



MAURÍCIO CEZAR RESENDE LEITE JÚNIOR

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES MANEJOS DE
IRRIGAÇÃO NO CAFEIRO ARÁBICA**

LAVRAS - MG

2011

MAURÍCIO CEZAR RESENDE LEITE JÚNIOR

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES MANEJOS DE IRRIGAÇÃO NO
CAFEIRO ARÁBICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, para a obtenção do título de Mestre.

Dr. Manoel Alves de Faria

Orientador

Dr. Augusto Ramalho de Moraes

Dra. Fátima Conceição Rezende

Dra. Mirian de Lourdes Oliveira e Silva

Coorientadores

LAVRAS – MG

2011

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

Leite Júnior, Maurício Cezar Resende.

Utilização de diferentes manejos de irrigação no cafeeiro arábica
/ Maurício Cezar Resende Leite Júnior. – Lavras : UFLA, 2011.

86 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Manoel Alves de Faria.

Bibliografia.

1. Restrição hídrica. 2. Gotejamento. 3. Indução floral. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7387

MAURÍCIO CEZAR RESENDE LEITE JÚNIOR

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES MANEJOS DE IRRIGAÇÃO NO
CAFEEIRO ARÁBICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 15 de fevereiro de 2011.

Dr. Elio Lemos da Silva	UFLA
Dra. Mirian de Lourdes Oliveira e Silva	UFLA
Dr. Rubens José Guimarães	UFLA

Dr. Manoel Alves de Faria
Orientador

Dr. Augusto Ramalho de Moraes
Dra. Fátima Conceição Rezende
Coorientadores

LAVRAS – MG

2011

Dedico esta dissertação a Deus e a tudo o que ele representa.

Aos meus pais por trilharem comigo os meus passos.

DEDICO

Ofereço aos meus amigos que foram interlocutores atenciosos, ouviram e compreenderam as angústias e as ausências e, mesmo assim, continuaram ainda mais presentes na minha vida.

OFEREÇO

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Agradeço de maneira especial ao Professor Doutor Manoel Alves de Faria, por transmitir com responsabilidade, tranquilidade e segurança parte do próprio enorme saber, pela dedicação e interesse científico com que cumpriu sua atividade de orientador deste estudo e pela grande amizade proporcionada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar a superação de obstáculos.

Aos meus pais Maurício e Edilaine, por torcerem por meus sonhos e incentivarem a minha batalha em busca de um futuro melhor.

As minhas irmãs Taciana e Jéssica, pela ajuda nas horas necessárias.

Ao Professor Dr. Manoel Alves de Faria, meus sinceros agradecimentos, não apenas pela orientação firme e segura demonstrada na elaboração deste trabalho, mas também pelo incentivo, confiança e amizade nesse período de convivência.

À pesquisadora Mirian de Lourdes Oliveira e Silva, pela amizade e companheirismo nas horas trabalhadas no andamento do experimento, pelas inúmeras ajudas atendidas prontamente e por toda sua compreensão, sem sua presença a condução do experimento seria muito mais árdua.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, pelos conhecimentos transmitidos.

A minha namorada Adrielle, pelo todo o amor e compreensão, nos momentos que abdicou de sua felicidade em detrimento da minha.

Aos colegas de Mestrado, pela amizade, sadia convivência e cooperação mútua durante o desenvolvimento do curso.

Aos meus amigos, por me escutarem e me ajudarem quando mais precisei. Sem vocês estaria muito mais esgotado.

Aos responsáveis do Laboratório de Hidráulica, por me terem oportunizado o desenvolvimento da parte experimental deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia, pela disposição sempre presente no preparo do material necessário.

Agradeço a todos! Valeu a pena os dias de angústias, de cansaço, de tédio e exaustão cada momento vivido nessa louca correria em busca de um

sonho que hoje se torna real. Sinto-me honrado em dividir essa conquista com todos vocês, pois, vocês fazem parte dela!

Um enorme abraço a todos que estiveram ao meu lado.

“É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar.
É melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se fazendo nada até o final.
Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias frios em casa me esconder.
Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver.”

Martin Luther King

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi o de verificar a influência do potencial matricial da água no solo na produtividade do cafeeiro, relatando sua interferência no sincronismo da floração. O experimento foi instalado no município de Lavras/MG, numa lavoura com cafeeiro Acaia MG-1474, implantada em espaçamento de 3,0 x 0,6 m. O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados com 3 tratamentos (artigo 1), 5 tratamentos (artigo 2) e 4 repetições. Os tratamentos foram: Artigo 1 (A1 = Sem irrigação (testemunha); A2 = Irrigação o ano todo sempre que a planta consumisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm; A3 = Irrigação somente nos meses abr. / maio / jun. / ago. / set. sempre que a planta consumisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm); artigo 2 (A = Sem irrigação; B = Irrigação o ano todo sempre que a planta consumisse 75% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm; C = Irrigação o ano todo sempre que a planta consumisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm; D = Irrigação o ano todo se em jan / fev / mar / jul / out / nov / dez a planta consumisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm e em abr / mai / jun / ago / set a planta consumisse 75% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm; e E = Irrigação em abr / mai / jun / ago / set sempre que a planta consumisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm). Os resultados mostraram que a irrigação no sul de Minas Gerais se torna essencial em períodos que ocorrem restrições hídricas para a planta; a irrigação não foi capaz de reduzir o número de floradas significativas e os manejos de irrigação influenciaram a produtividade do cafeeiro, proporcionando ganhos de produção nos anos de alta safra.

Palavras-chave: Restrição hídrica. Gotejamento. Indução floral

ABSTRACT

The aim of this study was to examine the influence of matric potential of soil water on coffee yield, reporting its interference in the timing of flowering. The experiment was conducted in Lavras / MG, a coffee plantation with Acaiá MG-1474, located at distances of 3.0 x 0.6 m. The experimental design was a randomized block with three treatments (Article 1), 5 treatments (Article 2) and four replications. The treatments were: Article 1 (A1 = No irrigation (control), A2 = irrigation throughout the year when the plant consumed 25% of the total available water in 0-20 cm, A3 = irrigation only during April / May / jun. / Aug. / set. whenever the plant to consume 25% of the total available water in 0-20 cm), Article 2 (A = no irrigation, B = irrigation throughout the year when the plant consumed 75% of the total available water in 0-20 cm, C = irrigation throughout the year when the plant consumed 25% of the total available water in 0-20 cm, D = irrigation throughout the year is in jan / Feb / Mar / July / Oct / Nov / Dec plant consumed 25% of the total available water in 0-20 cm and in April / May / Jun / Aug / set the plant to consume 75% of the total available water at 0-20 cm and E = Irrigation in April / May / Jun / Aug / Sept when the plant consumed 25% of the total available water in 0-20 cm). The results showed that irrigation in southern Minas Gerais becomes essential during periods water restrictions for the plant, the irrigation was not able to reduce the significant number of flowers and irrigation management affect the productivity of coffee, providing gains years of production in high yield.

Keywords: Water restriction. Drip irrigation. Flower induction

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO..... 122
2	REFERENCIAL TEÓRICO 144
3	MATERIAL E MÉTODOS 244
4	RESULTADOS 311
5	CONCLUSÕES..... 422
	REFERÊNCIAS..... 433
SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	
	ARTIGO 1 UTILIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO NO CONTROLE DO POTENCIAL MATRICIAL DE ÁGUA NO SOLO E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO 499
	RESUMO..... 499
1	INTRODUÇÃO..... 509
2	MATERIAL E MÉTODOS 522
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 544
4	CONCLUSÕES..... 633
	ABSTRACT..... 633
	AGRADECIMENTOS 644
	REFERÊNCIAS..... 644
	ARTIGO 2 MANEJO DE IRRIGAÇÃO DO CAFEIEIRO: EFEITO NA SINCRONIZAÇÃO DE ABERTURA DE FLORES E PRODUTIVIDADE DE CAFÉ 67
	RESUMO..... 67
1	INTRODUÇÃO..... 688
2	MATERIAL E MÉTODOS 709
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 722
4	CONCLUSÕES..... 833
	ABSTRACT..... 83
	AGRADECIMENTOS 84
	REFERÊNCIAS..... 84

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Coffea arabica* L. é pertencente à família Rubiaceae, tendo sua origem nos bosques das regiões montanhosas do centro-leste africano. É uma planta perene de porte arbustivo ou arbóreo com folhas persistentes e flores hermafroditas.

O mercado mundial do café movimenta anualmente bilhões de dólares, situando esta cultura como uma das mais importantes do planeta e despertando cada vez mais o interesse dos agricultores em aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção.

O Brasil é o maior produtor mundial de café com 36% da produção mundial, que corresponde a 46 milhões de sacas produzidas no ano de 2009. O parque cafeeiro nacional é constituído em sua maioria pela espécie *Coffea arabica*, e o estado de Minas Gerais tem a maior participação na produção de café brasileira (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2009).

O consumo de café no Brasil ficou em torno de 4,72 Kg de café torrado por pessoa ano, tornando o brasileiro o segundo maior consumidor mundial de café. Este aspecto do mercado monta um quadro de boas perspectivas para aqueles que estejam vinculados ao processo produtivo do café.

A agricultura irrigada tem sido uma importante estratégia para otimização da produção mundial de alimentos, sendo a irrigação na cafeicultura uma realidade no cenário nacional, permitindo situar o cafeeiro entre as principais culturas irrigadas no Brasil.

A produtividade é o parâmetro que mais interessa aos cafeicultores. Entretanto, não basta conseguir uma alta produção, já que o preço do café é determinado também pela sua qualidade. Esta qualidade pode ser afetada pela desuniformidade de maturação dos frutos causada por várias floradas do

cafeeiro, que por sua vez, são influenciadas por vários fatores, tanto da planta como do ambiente. A compreensão das interações entre esses fatores pode contribuir para o desenvolvimento de práticas de manejo mais adequadas, principalmente em relação à irrigação. Tais práticas podem promover uniformização da florada e conseqüentemente uniformização da maturação dos frutos, o que muitas vezes não tem sido alcançado.

O autor deste trabalho objetivou com esta pesquisa verificar a influência do potencial matricial da água no solo na melhoria do sincronismo da florada e na produtividade do cafeeiro.

Esta dissertação está apresentada em formato alternativo de artigos, onde a primeira parte apresenta resumo geral, introdução geral, referencial teórico e uma síntese dos resultados. No primeiro artigo foi abordada a submissão do cafeeiro às restrições hídricas e a influência desta na produtividade. O segundo artigo aborda o efeito de manejos de irrigação na abertura de flores e produtividade do cafeeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A região sul do estado de Minas Gerais destaca-se por produzir em torno de 25% da produção total de café do Brasil e caracteriza-se como apta a produzir café sem uso de irrigação, com base no zoneamento agroclimatológico feito por Camargo (1984). Entretanto, as pesquisas realizadas na região a partir de 1997 têm demonstrado grande aumento de produtividade e redução dos custos médios de produção com o uso da irrigação.

De acordo com Silva et al. (2002), a prática da irrigação em Lavras, Sul de Minas, produziu efeitos significativamente positivos sobre a produtividade do cafeeiro. Vilela (2004) verificou aumento de 230% na produção total de três colheitas consecutivas, em lavoura de cafeeiros Rubi irrigada por pivô central quando comparada com o mesmo cafeeiro não irrigado. Faria (2004) relatou aumento de 56% na produção total de quatro colheitas da cultivar Acaiá, irrigada por gotejamento, quando comparada com a não irrigada.

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. Silva e Reis (2007) avaliando o efeito de diferentes épocas de irrigação e parcelamento de adubação sobre indicadores fisiológicos associados à produtividade do cafeeiro, cultivar Catuaí Vermelho, IAC 144 (18 anos de idade e 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.

Relatos de padrão superior de crescimento (CARVALHO et al., 2006; SCALCO et al., 2009) e aumentos consideráveis de produtividade em lavouras irrigadas sob diferentes sistemas e manejos ainda podem ser encontrados em

relatos de Alexandre et al. (2008), Arantes, Faria e Resende (2009), Assis et al. (2009) e Scalco et al. (2008, 2009).

Além dos comprovados aumentos de produtividade para o sul de Minas Gerais, existem ainda relatos de que a irrigação pode influenciar de forma positiva a qualidade dos grãos e sua classificação, tais como os de Vilella e Faria (2002). Estes autores 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 e não ocorreu diferença na qualidade de bebida do café produzido.

A irrigação, embora seja técnica uma antiga, há muito vem sendo útil para aumentar a produtividade das culturas em geral (MANTOVANI, 2000). O uso da irrigação diminui o risco dos agricultores no que se refere às metas de produções a serem atingidas, não impedindo, no entanto, riscos financeiros. Para o cafeicultor, a irrigação é uma prática que, além de incrementar a produtividade, pode proporcionar a obtenção de um produto diferenciado, de melhor classificação comercial e com perspectiva de bons preços no mercado.

Segundo Belém (2000), vários sistemas de irrigação para café são utilizados, tais como o autopropelido, a aspersão convencional e a irrigação por gotejamento. As importâncias desses sistemas refletem nos retornos de produção. Enquanto num sistema de sequeiro a produtividade dificilmente ultrapassa os 20sc/ha, no sistema irrigado permite produtividades acima de 60 sacas por hectare, ou seja, 300% superior à média do sistema de sequeiro.

Silva, Faria e Reis (2003), analisando o custo de produção de café, tomando por base a colheita de três anos consecutivos relataram que para o preço de mercado na época (R\$ 120,00 a saca de café), era recomendável irrigar com reposição de 100% da evaporação do Tanque Classe A, uma vez que o custo total médio de produção sem irrigação foi mais alto que a referida reposição de água via irrigação e esta menor do que os demais níveis de

reposição testados. A produtividade média obtida sem irrigação foi de 39 sacas/ha e com a lâmina com 100% de reposição da ECA 68 sacas/ha. Portanto, é importante estar atento à flutuação de preços do produto, pois a viabilidade econômica da atividade está diretamente relacionada com o preço de venda do mesmo, o que leva a diferentes respostas fornecidas, quanto à viabilidade econômica da atividade cafeeira.

Ainda que a irrigação seja adotada para proporcionar uma maior produtividade, porém em algumas situações, tem sido alvo de críticas, pelo fato do cafeeiro irrigado apresentar um período de floração mais extenso, com um maior número de floradas, resultando em desuniformidade de maturação na época da colheita. Esta desuniformidade pode prejudicar a qualidade do café produzido, caso a colheita não seja feita de forma seletiva. Com a realização de colheita seletiva, a qualidade do produto pode ser melhorada, entretanto, aumenta-se muito o custo desta colheita que, tem grande peso no custo final de produção do café. Além deste problema de uniformidade de maturação, em alguns casos, tem-se acentuado o problema da bienalidade de produtividade, uma vez que no ano de maior produtividade esta tem sido elevada, causando esgotamento da planta e reduzindo muito a produtividade do ano seguinte. Com isso, a diferença de produção de um ano para outro se torna maior, encarecendo também a colheita do ano de baixa produção, pelo baixo rendimento dos colhedores na colheita manual, agravado pelo fato destes optarem para colher lavouras de melhor produtividade, e que lhes proporcionem melhores ganhos.

