

GUSTAVO GUIMARÃES DANTAS

**EFEITO DO DÉFICIT HÍDRICO NA UNIFORMIDADE DA FLORAÇÃO DO  
CAFEIRO IRRIGADO NO OESTE DA BAHIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2011

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

D192e  
2011

Dantas, Gustavo Guimarães, 1982-  
Efeito do déficit hídrico na uniformidade da floração do  
cafeeiro irrigado no oeste da Bahia / Gustavo Guimarães  
Dantas. – Viçosa, MG, 2011.  
xiv, 61f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Everardo Chartuni Mantovani.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f. 58-61

1. Irrigação agrícola. 2. Café - Irrigação - Aspectos  
econômicos. 3. Café - Cultivo. 4. Café - Bahia. 5. Café  
Floração. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 631.587

GUSTAVO GUIMARÃES DANTAS

**EFEITO DO DÉFICIT HÍDRICO NA UNIFORMIDADE DA FLORAÇÃO DO  
CAFEIEIRO IRRIGADO NO OESTE DA BAHIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de janeiro de 2011.



---

Antônio de Rádua Alvarenga



---

Gregório Guirado Faccioli



---

Everardo Chartuni Mantovani  
(Orientador)

Aos meus pais Valdino Dantas e Vanda Guimarães Diogo Dantas.

À minha irmã Camila e à vovó Zilda (*in memoriam*).

À Gabi, pelo amor e pela compreensão.

À minha filha Beatriz, pela divina alegria.

### **TODO HOMEM SIMPLES**

Todo homem simples leva em sua alma um sonho,  
com amor e humildade poderá construí-lo.

Se com fé fores capaz de viver humilde,  
mais ditoso tu serás mesmo nada tendo.

Se pusesse cada dia com teu próprio esforço,  
uma pedra sobre outra alto chegarás.

Numa vida simples acharás a forma,  
pela qual teu coração obterá calma.

Os gozos mais singelos sempre são mais belos,  
e são aqueles que ao final serão os maiores.

Pondo e pondo cada dia com teu próprio esforço,  
uma pedra sobre outra alto chegarás.

(Ignácio Larrañaga)

## AGRADECIMENTOS

Ao nosso Pai Maior, pela maravilha da vida e pelas oportunidades concedidas.

À minha família, pelo carinho, dedicação, confiança, conselhos e pelo infinito apoio nos momentos difíceis.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), por intermédio do Departamento de Engenharia Agrícola e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais), pela oportunidade de realizar este treinamento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Everardo Chartuni Mantovani, pela amizade, pelos ensinamentos, pelo incentivo e pela confiança.

Aos professores conselheiros Gilberto Chohaku Sedyama e Fábio Murilo Damatta, pela valiosa colaboração e pelos ensinamentos durante a elaboração do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, Edna, Chicão e Eduardo, pela amizade, pela paciência e pela dedicação.

À minha segunda família paulistana, Mata Vieira, em especial à dona Fátima, Sr. Avelino (*in memoriam*), Juliana e Carlinhos, pelo carinho, pelo companheirismo, pela amizade, pela atenção e pelos incentivos.

À minha grande família mineira que me adotou quando cheguei em Viçosa, em especial à dona Vera, Sr. João, Cileimar e Henrique, pela amizade, pelo carinho, pelo acolhimento, pelos cuidados, pelos ensinamentos e pela compreensão.

Aos meus grandes amigos, Batata e Edypo, pelos bons e pelos inesquecíveis momentos de descontração nas viagens de volta a São Paulo.

À dona Arlete e Fabrício, pelo carinho, pela paciência e pelo acolhimento na pensão Contin.

Aos meus queridos amigos, "OS INSANOS", pelos trabalhos que realizamos juntos, pelos ensinamentos e pelas inúmeras alegrias que compartilhamos.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

## **BIOGRAFIA**

GUSTAVO GUIMARÃES DANTAS, filho de Valdino Dantas e Vanda Guimarães Diogo Dantas, nasceu em 12 de novembro de 1982, em São Paulo, SP.

Em 2002, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, graduando-se em julho de 2008. No período de 2005 a setembro de 2006, participou do programa de intercâmbio CAEP, que lhe proporcionou a oportunidade de residir por 18 meses nos Estados Unidos.

Em agosto de 2008, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, com área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais, submetendo-se à defesa da dissertação em janeiro de 2011.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	4
2.1. Objetivo geral.....	4
2.2. Objetivos específicos .....	4
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4.1. Características da área experimental .....	10
4.2. Dados meteorológicos .....	11
4.3. Manejo da irrigação .....	12
4.4. Caracterização dos tratamentos .....	14
4.4.1. Experimento 1: irrigação contínua e aplicação de déficit hídrico após o início dos estádios 2, 3 e 4 de desenvolvimento do botão floral e retorno da irrigação quando 60 a 80% dos botões se apresentarem no estágio 4.....	15

4.4.2. Experimento 2: início do déficit hídrico em função dos estádios 2, 3 e 4 de desenvolvimento do botão floral, com retorno das irrigações quando os potenciais hídricos foliares da antemanhã atingirem $-1,2$ e $-2,0$ MPa.....	17
4.5. Avaliações fenológicas .....	18
4.5.1. Uniformidade de floração.....	18
4.5.2. Crescimento vegetativo .....	18
4.5.3. Produtividade e uniformidade de maturação .....	18
4.6. Análise estatística .....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
5.1. Variáveis climáticas .....	21
5.2. Uniformidade de floração.....	23
5.3. Parâmetros de produção .....	37
5.4. Desenvolvimento de nós.....	42
5.5. Manejo da irrigação .....	49
6. CONCLUSÃO .....	56
REFERÊNCIAS.....	58

## RESUMO

DANTAS, Gustavo Guimarães, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2011. **Efeito do déficit hídrico na uniformidade da floração do cafeeiro irrigado no Oeste da Bahia.** Orientador: Everardo Chartuni Mantovani. Coorientadores: Gilberto Chohaku Sedyama e Fábio Murilo DaMatta.

A utilização do déficit hídrico em cafeeiros irrigados para a quebra de dormência do botão floral e sincronização da floração, é de grande importância e vêm sendo estudado há vários anos devido seu enorme potencial de auxiliar na ocorrência de uma florada uniforme. Tal prática possibilita maior rentabilidade do sistema de produção em função da uniformidade da floração ter implicações diretas na uniformidade de maturação dos frutos de café, que, por sua vez, terá grande influência na qualidade final do produto e no preço de venda. Desta forma, objetivou acompanhar e analisar os diferentes estádios de desenvolvimento do botão floral como parâmetro a ser utilizado para iniciar o déficit hídrico e avaliar a quebra da dormência do botão floral e uniformização da florada através da quantificação do status hídrico na planta de café a partir de um potencial hídrico pré-definido. Para isso foram conduzidos dois experimentos, os quais iniciaram em 2006, com Bonfim Neto (2007), sendo analisados aqui os anos 2007, 2008 e 2009. Os experimentos foram realizados com cafeeiros (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí 144) irrigados por gotejamento,

cultivados no espaçamento de 3,8 x 0,5 m, com aproximadamente 5,5 anos de idade, em Luís Eduardo Magalhães (12°5'S, 45°48'W), BA a uma altitude de 760 m em solo classificado como Neossolo Quartzarênico e textura franco-arenosa. Estabeleceu como critério para iniciar o déficit hídrico, em ambos os experimentos, o desenvolvimento dos botões florais, sendo que o experimento I teve o período do déficit hídrico monitorado por meio do desenvolvimento do botão floral e o experimento II, por meio do potencial hídrico da planta na antemanhã. Para realizar o manejo da irrigação e caracterizar a influência dos elementos climáticos sobre o comportamento do botão floral das plantas de café, instalou-se uma estação meteorológica automática, com sensores que fornecem dados diários de temperatura (°C), umidade relativa (%), velocidade do vento ( $\text{ms}^{-1}$ ), radiação solar ( $\text{Wm}^{-2}$ ) e precipitação (mm). Além dessas variáveis, foi determinado o déficit de pressão vapor por meio da metodologia descrita por Allen et al. (1998). A partir dos dados da estação, gerenciou-se o manejo da irrigação através do software IRRIPLUS<sup>®</sup>, determinando-se a demanda hídrica da cultura, avaliando o balanço hídrico diário, utilizando-se dos coeficientes de ajustes sobre a ETo. Definiu-se assim a lâmina de irrigação, em função da diferença entre demanda hídrica e a precipitação efetiva. Para avaliar uniformidade de floração, maturação dos frutos, crescimento e produtividade do cafeeiro avaliou-se periodicamente as seguintes variáveis: número de flores emitido por ramo em cada florada; número de nós acumulados a cada mês; porcentagem de frutos verdes, cereja e passa no momento da colheita; rendimento; peneira média e produção de frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey, a  $P = 0,05$ . Para as demais características utilizou-se a análise descritiva. A uniformidade de maturação foi alcançada a partir do momento em que os botões florais estavam sincronizados no estágio 4 de desenvolvimento e com potencial hídrico na antemanhã abaixo de -1,2 MPa nos anos agrícolas 2007 e 2008, em 2009 foi verificado menor uniformidade de maturação para potenciais hídricos que não atingiram valor igual ou inferior a -1,2 MPa. Na safra 2007/2008, que apresentou alta produtividade, não foi observado diferença significativa entre os tratamentos com e sem déficit. Entretanto, na safra dos anos 2006/2007 e 2008/2009, observou-se diferença significativa de produtividade entre o tratamento sem

déficit com os demais que foram submetidos a diferentes níveis de déficit hídrico. Ocorreu crescimento compensatório dos ramos das plantas submetidas ao déficit hídrico, de modo que não apresentaram diferença significativa em relação às plantas do tratamento que permaneceu constantemente irrigado. Essa estratégia de manejo mostrou-se importante na condução do cafeeiro, conferindo uma redução média de água e energia de até 35,49%.

## ABSTRACT

DANTAS, Gustavo Guimarães, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January, 2011. **Water stress effect on the uniformity of irrigated coffee blossoming at West of Bahia**. Adviser: Everardo Chartuni Mantovani. Co-advisers: Gilberto Chohaku Sedyama and Fábio Murilo DaMatta.

The water deficit effect on irrigated coffee, used to break the bud's dormancy and synchronization of flowering, have been studied cause of its important potential to assist in the occurrence of a bloom uniform, without effect the production. The flower synchronization has direct implications on the uniformity of the coffee fruit ripening, which will have great influence on the final product quality. Thus, was aimed to monitor and analyze the different stages of bud development as a parameter to be used to start the water deficit and assess the dormancy breaking bud and flowering synchronization through the measurement of the water status in the coffee plant by a pre-defined water potential. For this purpose two experiments were conducted, which began in 2006 with Bonfim Neto (2007), being analyzed here the years 2007, 2008 and 2009. The experiments were performed with coffee plants (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí 144) drip irrigated, cultivated at a spacing of 3.8 x 0.5 m, with approximately 5.5 years old. The study site is located in the city Luís Eduardo Magalhães (12°5'S, 45°48'W), BA, at an altitude of 760 m in a soil classified as quartz sand soil and sandy loam texture. Was established as a criterion to start

the water deficit, in both experiments, the flower buds development, being that the experiment I had the water deficit period monitored by the flower buds development and the experiment II, through the plant water potential predawn leaf. To perform the irrigation management and characterize the climatic factors influence on the behavior of the buds of the coffee plants, was installed an automatic weather station with sensors which provide daily data of temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), humidity (%) wind speed ( $\text{ms}^{-1}$ ), solar radiation ( $\text{Wm}^{-2}$ ) and precipitation (mm). Besides these variables, we determined the vapor pressure deficit. From the data of the station is managed irrigation management through software IRRIPLUS<sup>®</sup>, determining the crop water demand, evaluating the water balance, using the coefficients of adjustment on the ETo. Beside these variables, was determined the vapor pressure deficit thought the methodology described by Allen et al. (1998). From the weather station data, the irrigation management was done using the software IRRIPLUS<sup>®</sup>, determining the crop water demand, evaluating the water balance, using the adjustment coefficients of the ETo. Was defined the water depth, depending on the difference between water demand and effective rainfall. To evaluate the flowering synchronization, fruit ripening, growth and coffee plants productivity were periodically evaluated the following variables: number of flowers bloomed by each branch in each bloom; the number of gathered nodes by month, percentage of green fruit, cherry and passes at the harvest time, yield and fruit production. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared by using Tukey's test,  $P = 0.05$ . For the other features was used descriptive analysis. The maturity uniformity was reached from the moment when the flower buds were synchronized at the 4<sup>th</sup> stage of development and with predawn leaf water potential below  $-1.2 \text{ MPa}$  during the crop years 2007 and 2008, recorded in 2009 was verified a minor uniformity of maturation to the water potential which did not reach the value equal or less than  $-1.2 \text{ MPa}$ . In the 2007/2008 harvesting year, which presented high productivity, was not observed a significant difference between the treatments with and without water deficit. However, in the harvest year of 2006/2007 and 2008/2009, was observed a production significant difference between the treatment without deficit with the rest who were subjected to different levels of water deficit. Occurred compensatory growth of the plants branches which were submitted to water

deficit, in a way that it did not show significant difference regarding the test which the coffee plants were full time irrigated. This management strategy was considered important in driving the coffee crop, giving an average reduction of water and energy up to 35.49%.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do café, no Brasil, teve início em 1727, com a chegada das primeiras sementes e mudas trazidas da Guiana Francesa pelo sargento-mor Vicente de Melo Palheta e cultivadas no estado do Pará. Em 1830, o país já era o principal produtor e nas quatro primeiras décadas do século 20, o Brasil produzia cerca de 70% da produção mundial. Nesse período, o café era o principal gerador de renda para a economia brasileira (RUFINO, 2006).

Nos últimos anos, a grande expansão das fronteiras cafeeiras no Brasil tem exigido avanços nas informações técnicas relacionadas à produção, que proporcionem aumento do lucro, da produtividade e da qualidade final do produto, mas em paralelo à preservação do meio ambiente. Uma tecnologia de destaque nesse contexto é a irrigação, que vem proporcionando maximização e racionalização dos insumos utilizados na cultura (BONFIM NETO, 2007).

A irrigação na cafeicultura tem se justificado pela possibilidade de expansão em áreas antes limitadas pela deficiência hídrica ou distribuição irregular das chuvas e, nas regiões tradicionais, por oferecer a garantia de produção em anos em que o veranico se estende nas fases críticas de desenvolvimento dos frutos. Atualmente, produz-se café de excelente qualidade em regiões antes consideradas marginais, utilizando-se a irrigação para combater períodos extensos de deficiência hídrica, o que resulta em grande benefício social (MANTOVANI, 2000).

A expansão da área irrigada de café no Cerrado brasileiro, nos últimos 20 anos, reflete o indispensável uso da irrigação para viabilizar a atividade na região. O aumento da cafeicultura irrigada, no Cerrado, impõe a busca por novas tecnologias que sejam adequadas à região, para racionalizar a atividade cafeeira e garantir a competitividade do produto nos mercados interno e externos. O Cerrado já responde por cerca de 40% da produção nacional de café; no entanto, há a necessidade de aumentar a produtividade e qualidade do produto para dar sustentabilidade à cafeicultura dessa região (GUERRA et al., 2005).

As espécies do gênero *Coffea* são originárias de regiões africanas onde a elevada precipitação anual (1.500-2.000 mm) exibe uma forte distribuição sazonal, com vários meses consecutivos praticamente sem chuvas. Isso deve ter contribuído, evolutivamente, para o desenvolvimento de considerável tolerância à seca observada no cafeeiro (KUMAR; TIESZEN, 1980), além de ter, possivelmente, sincronizado a planta às necessidades de um período de baixa disponibilidade hídrica para desencadear eventos fenológicos tais como a quebra de dormência de gemas florais (ALVIM, 1960; BARROS et al., 1978; CRISOSTO et al., 1992).

O café é uma espécie de floração gregária, ou seja, todas as plantas de uma região florescem simultaneamente, com número de floradas variável, desde umas poucas até várias ao longo do ano nas regiões equatoriais. Assim, enquanto na Região Sudeste do Brasil ocorrem de duas a três florações com intensidades decrescentes, em Costa Rica verificam-se até 15 (ALVIM, 1973). Esse hábito reprodutivo leva a dificuldades relacionadas com colheitas parciais, controle de doenças, controle de pragas e redução na qualidade dos grãos (RENA; MAESTRI, 1986).

Segundo Alvim (1960), Barros et al. (1978) e Crisosto et al. (1992), a busca da racionalização da atividade cafeeira é cada vez mais estudada, de forma a aumentar as possibilidades de manejo da cultura, visando também maior eficiência na aplicação de água, de modo à suprir as necessidades hídricas da cultura durante estações secas e períodos de veranicos, como também sincronizar o desenvolvimento dos botões florais.

Um fator importante e polêmico relacionado à irrigação do cafeeiro é a discutida necessidade de um déficit hídrico para a quebra de dormência do

botão floral, para sincronização da floração, proporcionando uma florada uniforme, sem causar danos à produção. Entretanto, ainda não se tem conhecimento fisiológico suficiente para a aplicação do déficit hídrico ideal e na época correta para atingir esses objetivos sob condições de campo (SOARES et al., 2001).

A uniformidade da floração tem implicações diretas na uniformidade de maturação dos frutos de café, que, por sua vez, terá grande influência na qualidade final do produto. Desta forma, o conhecimento de técnicas viáveis de uniformização da floração é de fundamental importância para organização e redução dos custos da colheita e para obtenção de um produto de melhor qualidade e maior valor agregado.

