

UTILIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO NO CONTROLE DO POTENCIAL MATRICIAL DE ÁGUA NO SOLO E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO

Maurício Cezar Resende LEITE JR¹

Manoel Alves de FARIA²

¹Professor Tempo integral na Universidade Vale do Rio Verde (UninCor), Doutor em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas. mauricio_cez_ar_leite@yahoo.com.br

²Professor dedicação exclusiva na Universidade Federal de Lavras, Doutor em Engenharia Agrícola.

Recebido em: 04/01/2016 - Aprovado em: 25/04/2016 - Disponibilizado em: 30/07/2016

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

Palavras-chave: Restrição hídrica. Gotejamento. Sensor Watermark. Café. Produção.

USE OF IRRIGATION ON THE POTENTIAL MATRIX CONTROL OF WATER AND ITS INFLUENCE ON YIELD OF COFFEE

ABSTRACT: The coffee has high economic importance to the country, the culture has undergone technological advances to increase productivity, one is the use of irrigation, which not only meet the crop water requirements, provides the possibility of using controlled water stress. The aim of this study was to assess the influence of matric potential of soil water in coffee production. The experiment was conducted at the Engineering Department, Federal University of Lavras. The experimental design was a randomized block design with 3 treatments and 4 replicates. The treatments consisted of irrigation management, which had a matric potential of soil water in the controlled period of August/2007 to July/2009, as follows: A1 = No irrigation (control), A2 = irrigation throughout the year when the plant consumed 25% of the total available water in 0-20 cm, A3 = irrigation only during April / May / jun. / Aug. / Set. whenever the plant consumed 25% of the total available water in 0-20 cm. The irrigation in southern Minas Gerais becomes essential during periods water restrictions in the plant, supplying the needs of coffee and ensuring higher yields. The matric potential of soil water directly influences the production of coffee.

Keywords: fluid restriction. Drip irrigation. Watermark sensor. Coffee. Production.

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro *Coffea arabica* L. é uma planta tropical de altitude, adaptada ao clima

úmido com temperaturas amenas, típicas dos altiplanos da Etiópia, região considerada de origem da espécie. Normalmente, é afetado nas suas fases fenológicas pelas condições meteorológicas, principalmente a distribuição

pluviométrica e temperatura do ar, e pela variação fotoperiódica, que interferem não apenas na fenologia, mas também, na produtividade e qualidade da bebida (CAMARGO 1985, p. 13).

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

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

Segundo Matiello (2006, p.29), nas condições usuais de manejo dos cafezais, a pleno sol, como são praticadas aqui no Brasil, ocorre na maioria das regiões cafeeiras um período frio e seco de maio a setembro, ocorrendo assim, um estresse hídrico natural.

Há muita polêmica em torno da submissão do cafeeiro ao déficit hídrico, pois

a planta pode ser submetida ao déficit hídrico, que pode ocorrer mesmo estando o cafeeiro instalado em solo com teor de água próximo à capacidade de campo ou mesmo dentro de solução nutritiva, segundo Rena e Maestri (2000, p. 34). Para não comprometer o desenvolvimento da planta, toda a água consumida pela evapotranspiração deve ser repostada sob a forma de precipitação ou irrigação, de forma a manter no solo umidade ideal para que as raízes consigam retirar a quantidade de água necessária, sem restrições. Assim, estudos da deficiência hídrica suportadas pelo cafeeiro sem prejudicar o seu desenvolvimento, são de fundamental importância para o projeto e o manejo de irrigação, contribuindo para o aumento de produtividade e a otimização dos recursos hídricos e energéticos, que estão cada vez mais escassos (POSSE et al., 2008).

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

Trabalhos de pesquisa mostram que o estresse hídrico, induz forte desfolha nas plantas, que leva a perdas de crescimento e de produção. Em cafezal em Luiz Eduardo Magalhães BA, desfolhas artificialmente efetuadas em cafeeiros, com redução na folhagem de 50 a 100%, levaram perdas de produção na safra seguinte de 25 a 81% (MATIELLO 2006, p. 30).

