

EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO

Adilson Rodrigues Soares¹; Everardo Chartuni Mantovani²; Antônio Alves Soares³; Maurício Bernardes Coelho⁴; Alemar Braga Rena⁵; Rafael Oliveira Batista⁶

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da irrigação localizada sobre o crescimento e a produção do cafeeiro, em Patrocínio - MG. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições. Foram aplicados os tratamentos: T1 - não irrigado; T2 - 35% da evapotranspiração da cultura (ET_c); T3 - 50% da ET_c; T4 - 75% da ET_c; T5 - 100% da ET_c; T6 - 125% da ET_c; e T7 - 150% da ET_c. De acordo com os resultados conclui-se que a altura de planta e o diâmetro de copa foram afetados pela variação das lâminas aplicadas. O diâmetro de caule não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. As maiores produtividades foram alcançadas com a aplicação das maiores lâminas, não havendo diferença estatística entre os tratamentos a partir da lâmina de 75% da ET_c.

Palavras-chave: altura de planta, gotejadores, evapotranspiração.

ABSTRACT

Effect of Irrigation Depth Differents on Growth and Production of the Coffee Plant

The objective of this work was to study the effect of the trickle irrigation on the growth and yield of the coffee plant, in Patrocínio - MG. The randomized blocks design was used with seven treatments and four replicates. The treatments were: T1 - no irrigation; T2 - 35% of the crop evapotranspiration (ET_c); T3 - 50% of the ET_c; T4 - 75% of the ET_c; T5 - 100% of the ET_c; T6 - 125% of the ET_c; and T7 - 150% of the ET_c. The results showed that the plant height and the crown diameter were affected by variation in the applied depths. The stem diameter presented no statistical difference between the treatments. The highest productivities were obtained with the application of higher depths and no statistical differences occur among the treatments from the depth of 75% of the ET_c.

Keywords: plant height, drippers, evapotranspiration.

¹ Eng. Agrônomo, DS em Eng. Agrícola, Departamento de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. CEP: 36570-000. E-mail: arsoares@vicosa.ufv.br

² Eng. Agrícola, Prof. Titular, Departamento de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

³ Eng. Agrícola, Prof. Titular, Departamento de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

⁴ Eng. Agrônomo, DS., Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

⁵ Eng. Agrônomo, PhD., Consultor da EMBRAPA/Café

⁶ Eng. Agrícola, DS em Eng. Agrícola, Departamento de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada moderna dispõe de tecnologia apropriada para tornar aptas para a cafeicultura, regiões com períodos extensos de deficiências hídricas, como o Triângulo Mineiro, o Oeste da Bahia e o Cerrado de Goiás. Até mesmo em regiões como Alto Mogiana Paulista, Sul e Zona da Mata de Minas, onde a irrigação não era utilizada, hoje ela já é prática comum entre os cafeicultores, devido à variabilidade climática nessas regiões, o que pode aumentar o risco de perdas na safra (Fernandes et al., 2000).

É importante considerar que a necessidade hídrica do cafeeiro depende de vários aspectos, destacando-se a fase da cultura, o espaçamento, o índice de área foliar, os aspectos nutricionais e fitossanitários, entre outros. Pequenas reduções na disponibilidade de água podem afetar o crescimento, ainda que não se observem 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 podem oferecer subsídios ao técnico e ao cafeicultor, no sentido de possibilitar melhor avaliação da importância da água para o crescimento vegetativo e reprodutivo dessa cultura.

Não é novidade que a produção do cafeeiro ocorre nos ramos desenvolvidos no ano anterior e, neste caso, existe uma relação direta entre o desenvolvimento, a produtividade e o crescimento vegetativo, medido em números de entrenós emitidos. Malavolta (1986) chama a atenção para a importante relação entre o número de folhas e o número de gemas reprodutivas, pois uma desfolha acentuada pode afetar a produtividade do ano seguinte.

Fernandes et al. (1998) e Karasawa (2001) avaliaram o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre o crescimento vegetativo e a produtividade de cafeeiros e

concluíram que variações nas lâminas de irrigação afetam diretamente a produtividade do cafeeiro, por meio da redução do crescimento vegetativo da parte aérea.