Segundo Rena e Maestri (2000), o estudo das relações hídricas no cafeeiro é de particular interesse, uma vez que pequenas reduções na disponibilidade de água podem diminuir substancialmente o crescimento, ainda que não se observe murcha nas folhas ou quaisquer outros sinais visíveis de déficit hídrico. A redução no crescimento significa menor produção de nós disponíveis para a formação de flores, acarretando, conseqüentemente, queda na produção de frutos. Deste modo, a compreensão das relações hídricas no cafeeiro e de suas implicações ecofisiológicas pode oferecer subsídios ao técnico e ao cafeicultor, para que eles possam avaliar melhor a importância da água para os crescimentos vegetativo e reprodutivo dessa cultura, permitindo-lhes, ainda, tomar decisões mais conscientes sobre o manejo global da lavoura e desse caro e escasso componente de produção.

Considerando o exposto, objetivou-se, com este trabalho, obter informações que possam auxiliar no conhecimento das relações existentes entre o déficit hídrico, expresso como potencial hídrico foliar de antemanhã ( $\Psi_{am}$ ), período compreendido entre as 4:00 e 5:30h, a dormência dos botões florais e a abertura floral do cafeeiro, com vistas à concentração da florada.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar diferentes metodologias para o controle e a uniformização da floração do cafeeiro irrigado para a região Oeste da Bahia durante os anos agrícolas 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Acompanhar e analisar os diferentes estádios de desenvolvimento do botão floral como parâmetro a ser utilizado para iniciar o déficit hídrico;
- Avaliar a quebra da dormência do botão floral e uniformização da florada através da quantificação do status hídrico na planta de café a partir de um potencial hídrico pré-definido.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

A floração nas plantas compreende uma sequência de eventos morfofisiológicos, que vai da indução floral até a antese, passando pelas fases intermediárias da evocação floral, diferenciação ou iniciação dos primórdios florais e desenvolvimento da flor (RENA; MAESTRI, 1986).

No cafeeiro, a floração é composta por três fases: iniciação ou diferenciação floral, repouso ou quiescência e abertura floral. Cada fase é afetada por vários fatores, sendo difícil isolar o efeito de um fator específico, pois um mesmo fator pode afetar mais de uma fase, o que torna difícil o enfoque experimental e a interpretação do fenômeno (KUMAR, 1980).

Um período de déficit hídrico, induzido por solo seco ou ar seco, é necessário para preparar os botões florais que, posteriormente, serão estimulados pela chuva ou irrigação. Contudo, observações vêm sendo feitas para quantificar a intensidade e duração do déficit necessário para que haja um maior controle sobre os eventos morfofisiológicos citados no parágrafo anteriormente.

Segundo Carr (2001), embora haja diferentes respostas do cafeeiro a períodos de estiagem, cultivares comerciais têm conservado muito das características adaptativas de ambientes sombreados das florestas, locais onde se acredita que o *C. arabica* teve sua origem. Isso se associa a um fechamento parcial dos estômatos quando expostos a alta taxa de evaporação devido ao déficit de saturação do ar (1,6 kPA), mesmo se o solo estiver em sua

capacidade de campo. Acredita-se que isso seja um mecanismo adaptativo que minimizaria a transpiração em altas irradiações quando as folhas estão saturadas de luz.

A necessidade de irrigação, e todo seu controle no tempo de florescimento, variam de acordo com a distribuição de chuvas, da severidade da estação seca e do tipo de solo e déficit do mesmo. A iniciação floral ocorre durante a estação fria e seca, ou seja, no período de inverno; as flores permanecem dormentes durante a estação seca e florescem após as primeiras irrigações invariavelmente precedidas pelas principais chuvas.

No cafeeiro, a floração é composta por três fases: iniciação ou diferenciação floral, repouso ou quiescência e abertura floral. Cada fase é afetada por vários fatores, sendo difícil isolar o efeito de um fator específico, pois um mesmo fator pode afetar mais de uma fase, o que torna difícil o enfoque experimental e a interpretação do fenômeno (KUMAR, 1979).

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

Segundo Rena e Maestri (2000), há muita polêmica em torno da submissão do cafeeiro ao erroneamente chamado “estresse hídrico”; o mais apropriado seria 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 o teor de água próximo ao de 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.

Segundo Mes (1957b), a provável influência da chuva na quebra da dormência dos botões florais do cafeeiro ocorre devido à queda de temperatura, porque os cafeeiros cultivados em vasos, dentro de estufas, que

recebiam regas normais e não apresentavam sintomas de murcha, mantiveram os botões florais dormentes.

Browning (1977) também considera que rápidas reduções na temperatura, que normalmente acompanham as chuvas nos trópicos, podem desempenhar um papel relevante na quebra da dormência dos botões florais do café. Nas condições do Quênia, o florescimento está certamente associado às rápidas reduções na temperatura, exceto após secas prolongadas. Neste caso, chuvas ou irrigação são suficientes para determinar a quebra da dormência e, conseqüentemente, a abertura floral. O autor concluiu que a quebra da dormência ocorria apenas quando a temperatura decrescia em 3° C ou mais, em um período de 45 minutos ou menos, e que tais alterações estavam sempre associadas a chuvas.

Alguns trabalhos de pesquisa (CRISOSTO et al., 1992; DRINNAN; MENZEL, 1994) têm indicado que o déficit hídrico, em magnitude adequada e na fase fenológica própria, resulta na quebra da dormência dos botões florais com conseqüente uniformidade de floração e produção. Matiello (2009) afirma também que as gemas florais do cafeeiro são seriadas, desenvolvendo-se e chegando à maturação em épocas distintas, o quê, sob condições normais, leva à ocorrência de floradas também em série, ou seja, em períodos sucessivos, sendo normal de duas a três floradas principais.

Alvim (1973) também destaca a importância de um período seco prévio à abertura floral. Em experimentos realizados no Peru, numa região costeira onde raramente chove, verificou-se que nos cafeeiros constantemente irrigados, os botões florais não se abriam, ao contrário da abertura floral regular quando os cafeeiros eram submetidos a déficit de água. Assim, Alvim (1973) sugeriu que um período de seca seria necessário para quebrar a dormência dos botões e que a irrigação subsequente era necessária apenas para a indução do crescimento das gemas quiescentes, fenômeno ao qual ele denominou "hidroperiodismo".

Rena e Maestri (1986) citam vários autores que fizeram observações semelhantes, dando suporte à hipótese levantada por Alvim (1973). Porém, Franco (1962), trabalhando com cafeeiros em solução nutritiva, observou uma floração semelhante e simultânea àquelas dos cafeeiros em condições naturais, o que aparentemente contraria a hipótese do hidroperiodismo.

Peringer e Borthwick (1955) estudaram as reações fotoperiódicas em cafeeiros de um ano e meio de idade e observaram que todas as plantas que possuíam botões florais puderam ser levadas repetidamente ao florescimento por meio de períodos alternados de seca e regas. Esses autores também observaram que, quando as regas eram suspensas por vários dias e depois se irrigava abundantemente, a floração se dava em aproximadamente duas semanas. Se a alternância de secas e regas do solo pode estimular o florescimento também de plantas mais velhas, deve-se esperar que nas condições de campo o florescimento ocorresse após a irrigação, durante a estação seca (MES, 1957a).

Astegiano et al. (1984), estudando a movimentação da água e as quebras da dormência dos botões florais do cafeeiro, encontraram uma relação entre a presença da folha subtendida e a tensão hídrica, e concluíram que a presença desta folha aumentou o ingresso de água para os botões. Os autores destacaram que a passagem por um período de déficit hídrico foi essencial para a quebra da dormência dos botões florais.

Outra hipótese seria a de que os botões florais dormentes fariam uma leitura acumulativa da tensão hídrica, tanto em magnitude, quanto na duração (dada por um período prolongado ou pelo acúmulo de períodos curtos). Nas plantas que não tiveram um período definido de tensão hídrica, a dormência só é quebrada em espaços de tempo mais prolongados, uma vez que plantas constantemente irrigadas apresentam, em dias quentes e ensolarados, curtos períodos de déficit hídrico, em razão da demanda transpiratória (ASTEGIANO, 1984).

Foi observado por Magalhães e Angelocci (1976), medindo paralelamente o potencial hídrico dos botões florais e de seus respectivos pares de folhas, que a quebra da dormência de botões florais, em cafeeiros sob irrigação localizada, somente ocorria quando o potencial hídrico das folhas se encontrava abaixo de -1,2 MPa. Assim, os autores levantaram a hipótese de que, em condições de déficit hídrico, as folhas fornecem água aos botões, até que se estabeleça um equilíbrio entre seus potenciais. Concluíram que um potencial hídrico foliar de -1,2 MPa, medido na antemanhã, seria necessário para que ocorra a quebra da dormência e que a irrigação cause a abertura floral em virtude de uma rápida turgescência dos botões florais.

Por outro lado, Soares (2001) observou que não houve quebra da dormência dos botões florais, mesmo quando o potencial hídrico da planta, medido no período entre seis e sete horas da manhã, alcançou valores de  $-0,8$ ,  $-1,2$  e  $-1,9$  MPa após 30, 63 e 90 dias, respectivamente, e que a quebra da dormência só ocorreu quando estes se encontravam no estágio 4 de desenvolvimento do botão floral, segundo a descrição de Crisosto et al. (1992), e após a ocorrência de precipitações acompanhadas de queda brusca de temperatura nas plantas dos tratamentos que apresentavam potencial hídrico de  $-0,2$  MPa. Soares (2001) concluiu, portanto, que existe sinergismo entre os elementos climáticos, como precipitações, temperatura e déficit de pressão de vapor, sobre o desenvolvimento dos botões florais. Esse sinergismo poderia levar os botões à antese, quando se encontram no estágio 4 de desenvolvimento.

Do ponto de vista prático, um maior ou menor período de dormência faz com que botões iniciados em diferentes ocasiões possam alcançar o mesmo grau de desenvolvimento, ao final de certo tempo, e com isto estabelecer uma uniformização das floradas gregárias do café (RENA; MAESTRI, 1986).

Um melhor conhecimento das causas de ocorrência e de interrupção da dormência dos botões florais do cafeeiro seria de grande utilidade para o manejo da cafeicultura, pois tornaria possível, por exemplo, regular o florescimento das plantas, de modo a obter floradas em menor número, mais regulares e uniformes, como acontece em regiões secas ou quando a chuva é escassa (RAYNER, 1946).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Características da área experimental

A condução dos ensaios, realizada na fazenda Café do Rio Branco, foi financiada pelo do Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, realizado pela parceria das instituições UFV/FUNARBE/EMBRAPA-Café, com cafeeiros (*Coffea arabica* L. cv. “Catuaí 144”) plantados em dezembro de 2002 (Figura 1).

Os cafeeiros foram irrigados por gotejamento, com emissores espaçados de 0,75 m entre gotejadores e com autonomia de aplicação de 2,2 m<sup>3</sup>/h, turno de rega de um dia, cultivados no espaçamento de 3,8 x 0,5 m, no município de Barreiras (12°5’S, 45°48’W, altitude 760 m e solo Neossolo Quartzarênico com textura franco arenosa), BA.

Os ensaios foram conduzidos nas safras 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009, sendo que parte dos dados da safra 2006/2007 foram analisados por Bonfim Neto (2007) .



Figura 1 - Área experimental.

#### **4.2. Dados meteorológicos**

Os dados meteorológicos foram obtidos por meio de uma estação meteorológica automática da marca DAVIS, modelo VANTAGE PRO II, previamente instalada na área experimental. A mesma possui sensores que fornecem dados horários de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) média, máxima e mínima, umidade relativa (%), velocidade do vento ( $\text{m.s}^{-1}$ ), radiação solar ( $\text{J.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ), horas de brilho solar (h) e precipitação (mm), de modo a permitir que fosse realizado o manejo da irrigação e a caracterização da influência dos elementos climáticos sobre o comportamento do botão floral do cafeeiro.

Além dos dados meteorológicos, foi calculado o déficit de pressão vapor por meio da metodologia descrita por Allen et al. (1998), conforme equações descritas a seguir.

$$e^0(T) = 0.6108 \exp \left[ \frac{17.27 T}{T + 237.3} \right] \quad (1)$$

em que  $e^0$  é pressão de vapor de saturação na temperatura  $T$  [kPa];  $T$ , temperatura [°C]; exp, logaritmo 2,7183.

$$e_s = \frac{e^0(T_{\max}) + e^0(T_{\min})}{2} \quad (2)$$

em que  $e_s$  é pressão de vapor de saturação [kPa].

$$e_a = \frac{e^0(T_{\min}) \frac{RH_{\max}}{100} + e^0(T_{\max}) \frac{RH_{\min}}{100}}{2} \quad (3)$$

em que  $e_a$  é pressão atual de vapor [kPa].

$$DPV = e_a - e_s \quad (4)$$

em que DPV é déficit de pressão de vapor [kPa].

### 4.3. Manejo da irrigação

A partir dos dados da estação meteorológica, o manejo da irrigação foi gerenciado pelo software IRRIPLUS<sup>®</sup>. O programa consiste num sistema de apoio e tomada de decisão para culturas irrigadas, o qual é dividido em módulos voltados para o manejo de diversos tipos de lavouras. Para o correto e preciso funcionamento, o software IRRIPLUS<sup>®</sup> dispõe de um banco de dados climáticos oriundos da rede de estações do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), como também informações sobre a cultura, o solo e os diversos sistemas de irrigação (MANTOVANI et al., 2009). O software determina, em tempo real, o balanço hídrico através da integração dos dados de solo, água,

planta, equipamento e clima, gerando as necessidades hídricas das culturas (lâmina de irrigação).

Determinou-se a demanda hídrica do cafeeiro, utilizando-se coeficientes de ajuste sobre a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>). A lâmina bruta de irrigação foi calculada por meio de um balanço hídrico, em que as entradas de água foram a irrigação e precipitação pluvial efetiva e as saídas, a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) e percolação além da profundidade considerada para o sistema radicular. Utilizou-se a equação (1), proposta por Doorenbos e Pruitt (1977), modificada por Mantovani e Costa (1998), para se estimar a evapotranspiração da cultura.

$$ET_c = ET_o \cdot K_c \cdot K_s \cdot K_l \quad (5)$$

em que ET<sub>c</sub> é evapotranspiração da cultura, em mm d<sup>-1</sup>; ET<sub>o</sub>, evapotranspiração de referência, em mm d<sup>-1</sup>; K<sub>c</sub>, coeficiente de cultura, adimensional; K<sub>s</sub>, coeficiente de estresse hídrico, adimensional; K<sub>l</sub>, coeficiente de localização, adimensional.

O método de estimativa da ET<sub>o</sub> utilizado pelo Irriplus, de acordo com os elementos meteorológicos disponíveis (radiação solar, temperatura média, velocidade do vento e umidade relativa), foi o modelo de Penman-Monteith-FAO (ALLEN et al., 1998). Os dados meteorológicos utilizados para a realização do experimento foram obtidos em uma estação agrometeorológica automática, marca Davis, modelo Vantage Pro II, localizada na propriedade.

O valor do coeficiente de estresse (K<sub>s</sub>) foi calculado utilizando-se o modelo logarítmico proposto por Bernardo et al. (2006), empregando-se a equação (6).

$$K_s = \frac{\ln(LAA + 1)}{\ln(CTA + 1)} \quad (6)$$

em que K<sub>s</sub> é coeficiente de estresse; LAA, lâmina atual de água no solo, em mm; CTA, capacidade total de água no solo, em mm.

O valor do coeficiente de localização de irrigação (KI) foi calculado em função da porcentagem de área molhada, na qual somente uma parte da superfície do solo é molhada, ou em função da área sombreada, na qual é considerado o volume de solo que deve ser umedecido em relação à superfície total ou ao volume de solo que pode estar ocupado pelas raízes.

Foi utilizado o modelo proposto por Keller e Bliesner (1990), conforme a equação abaixo.

$$KI = 0,1\sqrt{P} \quad (7)$$

em que KI é coeficiente de localização de irrigação, adimensional; P, porcentagem de área molhada ou sombreada (%).

No experimento, foram considerados valores do coeficiente de cultura (Kc), porcentagem de área sombreada (P) e profundidade efetiva do sistema radicular de 1,0, 50% e 0,60 m, respectivamente. A porcentagem de área molhada foi de 30%.

#### **4.4. Caracterização dos tratamentos**

A avaliação das diferentes metodologias para o controle e a uniformização da floração do cafeeiro irrigado foi conduzida em dois experimentos. Em ambos, para iniciar o déficit hídrico, foram utilizados como ponto de partida os diferentes estádios de desenvolvimento do botão floral. No período de retorno das irrigações, para o primeiro ensaio, utilizou-se como critério o estágio de desenvolvimento do botão floral e, para o segundo, foi a imposição de diferentes déficits hídricos quantificados através do potencial de água na folha, medido na antemanhã. Para tal, foi necessário a medição do potencial hídrico de antemanhã entre as 4:00 e 5:30 h, em três ramos plagiotrópicos do terço médio de dez plantas, utilizando-se uma bomba de pressão tipo Scholander (SCHOLANDER et al., 1965) para avaliar uma folha do terço médio de cada planta demarcada (Figura 2).



Figura 2 – Bomba de Scholander.

**4.4.1. Experimento 1: irrigação contínua e aplicação de déficit hídrico após o início dos estádios 2, 3 e 4 de desenvolvimento do botão floral e retorno da irrigação quando 60 a 80% dos botões se apresentarem no estágio 4**

A contagem dos botões florais foi feita em três ramos plagiotrópicos do terço médio superior de dez plantas demarcadas ao acaso por tratamento, até que, pelo menos 10% dos botões florais destes ramos atingissem os estádios de desenvolvimento 2, 3 e 4, conforme Crisosto et al. (1992) (Figura 1). Até que fosse atingido o estágio desejado, as plantas dos tratamentos foram irrigadas, mantendo-se o solo sempre próximo à capacidade de campo.