Verifica-se, portanto, que a irrigação proporciona grandes benefícios à produção do cafeeiro, mesmo nesta região, na qual o déficit hídrico não deveria restringir sua produção em sistemas não irrigados. Porém, no que concerne a qualidade, ainda existem muitos questionamentos e poucas certezas e se presume que isso possa estar vinculado à falta de sincronismo na floração,

conseqüente desuniformidade de maturação, influenciando diretamente na classificação do grão e na sua qualidade final.

2.1 Fenologia do cafeeiro

O cafeeiro possui gemas florais seriadas, se desenvolvendo e chegando à maturação em épocas distintas, o que, sob condições normais, leva à ocorrência de floradas também em série, ou seja, em períodos sucessivos, sendo normal 2 a 3 floradas principais, que ocorrem de outubro a dezembro. Quando o período após a colheita é bem seco, vários grupos (séries) de gemas chegam à maturação e logo entram em dormência de forma mais uniforme, levando às floradas, frutificação e maturação também mais homogêneas, o que facilita a colheita e a qualidade do café (MATIELLO, 2006).

Camargo (1987) apresentou o cafeeiro arábica com quatro fases fenológicas distintas no decorrer do ano: granação e abotoação, maturação e abotoamento, dormência, floração e expansão. Este mesmo autor relata que nas condições da região centro-sul do Brasil, o déficit hídrico na fase de expansão atrasa o crescimento dos frutos, resultando em grãos depreciados para a comercialização, além de reduzir a produtividade. Assim, pode-se inferir que o desenvolvimento vegetativo da cultura e a produtividade estão diretamente relacionados com a prática da irrigação, como observado por Alves (1999), Karasawa (2001) e Vilella (2001). Há de se considerar ainda que o sucesso da atividade cafeeira possa depender da adoção de um manejo adequado do sistema produtivo, que gere redução de custos e aumento de produtividade.

Segundo Matiello (2006), nas condições usuais de manejo dos cafezais, a pleno sol, como são praticadas aqui no Brasil, ocorre na maioria das regiões cafeeiras um período frio e seco de maio a setembro, ocorrendo assim, um estresse hídrico também natural.

Torna-se importante o conhecimento da fenologia, ou seja, as fases produtivas do cafeeiro (Figura 1), para o conhecimento do melhor período de utilização da técnica de aplicação de déficit hídrico. Como se pode observar na Figura 1, o estresse hídrico pode ser aplicado durante os meses de julho, agosto e setembro, na dormência das gemas produtivas, no primeiro ano fenológico do cafeeiro, antes do desenvolvimento das gemas florais.

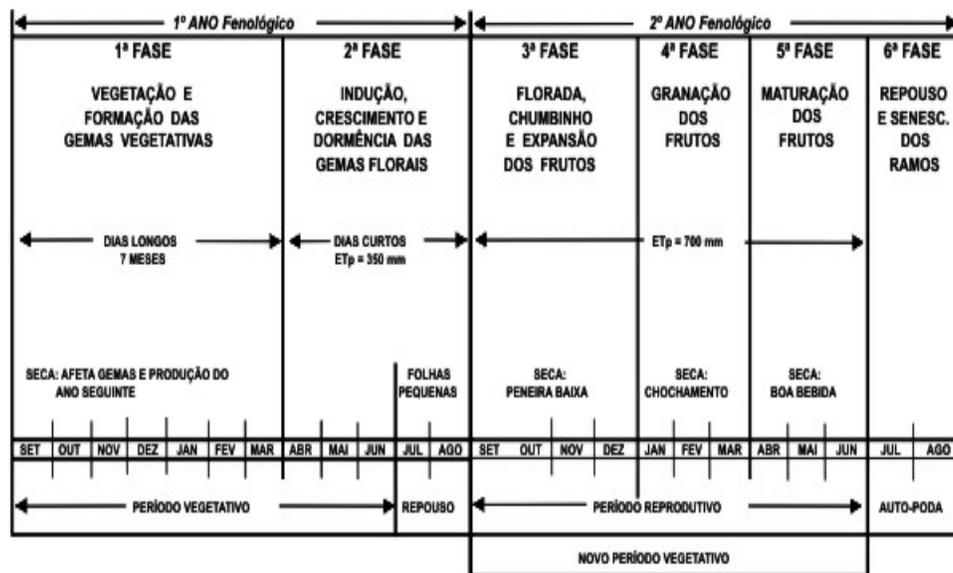


Figura 1 Esquema do ciclo fenológico do cafeeiro arábica, subdividido em seis fases, para condições climáticas tropicais do Brasil

A suspensão de irrigações, estresse hídrico ou simplesmente déficit hídrico, para quebra de dormência das gemas florais e uniformização ou sincronização da florada, é um assunto bastante discutido na atualidade, sem chegar a um consenso comum. Resultados contraditórios ainda são encontrados, em função das diferenças climáticas (temperatura e umidade do ar) de cada região cafeeira e de cada ano em cada região, bem como das condições da

lavoura, quanto à sua idade, espaçamento, espécie e variedade (SANTINATO; FERNANDES; FERNANDES, 2008).

Como na cafeicultura tem-se grande variabilidade de clima, solo, espaçamentos, variedade e manejo nutricional, fitossanitário e cultural, é recomendável que o déficit hídrico seja aplicado com cuidado e analisado sob aspecto de qualidade de café e os níveis de produtividade. De maneira geral, recomenda-se a aplicação do déficit hídrico imitando-se a natureza, sendo em regiões frias 45-60 dias, em regiões médias 30-45 dias e quentes até no máximo de 30 dias antes da floração, que irá variar de ano para ano (SANTINATO; FERNANDES; FERNANDES, 2008).

Pesquisas realizadas na África mostram que o déficit hídrico pode aumentar o número de gemas florais no cafeeiro. Já no Brasil, as pesquisas têm mostrado o contrário, que o déficit, apesar de uniformizar a floração, acaba reduzindo a produção, principalmente nas regiões de inverno quente.

Segundo Matiello (2008) as plantas de café sob déficit hídrico, têm apresentado desfolhas acentuadas, conduzindo a floradas uniformes, mas com prováveis perdas de produção. Em cafezal no município de Luiz Eduardo Magalhães - BA, desfolhas artificialmente efetuadas em cafeeiros, com redução na folhagem de 50 a 100%, levaram perdas de produção na safra seguinte, de 25 a 81% (MATIELLO, 2006).

Têm-se, assim, resultados bons com a aplicação de déficit hídrico em relação à uniformização da floração, mas que precisam mais trabalhos de pesquisa envolvendo o assunto (MATIELLO, 2006).

2.2 A floração

O cafeeiro é uma espécie de grande importância econômica, sendo que alguns aspectos relacionados ao seu desenvolvimento reprodutivo são ainda

pouco conhecidos. O processo do florescimento envolve tanto fatores internos da planta como fatores externos. Entretanto, são ainda escassas as informações sobre como esses fatores atuam na formação das gemas florais. Pouco se sabe sobre a indução e o processo de desenvolvimento de gemas reprodutivas em *Coffea arabica* L. A maioria das informações disponíveis abrange as fases mais avançadas de desenvolvimento das gemas florais (MAJEROWICZ; SONDAHL, 2005).

Geralmente, associa-se ao florescimento do cafeeiro a necessidade de um déficit hídrico para a quebra de dormência do botão floral e, assim, o início da antese, contribuindo para uma floração mais homogênea (MATIELLO, 2006; SOARES et al., 2005). Alguns estudos mostram uma relação entre a florada principal e um período de estresse hídrico e ou uma queda de temperaturas, seguidas de suprimento de água via chuva ou irrigação (CAMARGO; CAMARGO, 2001; SOARES et al., 2005).

Segundo Rena e Maestri (2000), há muita polêmica em torno da submissão do cafeeiro ao déficit hídrico, erroneamente chamado “estresse hídrico”; sendo mais apropriado denominá-lo simplesmente “déficit hídrico”. Porém é aí que se localiza a confusão, pois é a planta que deve ser submetida ao déficit hídrico, que pode ocorrer mesmo estando o cafeeiro instalado em solo com teor de água próximo à capacidade de campo ou mesmo dentro de solução nutritiva. Tudo depende do déficit de pressão de vapor (DPV) a que a planta está submetida e do solo. Se o DPV for grande e/ou a capacidade de retenção de água no solo for pequena (por exemplo, solos arenosos), poucas horas após a irrigação as folhas e as gemas já começam a experimentar deficiência hídrica. No entanto, as necessidades de irrigação e sua função no controle da época de florescimento, são muito variáveis e dependentes da distribuição das chuvas, severidade da estação seca e do tipo e profundidade dos solos. Entretanto, a maioria desses trabalhos foi realizada sob ambientes controlados e, mesmo que sob condições

de campo, objetivou somente estabelecer uma relação entre a intensidade do déficit hídrico imposto à planta e a uniformização das floradas. Assim, não determinam um intervalo de tempo necessário para se estabelecer um déficit hídrico que fosse suficiente para quebrar a dormência das gemas florais e estimular a sincronização do florescimento e desenvolvimento dos frutos, bem como, não quantificam os reflexos na produção final dos cafeeiros. Tais informações podem viabilizar o desenvolvimento de práticas que auxiliem o agricultor a planejar e utilizar a água de irrigação eficientemente para o aumento da produção e qualidade do café (GUERRA et al., 2007).

Bomfim Neto et al. (2007a) utilizaram o déficit hídrico como ferramenta para uniformizar a floração do cafeeiro no oeste da Bahia, estabelecendo quatro tratamentos, sendo uma testemunha irrigada adequadamente e mais três tratamentos que tiveram o início do déficit hídrico determinado por meio do estágio 2, 3 e 4 do botão floral (CRISOSTO; GRANTZ; MEINZER, 1992). O retorno da irrigação nesses tratamentos ocorria quando os mesmos se encontravam com 60% a 70% dos botões no estágio 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 com mesmo objetivo, conduta e avaliação, os autores buscaram a uniformização da floração do cafeeiro em Patrocínio, MG, e 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 estágio 4, antes da primeira chuva que desencadeou o processo de floração (BOMFIM NETO et al., 2007b).

Oliveira (2002), avaliando os efeitos de diferentes frequências de irrigação sobre a floração do cafeeiro Catuaí Vermelho, em campo, observou um número médio de flores acumuladas no tempo igual em todas as frequências de irrigação e que essas irrigações no período “pós-abotoamento floral” levaram a uma maior desuniformidade na floração. Floradas mais expressivas foram observadas somente após as chuvas. Oliveira (2003) observou que cafeeiro irrigado de abril a julho, emitiu 54,6% mais flores do que quando se utilizou outros períodos para irrigação. 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 aliado 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. A adequação da aplicação do déficit hídrico aos estádios de desenvolvimento do botão floral pode vir a ser o fator crucial para a obtenção de floradas uniformes, sem afetar a produtividade do cafeeiro. Soares et al. (2001), verificaram que o déficit hídrico não proporcionou quebra de dormência dos botões florais de cafeeiros, sendo que a ocorrência desta aconteceu em todos os tratamentos após a ocorrência de precipitações. Isto implica que aparentemente existe um sinergismo entre fatores climáticos, como precipitações, temperatura e déficit de vapor, agindo.

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, a qual foi da ordem de 40%. Também houve significativa redução do custo da atividade e maximização da produção de cafés especiais.

Aliado ao estudo do fenômeno da floração, Guerra et al. (2007) enfocam também o fenômeno da bienalidade de produção, que tem sido mais acentuada nas lavouras irrigadas. Assim tecnologias relacionadas à aplicação de adubação na lavoura cafeeira irrigada com enfoque especial para o fósforo têm sido avaliadas como forma de reduzir a alternância de produção. Os resultados parecem promissores, porém mais pesquisas deverão complementar e validar o uso dessa tecnologia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras - MG. A área está situada nas coordenadas geográficas de 21° 13' de Latitude Sul e 44° 58' de Longitude Oeste, com altitude de 918 m (Figura 2).



Figura 2 Imagem de satélite do experimento retirada do software Google Earth

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cwa, caracterizado por uma estação seca entre abril e setembro e uma estação chuvosa de outubro a março. A precipitação pluvial e a temperatura média anual são de 1.460 mm e 20,4 °C, respectivamente (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

Do solo da área experimental, classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 1999), foram coletadas amostras nas camadas de 0 aos 20 cm e de

20 aos 40 cm de profundidade para serem analisados, quanto às características físicas e químicas. As amostras apresentaram densidade global média de 1,223 g/cm³ (0-20 cm) e 1,198 g/cm³ (20-40 cm). Os valores médios da umidade na capacidade de campo, para amostras de solos das parcelas que receberam os tratamentos A, B, C, D e E, na camada de 0-20 cm, foram próximos de 0,407; 0,395; 0,405; 0,400 e 0,412 cm³/cm³, respectivamente, e na camada de 20-40 cm de 0,449; 0,445; 0,370; 0,381 e 0,375 cm³/cm³. Os valores médios da umidade no ponto de murcha permanente, na camada de 0-20 cm, foram 0,284; 0,285; 0,282; 0,291 e 0,282 cm³/cm³ e na camada de 20-40 cm de 0,291; 0,295; 0,233; 0,248 e 0,240 cm³/cm³, para os tratamentos A, B, C, D e E, respectivamente.

Ressalta-se que o solo dos tratamentos identificados com A1, A2 e A3 do artigo 1 são correspondentes, respectivamente, aos tratamentos A, C e E do artigo 2.

Para a condução deste trabalho foi utilizada uma lavoura já implantada em março de 1997 e recepada em outubro de 2004. A cultivar em estudo foi Acaia MG-1474 plantada no espaçamento 3,0 m entre linhas e 0,6 m entre plantas. A lavoura foi constituída por 13 linhas de plantio com média de 103 plantas por linha, totalizando 1339 plantas. No artigo 1, o período de monitoramento do potencial matricial de água no solo de cada parcela, iniciou-se em agosto/2007, finalizando em julho/2009. Já no artigo 2 o período avaliado corresponde desde a recepa, estendendo-se até a colheita realizada em julho/2010.

3.1 Caracterização dos tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de 3 linhas de plantio com 10 plantas, considerando-se útil 5 plantas de cada linha (Figura 3).

E = A3 = Irrigação somente nos meses abr / mai / jun / ago / set sempre que a planta consumisse 25% da água disponível na camada de 0-20 cm (tratamento sem restrição hídrica nos meses secos da região exceto no mês de julho).

3.2 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi gotejamento superficial, sendo caracterizado pela aplicação de água no solo, de modo a formar uma faixa contínua ao longo da linha de plantio. O sistema era de acionamento manual composto de conjunto moto-bomba, unidade de controle constituída de filtros de areia e de disco, injetor de fertilizantes, controlador de vazão, manômetros e conexões; linha principal e de derivação de tubos de PVC; linhas laterais composta de tubos de polietileno com gotejadores autocompensantes (150 a 400 KPa) do tipo botão (modelo Katif) com vazão de $4,0 \text{ L.h}^{-1}$ e pressão de serviço de 300 kPa. O espaçamento entre gotejadores foi de 40 cm, proporcionando uma faixa molhada por linha de plantas da parcela. Para cálculo das lâminas de água repostas em cada tratamento, considerou-se uma eficiência de irrigação de 90%.

