

EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NAS VARIÁVEIS DE DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO IRRIGADO POR PIVÔ CENTRAL

MARCELO ROSSI VICENTE¹; EVERARDO CHARTUNI MANTOVANI²; ANDRÉ LUÍS TEIXEIRA FERNANDES³; FÁBIO TEIXEIRA DELAZARI⁴ E EDMILSON MARQUES FIGUEREDO⁵

¹ Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Salinas, MG, marcelo.vicente@ifnmg.edu.br

² Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, everardo@ufv.br

³ Universidade de Uberaba, Uberaba, MG, andre.fernandes@uniube.br

⁴ Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, fabiodelazari@gmail.com

⁵ Bahia Farm Show, Luís Eduardo Magalhães, BA, edmilson@bahiafarmshow.com.br

1 RESUMO

O presente trabalho foi conduzido com objetivo de avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação nas variáveis de produção, estádios maturação de frutos e eficiência no uso da água pela cultura do cafeeiro irrigado por pivô central equipado com emissores LEPA, na região Oeste da Bahia. Realizou-se o trabalho na fazenda Café do Rio Branco, localizada em Barreiras - BA em cafeeiros adultos da variedade Catuaí IAC 144. O experimento obedeceu ao delineamento de blocos casualizados, composto de cinco tratamentos correspondentes à 70, 85, 100, 125 e 150% da lâmina de irrigação determinada pelo *software* Irriplus. As produtividades, os estádios de maturação dos frutos e eficiência no uso da água do cafeeiro foram submetidos à análise de variância e regressão, em que os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t de 1 a 10% de probabilidade. Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que, a produtividade da cultura do café foi expressivamente dependente da lâmina de água aplicada, sendo que a maior produtividade (60 sc ha⁻¹) foi alcançada com a lâmina de irrigação acumulada de 661 mm ano⁻¹, correspondente à 96% da lâmina de irrigação determinada pelo *software* Irriplus. A lâmina que proporcionou a máxima porcentagem de frutos cereja (44,1%) foi de 723 mm ano⁻¹ (105%). A lâmina que proporcionou a maior eficiência no uso da água foi de 480 mm ano⁻¹ (70%).

Palavras-Chave: *Coffea arabica*, manejo da irrigação, emissor LEPA, uso eficiente da água.

VICENTE, M. R.; MANTOVANI, E. M.; FERNANDES, A. L. T.; DELAZARI, F. T.; FIGUEREDO, E. M.

EFFECTS OF DIFFERENT LEVELS OF IRRIGATION DEPTHS ON GROWTH AND PRODUCTION VARIABLES OF COFFEE UNDER CENTER PIVOT IRRIGATION

2 ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of different irrigation depths on yield, ripening stages and water use efficiency by the coffee crop irrigated by center pivot with LEPA emitters in western Bahia. The experiment was carried out at the Café Rio Branco farm, in Barreiras city, Bahia state, using adult coffee trees of cv. Catuaí IAC 144. A completely randomized block design was used with five treatments consisting of 70, 85, 100, 125 and 150 % of ET_c, determined by the Irriplus software. Data of yield, fruit ripening stage and water use efficiency were evaluated using analyses of variance and regression. Models were chosen based on level of significance of regression coefficients using the Student's t-test, 1 to 10% probability. Based on the results, coffee crop yield was highly dependent on the water depth applied. The highest yield (3.6 ton/ha) was achieved using accumulated irrigation depth of 661 mm year⁻¹ (96 % of ET_c). Water depths of 723 mm year⁻¹ (105 %) and 480 mm year⁻¹ (70% ET_c) provided the highest percentage of cherry fruit (44.1%) and the highest water use efficiency, respectively.

Keywords: *Coffea arabica*, irrigation management, LEPA emitter, water use efficiency.

3 INTRODUÇÃO

A utilização da irrigação na cafeicultura redesenhou a distribuição geográfica do cultivo do café no Brasil, incorporando áreas antes não recomendadas para o plantio de café e transformando-as em novos polos de desenvolvimento da cultura e das regiões. Dentro deste contexto, o Oeste Baiano, destaca-se pela implantação de um parque cafeeiro totalmente irrigado, com especial destaque para o uso da irrigação por pivôs centrais de aplicação localizada.

Mesmo em áreas tradicionais de cafeicultura, a irrigação é justificada pelo fato destas sofrerem na maioria das vezes o efeito de estiagens prolongadas nos períodos críticos de demanda de água pelo cafeeiro, como observaram Soares et al. (2005) para Viçosa-MG, Silva et al. (2005) e Lima et al. (2010) para Lavras-MG. Em condições de cerrado a irrigação pode dobrar a produtividade dos cafeeiros, independente do método de irrigação empregado, como observaram Bonomo et al. (2008).

Diante da crescente escassez de água que se verifica em várias regiões do país, é importante que se leve em consideração a eficiência com a qual as plantas utilizarão esse recurso, quando na escolha da quantidade de água a ser aplicada ou na forma de manejo adotada.

A eficiência no uso da água é um índice bastante utilizado para a avaliação do uso da água pelas culturas. Normalmente é determinada pela relação entre a produtividade (kg ha⁻¹) e a quantidade de água utilizada pela planta (mm). Segundo Srinivas et al. (1989), dentre os meios e técnicas adotadas para aumentar o índice de eficiência no uso da água em agricultura irrigada, o emprego da irrigação localizada com o fornecimento de água com alta frequência e em baixo volume, tem-se mostrado adequado na elevação desse índice. Para o cafeeiro são escassas as informações acerca desse assunto, porém, são muitos os trabalhos avaliando essa característica em frutas e hortaliças (CARVALHO, 2008).

O manejo adequado e estratégico da água pode ser feito utilizando-se o índice de eficiência de uso da água para o planejamento e a tomada de decisão da irrigação, aumentando-se a produtividade da cultura (KARATAS et al., 2009). O uso de informações de

produtividade e eficiência do uso da água são importantes para a análise econômica do sistema produtivo, além de auxiliar na economia do uso da água (SANDRI et al., 2007).