Considerando o exposto, o presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da irrigação sobre a produção e o crescimento vegetativo do cafeeiro, nas condições edafoclimáticas de Patrocínio, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), situada no município de Patrocínio, MG, com 18° 56' de latitude S, 46° 59' de longitude W e altitude média de 965 m. O cafeeiro cultivar Rubi foi plantado em 1999, em espaçamento de 3,6 m entre as linhas e 0,65 m entre as plantas. O experimento foi instalado em outubro de 2001, sendo parte do projeto de pesquisa intitulado Análise Técnica e Econômica da Cafeicultura Irrigada em Áreas de Triângulo de Minas Gerais, com financiamento do Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, desenvolvido pelo Grupo de Estudos e Soluções Para Agricultura Irrigada (GESAI/DEA-UFV-FUNARBE).

O solo da área experimental apresenta textura argilosa, típica de cultivo do cafeeiro na região do Triângulo Mineiro. A massa específica do solo possui valores da ordem de 1,06 kg m⁻³, também comum para esses solos. Os valores médios de capacidade de campo (CC) e ponto de murcha (PM) foram de 33,8 e 22,1% (em massa), correspondente às tensões de 10 e 1500 kPa.

No experimento, utilizou-se sistemas de irrigação por gotejamento. A irrigação foi conduzida com turno de rega variável, o que possibilitou a adequação da irrigação às diferentes fases de desenvolvimento vegetativo da cultura, bem como à variação da demanda evapotranspiratória ao longo do ciclo anual da cultura. O manejo da irrigação foi feito por meio do balanço de água no solo, seguindo-se o programa IRRIGA-GESAI.

Para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), utilizou-se o modelo de Penman-Monteith-(FAO), proposto por Allen (1998), sendo necessários para o conhecimento da temperatura média do ar, velocidade do vento, umidade relativa média do ar e radiação solar.

A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi estimada, com o uso da ET_o e das condições de cultivos, segundo a Equação 1.

$$ET_c = ET_o \cdot k_c \cdot k_s \cdot k_l \quad (1)$$

em que: ET_c - evapotranspiração da cultura, em mm dia⁻¹; ET_o - evapotranspiração de referência, em mm dia⁻¹; k_c - coeficiente da cultura, de acordo com idade das plantas, adimensional; k_s - coeficiente de estresse hídrico, em função da variação da umidade do solo (0 a 1), adimensional; e k_l - coeficiente de localização, que depende da porcentagem de área molhada e sombreada.

Segundo Bernardo et al. (2005), o valor de k_s pode ser obtido por meio da seguinte expressão:

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

em que: LAA - lâmina atual de água no solo, em mm; e CTA - capacidade total de água no solo, em mm.

O valor de k_l sugerido por Fereres (1981) foi obtido, empregando-se a seguinte expressão:

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

em que: P - porcentagem de área molhada ou sombreada, em %.

No experimento, foram utilizados valores de coeficiente de cultura (k_c) e porcentagem de

área molhada (P) de 0,90 e 33%, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições. As parcelas experimentais foram compostas de dez plantas consecutivas, das quais avaliaram-se as seis plantas centrais. Os tratamentos utilizados foram: T1 - não irrigado; T2 - 35% da ET_c; T3 - 50% da ET_c; T4 - 75% da ET_c; T5 - 100% da ET_c; T6 - 125% da ET_c e T7 - 150% da ET_c.

Os tratamentos T2, T3 e T4 foram irrigados com uma linha lateral de gotejadores, por linha de plantas, com vazão nominal de 1,6, 2,3 e 3,5 L h⁻¹, respectivamente. Nos tratamentos T5, T6, T7, foram utilizadas duas linhas laterais de gotejadores, por linha de plantas, com vazões compatíveis com os tratamentos. O T5 foi irrigado por duas linhas laterais de gotejadores com vazão nominal de 2,3 L h⁻¹, T6 por duas linhas laterais de gotejadores com vazões nominais de 2,3 e 3,5 L h⁻¹ e T7 por duas linhas laterais de gotejadores com vazões nominais de 3,5 L h⁻¹. O tratamento T5 correspondeu à lâmina de 100% das necessidades da cultura, calculadas pelo IRRIGA-GESAI.