3.3 Manejo da irrigação

Em cada parcela experimental foram instalados sensores de tensão de água no solo, do tipo Watermarck, para a indicação do potencial matricial nas profundidades de 10 cm e 30 cm (Figura 4). As leituras foram obtidas através de um sistema de aquisição de dados (datalogger).

O momento de irrigar e a quantidade de água a ser reposta em cada tratamento 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, através da correlação

entre a umidade e a tensão de água no solo. Como determinante do momento de irrigação foram consideradas as médias das leituras do potencial de água do solo para cada tratamento, nos sensores posicionados aos 10 cm de profundidade.



Figura 4 Sensores de água no solo localizados aos 10 cm e aos 30 cm de profundidade (a) e o monitor Watermarck para aquisição dos dados (b)

A quantidade de água a ser reposta em cada tratamento teve como base as médias das leituras do potencial de água do solo nos sensores posicionados aos 10 e aos 30 cm de profundidade, representando respectivamente as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm. Através dessas leituras foram calculadas as lâminas de reposição de água, com seus respectivos volumes e tempos de irrigação, para cada tratamento.

Nos tratamentos em que a irrigação só ocorreu em determinados meses do ano, no início do período, a umidade do solo foi elevada à capacidade de campo, na camada de 0-40 cm.

3.4 Adubação, controle fitossanitário e tratos culturais

Todos os tratamentos foram fertirrigados, utilizando bomba injetora Amiad, durante os meses de outubro a fevereiro, exceto as testemunhas que foram adubadas manualmente, no mesmo período.

O adubo aplicado teve sua quantidade determinada por meio de análise de solo, folha e previsão de safra futura, segundo recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG (1999).

A adubação com micronutrientes foi realizada via foliar, nos meses de março e abril. Nessa mesma época foram realizadas pulverizações corretivas contra a ferrugem e cercosporiose.

Os tratos culturais (capinas, desbrotas, etc.) foram realizados durante todo o ano e de acordo com a necessidade da cultura e recomendações de Alcântara e Silva (2010).

3.5 Avaliação de flores abertas

As avaliações de florescimento foram realizadas a partir do mês de setembro de cada ano, sendo estas avaliações realizadas a cada 7 dias ou de acordo com a frequência que ocorriam as floradas

Características identificadas durante as avaliações de florescimento foram:

- a) n° de botões florais – obtido por contagem dos botões florais, em ramos previamente marcados, sendo considerado botão floral aquele que atingiu coloração próxima do branco até antes da antese;
- b) n° de flores abertas – obtido por contagem de flores abertas em ramos previamente marcados, considerando-se flores abertas as gemas que atingiram a antese e, para evitar recontagens, foram cortadas as pétalas das flores contadas;
- c) n° de ramificações secundárias – obtidas por contagens de ramos plagiotrópicos secundários dos ramos marcados.

Estas avaliações foram realizadas em todos os ramos marcados, a partir do aparecimento da primeira flor aberta em qualquer um dos ramos, até a

constatação do término de abertura de flores. Foi realizada inspeção em todos os ramos, para certificar-se que realmente não houve mais abertura de flores.

Para avaliação da taxa de vingamento de flores, foi realizada a contagem de frutos estabelecidos em cada ramo marcado. Foi relacionado o número de frutos com o número de flores emitidas em cada tratamento para determinação da taxa de vingamento de flores.

3.6 Colheita e produtividade

A colheita dos frutos foi realizada manualmente e nas 5 plantas úteis de cada linha dos tratamentos, quando a estimativa de frutos verdes atingiu uma percentagem visual menor ou igual aos 15%. Neste momento, também foi realizada a pesagem e a quantificação do volume de frutos colhidos. Após a colheita, separou-se uma amostra de 10 litros de frutos de cada parcela e esta foi colocada em saco de tela plástica para secagem. Depois da secagem, o café foi beneficiado e relacionado com os dados obtidos em cada parcela, para determinação de rendimento e produtividade.

3.7 Análises estatísticas dos dados

Com os dados obtidos foi aplicado o teste de normalidade para verificar a necessidade de transformação dos mesmos antes da análise de variância e, quando necessário, aplicou-se testes de médias Scott-Knott, usando o software SISVAR (FERREIRA, 2003).

4 RESULTADOS

4.1 Síntese dos dados – Artigo 1

No período de agosto/2007 a julho/2008, foram registrados resultados da ordem de 1245,4 mm para precipitação acumulada no período. É possível verificar na Figura 5a que a maior lâmina de precipitação ocorreu no mês de janeiro (263 mm) e a menor precipitação acumulada mensal nos meses de agosto, setembro e julho (0 mm). A temperatura média anual foi de 20,4 °C, variando de 15,9 °C na média do mês de julho, ao máximo de 23,0 °C na média de dezembro.

No Gráfico 1b, são apresentados, os dados correspondentes ao período de agosto/2008 a julho/2009. O mês de dezembro apresentou a maior lâmina de precipitação pluvial (419,4 mm) e a menor lâmina foi registrada em agosto e julho (13,9 mm), totalizando um acumulado de 1671,8 mm de precipitação pluvial no período. A temperatura média do ar nesse período manteve-se semelhante ao ano anterior com média anual de 20,5 °C, apresentando maior e menor valor de média mensal respectivamente, nos meses de outubro (23,3 °C) e junho (16,3°C).

No Gráfico 2 pode-se observar as médias mensais dos sensores de água no solo para cada tratamento, ao longo dos dois anos de monitoramento. No tratamento A1 (sem irrigação), verifica-se que os dados apresentados no gráfico foram influenciados diretamente pelas precipitações, tendo valores maiores de potencial matricial de água no solo nos períodos chuvosos, confirmando a resposta dos sensores de água no solo à aplicação de água. A partir de outubro/2007, iniciaram-se as precipitações, realizando recarga de água no solo na camada avaliada. De novembro/2007 a meados de abril/2008, o solo

apresentou potencial mátrico médio de -29 kPa, demonstrando que as plantas do tratamento A1, teve suas necessidades hídricas atendidas nesse período.

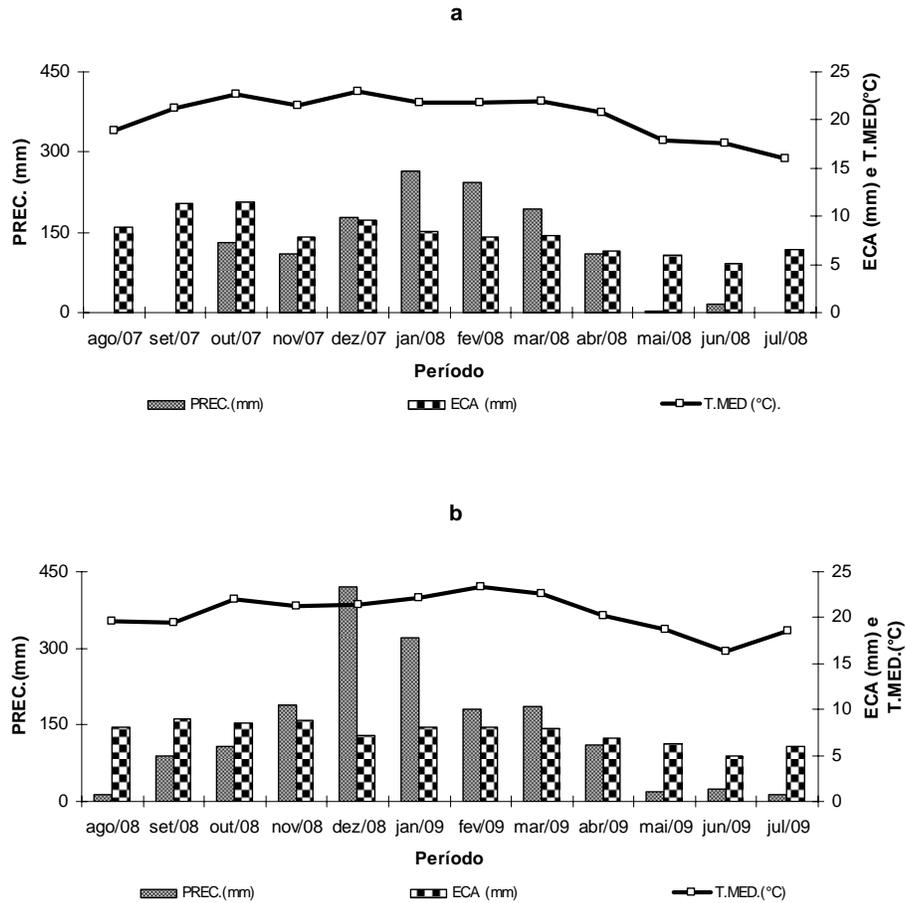


Gráfico 1 Valores mensais das precipitações pluviais (PREC.), evaporação do Tanque Classe A (ECA) e temperatura média mensal (T. MÉD.) no período de agosto/2007 a julho/2008 (a) e no período de agosto/2008 a julho/2009 (b)

(outubro/2008 a março/2009), mantendo-se com valores elevados, não propiciando restrição hídrica elevada às plantas desse tratamento.

4.2 Síntese dos dados – Artigo 2

No ano de 2006, ocorreram precipitações pluviais no final de agosto e início de setembro, perfazendo uma lâmina total de 43,1 mm, juntamente com uma queda de temperatura de 5,1 °C entre os dias 4 e 6 de setembro/2006 (Gráfico 3a), podendo ter proporcionado a quebra de dormência dos botões florais para todos os tratamentos.

Em 2007, o período considerado chuvoso na região se mostrou atípico, sendo que as precipitações iniciaram mais tardiamente, com o primeiro registro de precipitação de 11,8 mm no dia 18/10/2007 (Gráfico 3b). Nesse ano ocorreu uma restrição hídrica maior no tratamento A e no tratamento E que teve suas irrigações encerradas no mês de setembro.

Já em 2008 houve uma distribuição normal das precipitações, iniciadas de maneira mais freqüente no dia 14/09/2008, tendo ocorrido pequenas lâminas de precipitações no mês de agosto/2008, não permitindo uma restrição hídrica elevada nas plantas do cafeeiro.

A precipitação pluvial iniciou antecipadamente no ano de 2009, conforme Gráfico 3d. Observa-se que lâminas consideráveis de precipitações ocorreram no final de agosto e início de setembro, apresentando um acumulado de 30,5 e 49,5 mm, respectivamente.

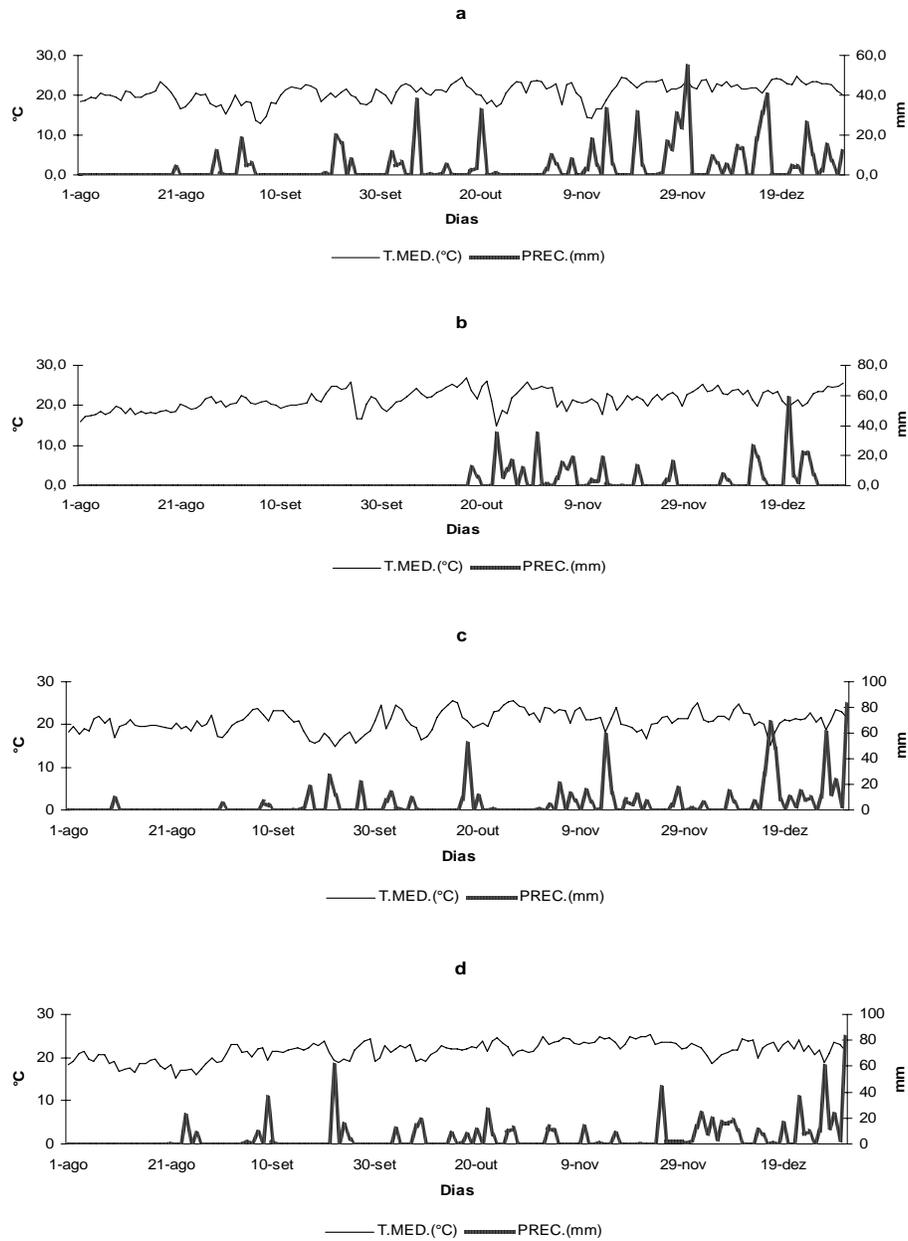


Gráfico 3 Valores médios das temperaturas diárias e da distribuição das precipitações pluviais, no período de agosto a dezembro para os anos de 2006 (a), 2007 (b), 2008 (c) e 2009 (d)

No ano 2006, a abertura floral iniciou-se no dia 19 de setembro em todos os tratamentos, sendo que os tratamentos, D com 99 flores e B com 56 flores apresentaram a maior e menor emissão, respectivamente, conforme mostra o Gráfico 4a.

Nas avaliações do ano de 2007, todos os tratamentos irrigados apresentaram antese floral no dia 08 de outubro (Gráfico 4b). Como a umidade do solo não era fator limitante, a abertura floral pode ter sido induzida pela queda de temperatura de 9 °C entre os dias 24 e 26 de setembro/2007, passando de uma média diária de 25,7 °C para 16,7 °C (Gráfico 3b). Nesse ano, observou-se a ocorrência de 2 floradas no tratamento B, somando 91% do total de flores emitidas e um maior sincronismo na abertura floral dos tratamentos C, D e E. Essa concentração na abertura de flores, em um ano atípico na região, não pode ser atribuída a uma influência dos tratamentos de irrigação.