A quebra do déficit hídrico foi iniciada quando as plantas, de cada tratamento, apresentaram em torno de 60 a 80% dos botões florais no estágio 4 de desenvolvimento (CRISOSTO et al., 1992) (Figura 3), momento no qual foi quantificado o status hídrico das plantas.

Estádio	Aspecto	Características
E1		Inchamento dos entrenós com presença de estípulas.
E2		Tamanho: 2 mm. Botão floral indiferenciado de cor verde, coberto por estípulas, e presença de mucilagem cor âmbar.
E3		Tamanho: 2,6 mm. Botões florais em desenvolvimento, sobressaindo as estípulas.
E4		Tamanho: 4,4 mm. Botões florais de cor verde-clara no estágio de dormência.
E5		Tamanho: de 6 a 10 mm. Botões florais de cor branca, próximos à abertura.
E6		Flores.

Fonte: Womer e Guituanja (1970, citados por CAMAYO; ARCICA, 1996).

Figura 3 – Características dos estádios de desenvolvimento do botão floral do cafeeiro.

No momento de coleta da folha, a aferição do status hídrico da planta foi imediatamente realizada, uma vez que uma bomba de pressão tipo Scholander permaneceu no campo experimental.

T1 – irrigado com umidade sempre próxima da capacidade de campo;

T2 – déficit iniciado com 10 % no estágio 2 de desenvolvimento do botão floral e retorno das irrigações com 60 a 80 % no estágio 4;

T3 – déficit iniciado com 10 % no estágio 3 de desenvolvimento do botão floral e retorno das irrigações com 60 a 80 % no estágio 4;

T4 – déficit iniciado com 10 % no estágio 4 de desenvolvimento do botão floral e retorno das irrigações com 60 a 80 % no estágio 4.

#### **4.4.2. Experimento 2: início do déficit hídrico em função dos estádios 2, 3 e 4 de desenvolvimento do botão floral, com retorno das irrigações quando os potenciais hídricos foliares da antemanhã atingirem $-1,2$ e $-2,0$ MPa**

A contagem dos botões florais, para o experimento dois, foi conduzida da mesma forma que o experimento um, até que tivesse ocorrido o início tensional do déficit hídrico.

O retorno da irrigação ocorreu quando o potencial hídrico foliar da antemanhã atingisse em torno de  $-1,2$  MPa e  $-2,0$  MPa. Os diferentes estádios de desenvolvimento do botão floral juntamente com os diferentes potenciais hídricos caracterizarão os tratamentos em um arranjo fatorial de  $(3 \times 2) + 1$ , seguido de um delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições, conforme descritos a seguir:

- T1 – irrigado com umidade sempre próxima à capacidade de campo;
- T2 – Início do déficit hídrico com 10% dos botões florais no estágio 2 e retorno da irrigação quando o potencial hídrico da planta atingir  $-1,2$  MPa;
- T3 – Início do déficit hídrico com 10% dos botões florais no estágio 2 e retorno da irrigação quando o potencial hídrico da planta atingir  $-2,0$  MPa;
- T4 – Início do déficit hídrico com 10% dos botões florais no estágio 3 e retorno da irrigação quando o potencial hídrico da planta atingir  $-1,2$  MPa;

- T5 – Início do déficit hídrico com 10% dos botões florais no estágio 3 e retorno da irrigação quando o potencial hídrico da planta atingir  $-2,0$  MPa;
- T6 – Início do déficit hídrico com 10% dos botões florais no estágio 4 e retorno da irrigação quando o potencial hídrico da planta atingir  $-1,2$  MPa;
- T7 – Início do déficit hídrico com 10% dos botões florais no estágio 4 e retorno da irrigação quando o potencial hídrico da planta atingir  $-2,0$  MPa.

## **4.5. Avaliações fenológicas**

### **4.5.1. Uniformidade de floração**

Para acompanhar o desenvolvimento dos botões florais e uniformidade da floração, em ambos os experimentos, foram avaliadas em 10 plantas de cada tratamento, a partir do início do desenvolvimento dos botões florais, as seguintes variáveis: estágio de desenvolvimento do botão floral; número de floradas; tempo entre floradas e o número de flores emitido por ramo em cada florada, caracterizado pelo estágio 5 de desenvolvimento do botão floral (CRISOSTO et al., 1992) (Figura 3).

### **4.5.2. Crescimento vegetativo**

O crescimento vegetativo foi quantificado a cada dois meses, por meio da contagem do número acumulativo de nós. As avaliações foram realizadas nos três ramos plagiotrópicos de cada uma das dez plantas demarcadas por tratamento.

### **4.5.3. Produtividade e uniformidade de maturação**

A produtividade foi quantificada colhendo-se individualmente as plantas úteis de cada tratamento, retirando-se uma amostra de dois litros de café cereja por parcela para determinar o rendimento. As amostras foram colocadas em redes tubulares de polietileno e levada para secar ao sol. Após a secagem, as amostras foram pesadas, beneficiadas e pesadas novamente. O rendimento em cada unidade experimental foi obtido mediante da divisão da massa (g) do

café seco pela massa (g) do café beneficiado. A produtividade foi obtida pela conversão da produção do café cereja para produtividade em sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare.

#### 4.6. Análise estatística

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e empregou-se o teste F a 5% de probabilidade (Figura 4).

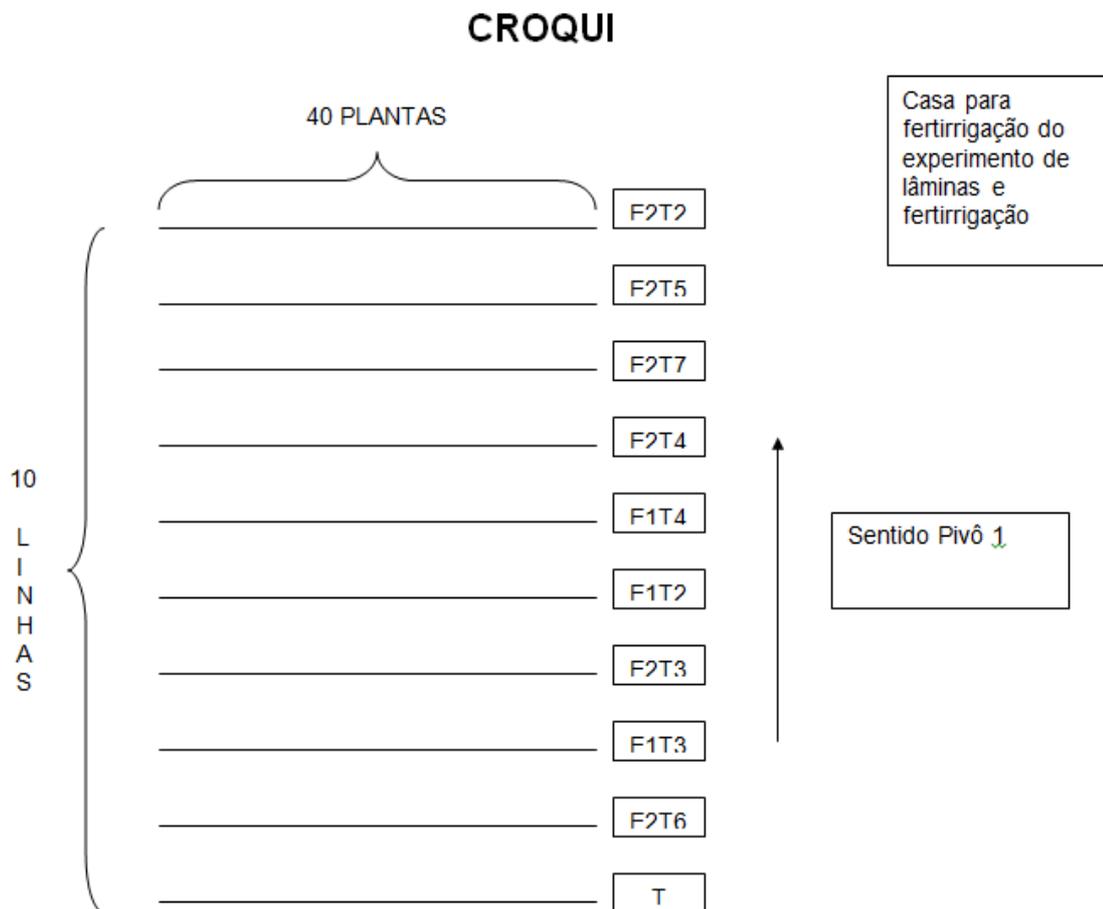


Figura 4 – Croqui da área experimental.

Foi utilizado o teste de Tukey, 5% para a comparação das médias das seguintes características: número médio de flores emitido por ramo/ planta/ ano; número médio de frutos colhidos por ramo/ planta/ ano; produtividade média em sacos de 60 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; porcentagem média de grãos verde, cereja e passa e rentabilidade como também o crescimento cumulativo de nós foram submetidos à análise de variância.

Para o comportamento dos elementos climáticos e manejo da irrigação foi realizado a análise descritiva.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Variáveis climáticas**

Os elementos do clima, tais como temperatura média, precipitação, umidade relativa, déficit de pressão de vapor e radiação solar são mostradas nas Figuras 5, 6 e 7 durante o período em que as plantas estavam no campo submetido ao déficit hídrico e em fase de florescimento, em três anos consecutivos.

Verifica-se que, no ano agrícola 2006 (Figura 5), não houve precipitação no período de 26/06 a 19/09, ocorrendo a primeira chuva com lâmina de 2,3 mm dia 20/09. No ano de 2007 (Figura 6), não houve precipitação no período de 06/05 a 18/10, ocorrendo a primeira chuva com volume de 5,0 mm no dia 19/10, e em 2008 (Figura 7), não houve precipitação no período de 06/05 a 21/09 com início no dia 22/10 e uma lâmina de 5,0 mm.

As temperaturas médias diárias de 2006 elevaram-se a partir da segunda quinzena do mês de julho, apresentando mínima de 18,5°C e máxima de 27,8°C. No ano de 2007 apresentou pequena variação ao longo dos meses de junho e julho, com gradual aumento no início do mês de agosto, apresentando mínima de 18,2°C e máxima de 27,8°C e no ano de 2008 apresentou aumento a partir da segunda quinzena do mês de julho, tendo apresentado temperatura mínima de 17,8°C e máxima de 28,6°C.

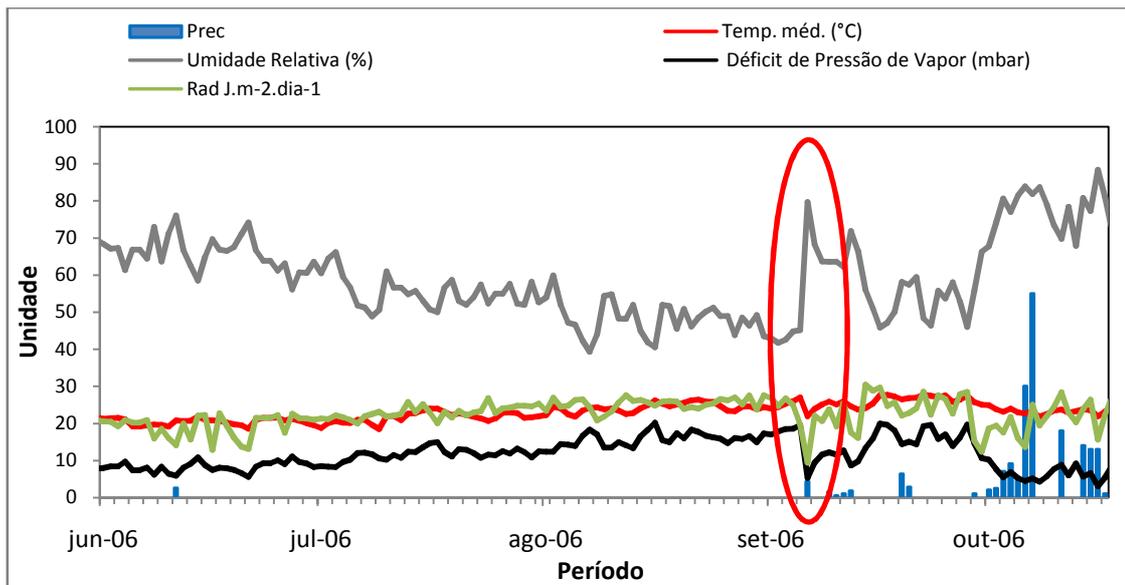


Figura 5 - Variação diária dos elementos climáticos de temperatura média (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%), déficit de pressão de vapor (mbar) e radiação solar ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ) no ano de 2006.

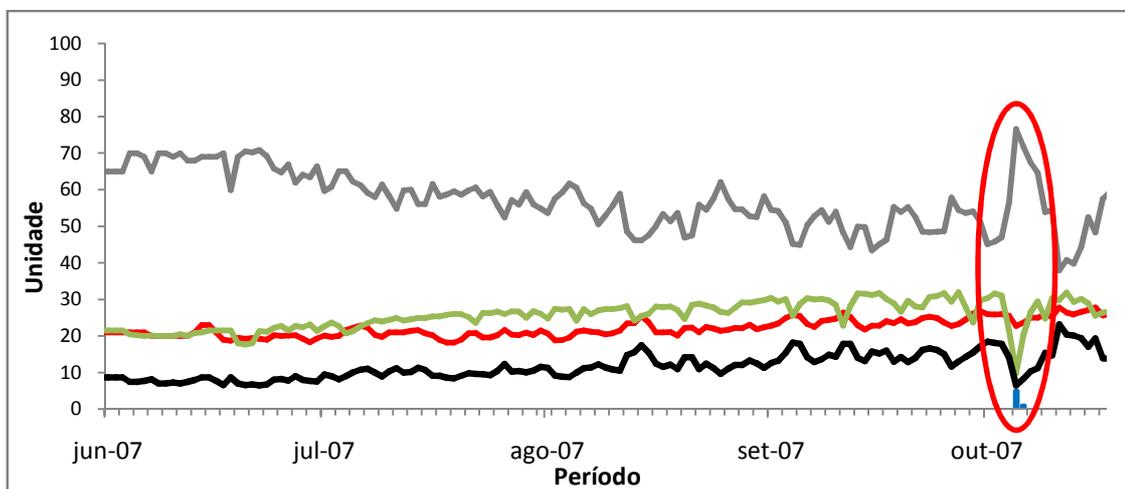


Figura 6 – Variação diária dos elementos climáticos de temperatura média (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%), déficit de pressão de vapor (mbar) e radiação solar ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ) no ano de 2007.

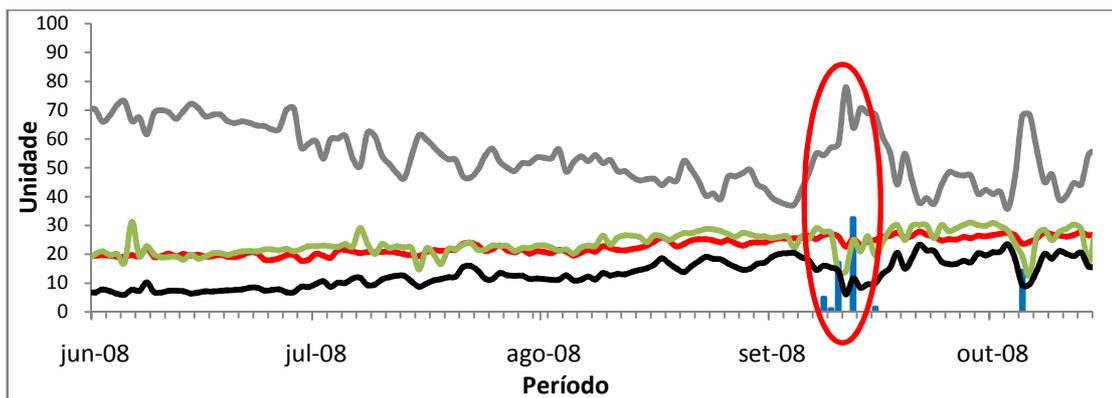


Figura 7 – Variação diária dos elementos climáticos de temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ ), precipitação (mm), umidade relativa (%), déficit de pressão de vapor (mbar) e radiação solar ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ) no ano de 2008.

A umidade relativa decaiu a partir do término da estação chuvosa, referentes às datas das últimas chuvas citadas anteriormente, apresentando um valor mínimo de 39,3% no ano de 2006, 46,1% no ano de 2007 e 40,1% em 2008.

O déficit de pressão de vapor apresentou um comportamento contrário ao da umidade relativa devido à diferença de déficit de pressão de vapor causada pela alta temperatura e baixa umidade relativa do ar, apresentando valores máximos próximos ao período final de estiagem, onde atingiu 19,54 hPa um dia antes da primeira chuva ocorrida no segundo período de 2006, dia 19/09, atingiu 20,45 hPa em 16/10 de 2007 e 19,05 hPa em 22/09 de 2008. O balanço de radiação solar aumentou ao longo do período de estiagem, com mínima e máxima de 13,01 e 27,41  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  em 2006, 11,11 e 32,01  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  em 2007 e 14,26 e 29,03  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  em 2008.

## 5.2. Uniformidade de floração

As uniformidades de floração do experimento I são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Intervalo entre irrigações, potencial hídrico de água na folha na antemanhã alcançado antes do retorno das irrigações, porcentagem de botões florais no estágio 4 antes da ocorrência da primeira florada e porcentagem do total de flores emitidas por ramo das plantas dos tratamentos do experimento I no ano de 2006

Trat.	CI	RI	DI	$\Psi_{am}$	BF(%) Est. 4	F(%) 21/09	F(%) 26/09	F(%) 06/10	F(%) 18/10	F(%) 27/10
Test.	-	-	-	-0,3	64	-	71,3	3,1	1,9	23,7
E1T2	21/jun	28/set	99	-1,3	61	-	-	100	-	-
E1T3	07/jul	15/set	73	-1,6	60	100	-	-	-	-
E1T4	15/ago	28/set	44	-0,9	45	-	31,8	56,6	11,6	-

Trat. = Tratamento; CI = Corte Irrigação; RI = Retorno Irrigação; DI = Dias sem Irrigar;  $\Psi_{am}$  = Potencial Hídrico na Antemanhã; BF = Botão Floral no estágio 4 de desenvolvimento; F = Florada.

