

EFEITOS DA IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO DO CAFEIEIRO NA REGIÃO OESTE DA BAHIA

Marcelo Rossi Vicente¹, Everardo Chartuni Mantovani², André Luís Teixeira Fernandes³, Júlio César Lima Neves⁴, Fábio Teixeira Delazari⁵ e Edmilson Marques Figueredo⁶

(Recebido: 05 de dezembro de 2016; aceito: 14 de março de 2017)

RESUMO: A irrigação redesenhou a distribuição das lavouras cafeeiras no Brasil e com isso tornaram-se necessários novos estudos de consumo de água e suas relações com a produção e crescimento do cafeeiro. Objetivou-se avaliar os efeitos da irrigação sobre a produção e o desenvolvimento do cafeeiro irrigado por gotejamento na região Oeste da Bahia. Para isso foi implantado um experimento na fazenda Café do Rio Branco, localizada em Barreiras – BA, em cafeeiros adultos, com aproximadamente 3,5 anos de idade, da variedade Catuai Vermelho IAC 144. O experimento foi montado no delineamento em blocos casualizados, composto de cinco tratamentos, correspondentes a 75, 85, 100, 125 e 150% da lâmina de irrigação calculada pelo software Irriplus e quatro repetições. Avaliou-se a produtividade, a eficiência no uso da água (EUA), desenvolvimento vegetativo, classificação por peneira, rendimento e a maturação dos frutos do cafeeiro. Observou-se, ao final de quatro safras, efeito significativo da lâmina de irrigação na produtividade, EUA e maturação dos frutos (verde e cereja) do cafeeiro. A produtividade máxima estimada (60 sc ha⁻¹) foi obtida com a lâmina correspondente a 129% da lâmina de irrigação. Para EUA máxima (5,7 kg mm⁻¹) neste experimento foi obtida com a lâmina de 75%. Para a maturação somente foram significativo para frutos verde (19,7%) e cereja (67,5) com as lâminas de 119 e 121%, respectivamente. Não houve efeito das diferentes lâminas de irrigação no desenvolvimento vegetativo, na classificação por peneira, no rendimento dos frutos do cafeeiro.

Termos para indexação: Manejo da irrigação, *Coffea arabica*, irrigação por gotejamento.

EFFECTS OF IRRIGATION ON THE PRODUCTION AND DEVELOPMENT OF COFFEE IN THE WEST REGION OF BAHIA

ABSTRACT: Irrigation redesigned the distribution of the cultivation of coffee in Brazil, and upon this, new studies in water consumption and in its relationships with production and growth in coffee became necessary. The objective of this work was to evaluate the effects of irrigation on the production and growth in coffee irrigated by drip irrigation, in the West region of Bahia. For this, a trial was carried out in the farm Café do Rio Branco, located in Barreiras – BA. The experiment was carried out with adult plants of coffee of the variety Catuai Vermelho, approximately 3.5 years old and set up in a randomized block design, with five treatments and four replicates. The treatments corresponded to 75, 85, 100, 125 and 150% of the irrigation depth and were calculated by the Irriplus software. It was evaluated the productivity, water use efficiency (WUE), vegetative development, sieve classification, as well as the yield and maturation of fruits. A significant effect of the irrigation depth in yield, WUE and maturation of fruits (green and cherry) was observed at the end of four consecutive harvests. The estimated maximum productivity (60 sc ha⁻¹), was obtained with 129% of the irrigation depth and a maximum WUE (5.7 kg mm⁻¹) obtained with 75%. As to maturation, they were significant only for green (19.7%) and cherry fruits (67.5) with the irrigation depths of 119 and 121%, respectively. There was no significant effect of the different irrigation depths in the vegetative development, sieve classification and yield of fruits.

Index terms : *Coffea arabica*, drip irrigation, irrigation management.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura irrigada ocupa uma área de 240.000 hectares no Brasil, estando a maioria desta área localizada em regiões de Cerrado, representando mais de 10% da área e mais de 25% da produção de café total no País (FERNANDES et al., 2012). O oeste baiano destaca-se pela implantação de lavouras cafeeiras totalmente irrigadas (14.000 ha), com especial destaque para o

uso da irrigação por pivôs centrais (convencional, aplicação localizada e alternativa) e do sistema de irrigação localizada por gotejamento (VICENTE et al., 2011).