A primeira avaliação de floração no ano de 2008 foi realizada no dia 08 de setembro, sendo que só apareceram flores, nos tratamentos irrigados, na avaliação seguinte, ou seja, no dia 12 de setembro (Gráfico 4c), encontrando-se flores somente nos tratamentos irrigados e com números mais representativos em relação ao total. A baixa umidade no solo, não permitiu a quebra de dormência dos botões florais no tratamento A (sem irrigação), nesta data. No dia 29 de outubro, fez-se a última avaliação com ocorrência de flores nos ramos plagiotrópicos marcados, encerrando precocemente o período de emissão de flores, já que, nos outros anos, houve ocorrência de floradas nos meses de novembro e dezembro.

As lâminas de precipitação ocorridas até o dia 10/09/2009 (Gráfico 3d), provavelmente pode ter influenciado na não ocorrência de restrição hídrica às plantas, desencadeando o processo de quebra de dormência dos botões florais, culminando com a abertura floral do dia 14/09/2009 (Gráfico 4d).

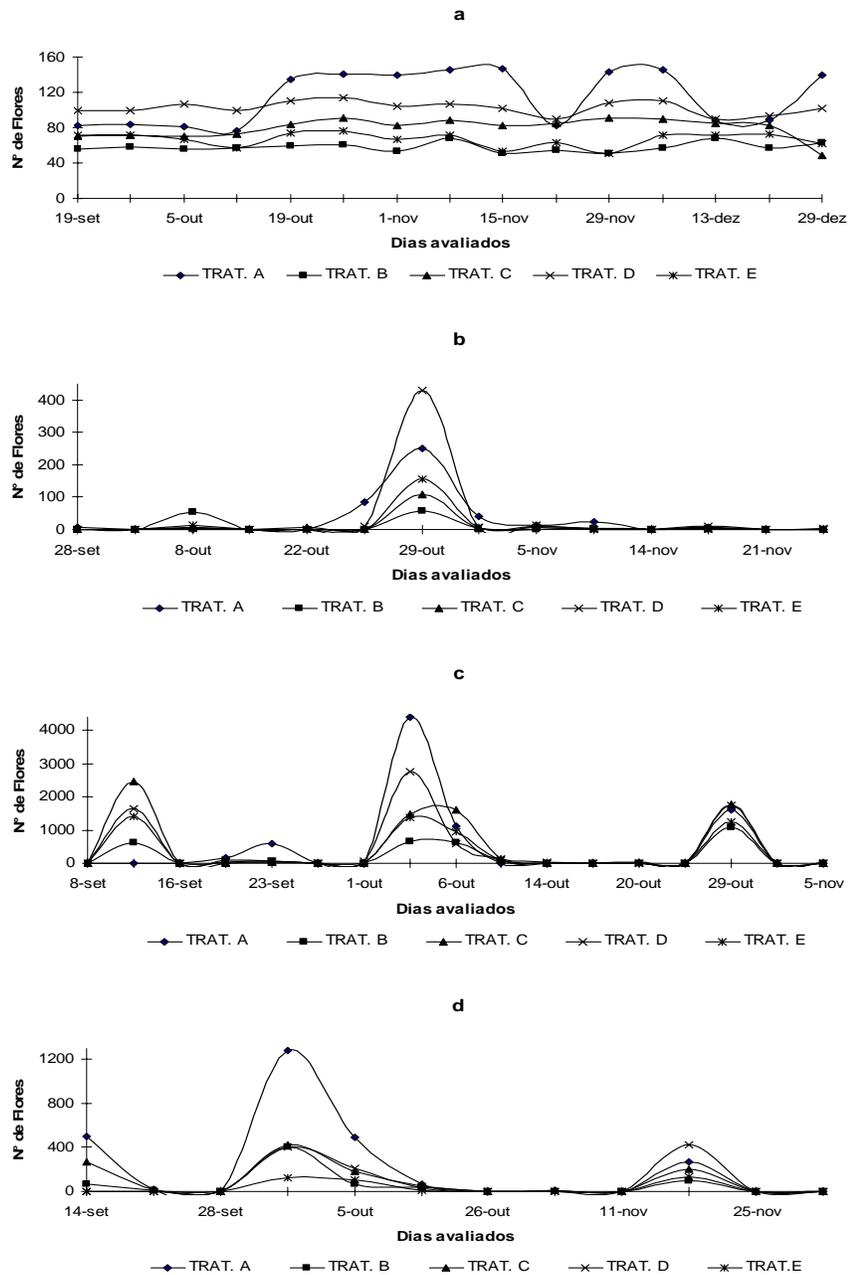


Gráfico 4 Valores do número total de flores abertas, nos ramos plagiotrópicos marcados, para cada manejo de irrigação, nos anos de 2006(a), 2007(b), 2008(c) e 2009(d)

Por meio da análise de variância das características reprodutivas do cafeeiro, observou-se diferença significativa para as variáveis “número de flores emitidas, número de frutos, para os anos de 2008 e 2009. E para porcentagem de vingamento das flores” nos anos de 2007 e 2008. Os resultados do teste de médias estão apresentados na Tabela 1.

Observou-se que as avaliações de floradas nos períodos considerados (2006, 2007, 2008 e 2009) foram de manter a bienalidade do cafeeiro, com maior número de flores e de frutos nos anos de 2006 e 2008.

A variável “flores” apresentou-se com diferença significativa nos anos de 2008 e 2009, para manejo de irrigação (Tabela 1), mostrando que no ano 2008, os tratamentos A (sem irrigação) e C, apresentaram maior número de flores quando comparado aos demais tratamentos, que não diferiram entre si. No ano de 2009, apenas o tratamento A demonstrou ser significativamente superior no número de flores emitidas, diferindo dos tratamentos irrigados.

A análise estatística mostrou uma diferença quanto ao “número de frutos”, para o ano de 2008, destacando-se com maior número de frutos os tratamentos A, C e D, e no ano de 2009 o tratamento A se mostrou significativamente com maior número de frutos que os demais tratamentos irrigados, que não diferiram entre si. Foi citado anteriormente que o tratamento A teve uma proporção no número de flores emitidas superior aos demais tratamentos, o mesmo aconteceu em relação ao número de frutos, mas numa amplitude menor. Essa diminuição na proporção de flores para frutos emitidos no tratamento A, foi consequência desse tratamento ter apresentado significativamente uma menor “porcentagem de vingamento de flores”, quando comparado aos demais tratamentos irrigados, nos anos de 2007 e 2008 (Tabela 1).

Tabela 1 Valores do número total de flores, de frutos, da porcentagem de vingamento de flores e do resultado do teste de médias para cada tratamento de irrigação, nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009, e os valores do coeficiente de variação (CV %) da análise estatística realizada

Manejo de Irrigação	Flores**			
	2006	2007	2008	2009
A	943	109	1594 a	209 a
B	345	52	327 b	74 b
C	344	49	1105 a	77 b
D	470	110	981 b	76 b
E	369	19	428 b	38 b
CV (%)	71,41	90,44	46,33	58,06
	Frutos**			
	2006	2007	2008	2009
A	407	13	849 a	118 a
B	187	26	250 b	39 b
C	211	25	942 a	53 b
D	287	60	800 a	43 b
E	202	10	370 b	30 b
CV (%)	89,91	98,21	40,77	54,09
	% Vingamento**			
	2006	2007	2008	2009
A	39	22 b	59 b	61
B	56	58 a	77 a	58
C	61	61 a	85 a	76
D	60	54 a	84 a	53
E	42	54 a	86 a	79
CV (%)	42,22	20,96	15,43	37,55

** Média seguidas por letras diferentes na vertical, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%)

4.3 Síntese dos dados de produção – Artigos 1 e 2

Na análise de variância da produtividade do cafeeiro, observou-se diferença significativa para a fonte de variação “manejo de irrigação” (Tabela 2),

para os anos de 2007, 2009 e 2010. Observou-se que o comportamento da produtividade nos períodos considerados (2006, 2007, 2008, 2009 e 2010) foi de manter a bienalidade do cafeeiro, apresentando alta produtividade em 2007 e 2009 e baixa produtividade nos anos de 2008 e 2010, conforme Tabela 2.

Tabela 2 Resultado do teste de médias para produtividade (sc/ha) de cada tratamento de irrigação nos anos de 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 e acumulada (5 anos), com seus coeficientes de variação (CV%) e porcentagem relativa em relação ao tratamento sem irrigação (testemunha)

ANOS	CV(%)	Tratamentos*				
		A = A1	B	C = A2	D	E = A3
2006	21,9	32,5	23,3	28,5	24,8	22,5
2007	19,7	65,3 b	82,5 a	70,5 b	72,0 b	87,0 a
2008	71,4	1,9	4,9	3,2	4,2	2,5
2009	13,1	88,5 b	121,0 a	124,8 a	95,5 b	115,0 a
2010	40,6	42,3 a	17,5 b	17,8 b	14,0 b	11,3 b
Acumulado	11,2	230,5	249,8	245,0	210,3	238,0
Relativa(%)	—	100	108,4	106,3	91,2	103,3

* Médias seguidas por letras diferentes na horizontal, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%)

Analisando os manejos de irrigação dentro de cada ano, observou-se o efeito significativo para manejo de irrigação nos anos de 2007, 2009 e 2010 (Tabela 2). No ano 2007, os tratamentos B e E, significativamente, apresentaram maior produção em relação aos demais tratamentos, que não diferiram entre si. Já no ano 2009, os tratamentos B e E permaneceram com maior produção, acrescentando a esse grupo o tratamento C, que significativamente foram iguais.

Em 2010, o tratamento A (sem irrigação) se destacou, apresentando maior produção, diferindo significativamente dos tratamentos irrigados. Essa maior

produtividade do tratamento A pode ter sido influenciada por um menor esgotamento das plantas no ano anterior, diminuindo a amplitude da bienalidade do cafeeiro, que foi acentuada em plantas irrigadas. Esse fato pode ter contribuído para que todos os tratamentos mostrassem significativamente iguais na produção acumulada dos 5 anos analisados.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzida a lavoura, verificou-se que o potencial matricial de água no solo influenciou na produtividade do cafeeiro.

A submissão da planta à restrição hídrica na fase fenológica de crescimento vegetativo produziu efeito negativo, com a conseqüente diminuição da produtividade.

Os tratamentos de irrigação não proporcionaram uma concentração diferenciada na abertura de flores do cafeeiro.

A bienalidade de produtividade da cultura teve maior amplitude nas parcelas irrigadas.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTRA, E. N.; SILVA, R. A. Manejo do mato em cafezais. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da. **Café arábica**: do plantio à colheita. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 519-572.

ALEXANDRE, L. P. B. et al. Características produtivas do cafeeiro em plantio superadensado e convencional sob sistema diferenciado da irrigação: quinta safra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 10., 2008, Araguari. **Anais....** Araguari: ACA, 2008. p. 206-209.

ALVES, M. E. B. **Resposta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) a diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação**. 1999. 94 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

ARANTES, K. R.; FARIA, M. A. de; REZENDE, F. C. Recuperação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após recepa, submetido a diferentes lâminas de água e parcelamentos da adubação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 5, p. 313-319, 2009.

ASSIS, G. A. et al. Padrões de rendimento do cafeeiro em função do regime hídrico, densidade de plantio e bienalidade de produção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 11., 2009, Araguari. **Anais...** Uberaba: ACA/UNIUBE, 2009. p. 96-102.

BELÉM, R. Minas Gerais, o maior produtor de café do país. **Revista ITEM**, Belo Horizonte, n. 48, p. 18, set. 2000.

BOMFIM NETO, H. et al. 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. et al. 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.

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. **Balanco hídrico, florescimento e necessidade de água para o cafeeiro**. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 8., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 53-90.

CAMARGO A. P. de. Efeitos na produção de café, épocas de rega e de supressão da água, por meio de cobertura transparente (barcaça). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 11., 1984, Londrina. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1984. p. 62-64.

CARVALHO, C. H. M. de et al. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas densidades de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 243-250, mar./abr. 2006.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária UFV, 1999. 359 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café**. 2009. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/c9c80d6a23c89175a0e41ed358203d91.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2010.

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.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. de; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, dez. 2007. ISSN 1413-7054.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FARIA, M. A. de. (Coord.). **Relatório anual**. Lavras: UFLA/DEG, 2004. 11 p. Relatório.

FERREIRA, D. S. **Sisvar**: versão 4.6 (Build 65). Lavras: Dex/ UFLA, 2003.

GUERRA, A. F. et al. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. **ITEM, Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, v. 62, n. 73, p. 52-61, 2007.

KARASAWA, S. **Crescimento e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). cv. Topázio MG-1190 sob diferentes manejos de irrigação localizada**. 2001. 72 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MAJEROWICZ, N.; SONDAHL, M. R. Induction and differentiation of reproductive buds in *Coffea arabica* L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 247-254, 2005.

MANTOVANI, C. Consórcio brasileiro de pesquisa e desenvolvimento do café na irrigação do cafeeiro. **Revista ITEM**, Belo Horizonte, n. 48, p. 28-30, set. 2000.

MATIELLO, J. B. Efeito do stress hídrico no abortamento e uniformização da floração em cafeeiros em região quente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 32., 2006, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Poços de Caldas: CBP&D-Café/EMBRAPA CAFÉ, 2006. p. 30.

MATIELLO, J. B. Utilização do estresse hídrico induzido no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 34., 2008, Caxambu-MG. **Anais...** Caxambu: CBP&D-Café/EMBRAPA CAFÉ, 2008. p. 37-65.

NASCIMENTO, M. N. do et al. 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, 2003.

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

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Relações hídricas no cafeeiro. **ITEM: Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 48, p. 34-41, set. 2000.

REZENDE, F. C. et al. Características produtivas do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv., Topázio MG -1190), recepado e irrigado por gotejamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 103-110, jul./dez. 2006.

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

SCALCO, M. S. et al. Padrão de crescimento de cafeeiros podados, irrigados e não irrigados em duas densidades de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009, Juazeiro, BA. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2009. 1 CD-ROM.

SCALCO, M. S. et al. Produtividade do cafeeiro em função do regime hídrico e do adensamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 10., 2008, Araguari. **Anais...** Araguari: ACA, 2008. p. 94-99.

SILVA, A. L.; FARIA, M. A.; 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. 34-74, 2003.

SILVA, A. M. et al. Efeito das épocas de irrigação sobre a produtividade do cafeeiro catuai em 4 safras consecutivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. p. 44-149.

SILVA, J. G. F.; REIS, E. F. dos. Irrigação do cafeeiro Conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 347-376.

SOARES, A. R. et al. Efeito do déficit hídrico sobre a quebra da dormência na floração de um cultivar de café arábica irrigado por gotejamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café, 2001. v. 1, 1 CD-ROM.

SOARES, A. R. et al. 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, 2005.