As irrigações foram realizadas duas vezes por semana, nos períodos em que foram necessárias. No tratamento T5, a cultura recebeu um total de 453 e 327 mm, nos anos-safra 2002/2003 e 2003/2004, respectivamente, considerando-se que o ano-safra iniciou-se na fase pré-florada em abril de cada ano.

Periodicamente, foram feitas amostragens de solo, no tratamento T5, às profundidades de 0 a 20, 20-40 e 40-60 cm, para determinação da umidade pelo método-padrão de estufa, para aferição das necessidades de irrigação, calculadas pelo IRRIGA-GESAI. Nessas amostragens, foram coletas três amostras de solo em cada profundidade. Observou-se que os valores estimados não diferiram muito dos medidos, apresentando uma variação máxima de 2,0%. Estes resultados estão de acordo com Antunes (2001) e Soares (2001), que trabalharam com o software SISDA 3 e encontraram variação média da ordem de 1,5 e 2,5%, respectivamente, na umidade do solo.

A implantação do experimento, em outubro de 2001, coincidiu com o início do período chuvoso. Portanto, efetivamente, o manejo da irrigação com aplicação de lâminas variadas iniciou-se a partir de janeiro de 2002. Assim, foram consideradas as avaliações de crescimento vegetativo dos anos-safra 2002/2003 e 2003/2004, sendo estas realizadas nos meses de maio de cada ano.

Para avaliação do crescimento vegetativo, foram avaliados a altura de planta, os diâmetros de copa e de caule. Na avaliação da produtividade, foram colhidas individualmente os frutos das seis plantas centrais, determinando-se o volume de frutos (litros) produzidos por planta. Posteriormente, foi retirada uma subamostra de 10 L de café da roça, por repetição, que foi seca e beneficiada. Em seguida, determinou-se a produtividade em sacas ha⁻¹.

A análise estatística empregada na análise dos atributos do crescimento vegetativo e produtividade foi a técnica de contraste entre as médias dos tratamentos propostos. Foram estabelecidos seis contrastes, relacionando os atributos de produtividade e desenvolvimento vegetativo, conforme descrito a seguir:

C1 = T1 versus (T2 + T3+ T4 + T5+ T6 + T7)

C2 = T2 versus (T3+ T4 + T5 + T6 + T7)

C3 = T3 versus (T4 + T5 + T6 + T7)

C4 = T4 versus (T5 + T6+ T7)

C5 = T5 versus (T6 + T7)

C6 = T6 versus T7

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1, estão apresentadas as curvas de variação da umidade do solo (% em massa) no período de abril de 2002 a abril de 2004, período este que abrange a fase pré-florada do ano-safra 2002/2003 até à fase final do experimento, no ano-safra 2003/2004. Proporcionou-se um período de déficit, programado para ocorrer em junho e julho de 2002 e julho e agosto de 2003, em todos tratamentos, com o corte da irrigação, com o intuito de se provocar uniformidade na floração do cafeeiro. Após a imposição desses déficits, mesmo com a volta das irrigações, observou-se que a umidade do solo dos tratamentos T1, T2 e

T3 estiveram sempre abaixo da umidade mínima recomendada para a cultura, considerando-se o consumo de 40% da água disponível no solo, caracterizando, assim, um período longo de déficit nesses tratamentos.

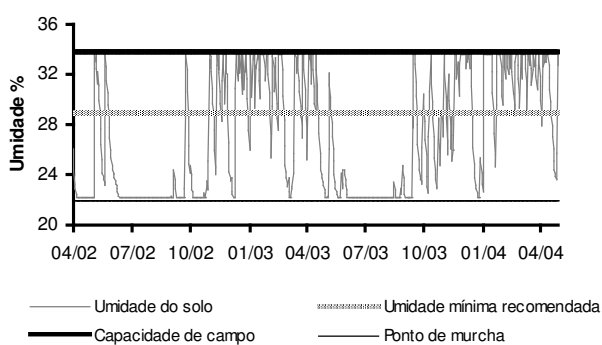
Observa-se, também, que mesmo fora do período de déficit hídrico programado, a umidade do solo nos tratamentos T1, T2 e T3 esteve, em grande parte do tempo, abaixo da umidade mínima recomendada, especialmente no tratamento T1, o que indica deficiência do manejo da irrigação, que refletirá na produtividade e no desenvolvimento da cultura. Na realidade, este fato era esperado, uma vez que a evapotranspiração da cultura foi restringida nesses tratamentos.