Em função de variar com o clima, o solo, a planta, o sistema de irrigação e até com mão de obra, o manejo ou gerenciamento da irrigação é uma atividade técnica e complexa que proporciona uso eficiente da água, promovendo a conservação do meio ambiente, com o compromisso com a

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais - Campus Salinas - Faz. Varginha, Km 02 Rod. Salinas/Taiobeiras - 39.560-000 - Salinas - MGmarcelo.vicente@ifnmg.edu.br

²Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Agrícola - Av. PH Rolfs, S/N -3 6.570-900 - Viçosa - MG everardo@ufv.br

³Universidade de Uberaba - Coordenação da Engenharia Ambiental - Av. Nenê Sabino, 1801 -38.055-500 - Uberaba- MG andre.fernandes@uniube.br

⁴Universidade de Uberaba - Departamento de Solos, X - Av. PH Rolfs, S/N - 36.570-900 - Viçosa - MG- julio_n2003@yahoo.com.br

⁵Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Fitotecnia - Av. PH Rolfs, S/N- 36.570-900 - Viçosa- MG - fabiodelazari@gmail.com

⁶Bahia Farm Show - Av. Ahylon Macedo, 919 - 97.810-035 - Barreiras - BA -edmilson@bahiafarmshow.com.br

produtividade da cultura explorada. Diversos autores observaram incremento da produtividade do cafeeiro para as mais diversas regiões produtoras, como exemplo: Assis et al. (2014) e Scalco et al. (2011) para o Sul de Minas; Soares et al. (2006) para o Alto Paranaíba em Minas e Evangelista et al. (2013) para o Triângulo Mineiro.

A produtividade do cafeeiro é a variável mais importante a ser quantificada quando se trabalha com pesquisas relacionadas à irrigação. Entretanto, existe a necessidade de se estudar os atributos de desenvolvimento e qualidade. Um exemplo é a redução no crescimento que significa menor produção de nós disponíveis para a formação de flores, acarretando, conseqüentemente, queda na produção de frutos.

A rentabilidade de uma lavoura cafeeira não é medida apenas pela produtividade obtida, mas também pela qualidade do produto. A qualidade é estimada pelo tamanho dos grãos (peneira) e pela qualidade de bebida. Esta segunda característica é muito influenciada pela uniformidade da maturação dos frutos, que depende inicialmente da uniformização da florada do cafeeiro e, posteriormente, de um adequado manejo da água, para que se evite o estresse hídrico em fases importantes da formação do grão (MANTOVANI et al., 2006).

Este trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da irrigação por gotejamento sobre a produção e o desenvolvimento do cafeeiro nas condições do Oeste da Bahia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Café do Rio Branco em Barreiras, Bahia, Brasil (latitude de 11° 48' S, longitude de 45° 35' W e altitude de 735 m) de novembro de 2004 a maio de 2008. O experimento foi desenvolvido em cafeeiros adultos, aproximadamente 3,5 anos de idade, variedade *Catuai Vermelho IAC 144*.

Os solos foram classificados como Franco argilo arenoso (0-40 cm) e argila-arenosa (40-60 cm) (Tabela 1).

O experimento foi implantado em cafeeiros adultos no espaçamento 3,80 x 0,5 m (5.263 plantas ha⁻¹). Foi instalado com parcelas compostas de 10 m (20 plantas) sendo as 10 plantas centrais úteis. O delineamento foi o de blocos casualizados, com 4 repetições.

Na Tabela 2 observam-se os tratamentos correspondentes às lâminas de irrigação e também as informações dos emissores utilizados.

O manejo da irrigação foi feito baseado no Tratamento 3 do experimento, ou seja, a lâmina correspondente a 100% da ETc.

O valor do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), entre os emissores, no sistema de irrigação foi de 93,9 %.

No experimento utilizou-se o software Irriplus para o manejo da irrigação (MANTOVANI et al., 2009). Determina-se no software, em tempo real, o balanço hídrico por meio da integração dos dados de solo, água, planta, equipamento e clima, gerando as necessidades hídricas das culturas (lâmina de irrigação).