VILELA, L. A. A. (Coord.). **Relatório anual**. Lavras: UFLA/DEG, 2004. 8 p. Relatório.

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.

VILELLA, W. M. da C. **Diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2001. 96 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)—Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

SEGUNDA PARTE**ARTIGO 1****REDIGIDO SEGUNDO NORMAS NBR 6022****CONTROLE DO POTENCIAL MATRICIAL DE ÁGUA NO SOLO E
SUA INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO****Maurício Cezar Resende Leite Junior****Manoel Alves de Faria****Mirian de Lourdes Oliveira e Silva****Elio Lemos da Silva****Fátima Conceição Rezende****RESUMO**

A cafeicultura tem elevada importância econômica para o país e tem passado por avanços tecnológicos para aumento de produtividade, sendo uma delas, o uso da irrigação, que além de suprir as necessidades hídricas da cultura, fornece a possibilidade da utilização do estresse hídrico controlado. O objetivo, com as pesquisas registradas neste trabalho, foi o de verificar a influência do potencial matricial da água no solo na produtividade do cafeeiro. O experimento conduzido no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras e o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 3 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos utilizados constaram de manejos de irrigação, que tiveram o potencial matricial de água no solo controlado no período de agosto/2007 a julho/2009, sendo: A1 = Sem irrigação (testemunha); A2 = Irrigação o ano todo sempre que a planta consumisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm; A3 = Irrigação somente nos meses abr. / maio / jun. / ago. / set. sempre que a planta consumisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm. Os resultados mostraram que a irrigação no sul de Minas Gerais se torna essencial, em períodos que ocorrem restrições hídricas na planta, suprimindo as necessidades do cafeeiro e

garantindo maiores produtividades. O potencial matricial de água no solo influenciou diretamente na produtividade do cafeeiro.

Palavras-chaves: Restrição hídrica. Gotejamento. Sensor de água.

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro *Coffea arabica* L. é uma planta tropical de altitude, adaptada ao clima úmido com temperaturas amenas, típicas dos altiplanos da Etiópia, região considerada de origem da espécie. Normalmente é afetado nas suas fases fenológicas pelas condições meteorológicas, principalmente a distribuição pluviométrica e temperatura do ar, e pela variação fotoperiódica, que interferem não apenas na fenologia, mas também, na produtividade e qualidade da bebida (CAMARGO, 1985).

Fatores climáticos têm sido determinantes no volume da produção de café no Brasil, sendo no passado pelas geadas e ultimamente por estiagens prolongadas. A cafeicultura é uma das mais importantes atividades agrícolas do Brasil, com relevante influência nos aspectos socioeconômicos e no agronegócio do país.

O conteúdo de água no solo é uma variável utilizada em estudos que envolvem agricultura, hidrologia e meteorologia, dentre outros. Na agricultura, essa informação é necessária para muitas aplicações incluindo o planejamento da irrigação para o aumento da produção agrícola. Dentro deste contexto, o monitoramento da tensão de água ou a umidade do solo torna-se importante para a obtenção, por exemplo, do déficit hídrico tolerável pela planta sem prejudicar seu pleno desenvolvimento (TEIXEIRA; MORAES; SIMONETE, 2005).

Segundo Matiello (2006), nas condições usuais de manejo dos cafezais, a pleno sol, como são praticadas no Brasil, ocorre na maioria das regiões

cafeeiras um período frio e seco de maio a setembro, ocorrendo assim, um estresse hídrico natural.

Há muita polêmica em torno da submissão do cafeeiro ao déficit hídrico, pois mesmo o cafeeiro estando em solo com teor de água próximo à capacidade de campo ou mesmo dentro de solução nutritiva, a planta pode ser submetida ao déficit hídrico (RENA; MAESTRI, 2000). Para não comprometer o desenvolvimento da planta, toda a água consumida pela evapotranspiração deve ser reposta sob a forma de precipitação ou irrigação, de forma a manter no solo umidade ideal para que as raízes consigam retirar a quantidade de água necessária, sem restrições. Assim, estudos da deficiência hídrica suportada pelo cafeeiro, sem prejudicar o seu desenvolvimento, são de fundamental importância para o projeto e o manejo de irrigação, contribuindo para o aumento de produtividade e a otimização dos recursos hídricos e energéticos, que estão cada vez mais escassos (POSSE et al., 2008).

O estudo das relações hídricas no cafeeiro é de particular interesse, uma vez que pequenas reduções na disponibilidade da água podem diminuir substancialmente o crescimento, ainda que não se observem murchas nas folhas ou quaisquer outros sinais visíveis do déficit hídrico. Deste modo, a compreensão das relações entre a água e o cafeeiro e suas implicações ecofisiológicas, podem fornecer subsídios ao técnico e ao pesquisador, para tomadas de decisões mais fundamentadas sobre o manejo global da lavoura (SILVA; REIS, 2007).

Trabalhos de pesquisa mostram que o estresse hídrico induz à forte desfolha nas plantas e que leva a perdas de crescimento e de produção. Em cafezal, na região de Luiz Eduardo Magalhães - BA, desfolhas artificialmente efetuadas em cafeeiros, com redução na folhagem de 50 aos 100%, levaram a perdas de produção na safra seguinte, de 25 aos 81% (MATIELLO, 2006).

Objetivou-se com as pesquisas contidas nesse trabalho controlar através da irrigação, o potencial matricial da água no solo, verificando a sua influência na produtividade do cafeeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, com aplicação dos tratamentos no período de agosto de 2007 a julho de 2009. A região de Lavras, MG, possui temperatura média anual normal de 20,4 °C, precipitação média anual de 1.460 mm (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007). De acordo com a classificação climática de Köppen a região possui clima do tipo Cwa, caracterizado por ser subtropical com inverno seco e chuvas predominantes de verão.

A cultivar testada foi a Acaiá MG-1474 que foi implantada no espaçamento de 3,00 m entre linhas e 0,60 m entre plantas e recepada em 2004. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 3 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos utilizados constaram de manejos de irrigação realizados desde a recepa: A1 = Sem irrigação (testemunha); A2 = Irrigação o ano todo sempre que a planta consumisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm (tensão média dos sensores aos 10 cm de profundidade igual a 21 kPa). Neste tratamento, a umidade do solo foi mantida próximo à umidade na capacidade de campo, não promovendo restrições hídricas às plantas; A3 = Irrigação somente nos meses abr. / maio / jun. / ago. / set. sempre que a planta consumisse 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm (tensão média dos sensores aos 10 cm de profundidade igual a 22 kPa). A característica deste tratamento era a de realizar a irrigação no período seco da região, deixando o solo próximo à capacidade de campo, exceto

no mês de julho, no qual deixava a planta passar por restrições hídricas. A adubação e os demais tratamentos culturais foram idênticos para todas as parcelas.

Durante o experimento foram monitorados os parâmetros de temperatura do ar, precipitação pluvial e evaporação do Tanguê Classe A, os quais foram obtidos na estação climatológica principal de Lavras (ECP), localizada no campus da UFLA, a distância de 570 m do local do experimento, pertencente ao 5º Distrito de Meteorologia, em convênio da UFLA com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os tratamentos foram irrigados por gotejamento superficial, formando uma faixa úmida contínua ao longo da linha de plantio. A lâmina de reposição de água foi calculada com base nas leituras de tensão de água do solo obtidas aos 10 cm e aos 30cm de profundidade, representando respectivamente, as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm.

O potencial matricial da água no solo foi obtido através de sensores de água. Em julho/2007 foram instalados em cada uma das parcelas experimentais 2 sensores de água no centro da faixa molhada de irrigação, um aos 10 cm de profundidade, e outro, aos 30 cm de profundidade, distanciados em 10 cm entre si. Foram feitas diariamente, 24 leituras de potencial matricial de água no solo para cada sensor, as quais foram armazenadas por um Datalogger. Os sensores de água no solo monitoraram o potencial matricial da água no solo, no período de agosto/2007 a julho/2009.

A colheita do café nos anos de 2008, 2009 e 2010 foi feita de forma manual sobre “pano” e, após a derriça, obteve-se o volume total e o correspondente peso do café colhido. Do total, retirou-se uma amostra de 10 litros de frutos que foi pesada e colocada em sacos de tela plástica, onde o café foi seco em bancadas suspensas ao ar livre até atingir umidade na faixa de 11%. Após a secagem as amostras foram beneficiadas e pesadas. Com os dados de

cada parcela, relacionados com os dados da amostra beneficiada, estimou-se a produtividade do cafeeiro.

A análise estatística foi realizada pelo programa Sisvar[®] (FERREIRA, 2003), onde as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O clima atua e interfere no cafezal e no solo, principalmente através da precipitação, vento, temperatura e umidade do ar. Um dos fatores importantes para a irrigação nesse tipo de cultura é a combinação da temperatura com o vento que determinam a evaporação do solo e a transpiração das plantas. Na junção desses elementos climáticos chega-se à evapotranspiração, que corresponde praticamente a quase totalidade do consumo de água pela lavoura (MENDONÇA et al., 2006).

As variações sazonais dos parâmetros climáticos estão apresentadas na Figura 1, que apresenta valores mensais das precipitações pluviais (PREC.), evaporação do Tanque Classe A (ECA) e temperatura média mensal (T. MÉD.), no período de agosto de 2007 a julho de 2009.

No período de agosto/2007 a julho/2008, foram registrados resultados da ordem de 1245,4 mm para precipitação acumulada. Verifica-se pela Figura 1a que as maiores precipitações ocorreram no mês de janeiro (263 mm) e as menores precipitações mensais nos meses de agosto, setembro e julho (0 mm). A temperatura média anual foi de 20,4 °C, variando de 15,9 °C na média do mês de julho, ao máximo de 23,0 °C na média de dezembro.

Na Figura 1b são apresentados os dados correspondentes ao período de agosto/2008 a julho/2009. O mês de dezembro apresentou as maiores precipitações pluviais (419,4 mm) e as menores foram registradas em agosto e

julho (13,9 mm), totalizando um acumulado de 1671,8 mm de precipitações pluviais no período. A temperatura média do ar nesse período manteve-se semelhante ao ano anterior com média anual de 20,5 °C, apresentando maior e menor valor de média mensal respectivamente, nos meses de outubro (23,3 °C) e junho (16,3°C).

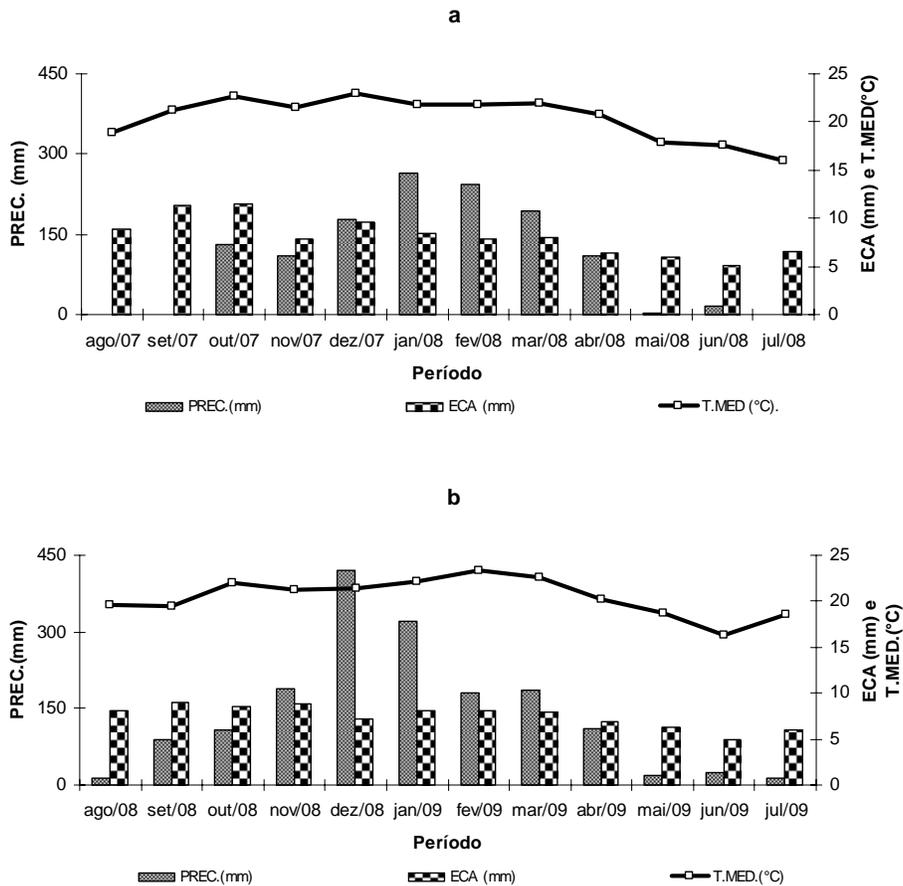


Figura 1 Gráficos dos valores mensais das precipitações pluviais (PREC.), evaporação do Tanque Classe A (ECA) e temperatura média mensal (T. MÉD.), no período de agosto/2007 a julho/2008 (a) e no período de agosto/2008 a julho/2009 (b)

Confrontando os resultados desses dois períodos, verificam-se semelhanças com trabalho realizado por Dantas, Carvalho e Ferreira (2007), que 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 entre 1961 e 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 aos 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.

A temperatura média do ar não teve variações entre esses dois anos avaliados e com o trabalho desenvolvido por Dantas, Carvalho e Ferreira (2007), mas ocorreu uma diferença nas precipitações, sendo o período de agosto/2008 a julho/2009, 34% e 15% maior respectivamente que o período agosto/2007 e julho/2008 e a série de Dantas, Carvalho e Ferreira (2007). Essa maior precipitação foi mais bem distribuída durante os meses de agosto/2008 a abril/2009, quando comparado com o período anterior, suprimindo por um período mais longo as necessidades hídricas do cafeeiro.

A região de Lavras apresenta valores significativos de precipitação pluvial, a partir de outubro até março, compreendendo em parte o período vegetativo do cafeeiro, que inicia em setembro estendendo-se até junho (CAMARGO; CAMARGO, 2001), justificando o uso da irrigação nesses períodos de déficit hídrico. Segundo Evangelista, Carvalho e Sediya (2002), no Brasil, as boas regiões produtoras de café estão localizadas onde ocorrem mais de 150 mm de chuva por mês, no período de florescimento, formação e maturação dos frutos, que compreende os meses de setembro a junho nas regiões produtoras do estado de Minas Gerais, ou seja, o período de renovação de ramos

No tratamento A2, irrigado durante todo o ano, observa-se que o gráfico apresentou pequenas variações, promovido pelo manejo de irrigação adotado. Durante todo o período avaliado, o solo manteve um valor de potencial matricial próximo ao estabelecido pelo manejo de irrigação (-21 kPa), mesmo nos períodos em que não ocorreram precipitações.