Scalco et al. (2004), trabalhando em Lavras, MG, com cinco critérios para o estabelecimento do início das irrigações, sendo quatro critérios baseados na tensão de água no solo (20, 60, 100 e 140 kPa) e um fundamentado no balanço hídrico, utilizando o Sistema de Suporte à Decisão Agrícola (Sisda), precursor do *software* Irriplus, observaram as maiores produtividades nos tratamentos em que as irrigações eram recomendadas pelo Sisda e com tensão de água no solo correspondente a 20 kPa.

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 disto é a redução no crescimento que significa menor produção de nós disponíveis para a formação de flores, acarretando, conseqüentemente, queda na produção de frutos. Também é de grande importância a relação entre o número de folhas e o número de gemas reprodutivas, pois uma desfolha acentuada pode afetar a produtividade do ano seguinte.

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 tem como objetivo estudar os efeitos da irrigação por pivô central equipado com emissores LEPA sobre a produção, a maturação dos frutos e eficiência no uso da água pela cultura do cafeeiro na região Oeste da Bahia.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi instalado um experimento, em cafeeiros adultos, variedade Catuaí Vermelho IAC 144, irrigados por pivô central equipados com emissores LEPA, em novembro de 2004 na Fazenda Café do Rio Branco no município de Barreiras-BA latitude 11°48'01'' S, longitude 45°35'50''W e altitude 735 m.

As análises texturais do solo onde foi instalado o experimento estão apresentadas na Tabela 1. Na Tabela 2 estão os valores de retenção de água do solo para as diversas tensões. Considerou-se a umidade do solo correspondente à tensão de 5 e 1540 kPa como a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, respectivamente.

O experimento foi implantado em cafeeiros adultos com data de plantio em dezembro de 2000, utilizando-se espaçamento 3,60 x 0,5 m (5555 plantas ha⁻¹).

As parcelas experimentais foram compostas de 10 m (20 plantas) sendo as 10 plantas centrais úteis. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com 3 repetições.

Tabela 1. Composição granulométrica, classificação textural e massa específica do solo da área experimental.

Profundidade (cm)	Composição granulométrica (%)			Densidade do solo (g/cm ³)	Classificação textural
	Areia	Silte	Argila		
0-20	64,87	1,73	33,40	1,49	Franco argilo arenoso
20-40	60,20	2,23	37,57	1,50	Argila arenosa
40-60	55,53	2,90	41,57	1,45	Argila arenosa

Tabela 2. Valores de retenção de água do solo (% umidade em peso) para distintos níveis de tensão de água no solo.

Camadas (cm)	Tensão (kPa)									
	0,1	1	2	5	10	20	33	50	70	1540
0-20	31,52	27,30	24,47	18,28	16,08	14,90	14,41	13,64	12,94	12,09
20-40	29,35	25,47	24,11	17,76	15,40	14,05	13,43	12,70	12,14	11,42
40-60	32,55	27,68	26,56	20,51	17,39	15,44	14,73	13,67	12,99	12,02

Com auxílio do *software* Irriplus determinou-se a demanda hídrica do cafeeiro, utilizando-se coeficientes de ajuste sobre a evapotranspiração de referência (ET_o). 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_c) 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.

$$ET_c = ET_o \times K_c \times K_s \times K_l \quad (1)$$

Onde: ET_c= evapotranspiração da cultura (mm d⁻¹), ET_o=evapotranspiração de referência (mm d⁻¹), K_c= coeficiente de cultura, K_s= coeficiente de estresse hídrico, K_l= coeficiente de localização.

O método de estimativa da ET_o utilizado pelo Irriplus, de acordo com os elementos meteorológicos disponíveis (radiação solar, temperatura média, velocidade do vento, 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, localizada na própria propriedade.

O valor do coeficiente de estresse hídrico (K_s) foi calculado utilizando-se o modelo logarítmico proposto por Bernardo et al. (2006), empregando a equação 2.

$$K_s = \frac{\ln(LAA + 1)}{\ln(CTA + 1)} \quad (2)$$

Onde: K_s = coeficiente de estresse hídrico, LAA = lâmina atual de água no solo (mm); CTA = capacidade total de água no solo (mm).

O valor do coeficiente de localização de irrigação (K_l) foi calculado em função da porcentagem de área molhada ou sombreada, utilizando-se o modelo proposto por Keller & Bliesner (1990), conforme a equação abaixo.

$$K = 0,1\sqrt{P} \quad (3)$$

Onde: K_l = coeficiente de localização de irrigação, P = porcentagem de área sombreada, %.

Foram utilizados valores do coeficiente de cultura (K_c), porcentagem de área sombreada (P) e profundidade efetiva do sistema radicular de 1,0, 50% e 0,60 m, respectivamente. A porcentagem de área sombreada foi determinada no campo, onde observou-se valor superior à porcentagem de área molhada.

Os tratamentos utilizados são apresentados na Tabela 3, sendo o manejo da irrigação realizado pelo *software* Irriplus baseando-se no Tratamento 3.

Tabela 3. Porcentagem das lâminas de irrigação, determinadas pelo *software* Irriplus, e as lâminas aplicadas, percentímetro em 100%, por volta do pivô central por tratamento.

Tratamento	% da lâmina de irrigação	Lâmina, em mm/volta, a 100% no percentímetro	Lâmina média (mm ano ⁻¹)	Lâmina total (mm)
1	70	2,58	480	1280
2	85	3,13	583	1554
3	100	3,68	686	1829
4	125	4,60	857	2286
5	150	5,52	1029	2743

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

As colheitas foram realizadas manualmente. Após cada colheita, foi determinado o volume da produção de cada parcela, e retirada uma amostra de 5 L para a determinação do rendimento e para a determinação do estágio de maturação dos frutos colhidos. Após o beneficiamento, 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). Também foram comparadas as porcentagens médias de frutos nos estádios verde, passa e cereja de cada tratamento. Também foi analisada a eficiência no uso da água pela cultura do cafeeiro calculado como mostrado a seguir. Ambas as análises foram realizadas para as safras 2005, 2006, 2007 e a média das três safras.