No Quadro 1, estão apresentados os valores de altura de planta, diâmetros de copa e caule nos anos-safra 2002/2003 e 2003/2004, para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7.

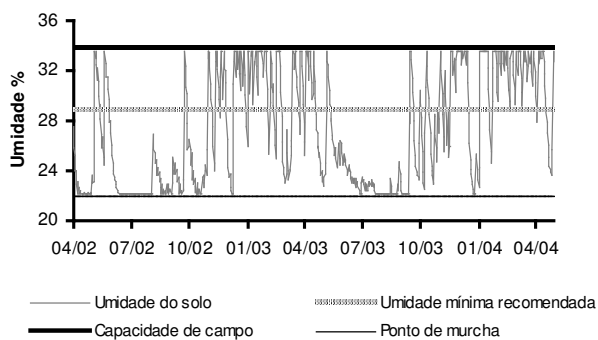
A altura de planta no tratamento T1, não-irrigado, foi inferior à de todos os outros tratamentos, devendo ressaltar que no T2 e T3 as plantas cresceram, em média, 11% a mais que no T1 e que no T4, T5, T6 e T7 as plantas tiveram crescimento médio 20% maior que no T1, para os dois anos em estudo. Nos tratamentos T2 e T3 o crescimento das plantas também foi inferior aos obtidos no T4, T5, T6 e T7, com crescimento médio 9% inferior, para ambos os anos. Resultados semelhantes foram encontrados por Karasawa (2001), que verificou maior a altura das plantas com o aumento na lâmina de irrigação aplicada.

O diâmetro de caule obtido no tratamento T1 foi inferior ao dos tratamentos T2, T3, T4, T5, T6 e T7, com destaque para T5, no qual o diâmetro do caule cresceu, em média, 8% a mais que no T1, no ano-safra 2002/2003.

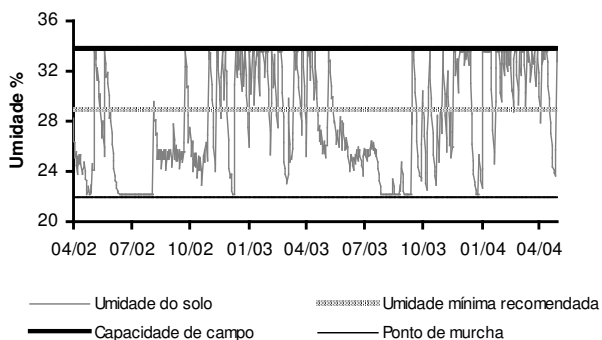
O atributo diâmetro de copa apresentou resultados semelhantes aos de altura de planta no tratamento T1, não-irrigado, com valor inferior ao obtido em todos os outros tratamentos, devendo-se ressaltar que T2 e T3 cresceram, em média, 4% a mais que T1 e que T4, T5, T6 e T7 tiveram crescimento médio 8% maior que T1, para os dois anos. Nos tratamentos T2 e T3, o diâmetro de copa também foi inferior, em comparação com T4, T5, T6 e T7, apresentando-se em média, 4% inferior, para os dois anos em estudo, não havendo diferença entre o diâmetro de copa nos tratamentos T4, T5, T6 e T7.



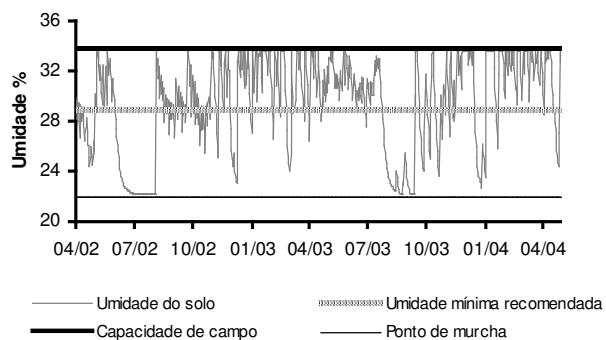
(a)