Determinou-se a evapotranspiração da cultura (ETc) utilizando-se coeficientes de ajuste (cultura "Kc", localização "KI" e do solo "Ks") sobre a evapotranspiração de referência (ET₀). A lâmina bruta de irrigação foi calculada por meio de um balanço hídrico, em que as entradas de água foram a irrigação e a precipitação pluvial efetiva e as saídas, a evapotranspiração da cultura (ETc) e percolação além da profundidade considerada para o sistema radicular.

O método de estimativa da ET₀ utilizado, 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 VantagePro, localizada na própria propriedade.

No experimento, foram utilizados valores do coeficiente de cultura (Kc), porcentagem de área sombreada (PAS) e profundidade efetiva do sistema radicular de 1,0, 50% e 0,60 m, respectivamente. A porcentagem de área molhada (PAM) foi de 30%, média de todos os tratamentos.

A quantidade total de água (irrigação + precipitação) variou entre tratamentos (Tabela 3).

A evapotranspiração de referência (média e máxima mensal) e a temperatura média mensal, entre os meses de novembro de 2004 e maio de 2008 são apresentadas na Figura 1. Nesse período, o valor acumulado da ET₀ foi de 5.444 mm (média de 4,20 mm d⁻¹ e 1.485 mm ano⁻¹), sendo que o mês de outubro de 2007 apresentou a maior média de ET₀ (5,85 mm d⁻¹) e novembro de 2007 o valor máximo de ET₀ diária 8,76 mm d⁻¹. A temperatura média do período em estudo foi de 22,9°C, sendo a maior média mensal (25,7°C) obtida em outubro de 2005.

TABELA 1 - Propriedades físico-hídricas do solo em área experimental, Barreiras, Bahia, Brasil. 2004/2008

Prof. (m)	0-0,20	0,20-0,40	0,40-0,60
CC (m ³ m ⁻³) ¹	0,265	0,260	0,283
PMP (m ³ m ⁻³) ²	0,175	0,179	0,174
Argila	32	34	40
Silte	2	3	3
Areia	66	63	57
Classificação	Franco argilo arenoso	Franco argilo arenoso	Argila arenosa

¹Capacidade de campo, e ²Ponto de murcha permanente. Classificação textural segundo a Sociedade Brasileira de Ciências dos Solos (LEMOS; SANTOS, 1996).

TABELA 2 - Porcentagem das lâminas de irrigação, vazão, distância entre emissores, fabricante e modelo dos emissores utilizados no experimento irrigado por gotejamento

Tratamento	% da lâmina de irrigação	Vazão (L h ⁻¹)	Espac. entre emissores (m)	Fabricante	Modelo
1	75	1,35	0,60	Plastro	Hydro PC
2	85	2,00	0,80	Plastro	Tufftif
3	100	2,20	0,75	RainBird	DripLine
4	125	2,20	0,60	Plastro	SuperTif
5	150	2,20	0,50	Plastro	SuperTif

As lâminas totais de irrigação aplicadas durante o período analisado (novembro/2004 a maio/2008) foram de: 2.271, 2.574, 3.028, 3.785 e 4.541 mm para, os tratamentos 75, 85, 100, 125 e 150%, respectivamente.

A lâmina de irrigação, média das quatro safras, correspondente ao tratamento 100% foi de 826 mm ano⁻¹, lâmina esta inferior à aplicada por Fernandes et al. (2000) que em uma lavoura cafeeira irrigada por gotejamento, nos anos de 1995 a 1997, em Planaltina de Goiás-GO, aplicaram uma lâmina de irrigação (média) de 1083 mm ano⁻¹. A precipitação acumulada neste período foi de 3.715 mm.

Para melhor controle as colheitas foram realizadas manualmente, sendo determinado o volume da produção de cada parcela, e retiradas duas amostras de 5 L, a primeira para a determinação do rendimento e peneira e a segunda para a determinação do estágio de maturação dos frutos colhidos. Foram comparadas as produtividades médias de cada tratamento, sendo o resultado obtido convertido para uma área de 1 ha, ou seja, em sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare (sc ha⁻¹).

A eficiência do uso da água (EUA) foi definida pela relação entre a produção matéria fresca (P) e a lâmina bruta de água aplicada (L):

$$EUA = \frac{P}{L}$$

em que: EUA= eficiência do uso da água (kg mm⁻¹), P= produção (kg) e L= lâmina bruta de água (mm).