A eficiência do uso da água (EUA) no final do ciclo fenológico foi definida pela relação entre a produção média (P) e a quantidade de água aplicada média (L), expressa em kg mm⁻¹. A expressão seguinte foi utilizada no cálculo do EUA:

$$EUA = \frac{P}{L} \quad \text{eq. 4}$$

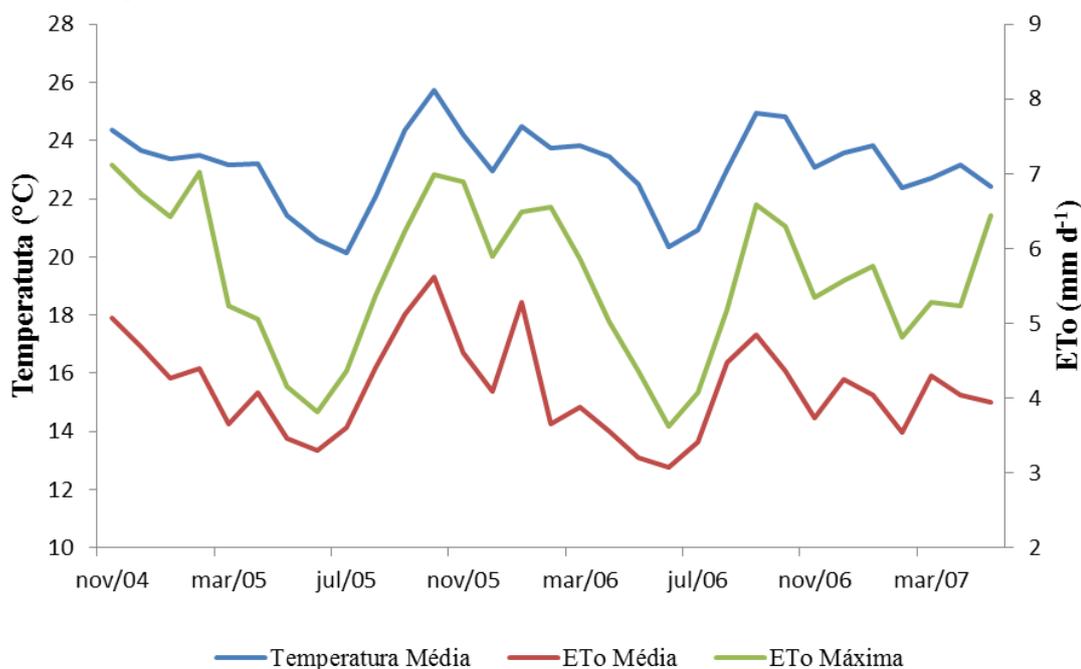
Onde: EUA = Eficiência do uso da água (kg mm^{-1}), P = Produção (kg), L = Lâmina aplicada (mm).

As produtividades, a EUA , as variáveis de desenvolvimento (altura de planta e os diâmetros de copa e de caule) e os estádios de maturação dos frutos do cafeeiro (verde, passa e cereja) foram submetidos à análise de variância e elaborados regressões, em que os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t de 1 a 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no fenômeno biológico. Para execução das análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico “SAEG 9.0”, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 observa-se a evapotranspiração de referência (média e máxima mensal) e a temperatura média mensal, entre os meses de novembro de 2004 e maio de 2007. Nesse período o valor acumulado da ET_o foi de 3892 mm (média de $4,16 \text{ mm d}^{-1}$ e $1506,9 \text{ mm a}^{-1}$), sendo o mês de outubro de 2005 apresentando o maior valor de ET_o média de $5,62 \text{ mm d}^{-1}$. A temperatura média do período em estudo foi de $23,1 \text{ }^\circ\text{C}$, sendo a maior média mensal também obtida ($25,7 \text{ }^\circ\text{C}$) em outubro de 2005.

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



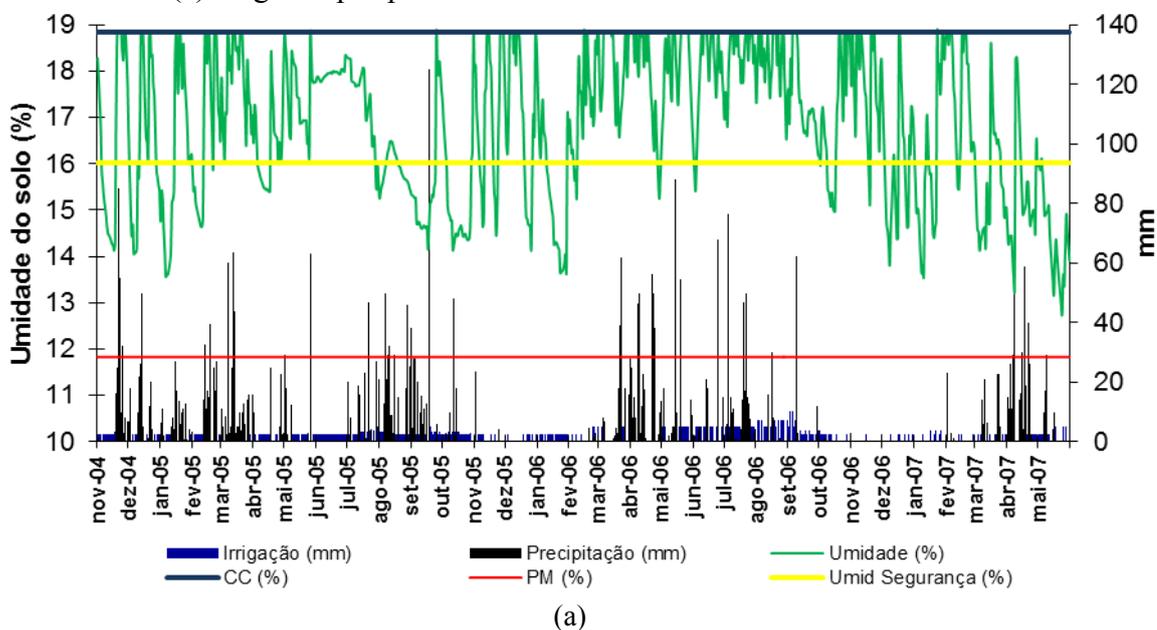
Na Figura 2 observam-se, ao longo do período analisado (novembro/2004 a maio/2007), o comportamento da umidade do solo simulada pelo Irriplus, as lâminas de