Objetivou-se com esse trabalho controlar, através da irrigação, o potencial matricial da água no solo, verificando a sua influência na produção do cafeeiro, relatando a interferência do potencial matricial da água no solo no desenvolvimento da planta.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área experimental, cultivar, delineamento experimental e dados climáticos

O experimento foi realizado na área do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras. A região de Lavras, MG, possui temperatura média anual normal de 20,4°C, precipitação média anual de 1.460 mm (DANTAS, CARVALHO e FERREIRA 2007). De acordo com a classificação climática de Köppen a região possui clima do tipo Cwa, caracterizado por ser subtropical com inverno seco e chuvas predominantes de verão.

A cultivar Acaia MG-1474 que foi implantada no espaçamento semi-adensado de 3,00 m entre linhas e 0,60m entre plantas e recepada em 2004. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 3 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos utilizados constaram de manejos de irrigação realizados desde a recepa: A1 = Sem irrigação (testemunha); A2 = Irrigação o ano todo sempre que a planta consumiu 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm; A3 = Irrigação somente nos meses abr. / maio / jun. / ago. / set. sempre que a planta consumiu 25% da disponibilidade total de água na camada de 0-20 cm.

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

2.2 Manejo de irrigação e coleta dos dados

Os tratamentos foram irrigados quando a média do potencial matricial de água no solo atingiu os seguintes valores: A1 = Sem irrigação (testemunha); A2 = Foi irrigado quando a média dos sensores (10 cm

profundidade) atingiu 21 kPa; A3 =Foi irrigado nos meses de abr / mai / jun / ago / set quando a média dos sensores (10 cm profundidade) atingiu 22 kPa.

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

A colheita do café nos anos de 2008, 2009 e 2010 foram feitas de forma manual sobre “pano”. Após a derriça, obteve-se o volume total e o peso total do café colhido. Retirou-se uma amostra de 10 litros de frutos que foi pesada e colocada em sacos plásticos, tipo rede, onde o café foi seco em bancadas suspensas ao ar livre até que atingiu umidade na faixa de 11%. Após a secagem as amostras foram beneficiadas e pesadas. Com os dados da parcela relacionados com os dados da amostra beneficiada, estimou-se a produtividade do cafeeiro.

A análise estatística foi realizada pelo programa Sisvar[®] (FERREIRA 2003) versão