O retorno da irrigação neste experimento foi dependente do comportamento da florada das plantas, conforme descrito em “Material e Métodos”.

De acordo com Bonfim Neto (2007), na safra 2006/2007, só foi possível o retorno da irrigação nas plantas dos tratamentos E1T2 e E1T3, pois mais de 60% dos botões florais atingiram o estágio 4 de desenvolvimento como tomada de decisão para o retorno das irrigações. Já nas plantas do tratamento E1T4, apenas 45% dos botões florais atingiram o estágio 4 de desenvolvimento, antes da ocorrência da primeira florada. Nesse mesmo ano agrícola as condições climáticas observadas em 20/09/06 (Figura 5) foram decisivos na primeira florada das plantas da testemunha e nos tratamentos que estavam sob déficit hídrico. Nessa data (20/09/06), percebeu-se uma interação favorável de todos os elementos climáticos que são responsáveis pelo estímulo à antese, como: precipitação (RENA; MAESTRI, 2000), queda nos valores de temperatura (MES, 1957; WORMER; GITUANJA, 1970; BARROS et al., 1978; DRINNAN; MENZEL, 1995; RENA; MAESTRI, 2000; SOARES, 2001), e déficit de pressão de vapor (RENA; MAESTRI, 2000).

Verificou-se a ocorrência de concentração da florada numa única data para as plantas de dois tratamentos, E1T2, em 06/10, e E1T3, em 21/09. As plantas da testemunha floriram em quatro datas distintas, com 71,3% das flores

emitidas na primeira florada, em 26/09, e 23,7% na última, em 27/10. As plantas do tratamento E1T4 floriram em três datas, tendo a maior porcentagem da emissão total de flores 56,6%, em 06/10, após o reinício das irrigações, em 28/09. Ressalta-se que a primeira florada das plantas da testemunha e do E1T4 foi estimulada pelas mudanças bruscas dos elementos climáticos em 20/09 (Figura 5). Nessa data, como já foi citado, ocorreu queda dos valores de temperatura média, déficit de pressão vapor e radiação solar, acompanhado do aumento dos índices de umidade relativa e precipitação de 4,3 mm.

Os valores de potencial hídrico no antemanhã, durante o período em que as plantas dos diferentes tratamentos do experimento I estavam submetidas a déficit hídrico e emitindo flores, são apresentados na Figura 8.

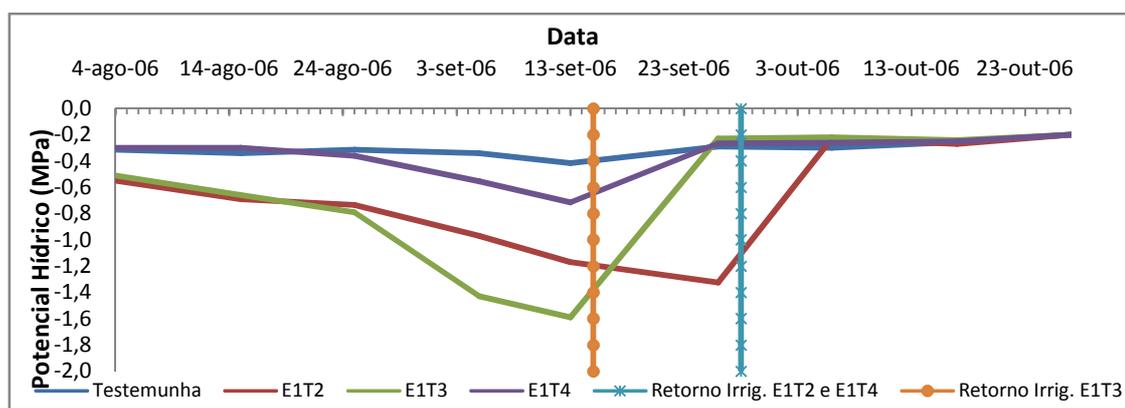


Figura 8 – Potencial hídrico na antemanhã, durante o período em que as plantas dos diferentes tratamentos do experimento I estavam submetidas a déficit hídrico e emitindo flores no ano de 2006.

Nos tratamentos E1T2 e E1T3, as plantas atingiram, antes do reinício das irrigações,  $\psi_{am}$  de -1,3 MPa e -1,6 MPa após a suspensão da irrigação por 99 e 73 dias, respectivamente. Já as plantas do tratamento E1T4 atingiu  $\psi_{am}$  de -0,9 MPa após 44 dias sem irrigação. Observa-se que as maiores quedas de  $\psi_{am}$  ocorreram na segunda quinzena de agosto e na primeira de setembro, devido ao aumento da demanda hídrica nesse período (Figura 5).

No ano agrícola 2007/2008 só foi possível o retorno da irrigação nas plantas do tratamento E1T2, o único em que 60% dos botões florais atingiram o estágio 4 de desenvolvimento. Já nos tratamentos E1T3 e E1T4, 58% e 54% dos botões florais atingiram o estágio 4 de desenvolvimento antes da ocorrência da primeira florada (Tabela 2).

Tabela 2 – Intervalo entre irrigações, potencial hídrico de água na folha na antemanhã alcançado antes do retorno das irrigações, porcentagem de botões florais no estágio 4 antes da ocorrência da primeira florada e porcentagem do total de flores emitidas por ramo das plantas dos tratamentos do experimento I no ano de 2007

Trat.	CI	RI	DI	$\Psi_{am}$	BF(%) Est. 4	F(%) 22/08	F(%) 06/09	F(%) 20/09	F(%) 14/10	F(%) 07/11
Test.	-	-	-	-0,2	49	-	1	3	88,2	7,8
E1T2	20/jun	24/ago	65	-0,7	61	-	61,3	-	36,8	1,9
E1T3	04/jul	13/set	71	-2,2	58	-	0,3	95,34	-	4,4
E1T4	02/ago	13/set	42	-2,0	54	-	2,4	92,3	-	5,3

Trat. = Tratamento; CI = Corte Irrigação; RI = Retorno Irrigação; DI = Dias sem Irrigar;  $\Psi_{am}$  = Potencial Hídrico no Antemanhã; BF = Botão Floral no estágio 4 de desenvolvimento; F = Florada.

Não foi verificada a concentração da florada em uma única data nos tratamentos deste experimento em 2007/2008, ainda assim foi observada uma grande uniformidade (Tabela 2). As plantas-testemunha floriram em quatro datas, com 88,2% de flores emitidas na terceira florada no dia 14/10 e 7,8% na última, em 01/11. As plantas dos demais tratamentos floriram em três datas, E1T2 teve maior emissão de flores 61,3% no dia 06/09, os tratamentos E1T3 e E1T4 apresentaram, respectivamente, 95,34% e 92,3% de flores emitidas no dia 20/09, vale ressaltar que os três tratamentos floriram após o reinício das irrigações nos dias 24/08 para o tratamento E1T2 e dia 13/09 para os outros dois.

São apresentados, na Figura 9, os valores de  $\psi_{am}$ , durante o período em que as plantas dos diferentes tratamentos do experimento I estavam submetidos ao déficit hídrico.

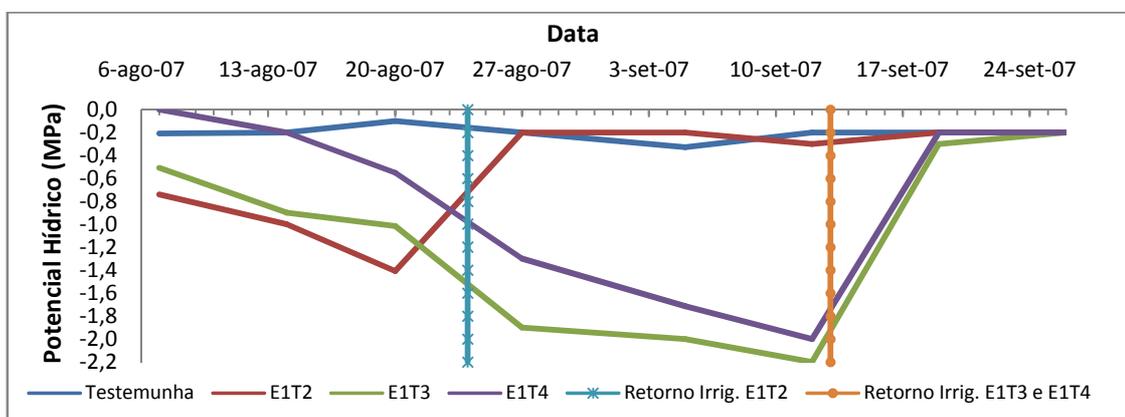


Figura 9 – Potencial hídrico na antemãhã, durante o período em que as plantas dos diferentes tratamentos do experimento I estavam submetidas a déficit hídrico e emitindo flores no ano de 2007.

Nos tratamentos E1T2, E1T3 e E1T4 as plantas atingiram baixos valores de potencial hídrico antes do retorno das irrigações, com  $\psi_{am}$  de -1,4 MPa, -2,2 MPa e -2,0 MPa, respectivamente, após 65, 71 e 42 dias após a suspensão da irrigação. Observa-se que os menores valores de potencial hídrico foram atingidos na última semana de agosto e na primeira quinzena de setembro, período no qual houve uma elevação repentina na temperatura seguida de queda brusca da mesma, acompanhada da variação do déficit de pressão de vapor (Figuras 5 e 7).

Observa-se na safra de 2008/2009 que o retorno da irrigação para todos os tratamentos do experimento I ocorreu na mesma data (Tabela 3).

Tabela 3 – Intervalo entre irrigações, potencial hídrico de água na folha na antemanhã alcançado antes do retorno das irrigações, porcentagem de botões florais no estágio 4 antes da ocorrência da primeira florada e porcentagem do total de flores emitidas por ramo das plantas dos tratamentos do experimento I no ano de 2008

Trat.	CI	RI	DI	$\Psi_{am}$	BF(%) Est. 4	F(%) 22/08	F(%) 06/09	F(%) 15/09	F(%) 27/10	F(%) 07/11
Test.	-	-	-	-0,3	61	5,2	64,2	18,7	11,9	-
E1T2	07/jul	15/set	70	-0,6	59	-	89,5	4,9	2,1	3,5
E1T3	16/jul	15/set	61	-0,8	60	-	89,9	6,5	3,1	0,5
E1T4	12/ago	15/set	34	-0,7	52	-	80,5	6,5	8,2	4,7

Trat. = Tratamento; CI = Corte Irrigação; RI = Retorno Irrigação; DI = Dias sem Irrigar;  $\Psi_{am}$  = Potencial Hídrico no Antemanhã; BF = Botão Floral no estágio 4 de desenvolvimento; F = Florada.

Verificou-se que os tratamentos E1T2 e E1T4 apresentaram 59% e 52% dos seus botões florais no estágio 4 de desenvolvimento antes da ocorrência da primeira florada, enquanto a planta-testemunha e o tratamento E1T3 atingiram 61% e 60% respectivamente. Não foi verificada a concentração de 100% da florada em uma única data. Foi verificado a ocorrência de quatro floradas em todos os tratamentos, havendo maior concentração na data 24/09, com 64,2% para a testemunha, sendo a segunda florada e com 89,5% para E1T2, 89,9% para E1T3 e 80,5% para E1T4 na primeira florada. Como ocorrido em 2006/2007, o comportamento dos elementos climáticos em 24/09 foram decisivos para a uniformização da florada das plantas-testemunhas e tratamentos que estavam sob déficit hídrico.

Os valores de potencial hídrico durante o período em que as plantas do experimento I estavam submetidas ao déficit hídrico são apresentados na Figura 10.

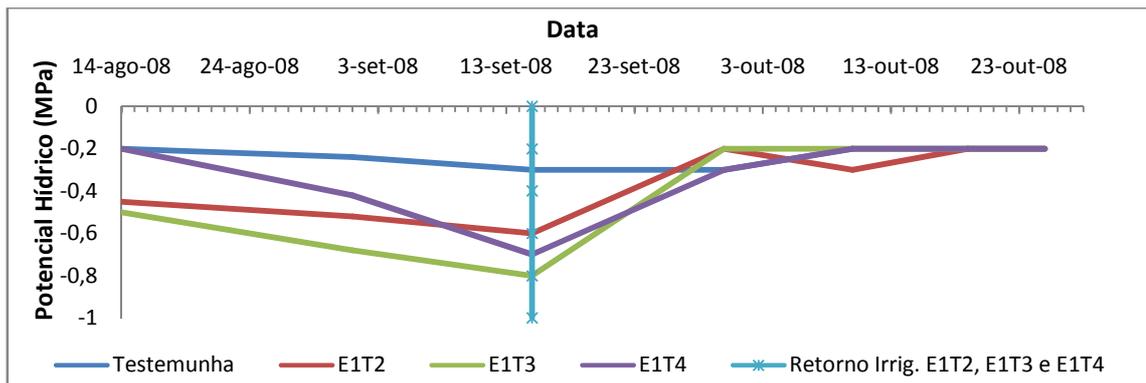


Figura 10 – Potencial hídrico na antemanhã, durante o período em que as plantas dos diferentes tratamentos do experimento I estavam submetidas a déficit hídrico e emitindo flores no ano de 2008.

No ano agrícola 2008/2009 observa-se que as plantas não atingiram potencias hídricos tão altos, onde que os tratamentos E1T2, E1T3 e E1T4 passaram por 70, 61 e 34 dias de suspensão de água, períodos já enfrentados em anos anteriores e com valor de potencial hídrico mais expressivo. O valores máximos atingidos de potencial hídrico, pelas plantas dos tratamentos, antes do retorno das irrigações foram de -0,3 MPa para testemunha, -0,6 MPa para E1T2, -0,8 MPa para E1T3 e -0,7 MPa para E1T4. Logo após, o retorno da irrigação, coincidiu com a ocorrência da mudança climática seguido de precipitação, queda de temperatura, aumento da umidade relativa e queda do déficit de pressão de vapor, com consequente floração dos tratamentos.

Os dados referentes à uniformidade de floração do experimento II, ao longo dos anos avaliados, são apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6. O retorno da irrigação ocorreu, quando possível, no momento em que as plantas dos tratamentos atingiram os valores de potencial hídrico pré-estabelecido, como descrito em “Material e métodos”.

Tabela 4 – Intervalo entre irrigações, potencial hídrico de água na folha na antemanhã alcançado antes do retorno das irrigações, porcentagem de botões florais no estágio 4 antes da ocorrência da primeira florada e porcentagem do total de flores emitidas por ramo das plantas dos tratamentos do experimento II no ano de 2006

Trat.	CI	RI	DI	$\psi_{am}$	BF(%) Est. 4	F(%) 21/09	F(%) 26/09	F(%) 06/10	F(%) 18/10	F(%) 27/10
Test.	-	-	-	-0,3	64	-	71,3	3,1	1,9	23,7
E2T2	21/jun	15/jun	86	-1,2	61	100	-	-	-	-
E2T3	21/jun	28/set	99	-2,0	69	-	-	100	-	-
E2T4	07/jul	10/ago	96	-1,4	50	-	-	77,7	22,3	-
E2T5	07/jul	18/out	106	-1,5	47	-	18,4	64,1	17,5	-
E2T6	15/ago	10/ago	54	-1,2	46	-	16,6	38,9	44,6	-
E2T7	15/ago	18/out	64	-1,2	40	-	44,4	38,1	17,5	-

Trat. = Tratamento; CI = Corte Irrigação; RI = Retorno Irrigação; DI = Dias sem Irrigar;  $\psi_{am}$  = Potencial Hídrico no Antemanhã; BF = Botão Floral no estágio 4 de desenvolvimento; F = Florada.

No ano agrícola 2006/2007, segundo Bonfim Neto (2007), apenas nas plantas dos tratamentos E2T2 e E2T3 atingiram os valores de  $\psi_{am}$  de -1,2 e -2,0 MPa, respectivamente, antes da primeira florada. Adicionado a esse fato, nas plantas desses tratamentos, E2T2 e E2T3, os botões florais estavam, antes da ocorrência da primeira florada, com mais de 60% no estágio 4 de desenvolvimento. Foram também nas plantas desses tratamentos que se verificou a uniformização da florada, sendo a do E2T2 em 21/09 e a do E2T3 em 06/10. A testemunha foi a mesma do experimento I e, portanto, teve o mesmo comportamento, floriram em quatro datas, com 71,3% das flores emitidas na primeira florada em 26/09 e 23,7% na última, em 27/10. As plantas do tratamento E2T4 floriram em duas datas com 77,4 % do total da emissão de flores registrada na primeira florada (06/10), após o retorno da irrigação em 28/10. As plantas dos demais tratamentos floriram em três datas (26/09, 06/10 e 18/10). Os botões florais das plantas dos tratamentos E2T5, E2T6 e E2T7 do experimento II, mesmo sem o retorno da irrigação, emitiram flores em 26/09, juntamente com a testemunha, devido ao estímulo provocado pela mudança no comportamento dos elementos climáticos em 20/09 (Figura 6). Observa-se que o  $\psi_{am}$  era inferior a -0.9 MPa (Figura 9).