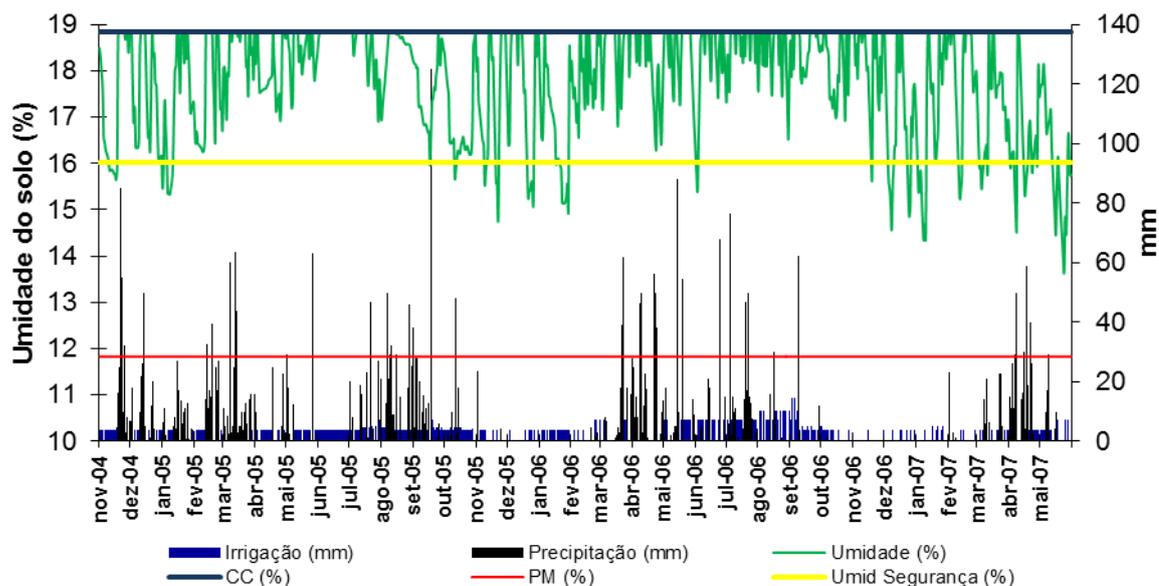
irrigação aplicadas e as precipitações para os tratamentos 70% (a), 100% (b) e 150% (c) irrigados por pivô central. As lâminas totais de irrigação aplicadas, no experimento, durante o período foram de: 1.280, 1.554, 1.829, 2.286 e 2.743 mm para os tratamentos 70, 85, 100, 125 e 150%, respectivamente.

As lâminas de irrigação, média de três safras, correspondentes aos tratamentos 100% foi de 686 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} , obtendo uma produtividade média de $46,2 \text{ sc ha}^{-1}$. Já Soares et al. (2006) trabalhando em Patrocínio-MG em cafeeiros adultos da variedade Rubi irrigados por gotejamento, cujo manejo da irrigação foi realizado com auxílio do *software* Irriga-Gesai (versão antiga do Irriplus), aplicou uma lâmina de irrigação média de 390 mm ano^{-1} , nas safras 2002-2003 e 2003-2004, obtendo uma produtividade média de $52,4 \text{ sc ha}^{-1}$. Vale ressaltar que o autor utilizou a técnica de déficit hídrico buscando a otimização da florada, o que pode ter contribuído ainda mais com a diferença de aproximadamente 50% nas lâminas aplicadas nos dois experimentos, uma vez que a demanda hídrica em Patrocínio corresponde a aproximadamente 80% da demanda de Barreiras, conforme apresentado por Mantovani et al. (2003).

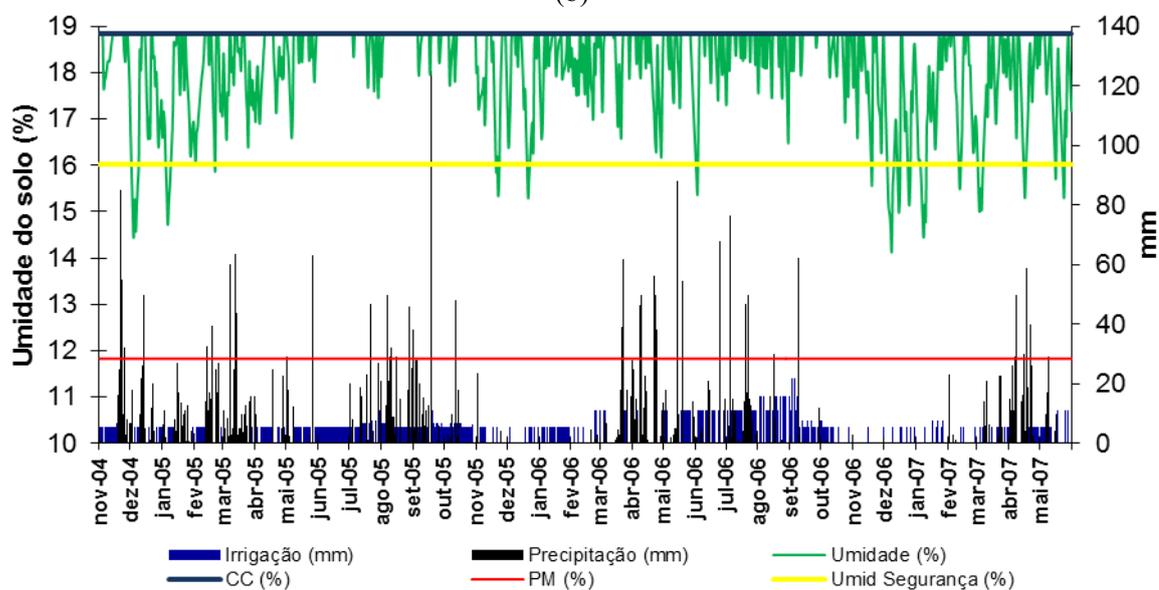
A precipitação acumulada neste período foi de 3.058 mm. Embora a região apresente uma precipitação média elevada, a concentração das chuvas nos meses que vão de outubro-novembro a março-abril, podendo chegar até maio, juntamente com os solos arenosos, inviabilizam a adoção de plantios do cafeeiro em sequeiro.