4.0. As médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Variação sazonal nos parâmetros climáticos

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

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

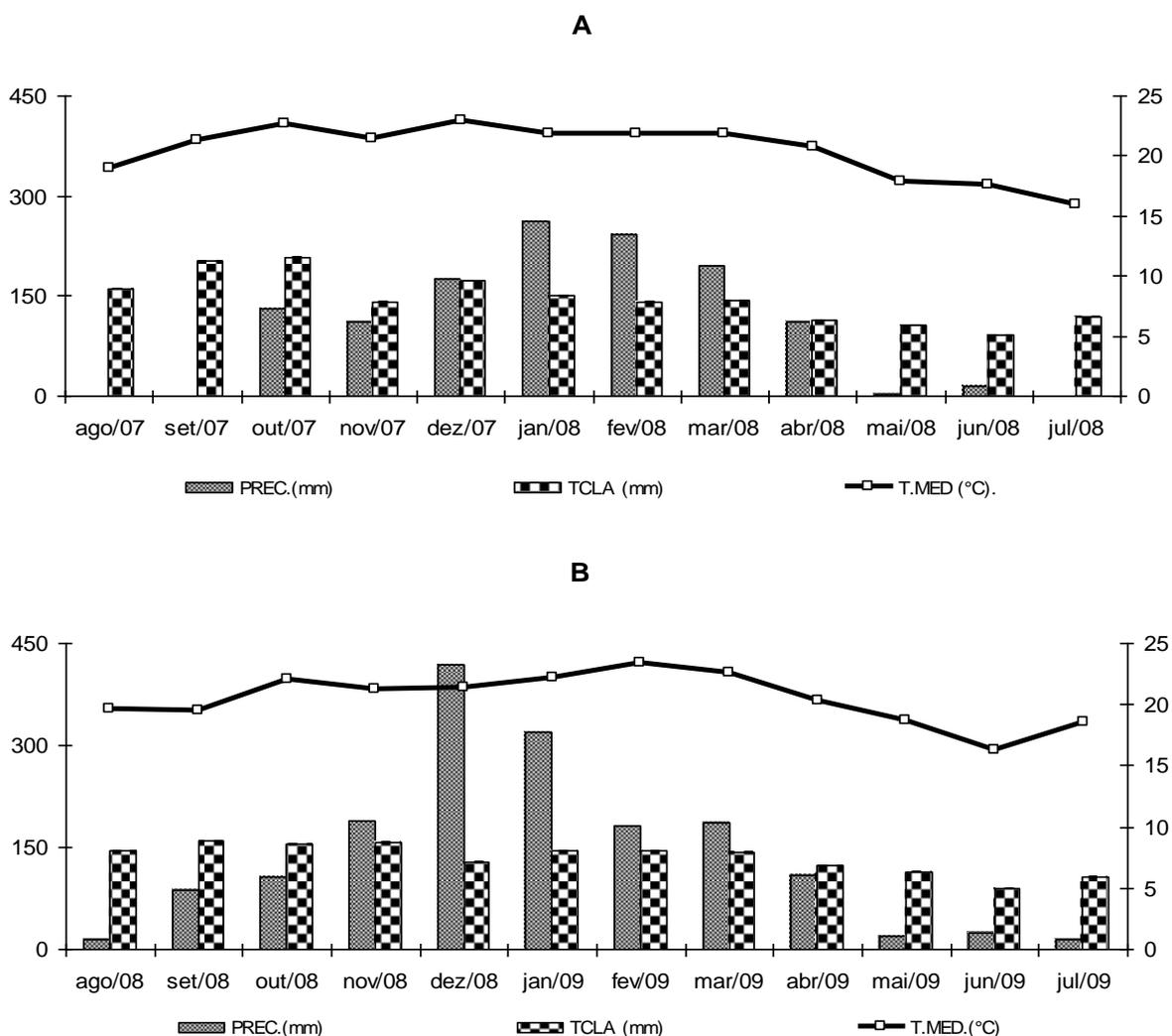
No período de agosto/2007 a julho/2008, foram registrados resultados da ordem de 1245,4 mm para precipitação acumulada. Verifica-se pela Figura 1A que o maior volume de precipitações ocorreu no

mês de janeiro (263 mm) e a menor precipitação acumulada mensal nos meses de agosto, setembro e julho (0 mm). A temperatura média anual foi de 20,4 °C, variando de 15,9 °C na média do mês julho, ao máximo de 23,0 °C na média de dezembro.

Na Figura 1B, são apresentados, os dados correspondentes ao período de agosto/2008 a julho/2009. O mês de dezembro apresentou o maior volume de

precipitações pluviais (419,4 mm), e o menor volume foi registrado em agosto e julho (13,9 mm), totalizando um acumulado de 1671,8 mm de precipitações pluviais no período. A temperatura média do ar nesse período manteve-se semelhante ao ano anterior com média anual de 20,5 °C, apresentando maior e menor valor de média mensal respectivamente, nos meses de outubro (23,3 °C) e junho (16,3°C).

FIGURA 1 - Valores mensais das precipitações pluviais (PREC.), evaporação do Tanguê Classe A (TCLA) e temperatura média mensal (T. MÉD.) no período de agosto/2007 a julho/2008 (A) e no período de agosto/2008 a julho/2009 (B). UFLA, Lavras - MG/ 2010.



Fonte: Próprio autor.