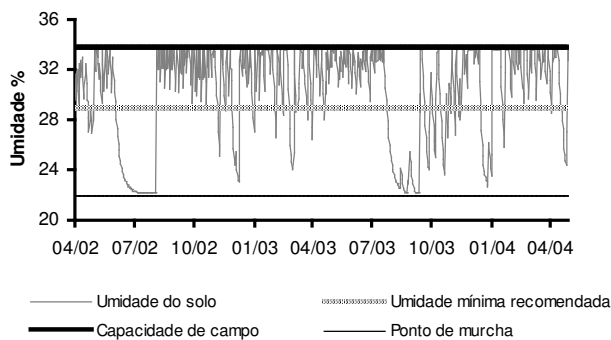
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 1. Curvas de evolução da umidade do solo (% em massa) nos tratamentos T1 (a), T2 (b), T3 (c), T4 (d) e T5, T6 e T7(e)

No Quadro 2, estão apresentados os valores de altura de planta, diâmetros de caule e copa para o cafeeiro e os valores da estatística F, encontrados em função dos contrastes estabelecidos.

Quanto aos atributos altura de plantas e diâmetro de copa, não houve diferença significativa para os tratamentos T4, T5, T6 e T7, nos dois anos. No atributo diâmetro de caule, não foi observada diferença entre os contrastes aplicados, nos dois anos.

No Quadro 3, estão apresentadas as produtividades do cafeeiro, submetido aos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7 nos anos-safra 2002/2003 e 2003/2004.

As produtividades médias, para os dois anos, foram de 20,32, 28,50, 29,43, 46,00, 52,35, 50,00 e 52,12 sacas ha⁻¹, para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7, respectivamente. Os respectivos percentuais das produtividades, em relação à produtividade de T1, foram de 40, 45, 126, 158, 146 e 156%.

Observa-se que as produtividades dos tratamentos T5, T6 e T7 foram praticamente iguais, o que já era esperado, uma vez que o comportamento

da umidade do solo foi similar, nesses tratamentos. O tratamento T5, correspondente ao manejo de irrigação recomendado conforme as exigências da cultura, proporcionou aumento da produtividade de 158%, em relação ao tratamento T1, não-irrigado. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2003), na região de Lavras-MG, onde o cafeeiro (*Coffea arabica.*), cultivar Acaia MG-1474, que recebeu lâminas de irrigação correspondentes a 100, 80, 60, 40 e 0%, da evaporação do tanque Classe A (TCA), obteve produtividade, para a lâmina de 100%, após três anos de produção, superior à de todos os outros tratamentos.

No Quadro 4, estão apresentados os valores de F nos contrastes estabelecidos, no qual estão comparadas as produtividades do cafeeiro, bem como a média destas, dos dois anos-safra em estudo. Observa-se que, para C1, C2 e C3, em que foram comparados o T1, T2 e T3, respectivamente, com os demais, foi observada diferença estatística a 5% de probabilidade. Entretanto, para o C4, C5 e C6, não houve diferença estatística.

Quadro 1. Valores de altura de planta, diâmetros de caule e copa do cafeeiro nos anos-safra 2002/2003 e 2003/2004

Tratamentos	Altura (cm)		Diâmetro de caule (mm)		Diâmetro de copa (cm)	
	Ano					
	2003	2004	2003	2004	2003	2004
T1	133,80	163,40	38,00	53,15	133,40	151,45
T2	149,00	178,00	38,48	55,85	136,05	154,65
T3	155,85	177,50	40,90	55,85	140,10	156,50
T4	165,15	190,45	39,91	56,30	148,70	163,35
T5	167,90	193,60	41,33	55,80	147,90	168,05
T6	164,45	189,45	40,05	57,15	145,00	165,00
T7	162,90	186,05	39,75	56,05	144,80	171,55

Quadro 2. Teste F para os atributos de crescimento vegetativo do cafeeiro entre os contrastes estabelecidos