Figura 2. Umidade do solo (gravimétrica) simulada pelo *software* Irriplus, lâminas de irrigação aplicadas e precipitações pluviiais para os tratamentos 70% (a), 100% (b) e 150% (c) irrigados por pivô central.





(b)



(c)

Observa-se na Figura 2 que os períodos que a umidade do solo permanece abaixo da umidade de segurança do solo (umidade referente ao fator de disponibilidade de água do solo) ocorrem principalmente nos períodos de chuva, devido principalmente à dificuldade de manejo da irrigação nesse período, onde sempre se procura usar a maior porcentagem de precipitação efetiva possível. Na Figura 2a a umidade do solo permaneceu mais distante da umidade correspondente à capacidade de campo que a umidade do solo na Figura 2b e 2c o que pode ter proporcionado menores produtividades nos tratamentos correspondes às lâminas de 70 e 85% da recomendada pelo Irriplus.

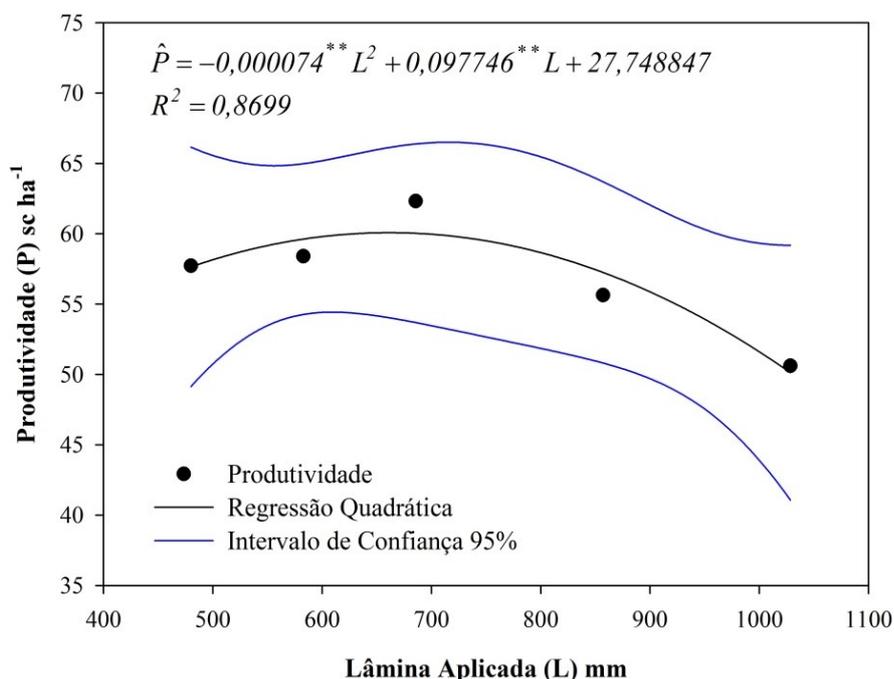
Os dados de produtividade em função das diferentes lâminas de irrigação ajustaram-se em polinômio de segundo grau para média das três safras. O ajuste satisfatório ($R^2 = 0,8699$) confirma a hipótese de que as diferentes lâminas de irrigação influenciaram a produtividade do cafeeiro nas médias das três safras estudadas.

Observam-se na Tabela 4 as produtividades, em sacas por hectare, das safras 2005, 2006 e 2007 e a média das três safras para os diferentes tratamentos irrigados por pivô central. Foi observado diferença estatística entre os distintos tratamentos apenas na safra 2006, com destaque para os tratamentos 3 e 4 que apresentaram as maiores produtividades. Na safra 2007, embora se observe uma superioridade de produção chegando até 24,2 sc ha⁻¹, entre os tratamentos 2 e 4, não obteve diferenças estatísticas entre os tratamentos, possivelmente em função do coeficiente de variação de 31,7%. A produtividade média das três safras do experimento foi de 51,2 sc ha⁻¹, condizente com média da região que é da ordem de 57 sc ha⁻¹ (AIBA, 2007). Na Figura 3 observam-se as produtividades médias das três safras do cafeeiro, em sc ha⁻¹, nos diferentes tratamentos.

Tabela 4. Produtividade, em sacas por hectare, do cafeeiro irrigado por pivô central submetido a diferentes lâminas de irrigação determinadas pelo *software* Irriplus.

% da Lamina de Irrigação	Produtividade (sc ha ⁻¹)				
	2005	2006	2007	Média	Total
70 (T1)	50,3	48,4	49,6	49,4	148,3
85 (T2)	45,8	48,9	60,7	51,8	155,5
100 (T3)	46,4	70,5	57,6	58,2	174,5
125 (T4)	33,4	82,0	36,5	50,7	152,0
150 (T5)	38,6	58,7	39,7	45,7	137,0

Figura 3. Produtividade média do cafeeiro para as safras de 2005, 2006 e 2007, submetidos a diferentes lâminas de irrigação por pivô central.



**Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste “t”.

As produtividades máximas estimadas para os experimentos irrigados por pivô central para a média das três safras foi de 60 sc ha⁻¹. Essas produtividades máximas estimadas foram obtidas com a lâmina de 661 mm ano⁻¹ correspondente a 96% da lâmina de irrigação

determinada pelo *Irriplus*. Já Silva et al. (2006a) e (2006b), em lavouras irrigadas por gotejamento em Varre-Sai-RJ, encontraram as produtividades máximas estimadas de 75 e 73 sc ha⁻¹ para as variedades Catuaí e Catucaí, respectivamente, sendo as produtividades máximas estimadas obtidas com as lâminas de irrigação correspondentes à 95 e 90% da ETo, respectivamente.

No que tange às análises de desenvolvimento do cafeeiro (diâmetro da copa, altura e diâmetro de caule), não observou-se efeito significativo da lâmina de irrigação ($p < 0,05$) nas variáveis estudadas na única avaliação realizada (10/12/2005). Os valores encontrados foram de: 214,6; 280,4 e 5,50 cm, respectivamente, para o diâmetro médio da copa, altura média do caule e diâmetro médio do caule.

Esses resultados contrapõe aos obtidos por Rotondano et al. (2005) que observaram efeito significativo da lâmina de irrigação sobre as variáveis diâmetro da copa e caule do cafeeiro. Já Soares et al. (2006) observou efeito significativo sobre a altura de planta e diâmetro de copa, entretanto não verificou diferença estatística entre os tratamentos para o diâmetro de caule.

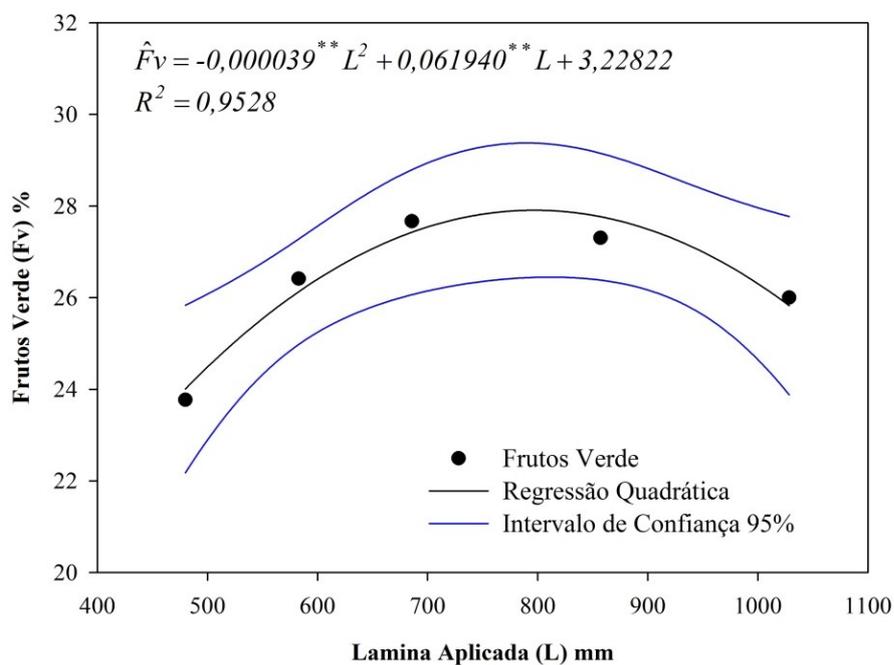
Observam-se na Tabela 5 os estádios de maturação dos frutos, safras 2005, 2006 e 2007 e média das três safras, no momento da colheita dos cafeeiros submetidos a diferentes lâminas de irrigação.

Tabela 5. Estádio de maturação dos frutos na colheita dos cafeeiros irrigados por pivô central equipado com emissores LEPA submetidos a diferentes lâminas de irrigação, determinadas pelo *software* Irriplus.

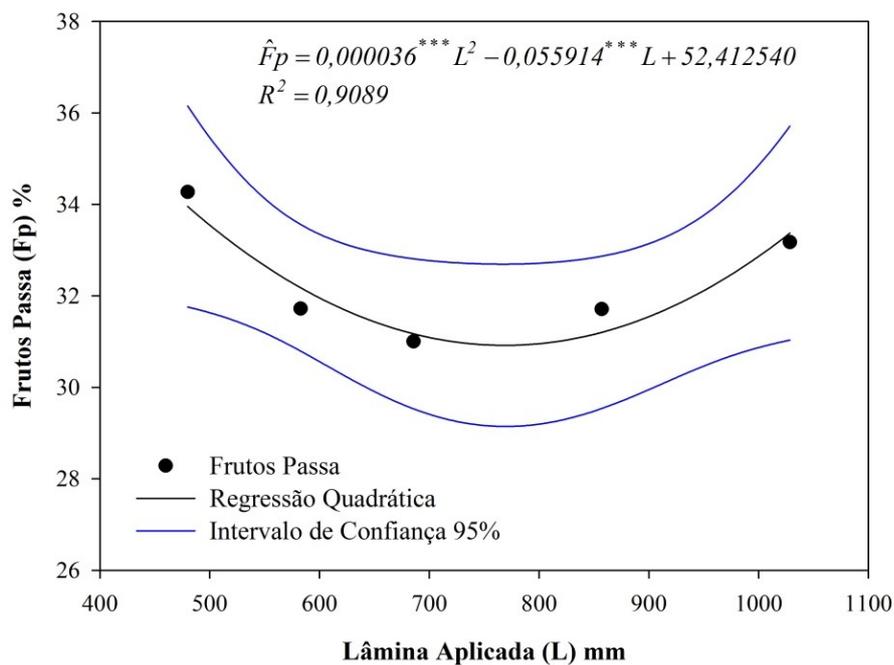
% da Lamina de Irrigação (Irriplus)	% de frutos colhidos											
	Verde				Passa				Cereja			
	2005	2006	2007	Media	2005	2006	2007	Media	2005	2006	2007	Media
70	24,6	26,7	29,8	27	51,7	23,2	17,7	30,9	23,6	50,2	52,5	42,1
85	13,6	33,2	21,3	22,7	65,6	21	19,8	35,5	20,9	45,8	58,8	41,8
100	22,2	29,4	25,5	25,7	52	24,2	18,8	31,7	25,7	46,4	55,7	42,6
125	21	25,9	32,8	26,6	53,5	27,7	15,7	32,3	25,5	46,4	51,5	41,1
150	24,7	36	28	29,6	49,4	19,9	24,8	31,4	25,9	44,1	47,2	39,1
Média	21,2	30,2	27,5	26,3	54,4	23,2	19,4	32,4	24,3	46,6	53,1	41,3