Confrontando os resultados desses dois períodos, verificam-se semelhanças com trabalho realizado por Dantas, Carvalho e Ferreira (2007), que estudaram as variações ambientais no município de Lavras, MG, avaliando a tendência de dados climáticos recentes de 14 anos (1991-2004) e comparando-os com os valores da série histórica do período de 1961 a 1990. Os autores relatam que, para a série observada de 1991-2004, os valores de temperatura ficaram maiores. A temperatura média anual aumentou de 19,4°C para 20,4°C, variando de 17,1°C, em julho a 22,8°C, em fevereiro. A precipitação anual de 1.530 mm foi reduzida para 1.460 mm na série observada de 14 anos, sendo os maiores e os menores valores de precipitação alterados para 321 mm, em janeiro e 7 mm, em julho.

A temperatura média do ar não teve variações entre esses dois anos avaliados e com o trabalho desenvolvido por Dantas, Carvalho e Ferreira (2007), mas ocorreu uma diferença no volume de precipitações, sendo o período de agosto/2008 a julho/2009, 34% e 15% maior respectivamente ao período agosto/2007 e julho/2008 e a série de Dantas, Carvalho e Ferreira (2007). Esse maior volume de precipitações foi mais bem distribuído durante os meses agosto/2008 a abril/2009, quando comparado com o período anterior, suprimindo por um período mais longo as necessidades hídricas do cafeeiro.

A região de Lavras apresenta volumes significativos de precipitação pluvial, a partir de outubro até março, compreendendo em parte o período vegetativo do cafeeiro, que inicia em setembro estendendo-se até junho (CAMARGO E CAMARGO 2001), justificando o uso da irrigação nesses períodos de déficit hídrico. Segundo Evangelista, Carvalho e Sedyama (2002) no Brasil, as boas regiões produtoras de café estão localizadas onde ocorrem mais de 150 mm de chuva por mês, no período de florescimento, formação e maturação dos frutos, que compreende os meses de setembro a junho nas regiões produtoras do Estado de Minas Gerais, ou seja, o período de renovação de galhos e folhas. Santinato, Fernandes André e Fernandes (2008), verificou que áreas com déficit hídrico mensal entre 100 a 150 mm, são consideradas aptas, para cultivo do cafeeiro arábica, porém, com irrigação ocasional.

3.2 Potencial matricial de água no solo

Na Figura 2 observa-se o comportamento dos dados do potencial matricial de água no solo para cada tratamento ao longo dos dois anos de monitoramento. No tratamento A1 (sem irrigação), verifica-se que o comportamento do gráfico é influenciado diretamente pelas precipitações, tendo valores maiores de

potencial matricial de água no solo nos períodos chuvosos, confirmando a confiabilidade de resposta dos sensores Watermark a aplicação de água. A partir de outubro/2007, iniciou as precipitações, realizando recarga de água no solo na camada avaliada. De novembro/2007 a meados de abril/2008, o solo apresentou potencial mátrico médio de -29 kPa, demonstrando que a planta do tratamento A1, não teve dificuldade em atender suas necessidades hídricas nesse período.

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

No caso do tratamento A3, suas irrigações foram programadas para o período de seca na região, que segundo Matiello (2006) ocorre de abril a setembro, sendo que nesse manejo há a proposta de aplicação de déficit hídrico no mês de julho (sem irrigações). Nesses meses o potencial mátrico de água no solo manteve-se próximo ao estabelecido no manejo de irrigação (-22 kPa), chegando ao um valor mínimo em julho (suspensão das irrigações) de -235 e -231 kPa respectivamente para os anos de 2008 e 2009. Nos demais meses (outubro a março) onde

foram suspensas as irrigações, o potencial matricial de água no solo foi influenciado diretamente pelas precipitações pluviárias. Esses valores apresentaram-se inferiores aos estabelecidos pelo manejo de irrigação, atingindo uma média -38 kPa (outubro/2007 a março/2008) e -30 kPa (outubro/2008 a março/2009), mantendo-se com valores elevados, o que não propiciou restrição hídrica elevada às plantas desse tratamento.

Segundo Camargo e Camargo (2001) a fase fenológica do cafeeiro de vegetação e formação das gemas vegetativas, para o 1º ano fenológico, e a fase de florada, chumbinho, expansão e granação dos frutos para o 2º ano fenológico do cafeeiro, ocorrem entre os meses de setembro a março. Nesse período o cafeeiro deve ter suas necessidades hídricas supridas, sem ocorrência de déficit hídrico elevado na planta, proporcionando que a planta mantenha suas atividades metabólicas ao máximo. Qualquer déficit hídrico, que venha a ocorrer nesse período, prejudicará as produções futuras nas próximas duas colheitas.

