutos passa e 55,25% de frutos nos demais estádios de maturação, sendo esse devido ao grande percentual de frutos secos (33,00%).

De acordo com Bartholo & Guimarães (1997), os teores percentuais de umidade dos grãos nos estádios cereja, passa e verde são de 45% a 55%, de 30% a 40% e de 60% a 70%, respectivamente. No processo de secagem, os grãos perdem muita água e, conseqüentemente, sofrem redução do seu peso, gastando-

se, assim, maior volume de café para se obter uma saca de 60 kg de café beneficiado.

Visualiza-se, pelos dados da Tabela 12, para todos os manejos de irrigação, durante a segunda safra, elevado percentual de frutos para a variável seco, com valores variando de 19% a 49%. Esperava-se que, com os elevados percentuais de frutos secos no momento da colheita, melhores rendimentos fossem encontrados para todos os tratamentos em estudo, fato esse não detectado. Em especial, se destaca o tratamento testemunha, que alcançou 49% dos frutos no estágio seco.

É importante expor, neste estudo, que a tomada de decisão para se iniciar a colheita das parcelas foi feita de forma empírica, visando percentual igual ou inferior a 15% de frutos no estágio verde. Porém, como visto anteriormente (Tabela 12), o percentual de frutos verde para a primeira e a terceira safra se mostrou de forma inadequada, além dos 15% de frutos no estágio verde para todos os tratamentos.

O avançado estágio de maturação registrado na segunda safra, em todos os manejos de irrigação, deve-se a problemas operacionais para o início da colheita das parcelas experimentais, o que promoveu atrasos, fazendo com que os frutos atingissem o estágio de maturação seco.

Os menores e os maiores percentuais de frutos, respectivamente, nos estádios verde e seco, para o tratamento testemunha (manejo A), nas três safras, indicam claramente que a maturação é mais precoce na ausência de irrigação, retardando, portanto, a maturação dos frutos nos tratamentos que receberam irrigação. Essa ocorrência também foi relatada por outros autores, como Karasawa et al. (2002), Oliveira (2002) e Rezende et al. (2006).

Isso sugere que a irrigação pode ser utilizada em, pelo menos, parte da área plantada pelos cafeicultores e de forma conjunta com variedades que apresentem diferentes intensidades na maturação de seus frutos (precoce,

intermediária ou tardia). Espera-se, assim, melhoria no escalonamento e no gerenciamento da colheita, buscando-se incrementos na qualidade do café produzido por parte dos cafeicultores, visto que o país já é o maior produtor mundial em quantidade de café.

4.6 Rendimento, produtividade, produção acumulada

O resumo da análise de variância conjunta com os quadrados médios, para as variáveis produtividade (sacas de 60 kg ha⁻¹) e rendimento (L saca⁻¹ 60 kg), obtidos pela lavoura nas safras 2005/2006, 2006/2007 e 2007/200, em diferentes manejos de irrigação é mostrado na Tabela 13.

Pelo resumo da análise conjunta nas três safras em estudo (Tabela 13) nota-se o efeito estatístico apenas para variável produtividade, a 1% e a 6% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente, para as fontes de variação safra e interação safra e manejo de irrigação.

TABELA 13 Resumo da análise de variância conjunta com as fontes de variação (F.V.), número de graus de liberdade (G.L.) e quadrados médios com suas respectivas significâncias para as variáveis produtividade (sacas de 60 kg ha⁻¹) e rendimento (L saca⁻¹ 60 kg) do cafeeiro cv. Acaiaí MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

F.V.	G.L.	Variáveis	
		Produtividade	Rendimento
Safra	2	27223,39 ^{**}	6441,73 ^{ns}
Bloco (Safra)	9	172,87 ^{ns}	3231,81 ^{ns}
Manejo	4	45,69 ^{ns}	2084,63 ^{ns}
Safra x Manejo	8	181,60 [*]	6867,73 ^{ns}
Erro	36	85,88	4140,48
C.V. (%)		26,44	11,98
Média geral		35,06	537,04

^{ns} Não significativo; ^{*} significativo, a 6% e ^{**} significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

Observa-se, ainda pela mesma tabela, que o coeficiente de variação foi da ordem de 26,44%, indicando que o experimento apresentou boa precisão para

a variável produtividade e coeficiente de variação de 11,98%, indicando existir alta precisão para o estudo da variável rendimento.

No desdobramento do manejo de irrigação dentro de safra (Tabela 14), é mostrado que, para as três safras em estudo, somente houve efeito significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F, para o manejo de irrigação na safra 2006/2007. Trabalhos similares são encontrados na literatura, como o de Coelho (2005) estudando, por oito safras, épocas de irrigação e parcelamento de adubação do cafeeiro Catuaí em Lavras, MG.