Houve diferenças estatísticas para cada estágio de maturação entre os diferentes tratamentos para a média das três safras estudadas, nos cafeeiros irrigados por pivô central. Nas Figuras 4 observam-se os estádios de desenvolvimento dos frutos médio das três safras do cafeeiro, em porcentagem, nos diferentes tratamentos.

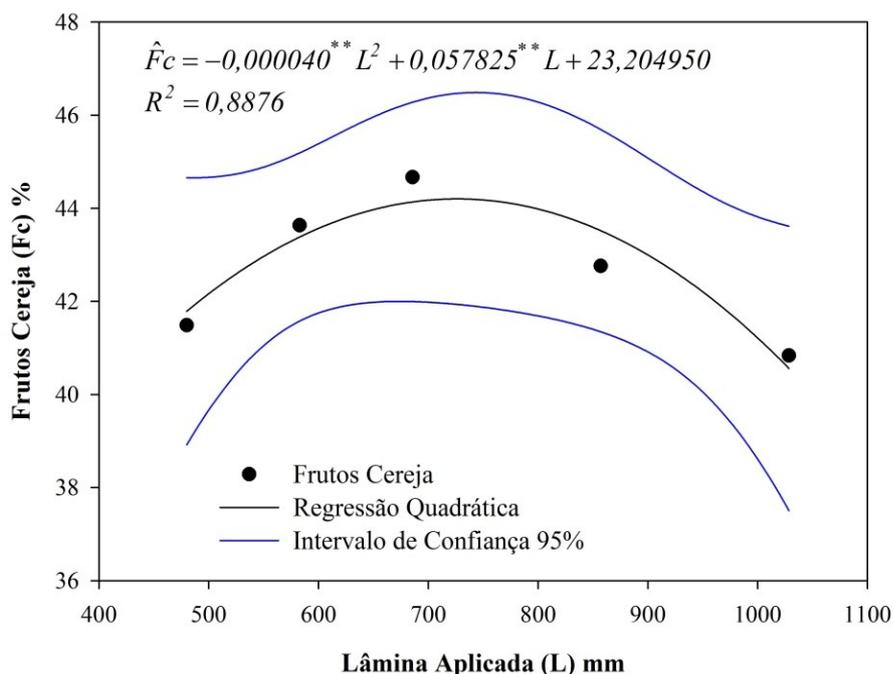
Figura 4. Estádio de maturação médio dos frutos de cafeeiro, submetidos a diferentes lâminas de irrigação por pivô central. (a) % frutos verde, (b) % frutos passa e (c) % frutos cereja.



(a)



(b)



(c)

***Significativo ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste “t”, **Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste “t”.

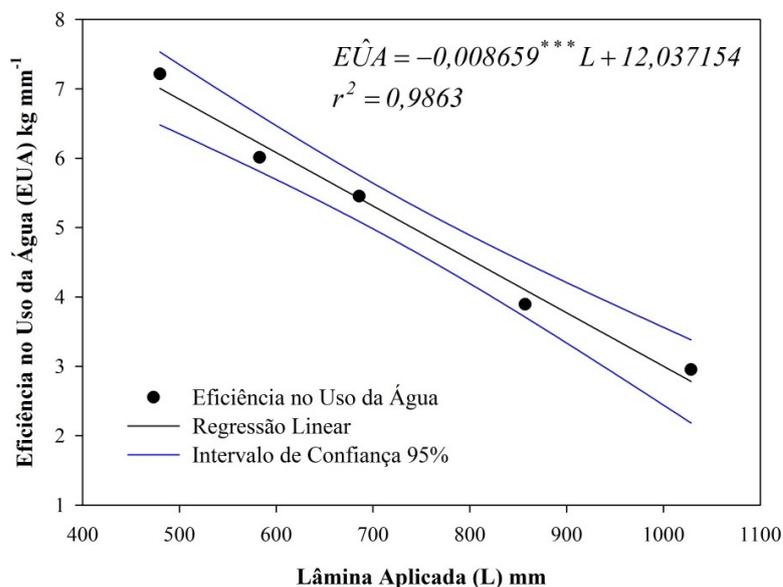
A máxima porcentagem de frutos cereja (44,1%) foi obtido com a lâmina de 723 mm ano⁻¹ (105%), a máxima porcentagem de frutos verdes (27,8%) foi com a lâmina de 794 mm ano⁻¹ (116%) e a menor porcentagem de frutos passa (30,7%) foi obtido com a lâmina 777 mm ano⁻¹ (113%).

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 verdes e cereja e redução de frutos passa, mas isso ocorre ate uma lâmina ótima e a parte desta ocorre a redução da porcentagem de frutos verde e cereja e o aumento de frutos passa. Como o ideal seria obter o máximo de frutos cereja e o mínimo de frutos verde e passa, com a lâmina máxima de obtenção de frutos cereja (723 mm ano⁻¹) e voltando na equação de porcentagem de frutos verde e passa, conseguimos obter a quantidade mínima de verde (27,6%) e passa (30,8%) e o máximo de cereja (44,1%).