Analisando o período crítico de maior necessidade hídrica do cafeeiro (setembro/2007 a março/2008), o tratamento A1 apresenta uma média de potencial matricial de água no solo de -86,73 kPa, nesse intervalo de tempo toda a entrada de água no solo se deu pelas precipitações. No início de setembro/2007, o potencial mátrico era de -250 kPa, sendo que as precipitações ocorridas

Segundo Camargo e Camargo (2001) o período entre abril a agosto na fenologia do cafeeiro ocorre, a 2ª fase vegetativa, quando há indução das gemas vegetativas dos nós formados na 1ª fase para gemas reprodutivas. No final da 2ª fase, em julho e agosto, as plantas entram em relativo repouso, com formação de um ou dois pares de folhas pequenas. Nesse período dá-se início a 5ª fase, do segundo ano fenológico, quando há a maturação dos frutos. A 6ª fase (senescência e morte dos ramos produtivos não primários) ocorre em julho e agosto. Essas fases da fenologia cafeeira em que a planta não tem exigência hídrica, sendo recomendado em alguns estudos à aplicação de déficit hídrico na planta para uniformização da floração. Esse intervalo de tempo, corresponde ao período frio e seco na região de Lavras segundo Matiello (2006).

O tratamento A1 apresentou uma média de potencial matricial de água no solo de -165 kPa no período de abril a agosto/2008, proporcionando restrição na disponibilidade de água para a planta por período prolongado, sendo que a recarga de água no solo só iniciou com o início das precipitações, época em que o potencial matricial atingiu um mínimo de -239 kPa. Os tratamentos irrigados apresentaram, uma média do potencial matricial de água no solo de -16 e -42 kPa, respectivamente para os tratamentos A2 e A3. O tratamento A3 apresentou valor menor que o estabelecido

pelo manejo de irrigação. A ocorrência desse valor foi influenciado pela suspensão das irrigações no mês de julho (-165 kPa), diminuindo a média do potencial matricial de água no solo entre os meses de abril a agosto/2008.

De acordo com Matiello (1991, p. 320) para o Estado de Minas Gerais, no período de vegetação e frutificação, que se estende de outubro a maio, o cafeeiro necessita de maior umidade no solo e, na fase de colheita e repouso, de junho a setembro, esta necessidade é pequena, podendo o solo ficar com menos umidade, sem grandes prejuízos para a planta.

3.3 Produção

A colheita de 2008 representou um ano de bialidade negativa, não ocorrendo diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 1).

Na colheita de 2009, obteve-se diferença estatística entre os tratamentos de irrigação, sendo os tratamentos A2 e A3 iguais e com maior produção quando comparados ao tratamento não irrigado (Tabela 1). O tratamento A2 proporcionou um acréscimo de 41% na produção em relação ao tratamento sem irrigação. Autores como Rezende et al. (2006) e Gomes, Lima e Custódio (2007) relatam que a adoção da irrigação tem proporcionado incrementos consideráveis na produtividade das lavouras cafeeiras, o que tem justificado a adoção desta

técnica por parte dos produtores. Resultados semelhantes também foram encontrados por Silva, Teodoro e Melo (2008) avaliando a produtividade e o rendimento das quatro

primeiras safras do cafeeiro Rubi MG-1192 sob sistema de irrigação por gotejamento em Uberlândia, MG.

TABELA 1 – Produção obtida nos tratamentos de irrigação, nas colheitas de 2008, 2009, 2010 e acumulada. UFLA, Lavras - MG, 2010.

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

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

Fonte: Próprio autor.