TABELA 14 Desdobramento do manejo de irrigação dentro de safra, nas médias de produtividade (sacas 60 kg ha⁻¹) do cafeeiro e rendimento (L saca⁻¹ 60 kg) do café cv. Acaiaí MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

F.V.	G.L.	Quadrado médio	
		Produtividade	Rendimento
Manejo dentro 2005/2006	4	70,97 ^{ns}	4706,51 ^{ns}
Manejo dentro 2006/2007	4	332,01 ^{**}	5026,09 ^{ns}
Manejo dentro 2007/2008	4	5,93 ^{ns}	6087,50 ^{ns}
Erro	36	85,88	4140,48

^{ns} Não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

Os valores de rendimento (L saca⁻¹ 60 kg) e produtividade (saca de 60 kg ha⁻¹), para as três safras, encontram-se, respectivamente, no Anexo 4B e na Tabela 15. Em relação à variável rendimento, não houve diferenças significativas para os diferentes manejos de irrigação, os quais apresentaram, em média, 537,04 L saca⁻¹ 60 kg. Verifica-se, ainda (Anexo 4B), pelos resultados do teste de médias, que não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos irrigados e o tratamento não irrigado (manejo A).

Esses resultados são diferentes dos encontrados por pesquisadores, como Silva et al. (2008) e Lima et al. (2008), que observaram piores rendimentos em plantas cultivadas em regime de sequeiro.

Observando-se as médias para a variável produtividade, na Tabela 15n percebe-se não existir diferença estatística (comparação nas colunas) nas safras 2005/2006 e 2007/2008. Na safra 2006/2007, o comportamento do tratamento testemunha se mostrou com média de produtividade inferior em relação aos manejos de irrigação B e E, que alcançaram as melhores médias de produtividade.

TABELA 15 Valores médios para a variável produtividade (sacas 60 kg ha⁻¹) do cafeeiro cv. Acaia MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Manejo	Safras		
	2005/2006	2006/2007	2007/2008
A (Test.)	32,49 a	65,05 b	1,92 a
B	23,23 a	82,73 a	4,93 a
C	28,54 a	70,69 b	3,23 a
D	24,69 a	72,13 b	4,17 a
E	22,35 a	87,16 a	2,52 a
Média	26,26B	75,55A	3,35C

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott (5%).

Evidenciado pela significância no desdobramento do manejo de irrigação dentro de safra (Tabela 14) para a variável produtividade, durante a safra 2006/2007, a diferença encontrada pelo teste de Scott-Knott (5%) mostra existir dois grupos de médias distintos (Tabela 15). Entre os diferentes manejos de irrigação, destacaram-se as produtividades obtidas com o manejo B, sendo esse irrigado o ano todo, sempre que o teor da água disponível no solo atingiu 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm, e também o manejo E, sendo esse irrigado somente nos meses de abril, maio, junho, agosto e setembro, sempre que o teor da água disponível no solo atingiu 75% da disponibilidade total na camada de 0-40 cm.

Esses manejos de irrigação (B e E) apresentaram, respectivamente, os maiores valores de produtividade, com 82,73 sacas ha⁻¹ e 87,16 sacas ha⁻¹. O

tratamento testemunha (manejo A), embora apresentasse produtividade de 65,05 sacas 60 kg ha^{-1} durante a safra 2006/2007, sendo esta sua segunda safra após recepa, apresentou a menor média de produtividade entre os tratamentos em estudo.

Nota-se, ainda pela Tabela 15, que as médias de produtividade nas linhas (letras maiúsculas) diferiram significativamente entre si, nas três safras estudadas. Pode-se dizer que a produção média para a safra 2005/2006 foi tida como de intensidade mediana ($26,26 \text{ sacas ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$). Na safra 2006/2007, as médias obtidas pelos tratamentos foi de alta produção ($75,55 \text{ sacas ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e de baixa produção ($3,35 \text{ sacas ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) para a safra 2007/2008.

É interessante observar que os valores de produtividade, para todos os tratamentos estudados, quando analisados safra a safra, se encontram próximos aos valores obtidos pela média (Tabela 15). Isto sugere que, para as três safras ocorram baixos desvios de produtividade do cafeeiro Acaiá MG-1474 após recepa, tendo como erro padrão encontrado pela análise conjunta o valor de $4,63 \text{ sacas ha}^{-1}$.

Lima et al. (2008) estudaram, por cinco safras, a produtividade do cafeeiro e o rendimento do café irrigado por pivô central em Lavras, MG. Os autores discutem que uma menor intensidade de déficit hídrico pode ter contribuído para a elevada produtividade das plantas não irrigadas durante a quarta safra, igualando esse tratamento aos irrigados. Ainda, Gomes et al. (2007) comentam uma possível explicação para a acentuada redução da produtividade do tratamento testemunha em relação aos irrigado ser o forte déficit hídrico ocorrido nos meses de abril a junho do ano anterior, vindo a comprometer a safra seguinte. Segundo Camargo (1985), a deficiência hídrica nos estádios de maturação e formação de botões florais pode não afetar a produtividade no ano, mas prejudica seriamente a produção do ano seguinte.

Evidentemente, não se busca uma única explicação para um fenômeno que sofre interferência de outras variáveis. Silva et al. (2008) comentam não ser tão simples estabelecer comparações de produtividade entre ensaios, já que ela depende da bienalidade da produção, cultivar, densidade de plantio e condições climáticas que variam de ano para ano. Fatores como a bienalidade de produção e o esgotamento fisiológico das reservas do cafeeiro Acaiá MG-1474 recepada ao longo do tempo devem ser considerados para que se possa chegar a conclusões confiáveis.