Contrastes	Altura (cm)		Diâmetro de caule (mm)		Diâmetro de copa (cm)	
	Ano					
	2003	2004	2003	2004	2003	2004
C1 = T1 versus T2 a T7	5,56 **	6,27 **	1,75 ns	0,41 ns	17,40 **	8,90 **
C2 = T2 versus T3 a T7	25,01 **	20,97 **	0,99 ns	0,01 ns	13,49 **	6,59 **
C3 = T3 versus T4 a T7	9,03 **	35,21 **	0,06 ns	0,01 ns	6,40 **	6,64 **
C4 = T4 versus T5 a T7	1,93 ns	2,69 ns	0,02 ns	0,00 ns	1,11 ns	1,33 ns
C5 = T5 versus T6 a T7	1,97 ns	2,74 ns	0,09 ns	0,02 ns	1,14 ns	0,00 ns
C6 = T6 versus T7	0,20 ns	1,96 ns	0,00 ns	0,03 ns	0,00 ns	1,62 ns

** F, significativo, a 5% de probabilidade.

ns F, não-significativo, a 5% de probabilidade.

Quadro 3. Produtividade do cafeeiro submetido aos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7 nos anos-safra 2002/2003 e 2003/2004 e média de duas safras

Tratamentos	2002/2003 (sacas ha ⁻¹)	2003/2004 (sacas ha ⁻¹)	Média (sacas ha ⁻¹)	% T1
T1	20,70	19,94	20,32	
T2	24,48	32,51	28,50	40
T3	26,00	32,87	29,43	45
T4	46,91	45,03	46,00	126
T5	51,33	53,37	52,35	158
T6	46,05	53,90	50,00	146
T7	48,54	54,80	52,12	156

Quadro 4. Valores de F para as comparações de produtividade do cafeeiro para os anos-safra 2002/2003 e 2003/2004 e média das duas safras

Contrastes	2002/2003	2003/2004	Média
C1 = T1 versus T2 a T7	12,28**	16,95 **	57,05 **
C2 = T2 versus T3 a T7	11,90 **	9,42 **	28,59 **
C3 = T3 versus T4 a T7	12,80 **	9,22 **	19,54 **
C4 = T4 versus T5 a T7	3,04 ns	1,51 ns	2,25 ns
C5 = T5 versus T6 a T7	2,47 ns	0,02 ns	0,15 ns
C6 = T6 versus T7	1,04 ns	0,01 ns	0,03 ns

** F, significativo, e ns F, não-significativo, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

- A altura de planta e o diâmetro de copa foram afetados pela variação das lâminas aplicadas, enquanto o diâmetro de caule não;
- As maiores produtividades foram obtidas com a aplicação das maiores lâminas de irrigação, não havendo diferença estatística entre os tratamentos, a partir da lâmina de 75% da ETc.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. In: FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations. Rome, 1998. 308p.

ANTUNES, R.C.B. **Determinação da evapotranspiração e influência da irrigação e da fertirrigação em componentes vegetativos, reprodutivos e nutricionais do café Arábica**. Viçosa: UFV, 165p. 2001. (Dissertação de Mestrado).

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de Irrigação**. 7.ed. Viçosa: Editora UFV, 2005. 611p.

FERERES, E. **Papel de la fisiología vegetal en la microirrigación. Recomendaciones para el manejo mejorado**. Ponencia en IV Seminario Latinoamericano de Microirrigación. Barquisimeto, Venezuela, 1981. 23 p.

FERNANDES, A.L.T. SANTINATO, R. SANTO, J.E. AMARAL, R. Comportamento vegetativo-reprodutivo do cafeeiro catuaí cultivado no Oeste Baiano sob irrigação por pivô central. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 1, 1998, Araguari. **Resumos...** Uberlândia: UFU/DEAGO, 1998. p.40-44.

FERNANDES, A.L.T.; DRUMOND, L.C.D. Irrigação de café através do sistema de aspersão em malha. **Revista ITEM**, Brasília, n.48, p. 58-60, 2000.

KARASAWA, S. **Crescimento e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv topázio MG-1190) sob diferentes manejos de irrigação localizada**. Viçosa: UFV, 2001, 72p. (Dissertação de Mestrado)

MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1986. p.136-274.

SILVA, A.L. da; FARIA, M.A. de; REIS, R.P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.37-44, 2003.

SOARES, A.R. **Irrigação, fertirrigação, fisiologia e produção em cafeeiros adultos na região da Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 2001. 90p. (Dissertação de Mestrado)