

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO E COEFICIENTES DE CULTURA PARA CAFEIEIRO EM ESTÁGIO INICIAL EM UBERABA<sup>1</sup>

Aline Regina Maximiano<sup>2</sup>, Márcio José de Santana<sup>3</sup>, Haroldo Silva Vallone<sup>4</sup>, Priscila de Freitas Domingues<sup>5</sup>, André L. Teixeira Fernandes<sup>6</sup>, Nayara Borges Oliveira<sup>7</sup>, Ariel José da Silva Júnior<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Parte de projeto financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do café- EMBRAPA Café

<sup>2</sup> Estudante Agronomia, IFTM Campus Uberaba, bolsista PET Agronomia; aline.maximiano@hotmail.com;

<sup>3</sup>Prof. Dr. Irrigação e Drenagem, IFTM Campus Uberaba, marciosantana@iftm.edu.br

<sup>4</sup>Prof. Dr. Fitotecnia, IFTM Campus Uberaba, haroldo@iftm.edu.br

<sup>5</sup>Estudante Agronomia, IFTM Campus Uberaba, bolsista EMBRAPA Café

<sup>6</sup>Prof. Dr. Engenharia Agrícola, UNIUBE, Uberaba, MG.

<sup>7</sup>Estudante Agronomia, IFTM Campus Uberaba, bolsista PIBIT

<sup>8</sup>Estudante Agronomia, IFTM Campus Uberaba, bolsista FAPEMIG

**Resumo:** Um dos métodos de manejo da irrigação mais utilizado é o tanque classe A, necessitando dos valores de coeficiente de cultura para cálculo da evapotranspiração da cultura. Valores do coeficiente de cultura devem ser obtidos regionalmente. O objetivo do atual trabalho é determinar valores do coeficiente de cultura do cafeeiro irrigado na região de Uberaba, MG. Os dados de balanço de água no solo estão sendo obtidos em uma área experimental com diferentes cultivares (competição de cultivares), em duas parcelas das cultivares Catiguá MG 3, Catuaí vermelho 144 e Japi Amarelo. Resultados parciais mostram uma lâmina média aplicada de 3,65 mm nos primeiros 285 dias após transplante e uma precipitação total de 942 mm neste período, as tensões a 30 cm esteve mais elevada que as tensões a 10 cm e que a ETo média ao longo do período foi de 3,73 mm. Os valores de coeficiente de cultura para as cultivares estudadas encontrados até o momento foram entre 0,9 e 1,29.

**Palavras-chave:** cafeeiro irrigado, manejo da irrigação, gotejamento.

## EVAPOTRANSPIRATION AND COEFFICIENTS FOR COFFEE CULTURE IN EARLY STAGE UBERABA <sup>1</sup>

**Abstract:** One method of irrigation is the most widely used class A pan, requiring values of crop coefficient for calculation of crop evapotranspiration. Coefficient of culture should be obtained regionally. The aim of the present study is to determine the coefficient of the coffee crop in the irrigated region of Uberaba, MG. Data on soil water balance are being obtained in an experimental area with different cultivars (cultivar competition) in two tranches of three cultivars catigua MG, Catuaí Red 144 and Yellow Japi. Partial results show an average water depth of 3.65 mm used in the first 285 days after transplanting and a total rainfall of 942 mm during this period, tensions at 30 cm was higher than the tension at 10 cm and the average over ETo the period was 3.73 mm. The crop coefficient values for the cultivars studied so far were found between 0.9 and 1.29.

**Key words:** coffee plants irrigated, irrigation, drip.

## INTRODUÇÃO

A determinação da demanda hídrica do cafeeiro (evapotranspiração da cultura) assim como os coeficientes utilizados no manejo da irrigação, tem sido o grande desafio dos pesquisadores os quais procuram caracterizá-los regionalmente, buscando a condição ideal de suprimento hídrico da cultura e a preservação dos mananciais de captação (Bernardo, 1996). Os estádios de crescimento das plantas possuem diferentes necessidades de água. Um procedimento para se quantificar essas necessidades é a determinação da evapotranspiração de referência (ETo). Por intermédio de um coeficiente apropriado, denominado coeficiente de cultura (Kc). Para a estimativa da ETo, o método do tanque Classe A é amplamente utilizado (Sediyama et al., 1998).