Autores como Silva et al. (2002, 2003b), Coelho (2005), Gomes et al. (2007) e Lima et al. (2008) relatam os efeitos da cafeicultura irrigada sob a bienalidade de produção. Esses autores mostraram que a irrigação pode não evitar os anos consecutivos de alta e de baixa produção do cafeeiro, mas ajuda a reduzi-la, mostrando que a queda de produtividade dos tratamentos irrigados não é tão acentuada quanto no tratamento testemunha (sem irrigação).

De forma contrária aos resultados relatados pelos autores acima citados, não foi observada, neste estudo, a redução do ciclo bienal de produtividade do cafeeiro Acaiá MG-1474 após recepa e irrigado durante as três safras estudadas. O comportamento dos tratamentos irrigados equiparou-se ao tratamento sem irrigação. Como discutido anteriormente, as médias de produtividade observadas no estudo possibilitam dizer que a primeira safra foi tida como de intensidade mediana, a segunda safra como de alta produção e a terceira safra, de baixa produção. Detecta-se (Tabela 15) que a bienalidade de produção tenha ocorrido e de forma acentuada entre as safras 2006/2007 e 2007/2008.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Silva et al. (2008), avaliando a produtividade e o rendimento das quatro primeiras safras do cafeeiro Rubi MG-1192 sob sistema de irrigação por gotejamento em Uberlândia, MG. Os autores concluíram que a irrigação não ameniza a bienalidade de produção do cafeeiro. Ainda, Faria & Siqueira (2005) relatam

que a irrigação o ano todo, com umidade do solo equivalente à retenção acima de 30% da água disponível, não reduz a bienalidade de produção do cafeeiro. Os valores de produtividade (saca 60 kg ha⁻¹) e produção acumulada (saca de 60 kg) para as três safras encontram-se na Figura 7.

É interessante destacar que, para avaliar os efeitos de diferentes tratamentos aplicados na cultura do café, torna-se necessário acumular as produções, uma vez que o ciclo bienal de produtividade impede que as comparações de safras de forma isolada reflitam bem os benefícios da irrigação.

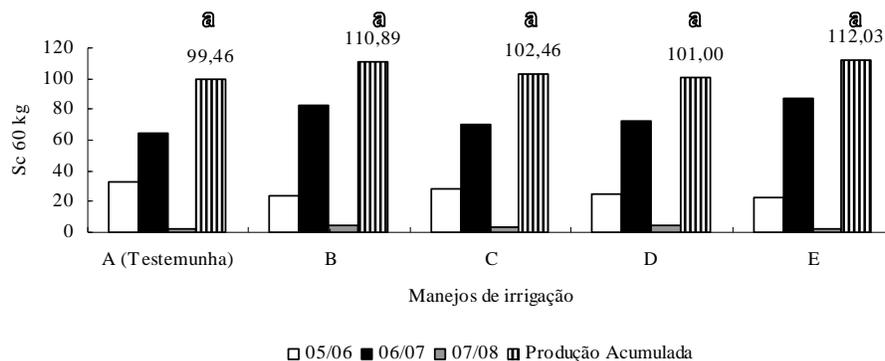


FIGURA 7 Produção, sacas 60 kg ha⁻¹, e produção acumulada, em sacas 60 kg, para as safras 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 do cafeeiro cv. Acaiá MG-1474, em função de diferentes manejos de irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Silva et al. (2008) relatam ser imprescindível avaliar o efeito da irrigação sobre a produção do cafeeiro ao longo de vários anos, a fim de se obterem respostas mais abrangentes. De forma similar, Lima et al. (2008) e Custódio et al. (2007) concluíram que experimentos que avaliem o efeito da irrigação sobre a produtividade e o rendimento do cafeeiro e a classificação do café deve durar, no mínimo, cinco anos.

Observando-se as safras acumuladas (Figura 7), o manejo de irrigação E, manejo com menor lâmina de água aplicada (Figura 4A), apresentou produção

acumulada de 112,03 sacas ao final de três safras. O manejo de irrigação A (tratamento testemunha) apresentou produção acumulada de 99,46 sacas ao longo do período em estudo. Mesmo não apresentando efeito significativo, a diferença na produção acumulada foi de apenas 12,57 sacas no período de três safras do cafeeiro Acaia MG-1474 após recepa, entre o manejo E, quando comparado às plantas do tratamento não irrigado (manejo A).

No tratamento E, o manejo da irrigação foi realizado somente nos meses de abril a setembro e, quando, de toda água armazenada pela camada de 0-40 cm, atingia-se o consumo de apenas 25% da água disponível. Pela Figura 3 observa-se que, nos meses propostos para efetuar a irrigação, os valores de ET_{pc} superaram, em sua maioria, os de P, cabendo, então, às lâminas de água aplicadas evitarem a ocorrência da deficiência hídrica.