No caso do tratamento A3, suas irrigações foram programadas para o período de seca na região, que segundo Matiello (2006) ocorre de abril a setembro, sendo que nesse manejo havia a proposta de submissão da planta ao déficit hídrico no mês de julho (sem irrigações). Nesses meses o potencial mátrico de água no solo manteve-se próximo ao estabelecido no manejo de irrigação (-22 kPa), chegando a um valor mínimo em julho (suspensão das irrigações) de -235 e -231 kPa respectivamente para os anos de 2008 e 2009. Nos demais meses (outubro a março), onde foram suspensas as irrigações, o potencial matricial de água no solo foi influenciado diretamente pelas precipitações pluviais. Esses valores apresentaram-se inferiores aos estabelecidos pelo manejo de irrigação, atingindo uma média de -38 kPa (outubro/2007 a março/2008) e de -30 kPa (outubro/2008 a março/2009), mantendo-se com valores elevados, o que não propiciou restrição hídrica elevada às plantas desse tratamento.

Segundo Camargo e Camargo (2001), a fase fenológica de vegetação do cafeeiro e formação das gemas vegetativas, para o 1º ano fenológico, e a fase de florada, chumbinho, expansão e granação dos frutos para o 2º ano fenológico do cafeeiro, ocorrem entre os meses de setembro a março. Nesse período o cafeeiro deve ter suas necessidades hídricas supridas, para que a planta mantenha suas atividades metabólicas no máximo. Qualquer déficit hídrico, que venha a ocorrer nesse período, prejudicará as produções nas próximas duas colheitas.

Analisando o período crítico de maior necessidade hídrica do cafeeiro (setembro/2007 a março/2008), o tratamento A1 apresentou uma média de

potencial matricial de água no solo de -86,73 kPa. Nesse intervalo de tempo toda a entrada de água no solo se deu pelas precipitações. No início de setembro/2007, o potencial mátrico era de -250 kPa, sendo que as precipitações ocorridas em outubro realizaram a recarga de água no solo. De acordo com o aumento da frequência que as precipitações ocorriam, se dava a variação do potencial mátrico de água no solo, conservando-o em valores mais altos. Os tratamentos irrigados A2 e A3 apresentaram uma média do potencial matricial de água no solo de -15,56 e -35,49 kPa respectivamente. O tratamento A2 apresentou potencial mátrico maior que o estabelecido pelo manejo de irrigação, em decorrência da manutenção da umidade do solo pelas irrigações e às chuvas, deixando assim o solo mais próximo da capacidade de campo.

No segundo ano analisado, o período de setembro/2008 a março/2009, fase de maior necessidade hídrica do cafeeiro, o tratamento não irrigado (A1) apresentou uma média de potencial matricial de água no solo de -52,38 kPa, 40% maior que o ano anterior. Esse fato ocorreu devido às precipitações serem superiores em 25% em relação ao mesmo período anterior e a ocorrência de precipitações nos meses de agosto e setembro/2008, repondo de maneira gradativa a água no solo. O cafeeiro desse tratamento, nesse ano, sofreu menor restrição hídrica, podendo proporcionar ganhos de produção na colheita de 2010. Nos tratamentos irrigados, a média do potencial matricial do solo, apresentou-se próxima aos valores do período anterior, com uma média de -21 e -27 kPa, para os tratamentos A2 e A3 respectivamente, mantendo a umidade no solo praticamente constante ao longo do ano, independente das lâminas de precipitação ocorrida.

Segundo Camargo e Camargo (2001), no período entre abril e agosto na fenologia do cafeeiro, ocorre a 2ª fase vegetativa, com a indução das gemas dos nós formados na 1ª fase para gemas reprodutivas. No final da 2ª fase, em julho e agosto, as plantas entram em relativo repouso, com formação de um ou dois

pares de folhas pequenas. Nesse período inicia-se a 5ª fase, do segundo ano fenológico, quando há a maturação dos frutos. A 6ª fase (senescência e morte dos ramos produtivos não primários) ocorre em julho e agosto, nessa fase não necessariamente ocorrerá a morte de ramos, visto que, na região de Lavras-MG não se verifica a ocorrência da mortalidade de ramos plagiotrópicos. Essas fases da fenologia cafeeira em que a planta não tem exigência hídrica, alguns estudos recomendam a aplicação de déficit hídrico para uniformização da floração. Esse intervalo de tempo corresponde ao período frio e seco na região de Lavras, segundo Matiello (2006).

O tratamento A1 apresentou uma média de potencial matricial de água no solo de -165 kPa no período de abril a agosto/2008, proporcionando restrição na disponibilidade de água para a planta por período prolongado, sendo que a recarga de água no solo aconteceu com o início das precipitações, época em que o potencial matricial atingiu um mínimo de -239 kPa. Os tratamentos irrigados apresentaram uma média do potencial matricial de água no solo de -16 e -42 kPa, respectivamente para os tratamentos A2 e A3. O tratamento A3 apresentou valor menor que o estabelecido pelo manejo de irrigação, influenciado pela suspensão das irrigações no mês de julho (-165 kPa), diminuindo a média do potencial matricial de água no solo entre os meses de abril e agosto/2008.

De acordo com Matiello (1991), para o estado de Minas Gerais, no período de vegetação e frutificação que se estende de outubro a maio, o cafeeiro necessita de maior umidade no solo e, na fase de colheita e repouso, de junho a setembro, esta necessidade é pequena, podendo o solo ficar com menor umidade, sem grandes prejuízos para a planta.

A colheita de 2008 representou um ano de baixa produtividade, não ocorrendo diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 1).

Na colheita de 2009 obteve-se diferença significativa entre os tratamentos de irrigação, sendo os tratamentos A2 e A3 iguais e com maior

produtividade quando comparados ao tratamento não irrigado (Tabela 1). O tratamento A2 proporcionou um acréscimo de 41% na produtividade em relação ao tratamento sem irrigação. Autores como Gomes, Lima e Custódio (2007) e Rezende et al. (2006) relatam que a adoção da irrigação tem proporcionado incrementos consideráveis na produtividade das lavouras cafeeiras, o que tem justificado a adoção desta técnica por parte dos produtores. Resultados semelhantes também foram encontrados por Silva, Teodoro e Melo (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.

Tabela 1 Produtividade obtida nos tratamentos de irrigação e o resultado do teste de médias, nas colheitas de 2008, 2009, 2010

Manejo de Irrigação	Produtividade (sc/ha)*		
	2008	2009	2010
A1	1,92 C	88,59 b A	42,17 a B
A2	3,23 C	124,72 a A	17,74 b B
A3	2,52 C	114,94 a A	11,02 b B

*Média seguidas por letras diferentes na vertical (minúsculas) e na horizontal (maiúsculas), diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

O período de crescimento vegetativo que gerou a produção de 2009 foi o correspondente aos meses de setembro/2007 a março/2008. Este período teve uma menor lâmina de precipitação pluvial e por um período menor (Figura 1a), proporcionando uma maior restrição hídrica ao tratamento não irrigado, podendo ter diminuído o crescimento vegetativo da planta, causando uma conseqüente diminuição da produção do ano de 2009, visto que na fase reprodutiva correspondente à colheita de 2009, não houve nenhum fator que justificasse a baixa produção do tratamento A1. Gomes, Lima e Custódio (2007) comentam

uma possível explicação para a acentuada redução da produtividade do tratamento testemunha em relação aos irrigados, como o forte déficit hídrico ocorrido nos meses de abril a junho do ano anterior, vindo a comprometer a safra seguinte.

Com relação à colheita de 2010, o tratamento A1 (sem irrigação) demonstrou-se mais produtivo significativamente, quando comparado aos tratamentos irrigados. A produção de 2010 foi representativa do crescimento ocorrido entre setembro/2008 e março/2009, período satisfatório ao bom desenvolvimento vegetativo do cafeeiro. A maior produção do tratamento A1 nesse ano pode ser justificada pela planta ter sido submetida a uma menor restrição hídrica, proporcionando um crescimento vegetativo igualitário entre os tratamentos não irrigados e irrigados, além das plantas ter esgotado menos as suas reservas, por apresentar uma produção menor no ano de 2009. Autores como Lima, Custódio e Gomes (2008) encontraram resultados parecidos, onde 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 elevada produtividade das plantas não irrigadas durante a quarta safra, igualando esse tratamento aos irrigados.

Como a fenologia da produção do cafeeiro dura dois anos, deve-se analisar a influência do potencial matricial da água no solo em longo prazo. Silva, Teodoro e Melo (2008) relatam ser imprescindível avaliar o efeito do déficit hídrico sobre a produção do cafeeiro ao longo de vários anos, a fim de se obterem respostas mais abrangentes. De forma similar, Custódio, Gomes e Lima (2007) e Lima, Custódio e Gomes (2008) concluíram que experimentos que avaliam o efeito da irrigação sobre a produtividade e rendimento do cafeeiro e a classificação do café deva durar, no mínimo, cinco anos. Quanto a esta conclusão considera-se que o ideal seria número par de anos de produtividade,

sendo que os anos de safra alta e baixa contribuiriam de maneira igualitária na análise da produtividade acumulada. Ressalta-se que em cafeeiros em pleno desenvolvimento, deve-se avaliar mais de cinco anos, visto que, cafeeiros “jovens” apresentam ganhos de produções nas primeiras cinco safras, mascarando o efeito da bienalidade.

4 CONCLUSÕES

A irrigação no sul de Minas Gerais se torna essencial, em períodos em que há ocorrências naturais de restrições hídricas para a planta.

O potencial matricial de água no solo influencia diretamente na produtividade do cafeeiro, sendo que quanto menor for a submissão das plantas à restrição hídrica, maior será a possibilidade de aumentos na produtividade do cafeeiro.

Nos anos de alta safra a resposta da irrigação para a produtividade é mais evidenciada.

MATRIC CONTROL POTENTIAL OF WATER AND ITS INFLUENCE ON YIELD OF COFFEE

ABSTRACT

The coffee has high economic importance to the country and has undergone technological advances to increase productivity, one of them, the use of irrigation, which not only meet the crop water requirements, provides the possibility of using controlled water stress. The aim with the research reported in this study was to examine the influence of matric potential of soil water on coffee yield. The experiment conducted in the Engineering Department, Federal University of Lavras and the experimental design was a randomized block with 3 treatments and 4 replicates. The treatments consisted of irrigation management, which had a matric potential of soil water in the controlled period

of August/2007 to July/2009, as follows: A1 = No irrigation (control), A2 = irrigation throughout the year when the plant consumed 25% of the total available water in 0-20 cm, A3 = irrigation only during April / May / jun. / Aug. / Set. whenever the plant to consume 25% of the total available water in 0-20 cm. The results showed that irrigation in southern Minas Gerais becomes essential during periods water restrictions in the plant, supplying the needs of coffee and ensuring higher productivity. The matric potential of soil water directly influenced the productivity of coffee plants.

Keywords: Fluid restriction. Drip irrigation. Water sensor.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

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. O clima e a cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 13-26, 1985.

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. de; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, dez. 2007. ISSN 1413-7054.

EVANGELISTA, A. W. P.; CARVALHO, L. G.; SEDIYAMA, G. C. Zoneamento climático associado ao potencial produtivo da cultura do café no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 445-452, 2002.

FERREIRA, D. S. **Sisvar**: versão 4.6 (Build 65). Lavras: Dex/ UFLA, 2003.

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.

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.

MATIELLO, J. B. Efeito do stress hídrico no abortamento e uniformização da floração em cafeeiros em região quente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 32., 2006, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Poços de Caldas: CBP&D-Café/EMBRAPA CAFÉ, 2006. p. 30.

MATIELLO, J. B. **O café**: do cultivo ao consumo. Varginha: Globo Rural, 1991. 320 p. (Coleção do agricultor – Grãos).

MENDONÇA, J. C. et al. Coeficientes do tanque classe “A” para a estimativa da evapotranspiração de referência, em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 14, n. 3, p. 123-128, 2006.

POSSE, R. P. et al. Evapotranspiração e coeficiente da cultura do mamoeiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 681-690, out./dez. 2008.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Relações hídricas no cafeeiro. **ITEM: Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 48, p. 34-41, set. 2000.

REZENDE, F. C. et al. Características produtivas do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv., Topázio MG -1190), recepado e irrigado por gotejamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 103-110, jul./dez. 2006.

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

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.

SILVA, J. G. F.; REIS, E. F. dos. Irrigação do cafeeiro Conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 347-376.

TEIXEIRA, C. F. A.; MORAES, S. O.; SIMONETE, M. A. Desempenho do tensiômetro, TDR e sonda de nêutrons na determinação da umidade e condutividade hidráulica do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 161-168, 2005.

ARTIGO 2
REDIGIDO SEGUNDO NORMAS NBR 6022

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO E SEUS EFEITOS NA ABERTURA DE
FLORES E PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO ARÁBICA**

Maurício Cezar Resende Leite Junior

Manoel Alves de Faria

Mirian de Lourdes Oliveira e Silva

Fátima Conceição Rezende

Augusto Ramalho de Moraes

Euler Cipriani Victorino

RESUMO

Várias técnicas de submissão da cultura cafeeira à restrição hídrica têm sido pesquisadas nas últimas décadas, com isso, objetivou-se com as pesquisas registradas neste trabalho, testar manejos de irrigação com aplicação de diferentes disponibilidades hídricas na lavoura cafeeira, buscando melhorar o sincronismo na abertura de flores e obter maior produtividade. O experimento foi instalado no município de Lavras/MG, numa lavoura com cafeeiro Acaia MG-1474, implantado no espaçamento de 3,0 x 0,6 m. O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: A = Sem irrigação; B = Irrigação o ano todo sempre que a planta consumisse 75% da água disponível; C = Irrigação o ano todo sempre que a planta consumisse 25% da água disponível; D = Irrigação o ano todo se em jan / fev / mar / jul / out / nov / dez a planta consumisse 25% da água disponível e em abr / mai / jun / ago / set se a planta consumisse 75% da água disponível e E = Irrigação em abr / mai / jun / ago / set se a planta consumisse 25% da água disponível. Os resultados mostraram que não foi possível impor uma restrição hídrica capaz de induzir sincronismo de abertura

de flores na planta, através dos manejos de irrigação, devido a fatores meteorológicos.

Palavras-chave: Manejo de irrigação. Indução floral. Vingamento de flores.

1 INTRODUÇÃO

O mercado mundial do café movimenta anualmente bilhões de dólares, situando esta cultura como uma das mais importantes do planeta e despertando cada vez mais o interesse dos agricultores em aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção.

O cafeeiro possui gemas seriadas, se desenvolvendo e chegando ao pleno desenvolvimento em épocas distintas, o que, sob condições normais, leva à ocorrência de floradas também em série, ou seja, em períodos sucessivos, sendo normal 2 a 3 floradas principais, que ocorrem de outubro a dezembro (MATIELLO, 2006). Quando o período durante a pós-colheita é bem seco, vários grupos (séries) de gemas florais chegam ao desenvolvimento pleno e logo entram em dormência de forma mais uniforme, levando às floradas e, conseqüentemente, frutificação e maturação também mais homogêneas, o que facilita a colheita e a qualidade do café (MATIELLO, 2006).

Guerra et al. (2007) estudaram 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%. Além da significativa redução do custo da atividade houve maximização da produção de cafés especiais.