O coeficiente de cultura (Kc), proposto por Van Wijk e Vries, é adimensional e representa a razão entre a evapotranspiração da cultura, ETc e a evapotranspiração de referência, ETo (Sediyama et al., 1998). A distribuição temporal do Kc para cada cultura irrigada constitui as curvas de cultura que são corretamente obtidas de forma experimental e representam o efeito integrado da mudança na área da folha, da altura da planta, do grau de cobertura e da resistência do dossel da planta sobre a ETc (Oliveira, 2003). Assim o objetivo do atual trabalho é determinar os coeficientes de cultura (Kc) de diferentes cultivares de cafeeiro irrigado na região de Uberaba, MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo se localiza no município de Uberaba (MG), nas dependências do IFTM - *campus* Uberaba. Sua posição geográfica é delimitada pelas coordenadas 47° 58' de latitude sul e de 19° 35' de longitude leste, com altitude média de 800 m acima do nível do mar. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo mesotérmico com inverno seco (Aw), com precipitação média anual de 1.400 mm, com chuvas concentradas no período de novembro a fevereiro, conforme INEMET-EPAMIG. O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférico. As cultivares plantadas foram Japi Amarelo, Catiguá MG 3 e Catuai Vermelho 144, em espaçamento de 3,4 m x 0,75 m irrigadas por gotejamento (4,8 l h<sup>-1</sup>). O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférico. Em turno de rega de dois dias são realizadas leituras em hastes tensiométricas (0,10 e 0,30 m) elevando-se o solo à capacidade de campo. Tratos culturais estão sendo realizados conforme recomendações de Mendes & Guimarães, 1998. As adubações seguem recomendações de Guimarães et al. (1999).

A evapotranspiração da cultura foi obtida promovendo-se o balanço hídrico do solo de acordo com a Equação 1.

$$\Delta h = P + I \pm Q - ETc - E \quad (1)$$

em que:  $\Delta h$  = variação do armazenamento (mm); P = lâmina precipitada (mm); I = irrigação (mm); Q = lâmina que entra ou sai do contorno inferior (mm); ETc = evapotranspiração (mm) e E = deflúvio superficial (mm).

A variação do armazenamento está sendo calculada com base na Equação 2, considerando-se a profundidade igual a 0,4 m.

$$\Delta h = (\theta_2 - \theta_1).z \quad (2)$$

em que:  $\Delta h$  = variação de armazenamento no intervalo de tempo considerado (mm);  $\theta_2$  = umidade média no tempo final (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);  $\theta_1$  = umidade média no tempo inicial (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>) e z = profundidade considerada para o balanço (400 mm).

Os dados de precipitação estão sendo obtidos por meio de um pluviômetro de 220 mm de diâmetro. A irrigação foi obtida com valores das lâminas irrigadas.

O movimento de água no contorno inferior (Q) foi determinado pela Equação de Darcy-Buckingham (3):

$$q = -K(\theta) \frac{d\psi}{dx} \quad (3)$$

em que: q = densidade de fluxo da água no solo (mm h<sup>-1</sup>); K( $\theta$ ) = condutividade hidráulica do solo (mm h<sup>-1</sup>);  $\frac{d\psi}{dx}$  = gradiente de potencial total (mm mm<sup>-1</sup>).

Para o cálculo do deflúvio superficial (E), são confrontadas as lâminas precipitadas com a lâmina infiltrada potencial, fornecida pela equação de infiltração acumulada do solo, a qual foi estimada com dados obtidos pelo método do infiltrômetro de anel, com base no modelo do tipo potencial (Equação 4).

$$I = aT^n \quad (4)$$

em que: I = infiltração acumulada (L); a = parâmetro do solo, dependente da condição inicial de umidade (L T<sup>n</sup>); T = tempo de infiltração (T); n = parâmetro característico do solo, adimensional e constante, cujo valor pode situar-se entre 0 e 1.

Assim, o valor de ETc foi obtido após encontrar diariamente os valores de variação do armazenamento, precipitação, irrigação, lâmina que sai e entra no contorno inferior e deflúvio superficial (conforme equação 1).

A evapotranspiração de referência foi determinada pelo método do tanque Classe A (Equação 5).

$$ET_o = K_t \cdot EV \quad (5)$$

em que: K<sub>t</sub> = coeficiente do tanque (conforme Doorenbos & Kassam, 1994); EV = evaporação do tanque classe A (mm dia<sup>-1</sup>).