Também foram comparadas as porcentagens médias de frutos nos estádios de maturação verde, passa e cereja de cada tratamento.

A classificação quanto ao tamanho do grão (peneira) foi feita com amostra de aproximadamente 300 g e obtida pelas porcentagens de grãos retidos nas peneiras.

Para avaliação do desenvolvimento vegetativo foram avaliados a altura de planta, os diâmetros de copa e de caule.

A produtividade, eficiência no uso da água, as variáveis de desenvolvimento (altura de planta, diâmetros de copa e caule), classificação por peneira, rendimento e os estádios de maturação dos frutos do cafeeiro foram submetidos à análise de variância e regressão, sendo que os modelos foram escolhidos baseados na significância

dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R^2) e no fenômeno biológico. Para as produtividades, também comparou-se as médias utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o procedimento de comparação de médias, no fator quantitativo (produtividade), para auxiliar na maior compreensão de todo o trabalho, mesmo sabendo que não é o mais adequado e recomendado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observam-se na Tabela 4 as produtividades, em sacas por hectare, das safras 2005, 2006, 2007,

2008, e média das quatro safras, para os diferentes tratamentos. A produtividade média de todos os tratamentos foi de 57,0 sc ha⁻¹. O tratamento que apresentou a maior produtividade média foi correspondente a lâmina de irrigação de 125% (60,8 sc ha⁻¹), embora não tenha diferenciado estatisticamente dos tratamentos correspondentes às lâminas de 100 e 150%.

Observou-se também que as diferentes lâminas de irrigação não promoveram a redução da biennialidade de produção do cafeeiro. Este fato também foi observado por Silva et al. (2008), em cafeeiros da variedade *Catuai 44 em Varre Sai* - RJ.

TABELA 3 - Chuva e irrigação aplicada durante as temporadas de 2004 a 2008.

Temporada	Irrigação (% ETc)	Chuva (mm)	Irrigação (mm)	Chuva e Irrigação (mm)
2004	75	320,8	100,9 (24) ^a	421,7
	85		114,3 (24)	435,1
	100		134,5 (24)	455,3
	125		168,1 (24)	488,9
	150		201,8 (24)	522,6
2005	75	1074,7	811,7 (236)	1886,4
	85		920,2 (236)	1994,9
	100		1082,6 (236)	2157,3
	125		1353,4 (236)	2428,1
	150		1623,8 (236)	2698,5
2006	75	1210,3	483,4 (180)	1693,7
	85		548,3 (180)	1758,6
	100		645,1 (180)	1855,4
	125		806,8 (180)	2017,1
	150		967,7 (180)	2178
2007	75	587,8	688,8 (209)	1276,6
	85		781,3 (209)	1369,1
	100		918,9 (209)	1506,7
	125		1149,1 (209)	1736,9
	150		1378,4 (209)	1966,2
2008	75	521,9	184,1 (67)	706
	85		209,6 (67)	731,5
	100		246,6 (67)	768,5
	125		308,4 (67)	830,3
	150		369,9 (67)	891,8

^a Os valores entre parênteses são número de eventos de irrigação.