A suspensão de irrigações para estresse hídrico e sincronização da florada é assunto bastante discutido na atualidade, gerando muita polêmica, sem chegar a um consenso. De maneira geral, recomenda-se a aplicação do déficit hídrico imitando a natureza, sendo em regiões frias de 45-60 dias, em regiões de temperaturas médias de 30-45 dias e regiões quentes até no máximo de 30 dias antes da floração, o que pode variar de ano para ano (SANTINATO; FERNANDES; FERNANDES, 2008). No entanto, as plantas de café sob déficit hídrico, têm apresentado desfolhas acentuadas, conduzindo à floradas uniformes, mas com prováveis perdas de produção (MATIELLO, 2008). Têm-se assim, bons resultados com a aplicação de déficit hídrico em relação à uniformização da floração, mas que precisam de mais pesquisas envolvendo o assunto (MATIELLO, 2006). Tais informações podem viabilizar o desenvolvimento de práticas que auxiliem o agricultor a planejar e utilizar a água de irrigação eficientemente, para o aumento da produção e qualidade do café (GUERRA et al., 2007).

A racionalização da exploração agrícola a caminho da sustentabilidade e a incorporação de novas tecnologias pela cafeicultura tornam-se necessárias no momento competitivo que está sendo imposto ao agricultor, exigindo o conhecimento dos principais fatores relacionados à produção. Dentre estes fatores, a irrigação é de fundamental importância, com destaque na recuperação de lavouras e garantia de produção, principalmente em períodos de veranicos.

Este trabalho teve como objetivo principal testar manejos de irrigação com aplicação de diferentes disponibilidades hídricas para o cafeeiro, buscando melhor concentração na abertura de flores com conseqüente uniformização da maturação dos frutos, com o intuito de obter maior produtividade, melhor qualidade do café produzido e economia na colheita.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras - MG. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cwa, caracterizado por uma estação seca entre abril e setembro e uma estação chuvosa de outubro a março. A precipitação e a temperatura média anual são de 1.460 mm e 20,4 °C, respectivamente (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007). O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico. A lavoura cafeeira foi implantada em março de 1997 e recapeada em outubro de 2004. A cultivar em estudo foi a Acaia MG-1474, plantada no espaçamento 3,0 m entre linhas e 0,6 m entre plantas. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e cinco tratamentos. Os tratamentos de irrigação utilizados durante o ano foram: A = Sem irrigação (testemunha); B = Irrigação o ano todo, sempre que a planta consumisse 75% da água disponível na camada de 0-20 cm (Tratamento com restrição hídrica controlada); C = Irrigação o ano todo, sempre que a planta consumisse 25% da água disponível na camada de 0-20 cm (tratamento sem restrição hídrica); D = Irrigação o ano todo sendo que: Nos meses: jan / fev / mar / jul / out / nov / dez foi irrigado no momento que a planta consumisse 25% da água disponível na camada de 0-20 cm e nos meses: abr / mai / jun / ago / set foi irrigado no momento em que a planta consumisse 75% da água disponível na camada de 0-20 cm (tratamento com restrição hídrica nos meses de seca na região exceto no mês de julho); E = Irrigação somente nos meses abr / mai / jun / ago / set sempre que a planta consumisse 25% da água disponível na camada de 0-20 cm (tratamento sem restrição hídrica nos meses secos da região exceto no mês de julho).

Os dados climáticos de precipitação pluvial e temperatura média diária foram obtidos na estação climatológica principal de Lavras (ECP), localizada no

campus da UFLA, a distância de 570 m do local do experimento, pertencente ao 5º Distrito de Meteorologia, em convênio da UFLA com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O experimento foi irrigado por gotejamento superficial formando uma faixa úmida contínua ao longo das linhas de plantas e a adubação e os demais tratos culturais foram idênticos para todos os tratamentos.

Para as avaliações de florescimento, no ano de 2006, foi marcado e numerado o primeiro par de ramos plagiotrópicos de duas plantas de cada parcela, e nos anos 2007, 2008 e 2009 foi marcado um par de ramos plagiotrópicos do terço médio de duas plantas de cada parcela. Foram realizadas avaliações durante todo o período de florescimento do cafeeiro nos ramos marcados, para quantificar as características: nº de ramificações secundárias; nº de botões florais e nº de flores através de contagens realizadas a partir do mês de setembro de cada ano (2006, 2007, 2008, e 2009), sendo estas avaliações realizadas a cada 7 dias ou de acordo com a frequência que ocorriam as floradas. O que determinou o fim da avaliação de florescimento foi a não ocorrência de flores em nenhum ramo marcado por seis contagens consecutivas. Para avaliação da taxa de vingamento de flores foi realizada a contagem dos frutos nos ramos pré-estabelecidos para contagem de flores, no momento da colheita de cada safra, que foi realizada de forma manual (derriça sobre “pano”). Após a derriça, obteve-se o volume e o peso de cada parcela e separou-se uma amostra de 10 litros de frutos de cada parcela, a qual foi colocada, em saco de tela plástica, para secagem. Depois da secagem o café foi beneficiado e relacionado com os dados da parcela para posterior determinação de rendimento e produtividade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar a abertura floral do cafeeiro, deve-se tomar o cuidado de relacionar a antese floral à fenômenos climáticos (precipitações pluviais, temperatura, umidade relativa e vento). A partir desse confronto é possível verificar se houve influência dos manejos de irrigação na abertura floral.

Os dados de precipitações pluviais e temperaturas médias, apresentados na figura 1a, correspondem ao período de agosto a dezembro/2006, englobando o período de floração do cafeeiro, que segundo Matiello (2006) no cafeeiro é normal a ocorrência de 2 a 3 floradas principais, entre outubro e dezembro.

No ano de 2006, a abertura floral iniciou-se no dia 19 setembro em todos os tratamentos, sendo que os tratamentos D e B apresentaram a maior e menor emissão de flores, com 99 e 56, respectivamente, conforme Figura 2a. Essa abertura floral ocorreu após precipitações pluviais no final de agosto e início de setembro, perfazendo uma precipitação total de 43,1 mm, juntamente com uma queda de temperatura de 5,1 °C entre os dias 4 e 6 de setembro/2006, podendo ter proporcionado a quebra de dormência dos botões florais para todos os tratamentos.

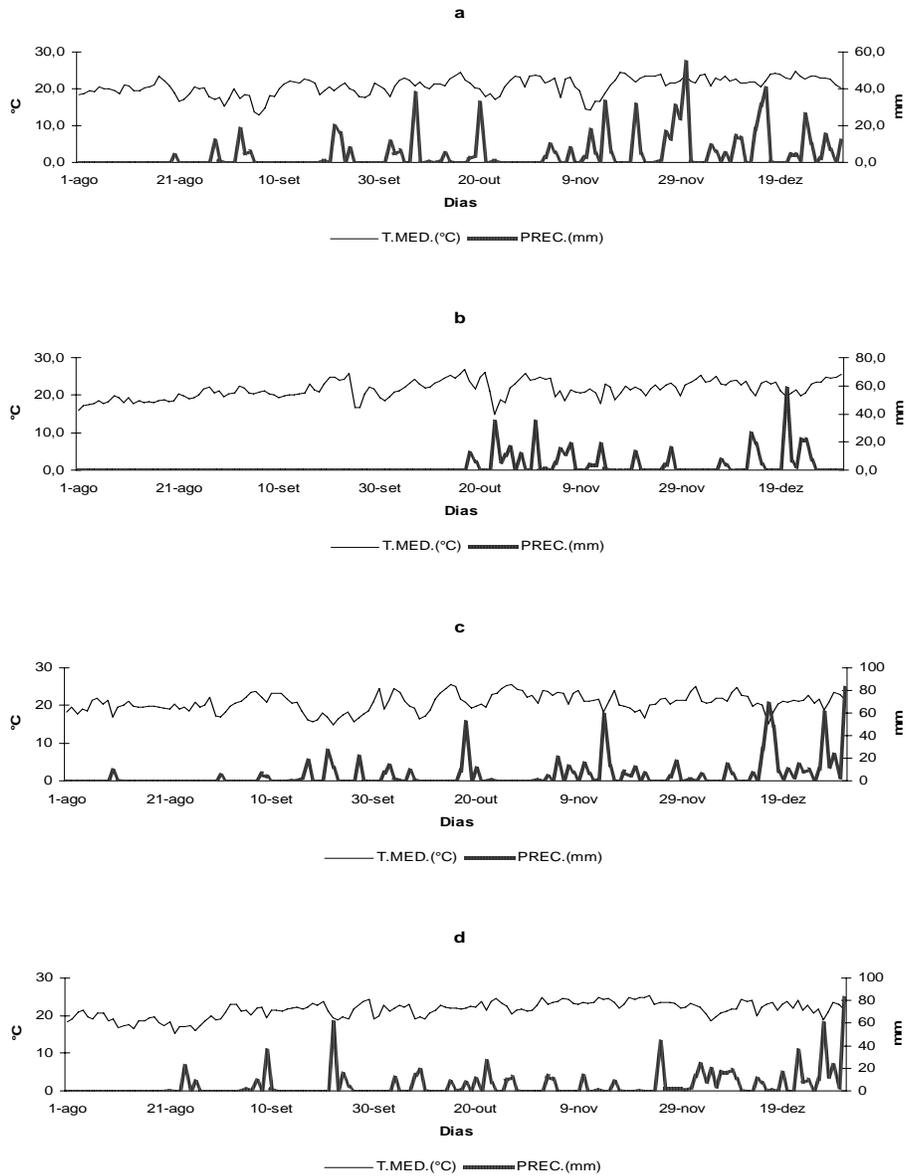


Figura 1 Gráficos dos valores médios das temperaturas diárias e das precipitações pluviais nos períodos de agosto a dezembro dos anos 2006 (a), 2007 (b), 2008 (c) e 2009 (d)

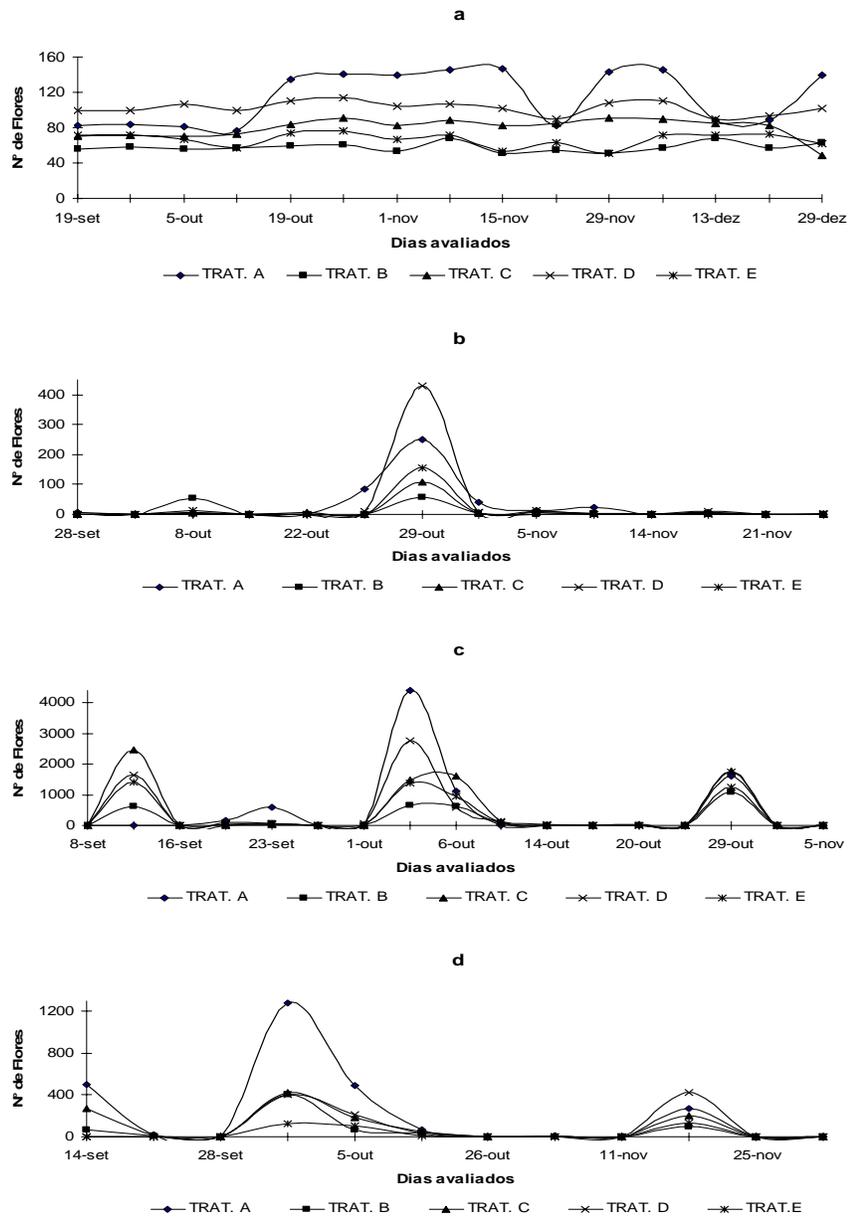


Figura 2 Gráficos do número de flores contadas nos ramos plagiotrópicos marcados nos anos de 2006 (a), 2007 (b), 2008 (c) e 2009 (d), em função dos manejos de irrigação

Nos ramos plagiotrópicos marcados houve ocorrência de abertura de flores até o dia 29 de dezembro de 2006, com um intervalo médio de 7 dias entre cada avaliação. Todos os tratamentos irrigados apresentaram semelhança na emissão de flores, onde se observou a ocorrência de várias floradas, não tendo uma data específica em que o número de flores fosse superior em determinada avaliação realizada no período, para cada tratamento. O tratamento A (sem irrigação) apresentou, em 8 avaliações, um maior número de flores em relação às outras 7 avaliações realizadas conforme mostra a Figura 2a, entre os dias 19/10 a 15/11, 29/11, 16/12 e 29/12, representando 66% do número total de flores emitidas por esse tratamento.

Esse aumento na abertura de flores do tratamento A pode ter sido influenciado por precipitações de 38 e 32 mm, ocorridos nos dias 07/10 e 20/10, respectivamente, proporcionando maior umidade no solo do tratamento sem irrigação. O mesmo ocorreu nos demais “picos” de abertura de flores, que estavam sempre relacionados às precipitações antecedentes a antese (em torno de 10 dias), juntamente com quedas de temperaturas.

No ano de 2007, o período considerado chuvoso na região se mostrou atípico, sendo que as precipitações iniciaram-se mais tardiamente, com o primeiro registro de 11,8 mm no dia 18/10/2007 (Figura 1b). Nesse ano foi proporcionada uma restrição hídrica maior ao tratamento A e ao tratamento E (irrigações encerradas no mês de setembro). Matiello (2006) relata que a melhor forma de induzir a floração uniforme em cafeeiros é através da redução da quantidade de água, no período de julho/agosto, sem deixar os cafeeiros murcharem. Tal constatação reforça a necessidade do conhecimento da influência dos elementos meteorológicos no florescimento para o manejo da cultura do cafeeiro, principalmente em condições irrigadas.