Na Figura 1, proposta por Camargo & Camargo (2001), verifica-se que o manejo de irrigação E coincide com a 2ª fase fenológica de indução, crescimento e dormência das gemas florais, e início da 3ª fase (floração). Com o fim da irrigação estipulada pelo manejo de irrigação E, logo em seguida iniciou-se o período chuvoso, como visto na Figura 3. Com isso, problemas de expansão e granação dos frutos puderam ter sido evitados, culminando em maiores ganhos de produtividade entre os diferentes manejos. O reflexo obtido pelo manejo de irrigação E, seguido do período chuvoso, foi apresentado e discutido no item 4.4, referente a peneiras.

Coelho (2005) conclui que a irrigação por gotejamento, somada à fertirrigação, por oito safras, representa de 5% a 12% do custo de produção da atividade cafeeira. Em estudo da viabilidade técnica e econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do café, nas três primeiras safras, no mesmo local, Silva et al. (2003a) concluíram existir boa eficiência técnica e econômica com a utilização da irrigação, quando comparado ao tratamento sem irrigação, que apresentou o custo total médio mais oneroso.

4.7 Considerações finais

O manejo de irrigação E apresentou o menor valor de lâmina de água aplicada e, em duas de três safras estudadas, situou-se no grupo de médias dos tratamentos com maior porcentual de peneiras 16 e acima. Na equivalência dos grãos imperfeitos, constatou-se que o maior número de defeitos foi referente às variáveis grãos verde e ardido. Não houve diferença no rendimento do café entre os diferentes manejos de irrigação avaliados. Não foi verificada a redução do ciclo bienal de produtividade do cafeeiro, para todos os tratamentos estudados. A irrigação pode ser utilizada como ferramenta no planejamento e gerenciamento da colheita pelos produtores, por retardar a maturação dos frutos do cafeeiro. Nos diferentes manejos de irrigação, não foi verificado o efeito significativo para as variáveis total de flores, ganhos em ramificações e porcentual de pegamento de frutos. Parece existir uma influência maior dos fatores climáticos umidade relativa, temperatura do ar e precipitação do que a irrigação em si na emissão de flores pelos cafeeiros, embora ainda não se conheça a resultante da interação entre esses e os outros fatores no processo de florescimento de cafeeiros.

A cafeicultura, sendo também uma atividade agrícola de risco, não deveria ficar à mercê das condições climáticas, sendo recomendada, portanto, a adoção da irrigação por parte dos cafeicultores.

5 CONCLUSÕES

Após análise conjunta, no período em que este estudo foi conduzido, avaliando-se o manejo da irrigação na lavoura cafeeira recepada, conclui-se que o manejo de irrigação E, em que se irrigou durante os meses de abril, maio, junho, agosto e setembro, sempre que o teor da água disponível no solo atingiu 75% da disponibilidade total de água na camada de 0-40 cm, é o mais indicado, por razões técnicas e econômicas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, P. de T. Factors affecting flowering of coffee. **Indian Coffee**, Kenya, v. 41, p. 218-224, June 1977.

ARRUDA, F. B.; WEILL, M. A. M.; IAFFE, A.; PIRES, R. C. de M. Estudo da influência do clima e da disponibilidade hídrica na produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em Pindorama, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 25, 1999, Franca. **Anais...** Rio de Janeiro: IBGERCA, 1999. p. 294-297.

BARROS, R. S.; MAESTRI, M. Floração do café – uma revisão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 25, n. 141, p. 467-479, set./out. 1978.

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

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

BOMFIM NETO, H.; MANTOVANI, E. C.; DAMATTA, F. M.; COSTA, L. C.; FIGUEREDO, E. M.; NUNES, V. V.; VICENTE, M. R. Uso do déficit hídrico como ferramenta para uniformizar a floração do cafeeiro no oeste da Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 9., 2007, Araguari. **Anais...** Araguari: UFU, 2007a. p. 124-127.

BOMFIM NETO, H.; MANTOVANI, E. C.; DAMATTA, F. M.; COSTA, L. C.; FREIAS, A. dos R.; PEREIRA, B. L. Uso do déficit hídrico como ferramenta para uniformizar a floração do cafeeiro no cerrado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 9., 2007, Araguari. **Anais...** Araguari: UFU, 2007b. p. 133-136.

BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R.; SILVA, P. J. da; FARIA, L. F. de. Processamento e secagem dos frutos verdes do cafeeiro. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 9, p. 19-24, 2006.

BRASIL. Decreto-lei n. 4.629, de 21 de março de 2003. Estabelece critérios técnicos de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 4. 2003. Seção 1. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/legislação/SISLEGIS>>. Acesso em: 05 set. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, 1992. 66 p.

BROWING, G. Environmental control of flower bud development in *Coffea arabica* L. In: LANDSBERG, J. J.; CUTTING, C. V. (Ed.). **Environmental effects on crop physiology**. New York: Academic, 1977. p. 321-331.

BURMAN, R. F. Water requirements. In: JENSEN, M. E. **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph: The American Society of Agricultural Engineers, 1983. p. 189-231.

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. de. Balanço hídrico, florescimento e necessidade de água para o cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 53-90.

CAMARGO, A. P. de. Florescimento e frutificação de café arábica nas diferentes regiões cafeeiras do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 831-839, 1985.

CASTRO NETO, P.; VILELA, E. de A. Veranico: um problema de seca no período chuvoso. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 59-62, 1986.