Rezende et al. (2006) também observaram um retardamento da maturação dos frutos com o incremento da lâmina de irrigação, ou seja, maior presença de grãos no estágio verde de maturação.

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. Na Figura 5 é apresentada a eficiência no uso da água pela cultura do cafeeiro média de três anos de cultivo.

Figura 5. Eficiência no Uso da Água pela cultura do cafeeiro, submetidos a diferentes lâminas de irrigação por pivô central.



***Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "t".

Verifica-se, na Figura 5, que para a característica eficiência no uso da água (EUA) o tratamento que melhor resultado promoveu é o 70% da lâmina de irrigação, onde se observou que para cada milímetro de água transpirada pelas plantas foram produzidos 7,22 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 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. Esse decréscimo representa as perdas de água que ocorreram, principalmente por percolação profunda, quando se aumentou a quantidade de água aplicada, corroborando com os dados apresentados nos balanços hídricos climatológicos. Além disso, com os dados de UEA, 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 80 % da lâmina de irrigação determinada pelo *software* Irriplus, já que o valor de UEA foi o mais alto.

6 CONCLUSÕES

Com os resultados observados, pode-se concluir que, para as condições experimentais, que 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 96%. A lâmina que proporcionou a máxima porcentagem de frutos cereja foi de 105%. A lâmina que proporcionou a maior eficiência no uso da água foi de 75%.

7 REFERENCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements**. FAO – Irrigation and Drainage. Rome: FAO, 1998. 319 p. (Paper 56).

ASSOCIAÇÃO DOS AGRICULTORES E IRRIGANTES DO OESTE DA BAHIA – AIBA. 7º Anuário da cafeicultura do Cerrado da Bahia. Barreiras, BA, 2007. 110 p.

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

BONOMO, R.; OLIVEIRA, L. F. C. de; SILVEIRA NETO, A. N.; BONOMO, P. Produtividade de cafeeiros arábica irrigados no cerrado goiano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 4, p. 233-240, 2008.

CARVALHO, H. P. **Irrigação, balanço hídrico climatológico e uso eficiente da água na cultura de café**. 2008. 156p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

DOORENBOS, J.; PRUITT, J. O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. p 179. (FAO Irrigation and Drainage, 24).

FERNANDES, A. L. T; SANTINATO, R. LESSI, R. YAMADA. A. SILVA. V. A. Deficiência hídrica e uso de granulados em lavoura cafeeira irrigada por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.376-381, 2000.

KARATAS B. S.; AKKUZU E.; UNAL H. B.; ASIK S.; AVCI M. Using Satellite remote sensing to asses irrigation performance in water user Associations in the Lower Gediz Basin, Turkey. **Agricultural Water Management**, v. 96, p. 982-990, 2009.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990. 649 p.

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

MANTOVANI, E. C.; VICENTE, M. R.; ALVES, M. E. B.; NETO, H. B; Irrigação como fator de qualidade do café. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Boas práticas agrícolas na produção de café**. Viçosa: UFV, 2006. p. 117-165.

MANTOVANI, E. C.; VICENTE, M. R.; MUDRIK, A. S. Irrigação do cafeeiro – em que condições a irrigação é necessária e como irrigá-lo nestas condições? In: ZAMBOLIM, L. **Produção integrada de Café**. Viçosa: UFV, 2003. p. 279-317.

MANTOVANI, E. C.; COSTA, L. C. **Manejo integrado das culturas e dos recursos hídricos**. Workshop internacional sobre manejo integrado das culturas e dos recursos hídricos. Brasília: SRH/MMA – DEA-UFV, 1998. 154 p.

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

ROTONDANO, A. K. F.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. de; SEVERINO, G. M. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação. **Bioscience Journal**, v. 21, n. 1, p. 65-75, 2005.

SANDRI D; MATSURA EE; TESTEZLAF R.. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 17-29, 2007.

SCALCO, M. S.; COLOMBO, A.; GOMES, R. A.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, C. H. M. de; PAIVA, L. C.; FARIA, M. A. de. Produtividade do cafeeiro irrigado sob diferentes critérios com várias densidades de plantio, na Região de Lavras/MG. **Revista Brasileira de Tecnologia Cafeeira – Coffea**, v. 1, n. 3, p. 18-21, 2004.

SILVA, A. M. da; COELHO, G.; SILVA, R. da. Épocas de irrigação e parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro, em quatro safras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p.314-319, 2005.

SILVA, M. G.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; GOMES, M. C. R.; PINTO, J. P. Produtividade do café arábica, cultivar Catuaí, sob diferentes lâminas de irrigação, em 5 safras consecutivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 8, 2006, Araguari. **Anais...** Uberaba: UNIUBE, 2006a. p.70-74.

SILVA, M. G.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; GOMES, M. C. R.; PINTO, J. P. Produtividade do café arábica, cultivar Catuaí, sob diferentes lâminas de irrigação, em 5 safras consecutivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 8, 2006, Araguari. **Anais...** Uberaba: UNIUBE, 2006b. p.75-79.

SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C.; RENA, A. B.; SOARES, A. A. Irrigação e Fisiologia da Floração em Cafeeiros Adultos na Região da Zona da Mata de Minas Gerais. **Acta Scientiarum**, v. 27, n.1, p. 117-125, 2005.

SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A.; RENA, A. B.; COELHO, M. B.; BATISTA, R. O. Avaliação do efeito de diferentes lâminas de irrigação no desenvolvimento do cafeeiro em Patrocínio-MG. **Engenharia na Agricultura**, v. 14, n.2, p. 107-114, 2006.

SRINIVAS, K.; HEGEDE, D.M.; HAVANAGI, G.V. Plant water relations, canopy temperature, yield and water-use efficiency of water melon *Citrullus linatus* (Thamb.) Matsum et Nakai under drip and furrow. **Journal of Horticultural Science**, v. 64, n. 1, p.115-124, 1989.