Os resultados de  $\psi_{am}$ , durante o período em que as plantas dos diferentes tratamentos do experimento II estavam submetidos a déficit hídrico e emitindo flores, são apresentados na Figura 11

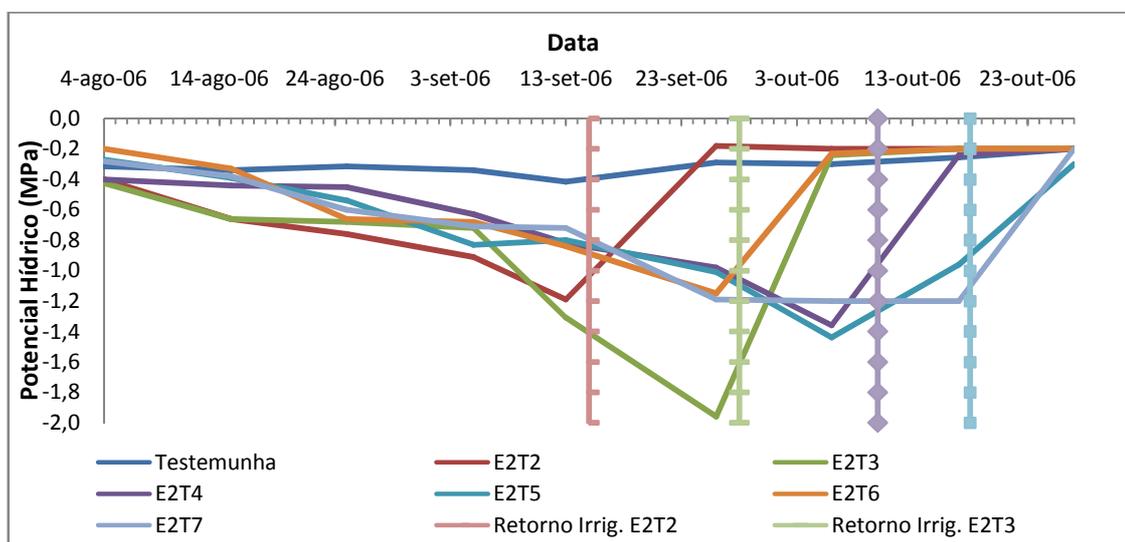


Figura 11 – Potencial hídrico na antemanhã, durante o período em que as plantas dos diferentes tratamentos do experimento II estavam submetidas a déficit hídrico e emitindo flores no ano de 2006.

Como observado no experimento I, constata-se que as maiores quedas de  $\psi_{am}$  ocorreram com o aumento da demanda hídrica após a segunda quinzena de agosto e primeira de setembro (Figura 5).

No ano agrícola 2007/2008 as plantas dos tratamentos E2T2, E2T4, E2T5 e E2T6 atingiram os valores de  $\psi_{am}$  de -1,2 MPa e -2,0 MPa antes da primeira florada, e somente os tratamentos E2T2, E2T3 e E2T4 apresentaram botões florais com mais de 60% no estágio 4 antes da ocorrência da primeira florada (Tabela 5).

Como citado anteriormente, a testemunha foi a mesma para ambos dos experimentos, as plantas da testemunha floriram em quatro datas, com 88,2% de flores emitidas na terceira florada no dia 14/10 e 7,8% na última, em 01/11.

Tabela 5 – Intervalo entre irrigações, potencial hídrico de água na folha na antemanhã alcançado antes do retorno das irrigações, porcentagem de botões florais no estágio 4 antes da ocorrência da primeira florada e porcentagem do total de flores emitidas por ramo das planta dos tratamentos do experimento II no ano de 2007

Trat.	CI	RI	DI	$\psi_{am}$	BF(%) Est. 4	F(%) 22/08	F(%) 06/09	F(%) 20/09	F(%) 14/10	F(%) 07/11
Test.	-	-	-	-0,2	49	-	1	3	88,2	5,9
E2T2	20/jun	06/set	78	-1,5	64	-	1,9	95,7	-	2,4
E2T3	20/jun	06/set	78	-1,7	65	-	1,7	95,8	-	2,54
E2T4	04/jul	13/set	71	-1,3	61	-	0,1	96,1	-	3,8
E2T5	04/jul	13/set	71	-1,3	52	-	-	95,3	-	4,7
E2T6	02/ago	13/set	42	-0,7	61	-	1,2	91	-	7,8
E2T7	02/ago	21/set	50	-0,5	51	-	-	-	95,1	4,9

Trat. = Tratamento; CI = Corte Irrigação; RI = Retorno Irrigação; DI = Dias sem Irrigar;  $\psi_{am}$  = Potencial Hídrico no Antemanhã; BF = Botão Floral no estágio 4 de desenvolvimento; F = Florada.

As plantas dos tratamentos E2T2, E2T3, E2T4 e E2T6 floriram em três datas diferentes e o E2T5 em duas, havendo uniformização desses tratamentos na segunda florada no dia 20/09, com 95,7%, 95,8%, 96,1%, 95,3% e 91% do total e emissão de flores. Fato ocorrido após o retorno das irrigações nos dias 06/09 para os tratamentos E2T2 e E2T3, e 13/09 para os tratamentos E2T4, E2T5 e E2T6 por terem atingidos os valores de  $\psi_{am}$  pré-estabelecidos. O tratamento E2T7 teve a florada concentrada em duas datas, ocorreu 95,1% do total de flores emitidas no dia 14/10 e 4,9% no 07/11; ressalta-se que não foi atingido o valor de  $\psi_{am}$  esperado e que houve o retorno da irrigação no dia 21/09. É importante lembrar que o retorno da irrigação e a mudança climática ocorrida na primeira quinzena de outubro (Figura 6) influenciaram a primeira florada, e a chegada da precipitação (19/10), queda da temperatura e do déficit de pressão de vapor ocorrido na segunda quinzena favoreceu a segunda florada na primeira semana de novembro.

Como também observado no experimento I, constatou-se que as maiores quedas de  $\psi_{am}$  ocorreram com o aumento da demanda hídrica após a segunda

quinzena de agosto e primeira de setembro, com a elevação da temperatura, queda da umidade relativa e déficit de pressão de vapor (Figura 12).

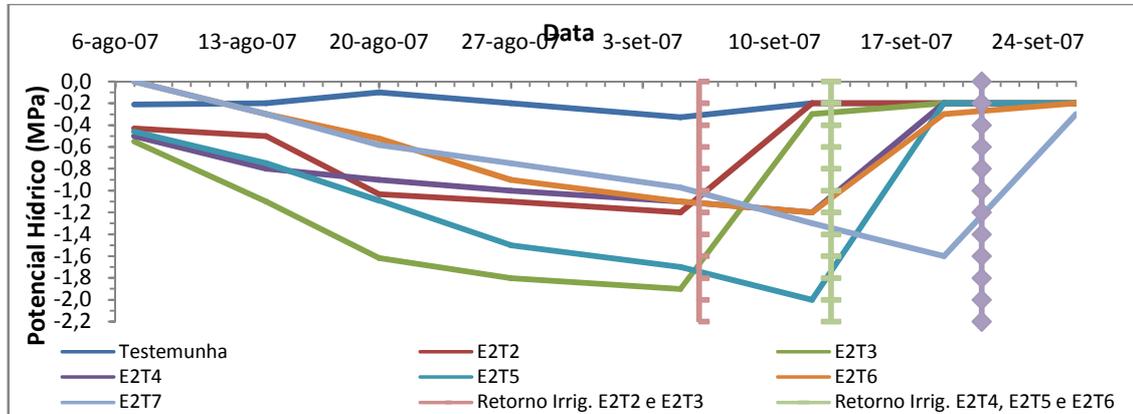


Figura 12 – Potencial hídrico na antemanhã, durante o período em que as plantas dos diferentes tratamentos do experimento II estavam submetidas a déficit hídrico e emitindo flores no ano de 2007.

Observa-se, no agrícola de 2008/2009, que as plantas dos tratamentos E2T2, E2T4 e E2T6 atingiram o valor de  $\psi_{am}$  de -1,2 MPa para o retorno das irrigações (Tabela 6).

A testemunha e os tratamentos E2T2 e E2T3 apresentaram mais de 60% dos botões florais no estágio 4 de desenvolvimento antes da ocorrência da primeira florada. Todos os tratamentos floriram em quatro datas diferentes. Como citado anteriormente no experimento I, a testemunha e o tratamento E2T2 apresentaram maior concentração da floração no dia 06/09, com 64,2% e 85,4%, respectivamente, data na qual ocorreu a segunda florada da testemunha e primeira do tratamento E2T2.

Tabela 6 – Intervalo entre irrigações, potencial hídrico de água na folha na antemanhã alcançado antes do retorno das irrigações, porcentagem de botões florais no estágio 4 antes da ocorrência da primeira florada e porcentagem do total de flores emitidas por ramo das plantas dos tratamentos do experimento II no ano de 2008

Trat.	CI	RI	DI	$\psi_{am}$	BF(%) Est. 4	F(%) 22/08	F(%) 06/09	F(%) 15/09	F(%) 27/10	F(%) 07/11
Test.	-	-	-	-0,3	61	5,2	64,2	18,7	11,9	-
E2T2	07/jul	15/set	70	-1,3	64	-	85,4	10,5	2,9	1,2
E2T3	07/jul	15/set	70	-0,7	63	-	5,3	78,7	15,8	0,2
E2T4	07/jul	10/out	95	-0,9	59	-	3,7	5,5	89,3	1,5
E2T5	07/jul	18/out	103	-1,6	51	-	5,2	5,8	88	1
E2T6	12/ago	10/out	59	-0,6	56	-	5,3	4,7	89,6	0,4
E2T7	12/ago	18/out	67	-0,7	54	-	4,7	7,3	86,5	1,5

Trat. = Tratamento; CI = Corte Irrigação; RI = Retorno Irrigação; DI = Dias sem Irrigar;  $\psi_{am}$  = Potencial Hídrico no Antemanhã; BF = Botão Floral no estágio 4 de desenvolvimento; F = Florada.

O tratamento E2T3 resultou em maior uniformidade de floração durante a segunda florada com 78,7 % e 15,8% na terceira florada, ocorridas nos dias 15/09 e 27/10. Vale ressaltar que a irrigação no tratamento E2T3 retornou antes que o tratamento atingisse o valor de  $\psi_{am}$  estipulado, em “Material e Métodos”, por motivo de engano do pivorista responsável naquele dia e horário de trabalho. As plantas dos tratamentos E2T4, E2T5, E2T6 e E2T7 mostraram uniformidade de floração na terceira florada, com os valores de 89,3%, 88%, 89,6% e 86,5% do total de emissão de flores no dia 27/10. Ressalta-se que as plantas dos tratamentos E2T4 e E2T6 tiveram o retorno da irrigação no dia 10/10 por terem alcançado o valor de  $\psi_{am}$  estipulado, não sendo por motivo das precipitações ocorridas nos dias 24, 26 e 29//09 (Figura 7). As plantas dos tratamentos E2T5 e E2T7 tiveram as irrigações retornadas no dia 18/10 por motivo de mudança climática (Figura 7).

Na Figura 13 são apresentados os resultados de  $\psi_{am}$ , durante o período em que as plantas dos diferentes tratamentos do experimento II estavam submetidas a déficit hídrico e emitindo flores durante o ano agrícola 2008/2009.

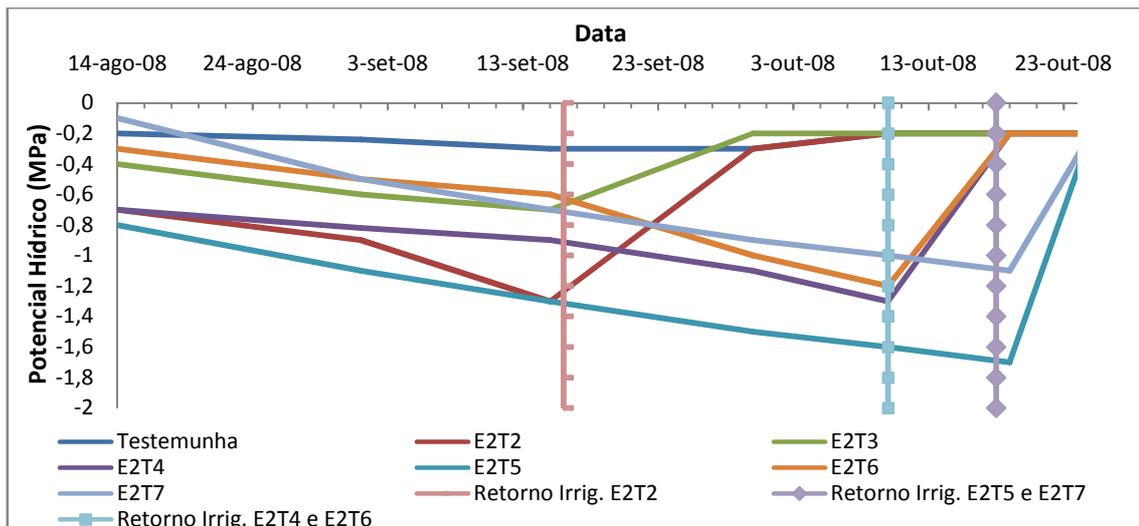


Figura 13 – Potencial hídrico na antemanhã, durante o período em que as plantas dos diferentes tratamentos do experimento II estavam submetidas a déficit hídrico e emitindo flores no ano de 2008.

Como também observado no experimento I, constatou-se que as maiores quedas de  $\psi_{am}$  ocorreram com o aumento da demanda hídrica após a segunda quinzena de agosto e primeira de setembro, com a elevação da temperatura, queda da umidade relativa e déficit de pressão de vapor (Figura 7). É importante ressaltar que ainda ocorreram floradas durante o mês de novembro, após a chegada das chuvas e mudanças climáticas (Figura 7 e Tabela 6).

A uniformização da florada, nas plantas dos tratamentos que estavam submetidas a déficit hídrico, somente foi alcançada após o estímulo oriundo da água via irrigação, nos tratamentos que se apresentavam com mais de 60% dos botões florais no estágio 4 de desenvolvimento.

Rena et al. (2001) destacaram a importância de associar o déficit hídrico ao desenvolvimento do botão floral; segundo esses autores, para que o botão perceba o estímulo advindo da água, é necessário que o mesmo tenha sido submetido a algum déficit hídrico e esteja sensível ao estímulo. A magnitude do  $\psi_{am}$  para as plantas desses tratamentos esteve dentro dos parâmetros estabelecidos por Silva (2004) e Magalhães e Angelocci (1976),

que recomendam valores inferiores a - 1,1 e -1,2 MPa respectivamente, para que os botões percebam o estímulo advindo da água.

Bonfim Neto (2007) ressalta que, na safra 2006/2007, as plantas dos tratamentos que uniformizaram a florada em 15/09, apresentando  $\psi_{am\ de}$  de -1,2 a -1,6 MPa antes do reinício irrigações, com mais de 60% dos botões florais no estágio 4 de desenvolvimento, obtiveram uniformidade de maturação e apresentaram produtividade, estatisticamente (Tabela 7), semelhante nas plantas- testemunha. O mesmo é observado para o tratamento E1T3 do experimento I e para os tratamentos E2T2, E2T3 e E2T4 do experimento II ocorrido na safra 2007/2008, característica não ocorrida na safra 2008/2009, onde não foram verificados tratamentos com potenciais inferiores a -0,9 MPa e com mais de 60% dos botões florais no estágio 4.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva (2004), onde o autor conclui que a obtenção dos potenciais hídricos na ordem de -1,1 a -1,6 MPa, foram mais efetivos na sincronização das floradas aliando uniformidade com boa produção. No entanto, Guerra et al. (2006) afirmam que  $\psi_{am}$  na ordem de -1,5 e -2,0 MPa antes do retorno da água via irrigação proporciona produtividades superiores as plantas do tratamento plenamente irrigado e que a uniformidade de floração e maturação somente é alcançada no tratamento que apresenta  $\psi_{am}$  de -2,0 MPa.

A diferença na uniformidade de floração, entre os resultados obtidos por Guerra et al. (2006) e os do presente trabalho, para a mesma magnitude de  $\psi_{am}$ , possivelmente está atribuída a sincronização dos botões florais no estágio 4 de desenvolvimento, não alcançada no trabalho de Guerra et al. (2006) no tratamento que atingiu o  $\psi_{am}$  de -1,5 MPa . Estes dados indicam que a decisão para o reinício da irrigação, considerando-se que o  $\psi_{am}$  tenha atingindo o mínimo estabelecido para que o botão seja perceptível ao estímulo da água, é favorável quando ocorrer a sincronização do botão floral no estágio 4 de desenvolvimento.

### 5.3. Parâmetros de produção

Foram analisados os parâmetros de produção durante um período de três anos e apresentados, a seguir, separadamente por experimento. Na Tabela 7 são apresentados os dados produtivos obtidos no experimento I.

Tabela 7 – Parâmetros de produção dos tratamentos do experimento I. FLR (número médio de flores emitidas por ramo), FRT (número médio de frutos colhidos por ramo), PRO (produtividade média em sacos de 60 kg ha<sup>-1</sup>), VER (porcentagem média de grãos verdes), CER (porcentagem média de grãos cereja), PAS (porcentagem média de grãos passa) e REN (quantidade média de litros de café da roça para produzir um saco de 60 kg beneficiado)

Tratamentos	2006/2007						
	FLR	FRT	PRO	VER	CER	PAS	REN
Testemunha	67,4 a	25,1 a	40,0 a	28,3 a	63,4 a	8,4 b	547 a
E1T2	24,4 b	3,4 b	14,3 b	20,9 a	72,2 a	7,0 b	552 a
E1T3	49,4 ab	16,5 ab	37,0 a	4,4 b	73,5 a	22,1 a	550 a
E1T4	21,0 b	2,2 b	11,8 b	27,9 a	62,4 a	9,7 b	549 a
Tratamentos	2007/2008						
	FLR	FRT	PRO	VER	CER	PAS	REN
Testemunha	71,34 a	42,7 a	87 a	96,8 a	2,2 c	1,1 c	564 a
E1T2	50,44 b	23,2 b	86 a	20,8 b	46,7 b	32,5 a	578 a
E1T3	42,72 b	23,4 b	92 a	18,8 b	64,8 a	18,8 b	569 a
E1T4	37,69 b	21 b	74 b	14,6 b	59,7 ab	14,6 b	565 a
Tratamentos	2008/2009						
	FLR	FRT	PRO	VER	CER	PAS	REN
Testemunha	30,9 a	16,5 a	87 a	9,3 a	76 a	14,8 b	561 a
E1T2	22,7 b	13,8 ab	31,3 c	8,0 a	68,86 ab	23,0 a	577 a
E1T3	17,0 c	9,6 b	46,8 b	4,4 a	72,86 a	22,7 a	567 a
E1T4	26,1 b	13,5 ab	50,0 b	9,8 a	63,31 b	26,9 a	562 a

\* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey 5% de probabilidade.