O período de crescimento vegetativo que gerou a produção de 2009, correspondente aos meses de setembro/2007 a março/2008. Este período teve um menor volume de precipitações pluviais e por um período menor (Figura 1A), proporcionando uma maior restrição hídrica ao tratamento não irrigado, podendo ter diminuído o potencial vegetativo da planta, causando uma conseqüente diminuição da produção do ano de 2009, visto que na fase reprodutiva correspondente à colheita de 2009 não houve nenhum fator que justificasse a baixa produção do tratamento A1. Gomes, Lima e Custódio (2007) comentam uma possível explicação para a acentuada redução da produtividade do tratamento testemunha em relação aos irrigado ser o forte déficit hídrico ocorrido nos meses de abril a junho do ano anterior, vindo a comprometer a safra seguinte.

Com relação à colheita de 2010, o tratamento A1 (sem irrigação) demonstrou-se mais produtivo estatisticamente quando comparado aos tratamentos irrigados. A produção de 2010, foi representativa do crescimento ocorrido de setembro/2008 a março/2009, período satisfatório ao bom desenvolvimento vegetativo do cafeeiro. A maior produção do tratamento A1 nesse ano, pode ser justificada pela planta ter sido submetida a uma menor restrição hídrica, proporcionando um crescimento vegetativo igualitário entre os tratamentos não irrigados e irrigados, além de a planta ter se depauperado menos por ter apresentado uma produção menor no ano de 2009. Autores como Lima, Custódio e Gomes (2008) encontraram resultados parecidos onde estudaram, por cinco safras, a produtividade do cafeeiro e o rendimento do café irrigado por pivô central em Lavras, MG. Os autores

discutem que uma menor intensidade de déficit hídrico pode ter contribuído para elevada produtividade das plantas não irrigadas durante a quarta safra, igualando esse tratamento aos irrigados.

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

4 CONCLUSÕES

A irrigação no sul de Minas Gerais se torna essencial, em períodos que ocorrem restrições hídricas na planta, suprimindo as necessidades do cafeeiro e garantindo maiores produções.

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

A bienalidade de produção do cafeeiro interfere diretamente nas análises de produção

anual, visto que nos anos de bienalidade positiva os tratamentos irrigados proporcionam maiores produções.

REFERÊNCIAS

- CAMARGO, A. P. de. O clima e a cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p.13-26, 1985
- CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.
- CUSTÓDIO, A. A. de P.; GOMES, N. M.; LIMA, L. A. Efeito da irrigação sobre a classificação do café. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 691-701, set./dez. 2007.
- DANTAS, A. A. A., CARVALHO, L. G. de e FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e agrotecnologia**, Dez 2007, vol.31, no.6, p.1862-1866. ISSN 1413-7054
- EVANGELISTA, A. W. P.; CARVALHO, L., G.; SEDIYAMA, G. C. Zoneamento climático associado ao potencial produtivo da cultura do café no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p. 445-452, 2002
- FERREIRA, D. S. **SISVAR** versão 4.6 (Build 65). Lavras: Dex/ UFLA. 2003.
- GOMES, N. M.; LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. de P. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.11, n. 6, p.564-570, 2007.
- LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. de P.; GOMES, N. M. Produtividade e rendimento

do cafeeiro nas cinco primeiras safras irrigado por pivô central em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.32, n. 6, p. 1832-1842, nov./dez., 2008.

MATIELLO, A. W. R. Estresse ou não meu cafezal. **Revista brasileira de tecnologia cafeeira: Coffea**, Varginha-MG, III, nº 10, p. 29-30, 2006 a.

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

MENDONÇA, J.C.; SOUSA, E.F.; ANDRE, R.G.B.; BERNARDO, S. Coeficientes do tanque Classe “A” para a estimativa da evapotranspiração de referência, em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.14, p.123-128, 2006

POSSE, R. P.; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F. DE; GOTTARDO, R. D. EVAPOTRANSPIRAÇÃO E COEFICIENTE DA CULTURA DO MAMOEIRO. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.681-690, out./dez. 2008

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

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

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

SILVA, J. G. F.; REIS, E. F. dos. Irrigação do cafeeiro Conilon, In: **FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. De**, Café Conilon, Vitória, ES: Incaper, 2007.

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

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