Analisando as datas de ocorrência de flores e confrontando com os dados meteorológicos registrados, observou-se que todos os tratamentos irrigados apresentaram antese floral no dia 08/10/2007 (Figura 2b). Como a umidade do solo não era um fator limitante à abertura floral, suspeita-se que a ocorrência dessa abertura floral foi devido a uma queda de temperatura de 9 °C, entre os dias 24 e 26 de setembro/2007, passando de uma média diária de 25,7 °C para 16,7 °C. Essa floração correspondeu a 44% do total de flores emitidas pelo tratamento B, sendo que a porcentagem do número de flores abertas não foi representativa para os demais tratamentos irrigados. Na figura 2b observa-se um “pico” no número de flores abertas em todos os tratamentos, no dia 29/10/2007, provavelmente influenciada pelo início das precipitações no dia 18/10 comentado anteriormente. Nessa data de avaliação específica, obteve-se uma porcentagem de 59, 47, 76, 90, 84 do número total de flores emitidas, respectivamente para os tratamentos A, B, C, D e E. Nesse ano, observou-se a ocorrência de 2 floradas no tratamento B, somando 91% do total de flores emitidas e um maior concentração na abertura de flores dos tratamentos C, D e E. Essa maior uniformidade de abertura de flores não pode ser explicada pela influência dos tratamentos de irrigação.

Na Figura 1c estão registrados os dados de precipitações e temperaturas médias, para o período que compreende a fase reprodutiva na fenologia cafeeira. Nesse ano de 2008, houve uma distribuição regular das precipitações, iniciadas no dia 14/09/2008, tendo ocorrido pequenas precipitações durante o mês de agosto/2008, não submetendo a planta cafeeira à elevada restrição de água. Em trabalho com objetivo de uniformizar a floração do cafeeiro em Patrocínio, MG, Bomfim Neto et al. (2007) 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 porcentual elevado de botões florais no estádio 4, antes da primeira chuva que desencadeou o processo de floração.

Na avaliação do dia 12/09/2008 (Figura 2c), encontrou-se flores somente nos tratamentos irrigados com números mais representativos em relação ao total, mostrando que a baixa umidade no solo, impediu a quebra de dormência dos botões florais no tratamento A (sem irrigação). O tratamento A apresentou sua primeira florada representativa no dia 23/09/2009, onde até essa data teve um somatório de 80,6 mm nas precipitações, proporcionando assim umidade no solo satisfatória para que ocorresse a quebra de dormência dos botões florais no tratamento sem irrigação. Nas avaliações dos dias 3 e 6 de outubro/2008, todos os tratamentos apresentaram floradas, sendo que os tratamentos A, B, C, D e E apresentaram respectivamente 70, 41, 41, 47 e 45 % do total de flores emitidas, demonstrando que o tratamento A apresentou-se com maior concentração na abertura de flores. No dia 29/10/2008, foi a última avaliação com ocorrência de flores nos ramos plagiotrópicos marcados, encerrando precocemente o período de emissão de flores, já que, nos outros anos a ocorrência de floradas estendem-se para os meses de novembro e dezembro.

Conforme dados apresentados na Figura 1d, a precipitação pluvial iniciou-se antecipadamente no ano em análise, com precipitações consideráveis no final de agosto e início de setembro, apresentando um acumulado de 30,5 e 49,5 mm, respectivamente. Essas precipitações ocorridas até o dia 10/09/2009 colaboraram para a não ocorrência de restrições hídricas às plantas, desencadeando o processo de quebra de dormência dos botões florais culminado na abertura de flores do dia 14/09/2009 (Figura 2d).

A maior floração ocorreu nas avaliações dos dias 2 e 5 de outubro/2009, representando 67, 68, 52, 57, 59 % do total de flores emitidas para os tratamentos A, B, C, D e E, respectivamente. Essa floração pode ter sido decorrência de uma queda de temperatura entre os dias 22 e 27 de setembro/2009, variando entre 15 e 17 °C, na média diária. Nascimento et al. (2008), em estudo 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.

A última floração ocorreu na avaliação do dia 18/11/2009 e, em decorrência de constantes precipitações ocorridas desde início de outubro, não houve influência dos tratamentos de irrigação.

Por meio da análise de variância das características reprodutivas do cafeeiro, observou-se diferença significativa para número de flores emitidas e número de frutos, para os anos de 2008 e 2009 e média da porcentagem de vingamento das flores, para os anos de 2007 e 2008. Na Tabela 1 são apresentados os resultados do teste de médias.

Observou-se que o comportamento das floradas nos períodos considerados (2006, 2007, 2008 e 2009) foi de manter a bienalidade do cafeeiro, com maior número de flores e de frutos nos anos de 2006 e 2008. A avaliação de floração do ano de 2006 representou a segunda florada da lavoura após a recepa, sendo que essa emissão de flores proporcionou um ano seguinte (2007) de alta safra (Tabela 2), apesar de não ter sido antecedida por um ano de baixa safra, pois antecedente a essa florada a planta de café se encontrava em pleno desenvolvimento vegetativo, aumentando o número e o comprimento de seus ramos plagiotrópicos e o número de gemas reprodutivas. A florada de 2007 refletiu em um ano seguinte (2008) de baixa produtividade, seguido da avaliação de 2008 que apresentou a maior emissão de flores, acarretando uma alta produção em 2009 (Tabela 2). Pode-se observar na Tabela 1, que a variável “flores” apresentou-se com diferença significativa nos anos de 2008 e 2009, para manejo de irrigação, mostrando que no ano de 2008 os tratamentos A (sem irrigação) e C, apresentaram maior número de flores quando comparado aos demais tratamentos, que não diferiram entre si. No ano de 2009, apenas o

tratamento A demonstrou ser significativamente superior no número de flores emitidas, diferindo dos tratamentos irrigados.

Tabela 1 Valores dos números totais de flores e de frutos, da porcentagem de vingamento de flores e do resultado do teste de médias para cada tratamento de irrigação, nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009 e os valores do coeficiente de variação (CV %) da análise estatística realizada

Manejo de Irrigação	Flores**			
	2006	2007	2008	2009
A	943	109	1594 a	209 a
B	345	52	327 b	74 b
C	344	49	1105 a	77 b
D	470	110	981 b	76 b
E	369	19	428 b	38 b
CV (%)	71,41	90,44	46,33	58,06
	Frutos**			
	2006	2007	2008	2009
A	407	13	849 a	118 a
B	187	26	250 b	39 b
C	211	25	942 a	53 b
D	287	60	800 a	43 b
E	202	10	370 b	30 b
CV (%)	89,91	98,21	40,77	54,09
	% Vingamento**			
	2006	2007	2008	2009
A	39	22 b	59 b	61
B	56	58 a	77 a	58
C	61	61 a	85 a	76
D	60	54 a	84 a	53
E	42	54 a	86 a	79
CV (%)	42,22	20,96	15,43	37,55

** Média seguidas por letras diferentes na vertical, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%)

A análise estatística mostrou uma diferença quanto ao “número de frutos”, no ano de 2008, destacando-se com maior número de frutos os tratamentos A, C e D. No ano de 2009, o tratamento A se mostrou significativamente com maior número de frutos que os demais tratamentos irrigados, que não diferiram entre si. Foi citado anteriormente que o tratamento A teve uma proporção no número de flores emitidas superior aos demais tratamentos. O mesmo ocorreu em relação ao número de frutos, mas numa amplitude menor.

Essa diminuição na proporção de flores para frutos emitidos no tratamento A, é decorrente de uma menor “porcentagem de vingamento de flores” desse tratamento, quando comparado aos demais tratamentos irrigados, nos anos de 2007 e 2008 (Tabela 1).

Através da análise de variância da produção do cafeeiro observou-se diferença significativa para os tratamentos de irrigação e os resultados da aplicação do teste de médias estão apresentados na Tabela 2. Observou-se que o comportamento da produção nos períodos considerados (2006, 2007, 2008, 2009 e 2010) foi de manter a bienalidade do cafeeiro, apresentando alta safra em 2007 e 2009 e anos de baixas produções (baixa safra) nos anos de 2008 e 2010, conforme mostra a Tabela 2. A produção de 2006 apresentou-se menor quando comparada à produção de 2007, porém considerada uma boa produção, por se tratar da primeira produção após recepa do cafeeiro. Na produção de 2007, a planta já se apresentava em estágio de pouco desenvolvimento vegetativo (planta adulta), tendo um ano de alta produção, seguido em 2008 por uma baixa produção, evidenciando a bienalidade dos cafeeiros. Aliado ao estudo do fenômeno da floração, Guerra et al. (2007) enfocam também sobre o fenômeno da bienalidade que tem sido mais acentuada nas lavouras irrigadas.

Analisando os manejos de irrigação dentro de cada safra, o efeito significativo para manejo de irrigação apresentou-se nos anos de 2007, 2009 e 2010 (Tabela 2).

Tabela 2 Produtividade de cada tratamento de irrigação, em sacas/ha, nos anos de 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 e acumulada (5 anos), com seus coeficientes de variação (CV%) e porcentagem relativa em relação ao tratamento sem irrigação (testemunha)

ANOS	CV(%)	Tratamentos*				
		A	B	C	D	E
2006	21,9	32,5	23,3	28,5	24,8	22,5
2007	19,7	65,3 b	82,5 a	70,5 b	72,0 b	87,0 a
2008	71,4	1,9	4,9	3,2	4,2	2,5
2009	13,1	88,5 b	121,0 a	124,8 a	95,5 b	115,0 a
2010	40,6	42,3 a	17,5 b	17,8 b	14,0 b	11,3 b
Acumulado	11,2	230,5	249,8	245,0	210,3	238,0
Relativa(%)		100	108,4	106,3	91,2	103,3

*Média seguidas por letras diferentes na horizontal, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%)

No ano 2007, os tratamentos B e E significativamente apresentaram maior produção em relação aos demais tratamentos que não diferiram entre si. Já no ano 2009, os tratamentos B e E permaneceram com maior produção, acrescentando a esse grupo o tratamento C, que significativamente foram iguais. 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. Silva e Reis (2007), avaliando o efeito de diferentes épocas de irrigação e parcelamento de adubação sobre indicadores fisiológicos associados à produtividade do cafeeiro, cultivar Catuaí Vermelho, IAC 144 (18 anos de idade e 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. Foram encontrados relatos de padrão superior de crescimento (CARVALHO et al., 2006; SCALCO et al., 2009), e aumentos consideráveis de produtividade em lavouras irrigadas sob diferentes sistemas e manejos (ALEXANDRE et al., 2008; ARANTES; FARIA; RESENDE, 2009; ASSIS et al., 2009; SCALCO et al., 2008, 2009).

Em 2010, o tratamento A (sem irrigação) se destacou, apresentando maior produção e diferindo significativamente dos tratamentos irrigados. Essa maior produção do tratamento A pode ter sido influenciada por um menor desgaste das plantas no ano anterior, diminuindo a amplitude da bienalidade do cafeeiro, que foi acentuada em plantas irrigadas. Esse fato tornou todos os tratamentos significativamente iguais nas produções acumuladas dos 5 anos analisados. Lima, Custodio e Gomes (2008), encontraram resultados parecidos onde estudaram, por cinco safras, a produtividade e o rendimento do cafeeiro irrigado por pivô central, em Lavras, MG. Os autores discutem que uma menor intensidade de déficit hídrico pode ter contribuído para elevada produtividade das plantas não irrigadas durante a quarta safra, igualando esse tratamento aos irrigados.

4 CONCLUSÕES

Os tratamentos de irrigação não proporcionaram uma concentração na abertura de flores do cafeeiro.

A irrigação intensificou a bienalidade de produção do cafeeiro nos tratamentos irrigados.

A influência positiva da irrigação na produtividade do cafeeiro se manifestou nos anos de alta produtividade.

MANAGEMENT OF IRRIGATION AND ITS EFFECTS ON THE OPENING OF FLOWERS AND PRODUCTIVITY OF ARABIC COFFEE

ABSTRACT

Several techniques of submission of the coffee culture of water restriction has been researched in recent decades, with that, with the objective to research recorded in this work, test irrigation management with application of different water availability in the coffee plantation, seeking to improve the timing of the opening flowers and achieve higher productivity. The experiment was conducted in Lavras / MG, a coffee plantation with Acaia MG-1474, deployed at a spacing of 3.0 x 0.6 m. The experimental design was a randomized complete block with five treatments and four replications. The treatments were: A = No irrigation Irrigation B = the year when the plant consumed 75% of available water, C = irrigation throughout the year when the plant consumed 25% of available water; D = irrigation throughout the year if in Jan / Feb / Mar / July / Oct / Nov / Dec plant consumed 25% of available water and in April / May / Jun / Aug / Sept if the plant consumed 75% of available water in irrigation and E = Apr / May / June / Aug / Sept if the plant consumed 25% of available water. The results showed that it was not possible to impose a water restriction induces timing of opening of flowers on the plant through the irrigation management due to meteorological factors.

Keywords: Irrigation management strategies. Floral induction. Fruit set of flowers.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, L. P. B. et al. Características produtivas do cafeeiro em plantio superadensado e convencional sob sistema diferenciado da irrigação: quinta safra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 10., 2008, Araguari. **Anais....** Araguari: ACA, 2008. p. 206-209.

ARANTES, K. R.; FARIA, M. A. de; REZENDE, F. C. Recuperação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após recepa, submetido a diferentes lâminas de água e parcelamentos da adubação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 5, p. 313-319, 2009.

ASSIS, G. A. et al. Padrões de rendimento do cafeeiro em função do regime hídrico, densidade de plantio e bienalidade de produção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 11., 2009, Araguari. **Anais...** Uberaba: ACA/UNIUBE, 2009. p. 96-102.

BOMFIM NETO, H. et al. 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, 2007. p. 133-136.

CARVALHO, C. H. M. de et al. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas densidades de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 243-250, mar./abr. 2006.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. de; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, dez. 2007. ISSN 1413-7054.

GUERRA, A. F. et al. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. **ITEM, Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, v. 62, n. 73, p. 52-61, 2007.

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.

MATIELLO, J. B. Efeito do stress hídrico no abortamento e uniformização da floração em cafeeiros em região quente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 32., 2006, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Poços de Caldas: CBP&D-Café/EMBRAPA CAFÉ, 2006. p. 30.

MATIELLO, J. B. Utilização do estresse hídrico induzido no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 34., 2008, Caxambu-MG. **Anais...** Caxambu: CBP&D-Café/EMBRAPA CAFÉ, 2008. p. 37-65.

NASCIMENTO, M. N. do et al. 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.

REZENDE, F. C. et al. Características produtivas do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv., Topázio MG -1190), recepado e irrigado por gotejamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 103-110, jul./dez. 2006.

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

SCALCO, M. S. et al. Padrão de crescimento de cafeeiros podados, irrigados e não irrigados em duas densidades de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009, Juazeiro, BA. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2009. 1 CD-ROM.

SCALCO, M. S. et al. Produtividade do cafeeiro em função do regime hídrico e do adensamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 10., 2008, Araguari. **Anais...** Araguari: ACA, 2008. p. 94-99.

SILVA, J. G. F.; REIS, E. F. dos. Irrigação do cafeeiro Conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 347-376.