Durante os três anos de avaliação, as plantas-testemunha obtiveram o maior número médio de flores e frutos emitidos por ramo de planta, não havendo diferença estatística entre ela e o tratamento E1T3 na safra de 2006/2007. As plantas-testemunha também apresentaram diferenças estatísticas significativas para os demais tratamentos nas safras de 2007/2008. Na safra de 2008/2009, de acordo com a Tabela 7, as plantas experimentais apresentaram diferenças estatísticas significativas no número de flores em relação aos demais tratamentos e em relação ao número de frutos apresentou diferença somente para o tratamento E1T3. Constatou-se que as maiores produtividades médias foram alcançadas pelas plantas-testemunha e do tratamento E1T3, houve superação de produtividade das plantas-testemunha pelas plantas do tratamento E1T3 na safra de 2007/2008, safra na qual somente o tratamento E1T4 se diferiu estatisticamente dos demais tratamentos com produção inferior.

A queda na produtividade das plantas dos tratamentos E1T2 e E1T4, no ano de 2007, estão atribuídas à baixa relação entre o número de flores emitidas e o número de frutos colhidos, fato associado à elevação da temperatura média, acima de 27°C, durante o período de 30/09/2006 a 12/10/2007 (Figura 5), que coincidiu com as floradas ocorridas em 06/10 para os tratamentos citados (Tabela 2). Uma reduzida produção ocorreu também nas plantas referentes ao tratamento E1T4 para o ano de 2008, o qual apresentou menor produtividade em relação aos demais tratamentos, no ano de 2009 as plantas do mesmo tratamento apresentou umas das maiores produtividades, ficando abaixo somente da testemunha.

As plantas do E1T3 apresentaram os menores índices de grãos verdes e os maiores de cereja e passa nos três anos analisados. O menor índice de grãos verdes está associado à concentração da florada em uma única data ou maior porcentagem ocorrida em um único dia. No entanto, as plantas do E1T2 também apresentaram concentração da florada, com elevados índices de grãos verdes, que, apesar de menores, diferiram estatisticamente das plantas-testemunha somente no ano de 2008. Estes resultados possivelmente estão associados à ocorrência das floradas no ápice das plantas, que não foram contabilizadas nas avaliações devido as mesmas serem monitoradas em ramos do terço médio superior.

Não foi observada diferença estatística entre os tratamentos, quanto a quantidade de litros de café da roça necessários para produzir um saco de café de 60 kg beneficiado, demonstrando, principalmente nas plantas do tratamento E1T3, onde foi constatado uniformidade de floração e maturação dos frutos sem redução de produtividade, que o rendimento do cafeeiro não foi afetado, independentemente da concentração da florada e da magnitude do déficit hídrico aplicado.

Os parâmetros de produção para as plantas do experimento II são apresentados na Tabela 8.

As plantas-testemunha obtiveram os maiores valores para as características número de flores emitidas, frutos colhidos e produtividade durante os três anos em análise. Para a produtividade, na safra 2006/2007, as plantas do tratamento E2T2, embora não tenham diferido das plantas dos tratamentos E2T3, E2T6 e E2T7, apresentaram os maiores valores, sendo estatisticamente semelhante às plantas-testemunha, enquanto que no ano agrícola 2007/2008 as plantas dos tratamentos E2T2, E2T4, E2T6 apresentaram produtividades superiores à da testemunha, sendo E2T2, E2T5 e E2T6 estatisticamente semelhante a testemunha e na safra 2008/2009 nenhum dos tratamentos foram estatisticamente semelhante em relação a testemunha, a qual apresentou maior produtividade.

Na safra 2006/2007, segundo Bonfim Neto (2007), as plantas dos tratamentos que tiveram a maior concentração de emissão de flores em 06/10 apresentaram um baixo número de frutos colhidos em relação ao número de flores emitidas. Somente as plantas-testemunha e as plantas do tratamento E2T2 tiveram a maior concentração de flores antes do início de outubro, que foi em 26/09 e 21/09, respectivamente. Essas datas foram anteriores ao período de ocorrência das maiores temperaturas, ocorridas entre 30/09 e 12/10.

Tabela 8 – Parâmetros de produção dos tratamentos do experimento II. FLR (número médio de flores emitidas por ramo), FRT (número médio de frutos colhidos por ramo), PRO (produtividade média em sacos de 60 kg ha<sup>-1</sup>), VER (porcentagem média de grãos verdes), CER (porcentagem média de grãos cereja), PAS (porcentagem média de grãos passa) e REN (quantidade média de litros de café da roça para produzir um saco de 60 kg beneficiado)

Tratamentos	2006/2007						
	FLR	FRT	PRO	VER	CER	PAS	REN
Testemunha	67,4 a	25,1 a	40,0 a	28,3 a	63,4 ab	8,4 b	547 a
E2T2	29,6 ab	9,2 b	27,6 ab	12,1 c	71,3 a	16,6 a	553 a
E2T3	22,9 b	2,8 b	11,0 bc	16,1 bc	73,9 a	10,1 ab	547 a
E2T4	15,7 b	0,7 b	6,1 c	34,1 a	60,3 ab	5,5 b	554 a
E2T5	21,9 b	0,3 b	5,1 c	33,7 a	60,7 ab	5,6 b	539 a
E2T6	31,1 ab	4,6 b	15,5 bc	28,9 ab	60,4 ab	10,7 ab	542 a
E2T7	30,5 ab	5,3 b	18,5 bc	37,1 a	57,6 b	5,3 b	560 a
Tratamentos	2007/2008						
	FLR	FRT	PRO	VER	CER	PAS	REN
Testemunha	71,34 a	42,7 a	84 b	96,8 a	2,2 c	1,1 b	564 a
E2T2	44,16 a	26,4 bc	87 ab	18,6 b	62,7 ab	18,8 a	583 a
E2T3	57,63 b	31,5 b	75 b	22,5 bc	60,6 ab	17 a	570 a
E2T4	45,19 bc	23,8 c	97 a	19,4 c	64,6 ab	16,0 a	589 a
E2T5	31,66 cd	18,1 c	84 b	17,6 c	66,2 a	16,3 a	591 a
E2T6	71,81 d	44,1 a	91 ab	31,3 c	54,6 b	14,2 a	583 a
E2T7	51,97 e	29,5 bc	82 b	24,8 c	63 ab	12,2 a	578 a
Tratamentos	2008/2009						
	FLR	FRT	PRO	VER	CER	PAS	REN
Testemunha	30,9 a	16,5 a	87,0 a	9,3 a	76 a	14,8 b	561 a
E2T2	23,5 cd	13,3 a	41,8 c	2,6 b	71,8 a	25,6 a	588 a
E2T3	29,7 ab	13,2 a	45,5 c	6,2 a	74,0 a	19,8 ab	568 a
E2T4	29,3 ab	16,2 a	58,0 b	4,4 a	69,9 a	25,7 a	591 a
E2T5	21,5 d	7,8 b	31,7 d	5,6 a	73,2 a	21,2 ab	588 a
E2T6	29,6 ab	14,3 a	53,5 bc	4,1 ab	73,4 a	22,5 ab	582 a
E2T7	26,4 bc	14,1 a	38,1 cd	5,2 a	69,4 a	25,4 a	573 a

\* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade.

Constata-se que as menores relações entre número de flores emitidas e de frutos colhidos ocorreram nas plantas dos tratamentos E2T3, E2T4 e E2T5 onde 100%, 77,7% e 64,1% da emissão de flores, respectivamente, cresceram na data de 06/10 quando foram registrados os maiores valores de temperatura média (Figura 2), em função disso, ocorreu a formação de flores “estrelinhas” (MÊS, 1957) e conseqüente abortamento de flores (WENT, 1957), que, se refletiram na baixa relação de número de frutos colhidos e flores emitidas, fato não ocorrido nos anos posteriores em análise.

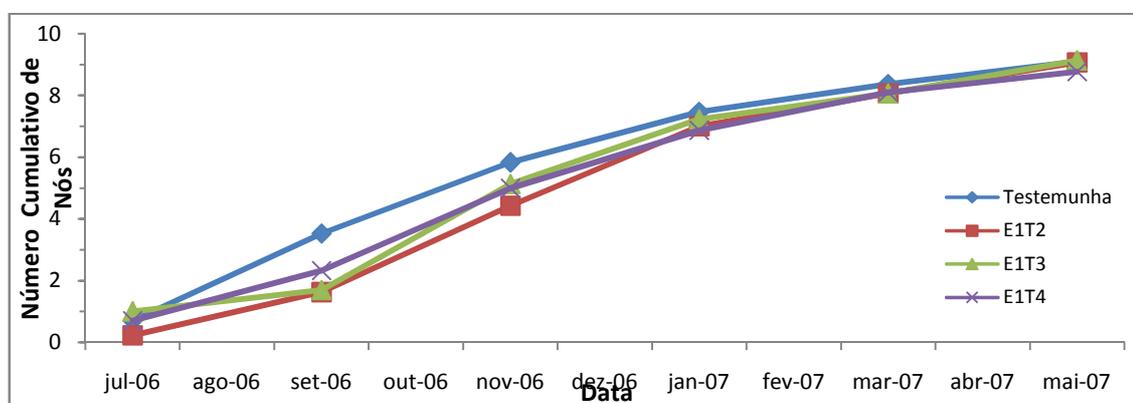
As plantas dos tratamentos E2T2 alcançaram os menores índices de grãos verdes durante os três anos analisados; no entanto, nas safras 2006/2007 e 2008/2009 as plantas dos tratamentos E2T4, E2T5, E2T6 e E2T7 não diferiram estatisticamente das plantas da testemunha. Essa similaridade é explicada pela emissão de flores ocorrida em 26/09 no ápice da planta (dados não mostrados), após as mudanças no comportamento dos elementos climáticos em 20/09/2006 (Figura 2) e em 27/10/2008 (Figura 4). Exceto no ano agrícola 2007/2008, no qual apenas as plantas-testemunha apresentaram baixa porcentagem de grãos cereja, observa-se nítida concentração, ao longo dos três anos em análise, de uniformidade dos grãos, mesmo com ocorrência de três a quatro floradas por tratamento.

Não foi observada diferença estatística entre as plantas dos tratamentos para a quantidade de litros de café da roça necessária para produzir um saco de café de 60 kg. Esta última característica demonstra, assim como no experimento I, que a concentração da florada e a magnitude do déficit hídrico não influenciaram o rendimento e desenvolvimento dos grãos.

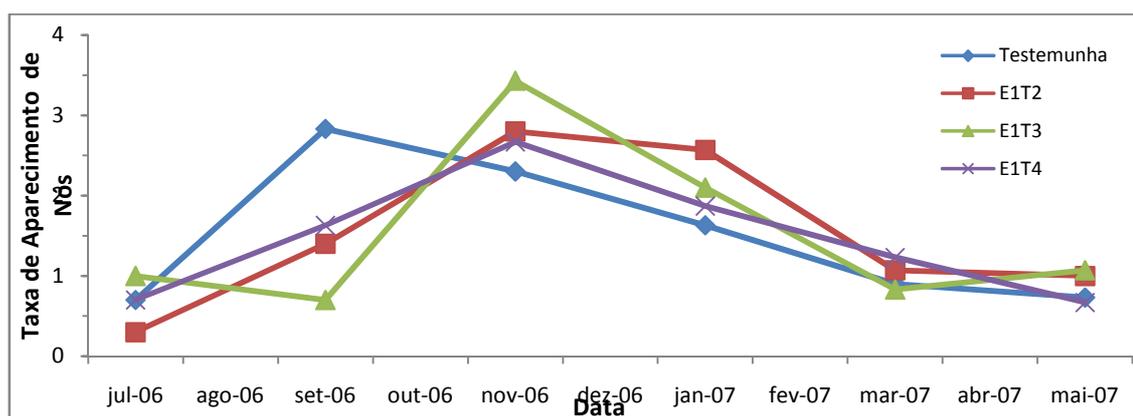
Segundo Cannell (1983, citado por RENA; MAESTRI, 1986), por questões óbvias, a uniformidade de maturação é dependente da uniformidade de floração. Portanto, de acordo com os dados citados anteriormente, verifica-se que imposição do déficit traz benefícios ao cafeeiro, quando, além de uniformizar a florada, uniformiza, também, a maturação dos frutos, sem reduzir a produtividade (RENA; MAESTRI, 2000).

#### 5.4. Desenvolvimento de nós

Verifica-se, nas Figuras 14, 15 e 16, o comportamento e o número cumulativo para os experimentos I, ao longo dos anos 2007, 2008 e 2009. Observou-se que o número de nós acumulados variou de acordo com a época do ano para as plantas de todos os tratamentos, sendo que as maiores taxas de acúmulos de crescimento ocorreram entre as avaliações dos meses de julho a novembro e as menores entre os meses de março a maio dos três anos em análise.

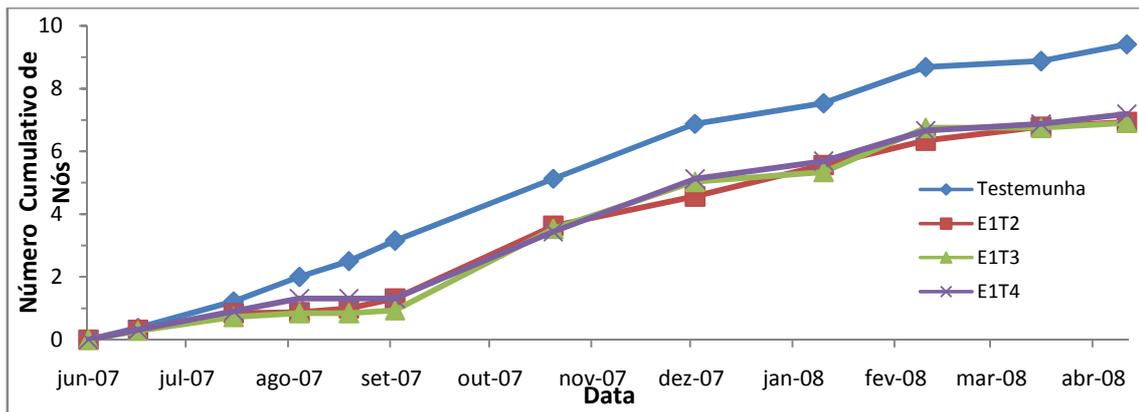


(A)

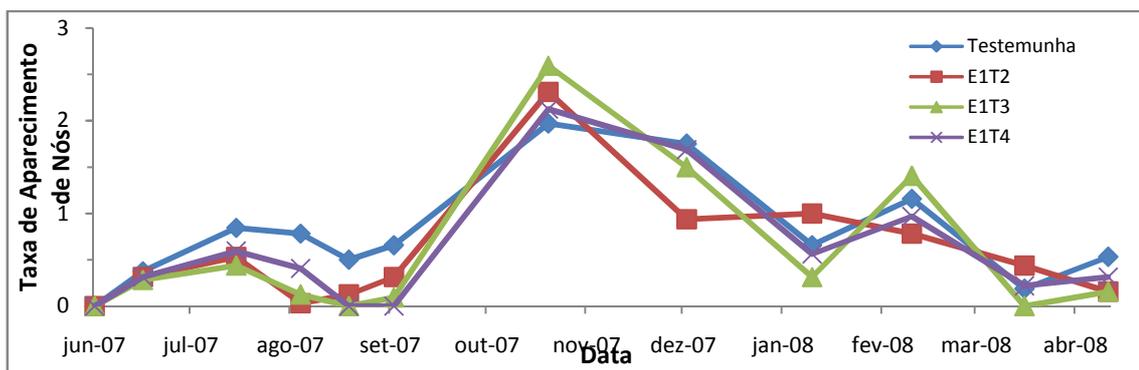


(B)

Figura 14 – Número cumulativo de nós (A) e taxa de crescimento de nós acumulados mensalmente (B) dos ramos plagiotrópicos das plantas de café para os tratamentos do experimento I, durante a safra de 2006/2007.