COELHO, G. **Épocas de irrigação, parcelamentos de adubação e custo de produção do cafeeiro “Catuaí” na região de Lavras – MG**. 2005. 107 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Central de informações agropecuárias. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Café - Safra 2009**, primeira estimativa, janeiro/2009. Brasília: Conab, 2009. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4cafe08.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2009.

CONTIN, F. S.; COSTA, M. A.; VICENTE, R. M.; SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C. Produtividade do cafeeiro irrigado por diferentes sistemas de irrigação na região da zona da Mata de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 7., 2005, Araguari. **Anais...** Araguari: UFU, 2005. p. 26-29.

CORTEZ, J. G. Aptidão climática para a qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 27-31, 1997.

CRISOSTO, C. H.; GRANTZ, D. A.; MEINZER, F. C. Effects of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica* L.). **Tree Physiology**, Victoria, v. 10, n. 2, p. 127-139, 1992.

CUSTÓDIO, A. A. de P.; GOMES, N. M.; LIMA, L. A. Efeito da irrigação sobre a classificação do café. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 691-701, set./dez. 2007.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento de culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem, 33).

ESPÍNDULA NETO, D.; MANTOVANI, E. C.; OLIVEIRA FILHO, D.; SILVEIRA, S. de F. R.; RAMOS, M. M. Manejo racional da água de irrigação na cafeicultura irrigada por pivô central e gotejamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 6., 2003, Araguari. **Anais...** Uberlândia: ICIAG/UFU, 2003. v. 1, p. 151-156.

FARIA, M. A.; REZENDE, F. C. **Irrigação na cafeicultura**. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2004. 85 p. Curso de pós-graduação “Lato Sensu” (Especialização) à distância. Cafeicultura Empresarial: Produtividade e Qualidade.

FARIA, R. T. de; SIQUEIRA, R. Produtividade do cafeeiro e cultivos intercalares sob diferentes regimes hídricos. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 583-590, 2005.

FERREIRA, D. S. Análise estatística por meio do programa SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, MG: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FREIRE, A. C. F.; MIGUEL, A. E. Disponibilidade de água no solo, no período de 1974 a 1984 e seus reflexos na granação, qualidade e rendimento do café nos anos de 1983 e 1984, na região de Varginha-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 11., 1987, Londrina. **Resumos...** Londrina: IBG-GERCA, 1987. p. 113-114.

GARCIA, A. L. A.; FAGUNDES, A. V. F.; PAIVA, R. N.; JAPIASSU, L. B. Efeito do déficit hídrico sobre o abortamento de flores e de frutos em *Coffea arabica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 34., 2008, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: IBG-GERCA, 2008. p. 63-65.

GOMES, N. M.; LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. de P. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 6, p. 564-570, 2007.

GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C.; SANZONOWICZ, C.; RIBEIRO FILHO, G. C.; TOLEDO, P. M. dos R.; RIBEIRO, L. F. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. **ITEM, Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, v. 73. p. 52-61, 2007.

KARASAWA, S. **Evapotranspiração de cafezal semi-adensado irrigado por gotejamento e sua relação com a evapotranspiração de referência**. 2006. 97 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

KARASAWA, S.; FARIA, M. A. de; GUIMARÃES, R. J. Resposta do cafeeiro cv. Topázio MG-1190 submetido a diferentes épocas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 28-34, 2002.

LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. de P.; GOMES, N. M. Produtividade e rendimento do cafeeiro nas cinco primeiras safras irrigado por pivô central em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1832-1842, nov./dez. 2008.

LORENTE, J. M. **Meteorologia**. Barcelona: Editorial Labor, 1996. 304 p.

MAGALHÃES, A. C.; ANGELOCCI, L. L. Sudden alterations in water balance associated with bud opening in coffee plants. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 51, p. 419-423, 1976.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; CARVALHO, C. H. S.; AGUIAR, E. C.; JOSINO, V.; ARAÚJO, R. A. Redução de água ou stress hídrico na floração do cafeeiro na região de Pirapora-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 34., 2008, Araguari. **Anais...** Caxambu: IBC-GERCA, 2008. p. 37-38.

MATIELLO, J. B.; MIGUEL, A. E.; VIEIRA, E.; ARANHA, E. Novas observações sobre os efeitos hídricos no pegamento da florada de cafeeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21., 1995, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: IBC-GERCA, 1995. p. 60.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: Fundação PROCAFÉ, 2002. 387 p.

MELO, B.; MARCUZZO, K. V.; TEODORO, R. E. F.; CARVALHO, H. P.; FERNANDES, D. L. Avaliação de cultivares de cafeeiro com irrigação, em diferentes espaçamentos na linha de plantio. **Revista CERES**, Viçosa, v. 52, n. 300, p. 245-253, 2005.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Cafeicultura empresarial**: produtividade e qualidade (genética e melhoramento de cafeeiro). Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 99 p.

MIRANDA, J. C.; SOUZA, P. E.; POZZA, E. A.; FARIA, M. A. de; SANTOS, F. S.; BARRETO, S. S.; OLIVEIRA, M. L. Intensidade da ferrugem em cafeeiro fertirrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 885-891, 2006.

MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; KOGUSHI, M. S.; ARRUDA, A. M. R. Escala fenológica detalhada da fase reprodutiva de *Coffea arabica*. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 257-260, 2008.

NASCIMENTO, M. N. do; ALVES, J. D.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M. de; MAGALHÃES, M. M.; ALVARENGA, A. A. de; SILVA, G. H. Alterações bioquímicas de plantas e morfológicas de gemas de cafeeiro associadas a eventos do florescimento em resposta a elementos meteorológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1300-1307, ago. 2008.

OLIVEIRA, L. A. M. **Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado em diferentes épocas do ano.** 2003. 54 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OLIVEIRA, P. M. **Florescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes frequências de irrigação.** 2002. 67 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ORTOLANI, A. A.; PINTO, H. S.; PEREIRA, A. R.; ALFONSI, R. R. **Parâmetros climáticos e a cafeicultura.** Rio de Janeiro: IBC, 1970. 22 p. Relatório Preliminar.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações.** Barueri, SP: Manole, 2004. 478 p.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Ecofisiologia do cafeeiro. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia na produção agrícola.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 249 p.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, M. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 13-106.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Relações hídricas no cafeeiro. **ITEM, Irrigação & tecnologia moderna**, Brasília, n. 48, p. 64-73, set. 2000.

REZENDE, F. C.; OLIVEIRA, S. dos R.; FARIA, M. A. de; ARANTES, K. R. Características produtivas do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv., Topázio MG - 1190), recepado e irrigado por gotejamento. **Coffea Science**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 103-110, jul./dez. 2006.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T.; ALVAREZ, V. H. V. (Ed). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RODRIGUES, S. B. S.; MOURA, B. R. de; SORES, A. R.; VICENTE, M. R.; MANTOVANI, E. C. Avaliação do efeito de diferentes dosagens de nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produtividade de cafeeiros na região de Viçosa, MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2005, Londrina, PR. **Anais...** Brasília-DF: Embrapa Café, 2005. 1 CD-ROM.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. 2.ed. Campinas: O Lutador, 2008. 476 p.

SANTOS, F. da S.; SOUZA, P. E.; POZZA, E. A. Epidemiologia da cercosporiose em cafeeiro fertirrigado. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 31-37, 2004.

SILVA, A. C. da; SILVA, A. M. da; COELHO, G.; REZENDE, F. C.; SATO, F. A. Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro Catuaí em função da época de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 21-25, 2007.

SILVA, A. L. da; FARIA, M. A. de; REIS, R. P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 37-44, 2003a.

SILVA, A. M. da; COELHO, G.; FARIA, M. A. de; SILVA, P. A. M.; GUIMARÃES, P. T. G.; COELHO, M. R.; COELHO, G. S. Avaliação do efeito da época de irrigação e da fertirrigação sobre a produtividade e qualidade física do café (safra 1999/2000). **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 312-321, set. 2002.

SILVA, A. M. da; LIMA, E. P.; COELHO, G.; COELHO, M. R.; COELHO, G. S. Produtividade, rendimento de grãos e comportamento hídrico foliar em função da época, parcelamento e do método de adubação do cafeeiro Catuaí. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 434-440, 2003b.

SILVA, C. A. da; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. de. Produtividade e rendimento do cafeeiro submetido a lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 387-394, mar. 2008.

SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C.; RENA, A. B.; SOARES, A. A. Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na região da zona da mata de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 117-125, jan./mar. 2005.

SOUZA, J. C. de; REIS, P. R. **Broca-do-café**: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 1997. 40 p.

SOUZA, J. L. M. de. **Modelo para análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro**. 2001. 253 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

VILELLA, W. M. C.; FARIA, M. A. de. Características de cafeeiros submetidos a cinco lâminas de irrigação e três parcelamentos de adubação. **Irriga**, Botucatu, v. 8, n. 2, p. 168-177, 2003.

VILELLA, W. M. C.; FARIA, M. A. de. Qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidos sob diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação. **Irriga**, Botucatu, v. 7, n. 3, p. 168-175, 2002.

ZAMBOLIM, L.; SOUZA, A. F.; MANTOVANI, E. C. Influência da irrigação no progresso de doenças e pragas do cafeeiro. **ITEM, Irrigação & tecnologia moderna**, Brasília, v. 73, p. 67-76, 2007.

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A Resultados analíticos, safra 2006/2007, análise química do solo.....	79
TABELA 2A Resultados analíticos, safra 2006/2007, análise química foliar.....	80
TABELA 3A Resultados analíticos, safra 2007/2008, análise química do solo.....	81
TABELA 4A Resultados analíticos, safra 2007/2008, análise química foliar.....	82

TABELA 1A Resultados analíticos, safra 2006/2007, análise química do solo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
Departamento de Ciência do Solo
Laboratório de Análise de Solo
Caixa Postal 3637, 37200-000 Lavras - MG
Tel: (35) 3822-5900 Fax: (35) 3829-1264 analises@ufpa.br

LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS

REGISTRO Nº: 1774 ENTRADA: 24/08/2006 SAÍDA: 04/09/2006
 CLIENTE: MANOEL ALVES FARIA - WEZERRB. CARVALHO
 ENDEREÇO:
 BAIRRO: CIDADE: LAVRAS - MG CEP: 37200-000
 TEL: FAX: VALOR: R\$ 60,00
 IDENTIFICAÇÃO: DEG MUNICÍPIO: LAVRAS - MG

RESULTADOS ANALÍTICOS

Ref. Lab.	Referência do Cliente	pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al
		H ₂ O	mg/dm ³			cmolc/dm ³			
8894	2 - ACAIA	5,7	4,3	78	-	2,5	0,7	0,0	3,6

Ref. Lab.	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	cmolc/dm ³			%		dag/kg	mg/L	mg/dm ³						
8893	4,4	4,6	10,7	41,0	4	-	3,8	12,2	9,6	22,3	12,4	26,0	0,4	39,2
8894	3,4	3,4	7,0	48,6	0	-	3,7	4,9	6,6	22,2	17,4	25,7	0,5	212,5

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5
 P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich 1
 Ca - Mg - Al - Extrator KCl 1N
 H + Al - Extrator SMP
 B - Extrator água quente
 S - Extrator - Fosfato monocalcico em ácido acético
 SD = Soma de Bases Trocáveis

CIC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Etitiva
 CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0
 V = Índice de Saturação de Bases
 m = Índice de Saturação de Alumínio
 ISNa - Índice de Saturação de Sódio
 Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na₂Cr₂O₇, 4N + H₂SO₄ 10N
 P-rem = Fósforo Remanescente


 Responsável Técnico



Manoel Batista Correa
 Eng. Agrônomo - 1986
 CREA 189010 - Lavras - 12. Região

TABELA 2A Resultados analíticos, safra 2006/2007, análise química foliar.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
Departamento de Química
Laboratório de Análise Foliar – Desde 1972
Caixa Postal 3037, CEP 37.200-000
Tel: (35) 3829-1275, Fax: (35) 3829-1271

RESULTADOS ANALÍTICOS

Nome	Protocolo	Identificação	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S	ppmB	ppmCu	ppm Mn	ppm Zn	ppm Fe
MANOEL A.FARIA	338	f.café Acalá D (L 2)	2,75	0,15	1,98	0,93	0,36	0,24	74,6	48,6	229,8	7,6	75,2

Todas as unidades p/p
Lavras, 26 de novembro de 2008.

Chefe do Laboratório
Wilson Ferreira de Carvalho Júnior
Biólogo
CRB 13610-4

2ª VIA REFERENTE À ANÁLISE FEITA EM 15/02/2007

TABELA 3A Resultados analíticos, safra 2007/2008, análise química do solo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
 Departamento de Ciência do Solo
 Laboratório de Análise de Solo
 Caixa Postal 3037 - Cep:37200-000 Lavras - MG
 Telfax: (35) 3829-1264 - analises@ufla.br

LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS

REGISTRO Nº: 1981

ENTRADA: 29/08/2007

SAÍDA: 26/11/2008

CLIENTE: MANOEL ALVES DE FARIA

ENDEREÇO: DEG/UFLA

BAIRRO: CIDADE: LAVRAS - MG CEP: 37200-000

TEL: FAX: VALOR: R\$

IDENTIFICAÇÃO: DEG - LAB. DE HIDRÁULICA MUNICÍPIO: LAVRAS - MG

RESULTADOS ANALÍTICOS

Ref. Lab.	Referência do Cliente	pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	
		H ₂ O	mg/dm ³			cmol _c /dm ³				
11332	2 - ACAIA 0-20 cm	5,5	-	7,1	142	-	1,6	0,9	0,0	4,0

Ref. Lab.	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	cmol _c /dm ³			%		dag/kg	mg/L	mg/dm ³						
11332	2,9	2,9	6,9	41,7	0	-	2,6	4,5	2,9	58,0	43,0	6,0	0,2	103,7

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5
 P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich 1
 Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol/L
 H + Al - Extrator: SMP
 D - Extrator água quente
 S - Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético
 SB = Soma de Bases Trocáveis

CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva
 CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0
 V = Índice de Saturação de Bases
 m = Índice de Saturação de Alumínio
 ISNa - Índice de Saturação de Sódio
 Mat. Org. (MO) - Oxidação: N₂ Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N
 P-rem = Fósforo Remanescente

Responsável Técnico

Cleto
27/11/2008
7

TABELA 4A Resultados analíticos, safra 2007/2008, análise química foliar.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Departamento de Química

Laboratório de Análise Foliar – Desde 1972

Caixa Postal 3037, CEP 37.200-000

Tel: (35) 3829-1275, Fax: (35) 3829-1271

RESULTADOS ANALÍTICOS

Nome	Protocolo	Identificação	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S	ppmB	ppmCu	ppm Mn	ppm Zn	ppm Fe
MANOEL A. FARIA	291	f.café experimento acaia	2,84	0,11	2,10	0,70	0,26	0,16	33,2	16,9	128,1	34,4	93,0

Todas as unidades p/p

Lavras, 26 de novembro de 2008.