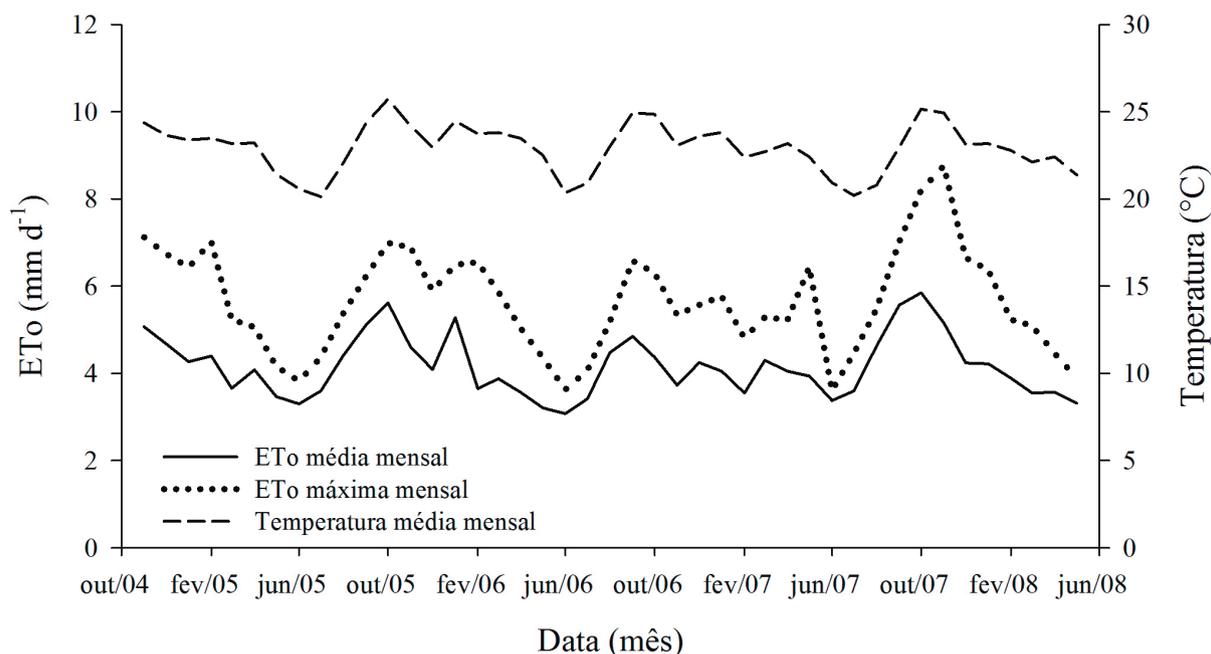


FIGURA 1 - Evapotranspiração de referência (média e máxima mensal), em mm d^{-1} , e temperatura média mensal, em $^{\circ}\text{C}$.

TABELA 4 - Produtividade, em sacas por hectare, do cafeeiro irrigado por gotejamento submetido a diferentes lâminas de irrigação.

% da Lâmina de Irrigação	Produtividade (sc ha^{-1})				
	2005	2006	2007	2008	Média
125	43,3	91,1	31,4	77,4	60,8 A
150	53,1	79,6	37,0	67,3	59,2 A
100	47,7	76,8	37,0	71,3	58,2 AB
75	47,4	70,0	28,7	67,8	53,5 B
85	42,8	71,6	29,4	69,9	53,4 B
Média	46,9	77,8	32,7	70,7	57,0

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

Na Figura 2 observam-se as produtividades médias das quatro safras do cafeeiro, para os diferentes tratamentos irrigados por gotejamento. Foi observado efeito significativo da lâmina de irrigação ($p < 0,05$). Os dados de produtividade em função das diferentes lâminas de irrigação ajustaram-se em polinômio de segundo grau para a média das quatro safras, tais ajustes também foram encontrados por Evangelista et al. (2013), Serra et al. (2013) e Silva et al. (2008).

A produtividade máxima estimada para o experimento foi de 60 sc ha^{-1} (média de quatro safras). Essa produtividade máxima estimada foi obtida com a lâmina correspondente a 129% da lâmina de irrigação.

No entanto, com a crescente escassez de água que já se verifica em várias regiões do país, é importante que se avalie a eficiência com a qual as plantas estão utilizando esse recurso. Também na Figura 2 é apresentada a eficiência no uso da água pela cultura do cafeeiro, média de quatro anos de cultivo.

Verifica-se que, para a característica eficiência no uso da água (EUA) com um comportamento linear, o tratamento que melhor resultado promoveu é o 75% da lâmina de irrigação, onde se observou que para cada milímetro de água transpirada pelas plantas foram produzidos 5,7 kg de café beneficiado. Mas nota-se que para

os tratamentos de 85, 100 e 125% da lâmina de irrigação o resultado de eficiência no uso da água foram maiores que o melhor resultado obtido por Carvalho (2008) em que foi obtido $3,6 \text{ kg mm}^{-1}$ no tratamento de 80% da evaporação da água do tanque classe A (ECA).