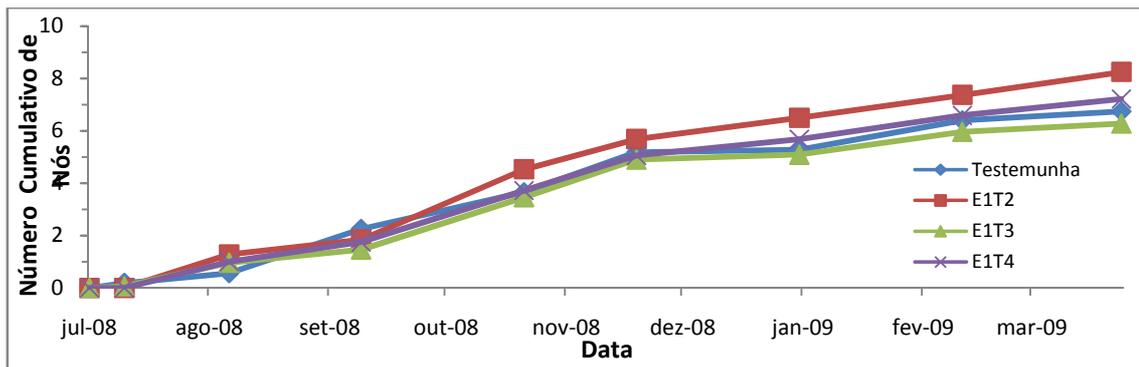


(A)

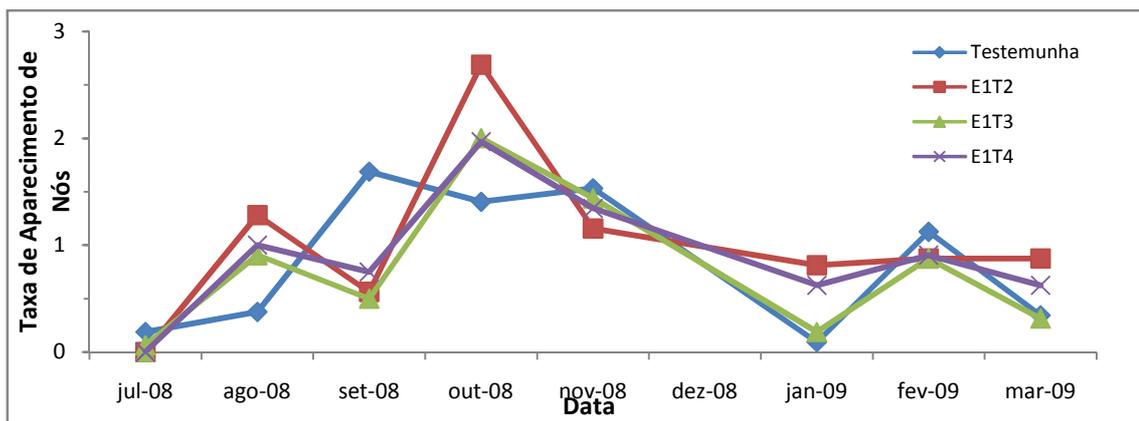


(B)

Figura 15 – Número cumulativo de nós (A) e taxa de aparecimento de nós acumulados mensalmente (B) dos ramos plagiotrópicos das plantas de café para os tratamentos do experimento I, durante a safra de 2007/2008.



(A)

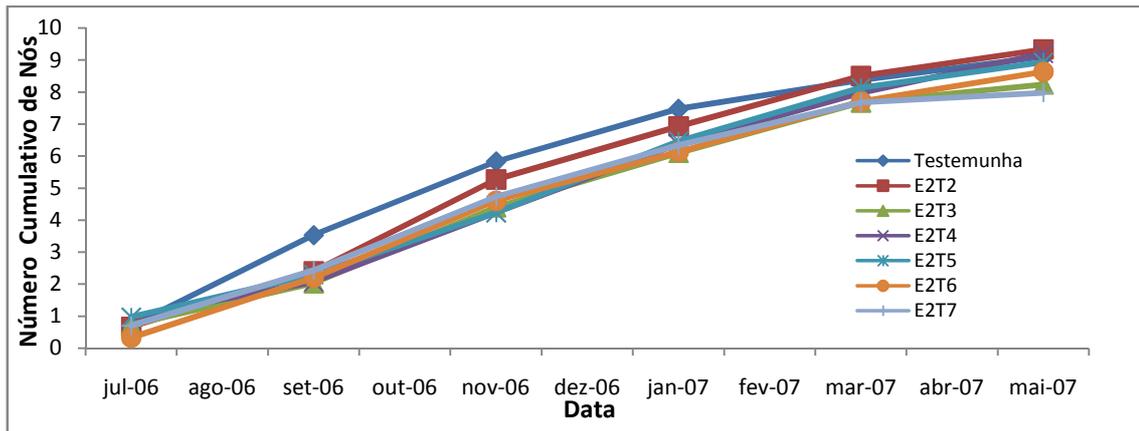


(B)

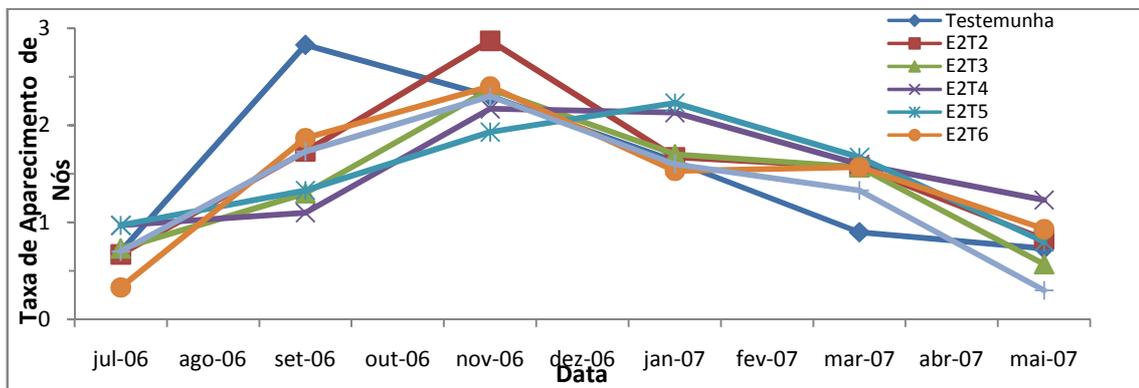
Figura 16 – Número cumulativo de nós (A) e taxa de aparecimento de nós acumulados mensalmente (B) dos ramos plagiotrópicos das plantas de café para os tratamentos do experimento I, durante a safra de 2008/2009.

As plantas submetidas aos tratamentos do experimento I, que estavam sob manejo de déficit hídrico, apresentaram maiores quantidades de nós acumulados após o reinício das irrigações e chegada da precipitação, ou seja, a partir da avaliação de novembro de cada ano, sendo que, a partir da avaliação de janeiro dos anos posteriores, as plantas dos tratamentos, que estavam submetidas a déficit hídrico, obtiveram taxa de aparecimento de nós igual ou superior às plantas testemunha, com exceção na safra 2007/2008 que as plantas testemunha apresentaram um número cumulativo de nós superior em relação às plantas dos demais tratamentos.

Observou-se nas plantas dos tratamentos do experimento II submetidas a déficit hídrico, que os maiores acúmulos de nós também foram alcançados após o reinício das irrigações, assim como ocorreram taxas de aparecimento de nós superiores, a partir de novembro de 2006, em relação à testemunha (Figuras 17, 18 e 19).

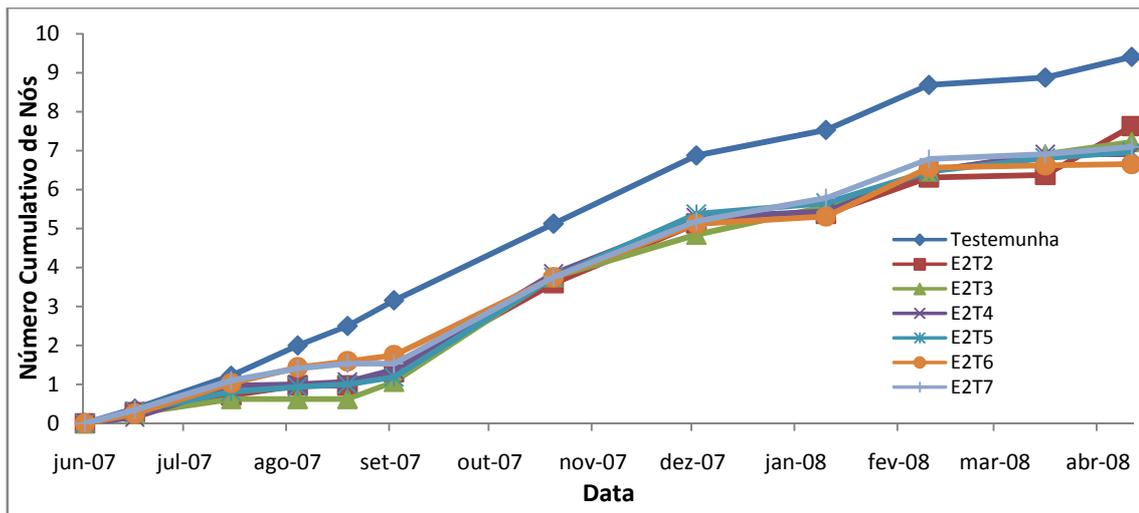


(A)

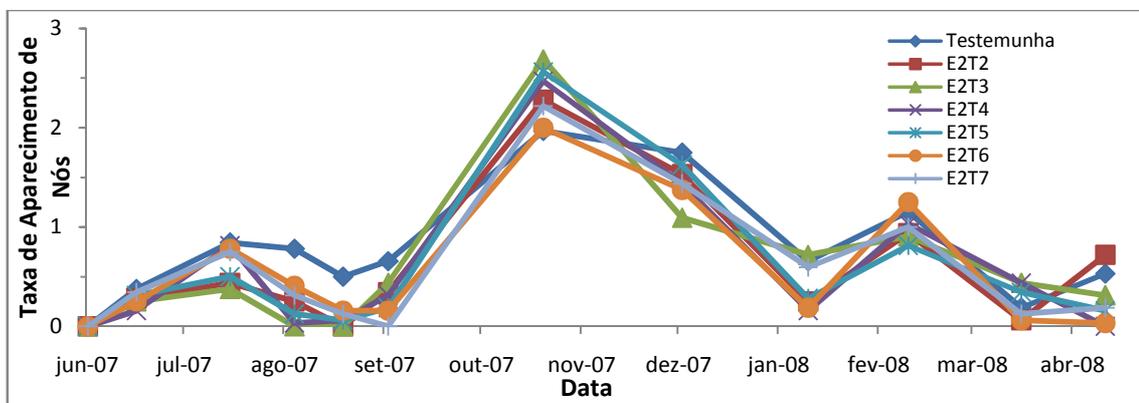


(B)

Figura 17 – Número cumulativo de nós (A) e taxa de crescimento de nós acumulados mensalmente (B) dos ramos plagiotrópicos das plantas de café para os tratamentos do experimento II, durante a safra de 2006/2007.

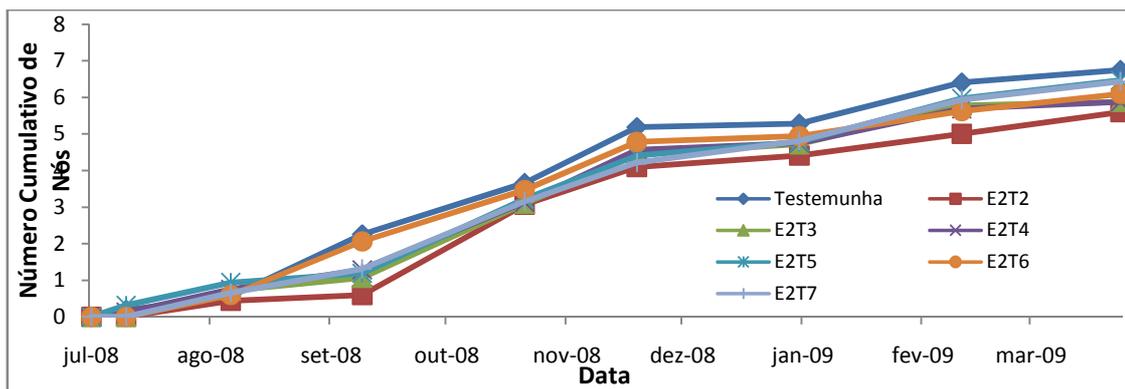


(A)

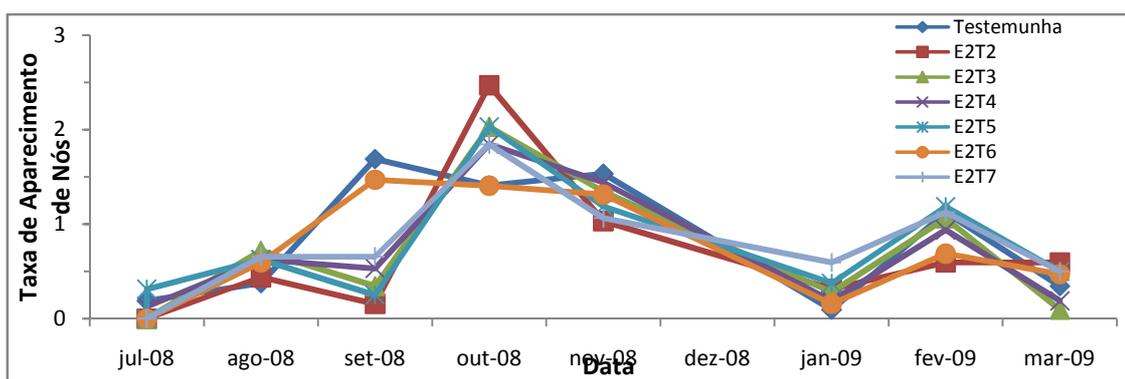


(B)

Figura 18 – Número cumulativo de nós (A) e taxa de aparecimento de nós acumulados mensalmente (B) dos ramos plagiotrópicos das plantas de café para os tratamentos do experimento II, durante a safra de 2007/2008.



(A)



(B)

Figura 19 – Número cumulativo de nós (A) e taxa de aparecimento de nós acumulados mensalmente (B) dos ramos plagiotrópicos das plantas de café para os tratamentos do experimento II, durante a safra de 2008/2009.

De acordo com as figuras apresentadas, verifica-se que os dados referentes ao número de nós acumulados, ao longo dos anos agrícolas, são comprovados e apresentados na Tabela 9. Observa-se que a diferença entre os tratamentos, de ambos os experimentos, ocorreu somente no período que as plantas estavam submetidas a déficit hídrico. A partir do momento em que as necessidades hídricas do cafeeiro foram supridas essa diferença passou a não existir ou então existir em menor desproporção.

Tabela 9 – Valores médios do número de nós acumulados durante as safras 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 para os tratamentos do experimento I

Tratamentos	2006/2007					
	JUL/06	SET/06	NOV/06	JAN/07	MAR/07	MAI/07
Testemunha	0,7 a	3,5 a	5,8 a	7,5 a	8,4 a	9,1 a
E1T2	0,2 b	1,6 b	4,4 b	7,0 a	8,1 a	9,1 a
E1T3	1,0 b	1,7 b	5,1 ab	7,2 a	8,1 a	9,1 a
E1T4	0,7 a	2,3 ab	5,0 ab	6,9 a	8,1 a	8,8 a
Tratamentos	2007/2008					
	JUL/07	SET/07	NOV/07	JAN/08	MAR/08	MAI/08
Testemunha	0,4 a	2,5 a	5,1 a	7,5 a	8,9 a	9,4 a
E1T2	0,3 a	1 b	3,6 b	5,0 b	6,8 b	6,9 b
E1T3	0,3 a	0,8 b	3,5 b	5,3 b	6,8 b	6,9 b
E1T4	0,3 a	1,3 b	3,4 b	5,7 b	6,9 b	7,2 b
Tratamentos	2008/2009					
	JUL/08	SET/08	NOV/08	JAN/09	MAR/09	MAI/09
Testemunha	0,2 a	2,3 a	5,2 a	5,3 ab	6,8 b	7,2 b
E1T2	0 b	1,8 a	5,7 a	6,5 a	8,3 a	8,9 a
E1T3	0,1 ab	1,5 a	4,9 a	5,1 b	6,3 b	6,5 b
E1T4	0 b	1,8 a	5,0 a	5,7 a	7,2 ab	7,5 b

\* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade.

Na safra 2006/2007, observa-se, para ambos os experimentos, que as plantas-testemunha inicialmente apresentaram acúmulo de nós superior ao dos demais tratamentos, enquanto os mesmos estavam sob condições de déficit hídrico e, com o retorno das irrigações, houve um crescimento compensatório que, no ano seguinte, estavam com taxa de acúmulo total igual ou superior à testemunha, não havendo diferença estatística significativa entre os tratamentos. Já nos anos agrícolas posteriores observam-se um desenvolvimento superior da testemunha em relação aos demais tratamentos

de ambos os experimentos, com diferença significativa acentuada para o biênio 2007/2008.

A maior taxa do número de nós acumulados, após o restabelecimento das necessidades hídricas dos cafeeiros que foram submetidos a déficit hídrico, demonstra a existência de um crescimento compensatório em relação ao das plantas de café que vinham sendo constantemente irrigadas, suportando observações prévias de Guerra et al. (2006). Rena e Maestri (2000) relataram a existência do crescimento compensatório, afirmam que lavouras de café bem conduzidas não só resistem satisfatoriamente a longos períodos de estiagem, como também se recuperam muito rapidamente, após o fim de um período seco. Segundo Guerra (2007), a produtividade do ano subsequente, após o uso do déficit hídrico não seria prejudicada, pois o número de nós acumulados ao final do ano agrícola foi o mesmo que o das plantas constantemente irrigadas, porém verifica-se que ao longo dos anos analisados, foi nítida a diferença de produtividade entre eles, constatando que a bienalidade permanece mesmo havendo crescimento compensatório.

Na Figura 20, observa-se, ao longo do período analisado (jun/2006 a jun/2009), o comportamento da umidade do solo estimada pelo software de balanço hídrico IRRIPLUS<sup>®</sup>.

## **5.5. Manejo da irrigação**

A irrigação foi manejada com objetivo de impedir que a umidade da camada de solo entre 0 a 60 cm de profundidade ficasse abaixo da umidade mínima recomenda para o ótimo desenvolvimento da cultura (umidade de segurança), ressaltando que o período em que as plantas dos tratamentos, exceto a testemunha, foram submetidas a tal situação propositalmente. Este procedimento manteve a umidade do solo acima de 50% da água disponível entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, para ambos os experimentos, uma vez que a irrigação das plantas de todos os tratamentos, exceto no período de restrição hídrica, foi manejada da mesma forma.