Chefe do Laboratório

Wilson Ferreira de Carvalho Júnior

Biólogo

CRB 13610-4

2ª VIA REFERENTE À ANÁLISE FEITA EM 01/02/2008

TABELA 1B	Resumo da análise de variância conjunta com as fontes de variação (F.V.), número de graus de liberdade (G.L.) e quadrados médios com a respectiva significância para as variáveis percentuais do grau de maturação verde, verde-cana, cereja, passa e seco dos frutos do cafeeiro cv. Acaiá MG-1474.....	84
TABELA 2B	Desdobramento de manejo de irrigação dentro de safra, nas médias percentuais do grau de maturação verde, verde-cana, cereja, passa e seco do cafeeiro cv. Acaiá MG-1474.....	84
TABELA 3B	Desdobramento do manejo de irrigação dentro de safra, nas médias do número de defeitos intrínseco grãos brocado, grãos preto, grãos concha, grãos verde, grãos ardido, grãos mal granado e número total de defeitos do cafeeiro cv. Acaiá MG-1474.....	85
TABELA 4B	Valores médios para a variável rendimento (L saca ⁻¹ 60 kg) do café cv. Acaiá MG -1474.....	85

TABELA 1B Resumo da análise de variância conjunta com as fontes de variação (F.V.), número de graus de liberdade (G.L.) e quadrados médios com a respectiva significância para as variáveis percentuais do grau de maturação verde, verde-cana, cereja, passa e seco dos frutos do cafeeiro cv. Acaia MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

F.V.	G.L.	Variáveis				
		Verde	Verde-cana	Cereja	Passa	Seco
Safra	2	6171,72 ^{**}	1224,95 ^{**}	2023,40 ^{**}	3622,02 ^{**}	5520,02 ^{**}
Bloco (Safra)	9	146,75 ^{ns}	52,68 [*]	145,24 ^{ns}	48,01 ^{ns}	283,93 ^{**}
Manejo	4	807,28 ^{**}	18,73 ^{ns}	174,69 ^{ns}	24,48 ^{ns}	198,89 [*]
Safra x Manejo	8	94,74 ^{ns}	16,58 ^{ns}	278,38 [*]	201,85 ^{**}	208,14 ^{**}
Erro	36	113,25	22,30	129,16	61,64	63,30
C.V. (%)		35,14	50,24	37,63	41,91	69,09
Média Geral (%)		30,28	9,40	30,20	18,60	11,52

^{ns} Não significativo ; ^{*} significativo, a 5% e ^{**} significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 2B Desdobramento de manejo de irrigação dentro de safra, nas médias percentuais do grau de maturação verde, verde-cana, cereja, passa e seco do cafeeiro cv. Acaia MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

F.V.	G.L.	Variáveis				
		Verde	Verde-cana	Cereja	Passa	Seco
Manejo dentro 2005/2006	4	280,50 ^{ns}	1,70 ^{ns}	39,25 ^{ns}	242,88 ^{**}	1,83 ^{ns}
Manejo dentro 2006/2007	4	145,83 ^{ns}	19,18 ^{ns}	70,33 ^{ns}	179,43 [*]	607,80 ^{**}
Manejo dentro 2007/2008	4	570,43 ^{**}	31,00 ^{ns}	621,88 ^{**}	5,88 ^{ns}	5,55 ^{ns}
Erro	36	113,25	22,30	129,16	61,64	63,30

^{ns} Não significativo ; ^{*} significativo, a 5% e ^{**} significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 3B Desdobramento do manejo de irrigação dentro de safra, nas médias do número de defeitos intrínseco grãos brocados, grãos pretos, grãos concha, grãos verdes, grãos ardidos, grãos mal granados e número total de defeitos do cafeeiro cv. Acaiaí MG-1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

F.V.	G.L.	Variáveis						
		Brocado	Preto	Concha	Verde	Ardido	Mal granado	Total defeito
Manejo dentro 2005/2006	4	0,33 ^{ns}	16,04 ^{**}	0,23 ^{ns}	1,84 ^{ns}	1,92 ^{ns}	3,39 ^{ns}	19,29 ⁺⁺
Manejo dentro 2006/2007	4	0,26 ^{ns}	5,15 ^{ns}	1,95 ^{ns}	4,00 ^{ns}	7,35 ^{ns}	0,53 ^{ns}	6,84 ^{ns}
Manejo dentro 2007/2008	4	4,59 [*]	3,31 ^{ns}	0,64 ^{ns}	1,06 ^{ns}	11,04 ^{ns}	0,79 ^{ns}	10,74 ^{ns}
Erro	36	1,80	4,01	1,12	1,91	7,94	1,70	8,44

^{ns} Não significativo ; ⁺⁺ significativo, a 8%, ^{*} significativo, a 5% e ^{**} significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F. Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

TABELA 4B Valores médios para a variável rendimento (L saca⁻¹ 60 kg) do café cv. Acaiaí MG -1474. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Manejo	Safras		
	2005/2006	2006/2007	2007/2008
A (Test.)	471,54 a	605,40 a	478,13 a
B	566,49 a	509,94 a	550,05 a
C	519,16 a	558,09 a	583,00 a
D	523,43 a	571,88 a	517,40 a
E	566,49 a	541,29 a	524,50 a
Média	523,20A	557,32A	530,61A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott (5%).