Verifica-se que esse índice de EUA diminuiu com o aumento da lâmina de irrigação. Com o aumento da lâmina a partir 75% a resposta na produtividade é cada vez menor até o ponto de máxima que ocorre na lâmina de 129% quando o incremento na produtividade se torna negativo. Além disso, com os dados de EUA, pode-se inferir que nos casos onde a disponibilidade de água para a irrigação do cafeeiro cultivado na região de Barreiras-BA for pequena, e se desejar obter o máximo de eficiência da mesma, pode-se optar por 75% da lâmina de irrigação determinada, já que o valor de EUA foi o mais alto.

Não foi observado efeito significativo da lâmina de irrigação ($p < 0,05$) nas variáveis estudadas (diâmetro da copa, altura de planta e diâmetro do caule) nas duas avaliações realizadas (10/12/2005 e 19/09/2007) com os valores médios de: 194,3 e 199,2 cm diâmetro de copa, 218,2 e 275,5 cm altura de planta e 4,39 e 5,47 mm diâmetro de caule, para o ano de 2005 e 2007, respectivamente. Esses resultados contrapõem aos obtidos por Rotondano et al. (2005) que observaram, em cafeeiros da

variedade Rubi cultivados em Uberlândia – MG, efeito significativo da lâmina de irrigação sobre as variáveis diâmetro da copa e do caule do cafeeiro.

A ausência de efeito significativo da lâmina de irrigação pode ser explicada pela existência do crescimento compensatório, uma vez que Bomfim Neto (2007) observou em um experimento realizado em Barreiras – BA a existência de um crescimento compensatório após o restabelecimento das necessidades hídricas dos cafeeiros que foram submetidos a déficit hídrico, em relação ao das plantas de café que vinham sendo constantemente irrigadas. Guerra et al. (2007) também mencionam a ocorrência do crescimento compensatório em cafeeiros.

Houve diferenças estatísticas para cada estágio de maturação (frutos verde e cereja) entre os diferentes tratamentos para a média das três safras (2006, 2007 e 2008), nos cafeeiros irrigados por gotejamento. Observa-se na Figura 3 os estágios de desenvolvimento dos frutos médio das três safras do cafeeiro, em porcentagem, nos diferentes tratamentos.

A máxima porcentagem de frutos cereja (67,5%) foi obtida com a lâmina de 898 mm ano^{-1} (119%), a menor porcentagem de frutos verdes (19,7%) foi com a lâmina de 915 mm ano^{-1} (121%) e a porcentagem de frutos passa (12,4%) não diferiu entre os tratamentos.