Tabela 10 – Valores médios do número de nós acumulados durante as safras 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 para os tratamentos do experimento II

Tratamentos	2006/2007					
	JUL/06	SET/06	NOV/06	JAN/07	MAR/07	MAI/07
Testemunha	0,7 a	3,5 a	5,8 a	7,5	8,4 a	9,1 a
E2T2	0,7 ab	2,4 b	5,3 ab	6,9	8,5 a	9,3 a
E2T3	0,7 ab	2,0 b	4,4 ab	6,1	7,7 a	8,2 a
E2T4	1,0 a	2,1 b	4,2 b	6,4	8,0 a	9,2 a
E2T5	1,0 a	2,3 b	4,2 b	6,5	8,1 a	8,9 a
E2T6	0,3 b	2,2 b	4,6 ab	6,1	7,7 a	8,6 a
E2T7	0,7 ab	2,4 b	4,7 ab	6,3	7,7 a	8,0 a

Tratamentos	2007/2008					
	JUL/07	SET/07	NOV/07	JAN/08	MAR/08	MAI/08
Testemunha	0,4 a	2,5 a	5,1 a	7,5 a	8,9 a	9,4 a
E2T2	0,3 a	1,0 bc	3,6 b	5,4 b	6,4 b	7,6 b
E2T3	0,3 a	0,6 c	3,8 b	5,6 b	6,9 b	7,2 b
E2T4	0,2 a	1,0 bc	3,8 b	5,4 b	6,9 b	6,9 b
E2T5	0,3 a	1,0 bc	3,8 b	5,7 b	6,8 b	7,0 b
E2T6	0,3 a	1,6 a	3,8 b	5,3 b	6,6 b	6,7 b
E2T7	0,3 a	1,5 a	3,8 b	5,8 b	6,9 b	7,1 b

Tratamentos	2008/2009					
	JUL/08	SET/08	NOV/08	JAN/09	MAR/09	MAI/09
Testemunha	0,2 ab	2,3 a	5,2 a	5,3 a	6,8 a	7,2 a
E2T2	0 b	0,6 b	4,1 a	4,4 a	5,6 b	6 b
E2T3	0 b	1,1 ab	4,4 a	4,7 a	5,9 ab	6,1 b
E2T4	0,1 b	1,3 a	4,6 a	4,7 a	5,9 ab	6,2 ab
E2T5	0,3 a	1,2 a	4,4 a	4,8 a	6,5 a	6,9 a
E2T6	0 b	2,1 a	4,8 a	4,9 a	6,1 a	6,4 a
E2T7	0 b	1,3 a	4,2 a	4,8 a	6,4 a	7,0 a

\* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade.

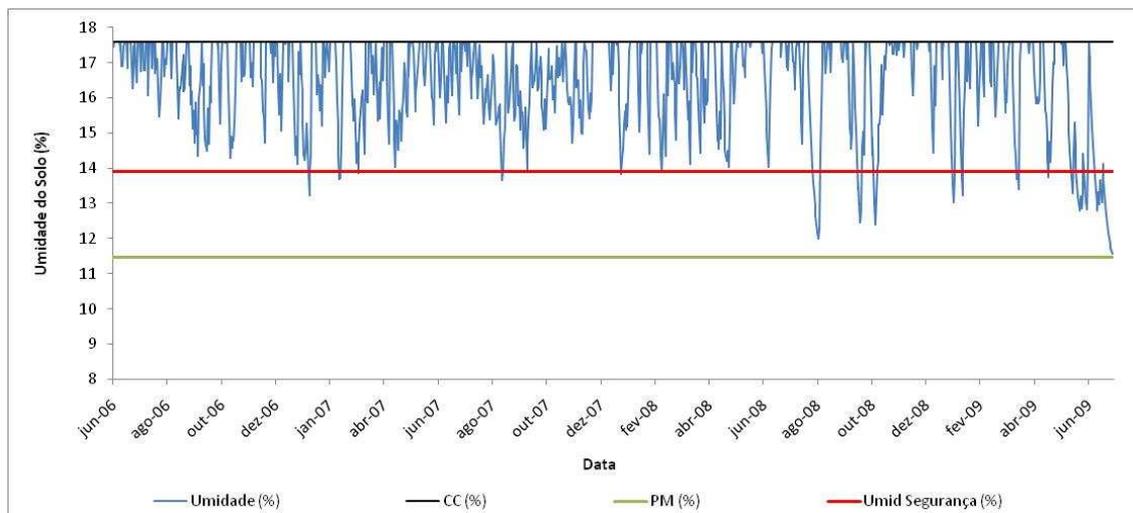


Figura 20 – Comportamento da umidade do solo (em base gravimétrica) ao longo do período de análise dos dados.

Nas Tabelas 11, 12 e 13 são apresentadas as lâminas totais aplicadas ao cafeeiro durante os anos de condução dos experimentos. Nas plantas-testemunha foi aplicada maior lâmina em função do tratamento não ter sido submetido a déficit hídrico. Segundo Bonfim Neto (2007), observa-se que, no experimento I de 2006/2007, a maior economia hídrica foi alcançada nas plantas do tratamento E1T2, seguida do E1T3, com redução na lâmina de 37,7 e 31,0%, respectivamente. No experimento II, as plantas dos tratamentos E2T4, E2T5, E2T3 e E2T2 tiveram uma redução nas lâminas de irrigação, em relação à das plantas-testemunha, na ordem de 39,3, 37,6, 36,9 e 31,1% respectivamente.

Tabela 11 – Lâminas de água (mm) aplicadas aos cafeeiros durante a safra 2006/2007, estimadas a partir do software IRRIPLUS® em função do balanço hídrico para os tratamentos dos experimentos I e II

Mês	Tratamentos									
	Test.	E1T2	E1T3	E1T4	E2T2	E2T3	E2T4	E2T5	E2T6	E2T7
jun/06	21	0	21	21	0	0	21	21	21	21
jul/06	93,3	0	6,9	93,3	0	0	6,9	6,9	93,3	93,3
ago/06	110,9	0	0	58,5	0	0	0	0	58,5	58,5
set/06	94,9	21,2	73,2	27,4	73,7	27,4	0	0	0	0
out/06	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	42,4	56,3	42,4	56,3
nov/06	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1
dez/06	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
jan/07	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1
fev/07	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7
mar/07	66,6	66,6	66,6	66,6	66,6	66,6	66,6	66,6	66,6	66,6
abr/07	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8
mai/07	136,4	136,4	136,4	136,4	136,4	136,4	136,4	136,4	136,4	136,4
jun/07	72,9	72,9	72,9	72,9	72,9	72,9	72,9	72,9	72,9	72,9
Total (mm)	793,3	494,4	574,3	673,4	546,9	500,6	481,4	495,3	626,3	640,2
Redução na irrigação (%)	-	37,68	27,61	15,11	31,06	36,90	39,32	37,56	21,05	19,30

Na safra 2007/2008, verifica-se, no experimento I, que o tratamento E1T2 apresentou maior economia de água, com 21,15% de redução na lâmina de irrigação, já que os E1T2 e E1T4 permaneceram menos dias em déficit hídrico, contribuindo com uma redução na lâmina de 16,97 e 13,45%, respectivamente. No experimento II, não ocorreu uma grande redução da lâmina de irrigação aplicada quando comparada ao encontrada por BONFIM NETO (2007) no biênio 2006/2007. As plantas dos tratamentos E2T4 e E2T5 apresentaram redução de 22,07%, os tratamentos E2T2 e E2T3 apresentaram redução de 21,37%, o tratamento E2T7 redução de 16,67% e E2T6 13,45% de redução nas lâminas de irrigação.

Tabela 12 – Lâminas de água (mm) aplicadas aos cafeeiros durante a safra 2007/2008, estimadas a partir do software IRRIPLUS® em função do balanço hídrico para os tratamentos dos experimentos I e II

Mês	Tratamentos									
	Test	E1T2	E1T3	E1T4	E2T2	E2T3	E2T4	E2T5	E2T6	E2T7
jun/07	72,9	64,8	72,9	72,9	64,8	64,8	72,9	72,9	72,9	72,9
jul/07	80,6	0	17,3	80,6	0	0	8,8	8,8	80,6	80,6
ago/07	93,6	25,5	0	7,8	0	0	0	0	7,8	7,8
set/07	106,4	106,4	67,9	67,9	91,3	91,3	67,9	67,9	67,9	38,2
out/07	113,4	113,4	113,4	113,4	113,4	113,4	113,4	113,4	113,4	113,4
nov/07	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1
dez/07	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8
jan/08	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5	80,5
fev/08	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
mar/08	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
abr/08	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3
mai/08	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
jun/08	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9
Total (mm)	923,9	767,1	728,5	799,6	726,5	726,5	720	720	799,6	769,9
Redução na irrigação (%)	-	16,97	21,15	13,45	21,37	21,37	22,07	22,07	13,45	16,67

Na safra 2008/2009, verifica-se que os tratamentos E1T2 e E1T3 permitiram maior economia de água, com 36,33% para ambos os tratamentos, seguido do E2T4, com uma redução de 28,28%. No experimento II, verifica-se uma expressiva redução na lâmina de água aplicada, de acordo com os tratamentos E2T5, E2T4, E2T3, E2T2, E2T7 e E2T6 tiveram uma redução na ordem de 43,97, 38,91, 38,90, 36,33, 32,65 e 28,13% respectivamente. Nota-se que nesse biênio agrícola ocorreu uma redução expressiva semelhante à situação obtida pro Bonfim Neto (2007).

Tabela 13 – Lâminas de água (mm) aplicadas aos cafeeiros durante a safra 2008/2009, estimadas a partir do software IRRIPLUS® em função do balanço hídrico para os tratamentos dos experimentos I e II

Mês	Tratamentos									
	Test	E1T2	E1T3	E1T4	E2T2	E2T3	E2T4	E2T5	E2T6	E2T7
jun/08	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9
jul/08	82,7	26,3	26,3	82,7	26,3	26,3	50,2	50,2	82,7	82,7
ago/08	145,8	0	0	0	0	0	0	0	43,1	43,1
set/08	73,6	21,1	21,1	21,1	21,1	3,1	0	0	0	0
out/08	104,5	104,5	104,5	104,5	104,5	104,5	83,6	51,6	83,6	51,6
nov/08	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7
dez/08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jan/09	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3
fev/09	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3
mar/09	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
abr/09	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3
mai/09	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4
jun/09	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
Total (mm)	701,1	446,4	446,4	502,8	446,4	428,4	428,3	396,3	503,9	471,9
Redução na irrigação (%)	-	36,33	36,33	28,28	36,33	38,90	38,91	43,47	28,13	32,69

A redução significativa das lâminas de irrigação, nas plantas dos tratamentos que foram submetidos a déficit hídrico, deve-se principalmente a ausência de irrigação nos meses de julho e agosto durante os anos de condução do experimento.

A implementação do déficit hídrico proporcionou redução nas lâminas de água aplicada ao cafeeiro, uma vez que o período de déficit é justamente o de maior necessidade de suprimento de água via irrigação, devido à ausência de chuvas. Portanto, conseguiu-se, nos tratamentos que tiveram êxito na uniformidade de floração e maturação dos frutos, sem queda na produtividade, uma redução de 31%, 18,73% e 35,49% das lâminas totais aplicadas às plantas do tratamento plenamente irrigado nas safras 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009. Vale ressaltar que o ano agrícola que apresentou menor redução da lâmina aplicada, foi o qual verificou-se maior produtividade das plantas de

todos os tratamentos e com pequena diferença estatística significativa em relação às plantas-testemunha.

## 6. CONCLUSÃO

Em função dos resultados obtidos nas três safras de 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 apresentada, pode-se concluir que:

- As plantas de café estudadas, quando submetidas ao déficit hídrico a partir do estágio 2 de desenvolvimento dos botões florais, apresentaram maior concentração da florada.
- Os tratamentos, baseados no retorno da irrigação quando as plantas atingissem um potencial hídrico pré-definido, apresentou maior uniformidade quando os valores de potencial hídrico atingidos foram igual ou menor que - 1,2 mPa.
- Em ano de alta produtividade (2007/2008) não se observou diferença significativa entre os tratamentos com e sem déficit, mesmo havendo uniformidade de floração em plantas submetidas a diferentes níveis de déficit hídrico.
- Em anos de baixa produtividade (2006/2007 e 2008/2009) observou-se diferença significativa entre o tratamento sem déficit com os demais que foram submetidos a diferentes níveis de déficit hídrico.
- Houve o crescimento compensatório dos ramos das plantas submetidas ao déficit hídrico, de modo que não apresentaram diferença estatística significativa em relação às plantas do tratamento que permaneceu constantemente irrigado.

- A estratégia de manejo de irrigação com o uso de estresse hídrico controlado, aplicado na época certa e com magnitude adequada, reduz os custos da irrigação e aumenta o potencial de produção de cafés especiais.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 308 p. (FAO Irrigation and Drainage, 56).
- ALVIM, P.T. Moisture stress as a requirement for flowering of coffee. **Science**, v. 132, p. 354, 1960.
- ALVIM, P.T. Factors affecting flowering of coffee. In: SBR, A.M. (Ed.). **Genes enzymes and population**. New York: Plenum, 1973. p. 193-202.
- ASTEGIANO, E.D. **Movimentação de água e quebra de dormência dos botões florais de café**. Viçosa. 1984. 42 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BARROS, R.B.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA FILHO, L.J. Determinação da área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. “Bourbon Amarelo”). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 20, n. 107, p. 44-52, 1978.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- BONFIM NETO, H. **Influência do déficit hídrico na floração do cafeeiro arábico, monitorado pelo desenvolvimento do botão floral e potencial hídrico na planta**. 2007. 36 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CARR, M.K.V. The water relations and irrigation requirements of coffee. **Experimental Agriculture**, v. 37, p. 1-36, 2001.

CANELL, M.G.R. Physiology of the coffee crop. In: CLIFFORD, M.N.; WILLSON, K.C. (Eds.). **Coffee – botany, biochemistry and production of beans and beverage**. London: Crom Helm, 1985. p. 108-134.

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

DAMATTA F.M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Res.**, v. 86, p. 99-114, 2004a.

DAMATTA F.M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. **Braz. J. Plant Physiol.**, v. 16, p. 16, 2004b.

DAMATTA, F.M.; RONCHI, C.P.; MAESTRI, M.; BARROS, R.S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Braz. J. Plant Physiol.**, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007.

DRINNAN, J.E.; MENZEL, C.M. Synchronization of anthesis and enhancement of vegetative growth in coffee (*Coffea arabica* L.) following water stress during floral initiation. **Journal of the American Society of Horticulture Science**, n. 69, p. 841-849, 1994.

GUERRA, A.F.; ROCHA, O.C.; RODRIGUES, G.C.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J.B.R.; SILVA, H.C.; ARAÚJO, M.C. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. **Item - Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 73, p. 52-61, 2007.

GUERRA, A.F.; ROCHA, O.C.; RODRIGUES, G.C.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J.B.R.; SILVA, H.C.; ARAÚJO, M.C. **Irrigação do cafeeiro** – estratégia de manejo de água para uniformização de florada. (Comunicado Técnico, 122). Disponível em: <[http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2005/comtec/comtec\\_122.pdf](http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2005/comtec/comtec_122.pdf)>. Acesso em: 19 out. 2009.

GUTIERREZ, M.V.; MEINZER, F.C. Estimating water use irrigation requirements of coffee in Hawaii. **Journal of the American Society of Horticulture Science**, n. 119, p. 652-657, 1994.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinold, 1990. 652 p.

KUMAR, D.; TIESZEN, L.L. Photosynthesis in *Coffea arabica* I. Effects of light and temperature. **Experimental Agriculture**, London, v. 16, p. 13-19, 1980.

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

MANTOVANI, E.C. Fertirrigação em café. **Item – Cafeicultura Irrigada**, Belo Horizonte, p. 45-50, 2000.

MANTOVANI, E.C. Irrigação de fruteiras tropicais: utilização do sistema "IRRIGA". In: ENCONTRO SOBRE MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS E PRAGAS, 5, 2003. Anais... Viçosa, 2003. 587 p.

MATIELLO, A.W.R. Estresse ou não meu cafezal. **Revista Brasileira de Tecnologia Cafeeira**, Varginha, v. 3, n. 10, p. 29-30, 2006.

MES, M.G. Studies on the flowering of *Coffea arabica* L.: the influence of temperature on the initiation and growth of coffee flower buds. **Portugaliae Acta Biológica**, Lisboa, v. 4, p. 328-341, 1956/57a.

MES, M.G. Studies on the flowering of *Coffea arabica* L.: breaking the dormancy of coffee flower buds. **Portugaliae Acta Biológica**, Lisboa, v. 4, p. 328-341, 1956/57b.

RAYNER, R.W. **Growth and bearing habits of *Coffea arabica* L. in Kênya and in Southern India.** **East African. Agricultural and Florestry Journal**, Nairobi, v. 11, p. 251-255, 1946.

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

RENA, A.B.; MAESTRI, M. **Relações hídricas no cafeeiro.** In: **Item - Irrigação e Tecnologia Moderna**, São Paulo, p. 64-73, set. 2000.

RUFINO, J.L.S. **Programa nacional de pesquisa e desenvolvimento do café: antecedentes, criação e evolução.** Brasília: Embrapa Café, 2006. 348 p.

SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plants. **Science**, n. 148, p. 339-346, 1965.

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

SOARES, A.R. **Irrigação, fertirrigação, fisiologia e produção em cafeeiros adultos na região da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2001. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.