O coeficiente de cultura  $K_c$  está sendo determinado conforme Equação 6.

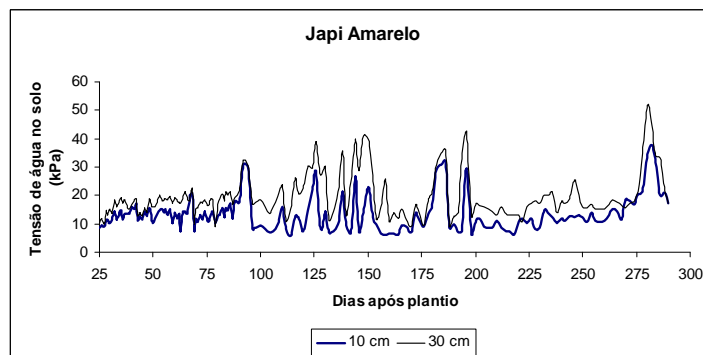
$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (6)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

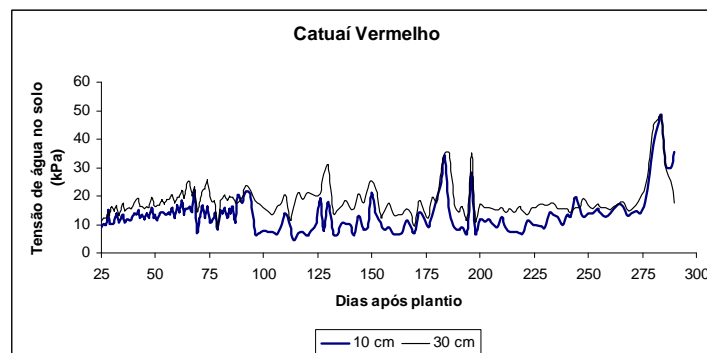
A infiltração de água acumulada no solo em função do tempo, obtida para as condições experimentais descritas anteriormente, pode ser representada pela equação 7:

$$I = 2,63T^{0,53} \quad (7)$$

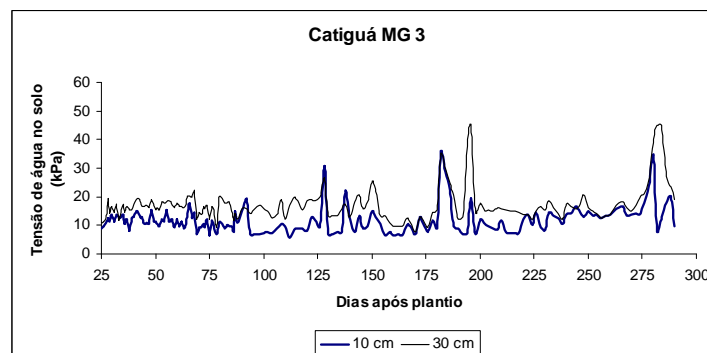
**Figura 1.** Valores médios de tensão de água no solo, coletados às profundidades de 10 e 30 cm, nas parcelas experimentais das cultivares: Japi Amarelo (1a); Catuai Vermelho 144 (1b) e Catiguá MG 3 (1c), em Uberaba – MG.



**Figura 1a.**



**Figura 1b.**

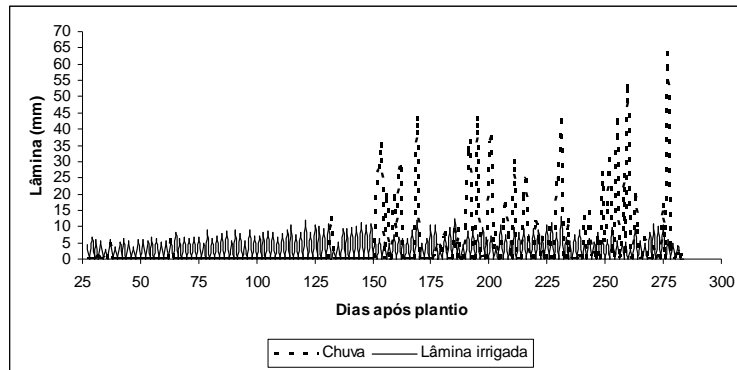


**Figura 1c.**

Nas Figuras 1a, 1b e 1c pode-se observar que os valores médios de tensão de água no solo coletados até os 285 dias após plantio (DAP) nas camadas de 0-20 cm (10 cm) e 20-40 cm (30 cm), para as cultivares Japi Amarelo, Catuai Vermelho 144 e Catiguá MG 3 foram respectivamente: 8,35; 12,02; 8,34; 11,96; 7,36 e 10,72 kPa.