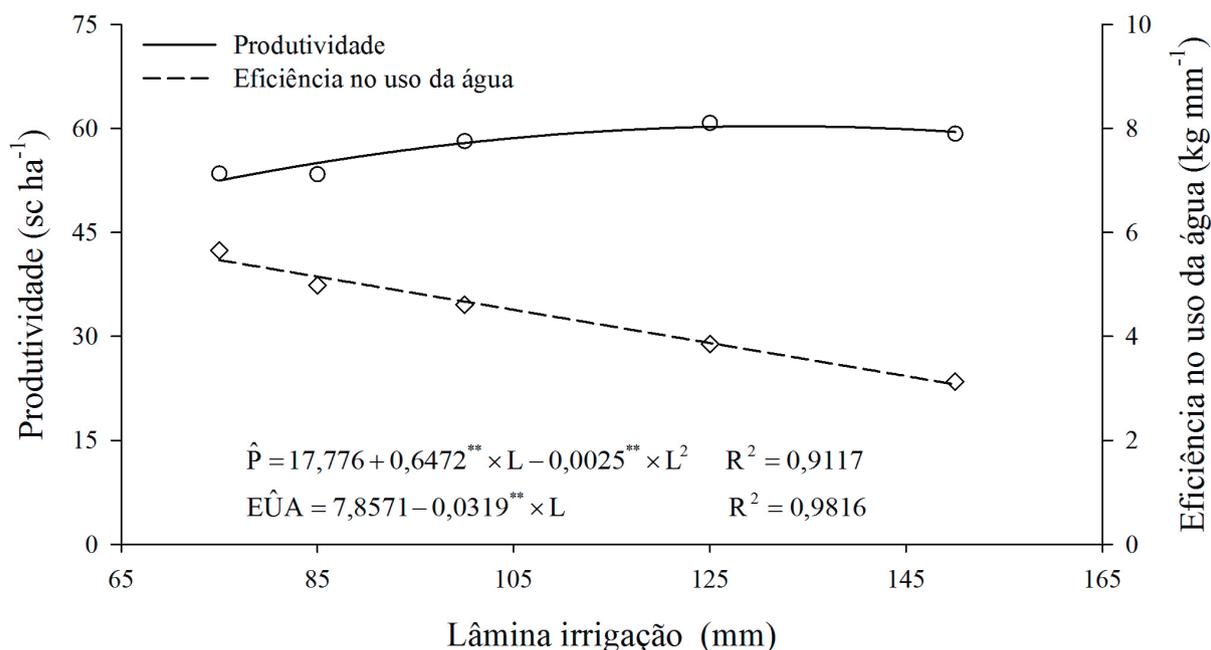


FIGURA 2 - Produtividade média do cafeeiro e eficiência no uso da água, submetido a diferentes lâminas de irrigação por gotejamento. **Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

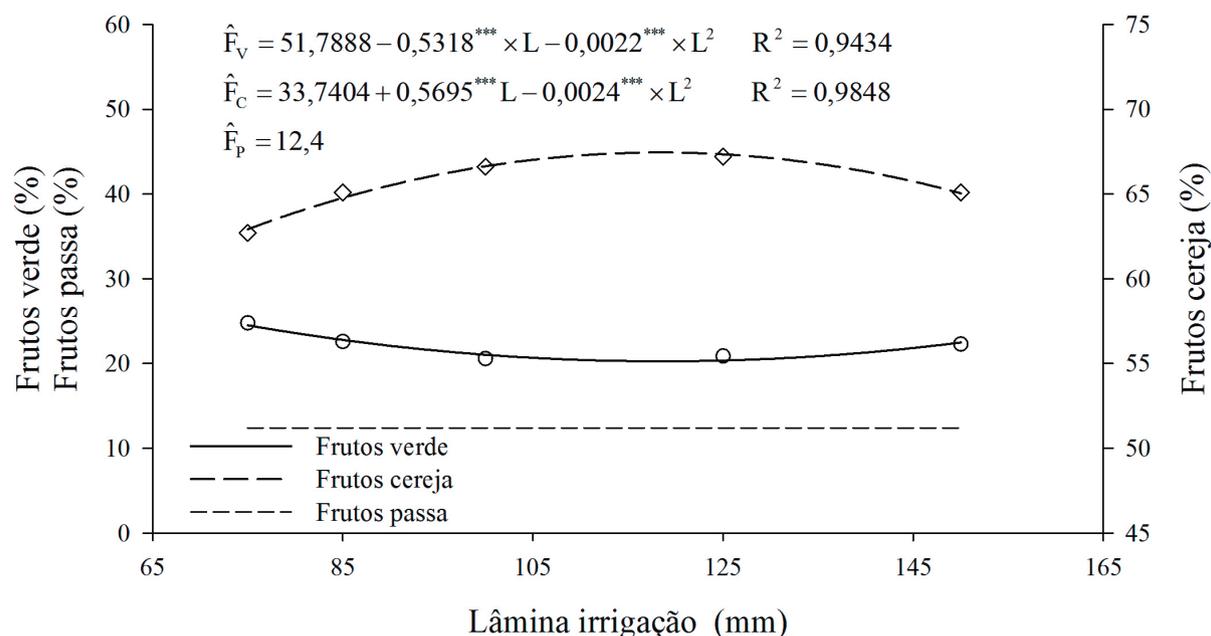


FIGURA 3 - Estádio de maturação médio dos frutos de café, submetidos a diferentes lâminas de irrigação por gotejamento.***Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Nos resultados de estágio de maturação de frutos percebe-se que com o aumento da lâmina de irrigação ocorre o aumento na porcentagem de frutos cereja e redução de frutos verde, mas isso ocorre até uma lâmina ótima e a partir desta ocorre a redução da porcentagem de frutos cereja e o aumento de frutos verde, ou seja, houve um retardamento na maturação, pois apresentaram maior presença de grãos no estágio verde de maturação. Como o ideal seria obter o máximo de frutos cereja e o mínimo de frutos verde, com a lâmina máxima de obtenção de frutos cereja (898 mm ano⁻¹) e voltando na equação de porcentagem de frutos verde, obteve-se a quantidade mínima de verde (19,7%) e o máximo de cereja (67,5%).

Rezende et al. (2006) também observaram um retardamento da maturação dos frutos com o incremento da lâmina de irrigação.

Não foi observada diferença estatística ($p < 0,05$) no rendimento. O rendimento médio foi de 542 L sc⁻¹, valor este superior aos 477,4 L sc⁻¹ encontrados por Silva et al. (2008) em Uberlândia – MG, na média de quatro safras. Entretanto os autores observaram efeito significativo das lâminas de irrigação, em três safras, no rendimento do café.

Também não foi observado efeito dos

tratamentos ($p < 0,05$) sobre a porcentagem de grãos na classificação peneira 16. Resultados semelhantes foram encontrados por Custódio et al. (2007) que observaram que as lâminas de irrigação não influenciaram significativamente na granulometria dos grãos de café para quatro das cinco safras estudadas em Lavras – MG e por Ronchi et al. (2015) que não observaram efeito significativo dos níveis de déficit sobre a granulometria.

O valor médio de 46,4 % de grãos “peneira 16 ou acima”, traduz-se em bom percentual de café para exportação, uma vez que os exportadores preferem grãos maiores, pois, assim, estão automaticamente eliminando defeitos. Esse valor está coerente com os apresentados por Custódio et al. (2007).

4 CONCLUSÕES

Com os resultados observados pode-se concluir que, para as condições experimentais, a produtividade da cultura do café foi expressivamente dependente da lâmina de água aplicada, sendo que a maior produtividade foi alcançada com a lâmina de 125%. A lâmina que proporcionou a máxima porcentagem de frutos cereja foi de 119%. A lâmina que proporcionou a maior eficiência no uso da água foi de 75%.

5 REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998.319 p. (FAO - Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ASSIS,G.A. et al. Drip irrigation in coffee crop under different planting densities: growth and yield in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.11, p.1116-1123, 2014.
- BOMFIM NETO, H. **Avaliação do uso do déficit hídrico na floração do cafeeiro arabica, monitorado por meio do desenvolvimento do botão floral e do potencial hídrico da planta**. 2007. 37 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- CARVALHO, H. P. **Irrigação, balanço hídrico climatológico e uso eficiente da água na cultura de café**. 2008. 156 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2008.
- CUSTÓDIO, A. P.et al. Efeito da irrigação sobre a classificação do café. **Engenharia Agrícola**, Viçosa, v.27, n.3, p.691-701, 2007.
- EVANGELISTA, A.W.P.et al. Resposta do cafeeiro à aplicação de níveis de irrigação e adubação com Alfertil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.4, p.392-396, 2013.
- FERNANDES, A.L.T. et al. Deficiência hídrica e uso de granulados em lavoura cafeeira irrigada por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.376-381, 2000.
- _____. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 231-240, 2012.
- GUERRA, A. F. et al. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, v. 73, p. 52-61, 2007.
- LEMOES, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1996. 83 p.
- MANTOVANI, E. C.et al. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009. 355p.
- _____. Irrigação como fator de qualidade do café. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Boas práticas agrícolas na produção de café**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006. p. 117-165.
- REZENDE, F. C.et al. Características produtivas do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv.,Topázio MG-1190), recepado e irrigado por gotejamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 103-110, 2006.
- RONCHI, C. P. et al. Respostas ecofisiológicas de cafeeiros submetidos ao deficit hídrico para concentração da florada no Cerrado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.1, p.24-32, jan. 2015.
- ROTONDANO, A. K. F.et al. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 65-75, 2005.
- SCALCO, M.S.et al. Cultivo irrigado e não irrigado do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em plantio superadensado. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 3, p. 193-202, 2011.
- SERRA, E. L.et al. Funções de produção do cafeeiro irrigado em diferentes densidades de plantio. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 157-165, 2013.
- SILVA, C. A.et al. Produtividade e rendimento do cafeeiro submetido a lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.387-394, mar. 2008.
- SOARES, A. R. et al. Produção e distribuição de raízes em cafeeiros irrigados por gotejamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 15, p. 130-140, 2006.
- VICENTE, M. R. et al. Análise técnica dos sistemas de irrigação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) na região oeste da Bahia. **Coffee Science**, Lavras,v. 6, n. 2, p. 147-158, 2011.