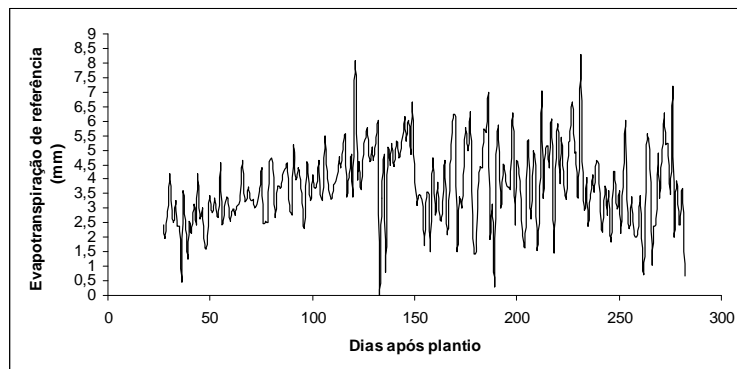
A distribuição de precipitação pluviométrica e as lâminas de irrigação aplicadas nas parcelas experimentais são apresentadas na Figura 2. Durante a condução do experimento, observou-se que a precipitação total acumulou 942 mm

e a lâmina média de água aplicada foi de 3,65 mm. Gomes et al., (2007) relataram uma irrigação média de aproximadamente 4,1 mm conduzindo a cultura no sul de Minas Gerais.

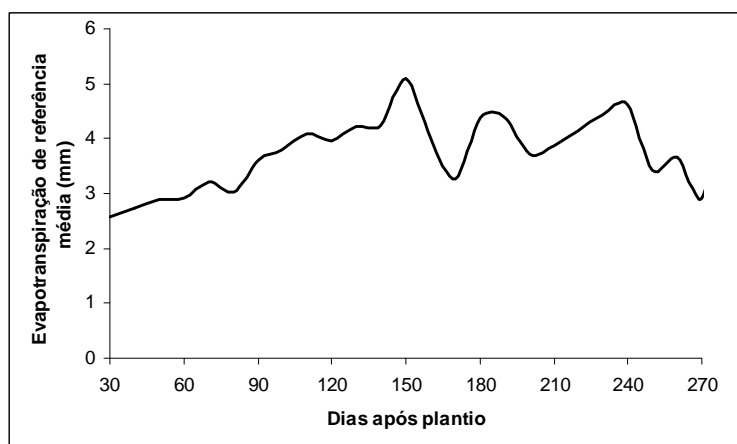


**Figura 2.** Lâmina de irrigação e chuva durante a condução experimental.

Na Figura 3 estão os valores de evapotranspiração de referência, base diária (3a) e decendial (3b), obtidos durante a condução do experimento. Os valores diários de  $E_{To}$  variaram de 0,1 mm a 8,1 mm, conforme pode ser visto na Figura 3a. Pode-se observar na Figura 3b que no início do plantio (plantio realizado em abril/2010) a  $E_{To}$  foi menor atingindo o valor de 2,7 mm, como consequência das condições climáticas reinantes em abril. Posteriormente, aos 150 DAP, a  $E_{To}$  culminou em 5,1 mm decorrência da maior demanda evapotranspirativa da atmosfera. Aos 270 DAP a  $E_{To}$  reduziu novamente, atingindo 2,8 mm. A  $E_{To}$  média do período foi de 3,73 mm.



**Figura 3a.**



**Figura 3b.**

Até os 285 dias após o plantio os coeficientes de cultura oscilaram entre 0,9 a 1,10 para a cultivar Japi Amarelo; 0,93 a 1,29 para a cultivar Catuaí Vermelho 144 e de 0,95 a 1,16 para a cultivar Catiguá MG 3 (médias de 20 dias), conforme Tabela 1.

Para o primeiro ano de plantio Santinato et al. (1996) recomendam utilizar valores de  $K_c$  entre 0,6 a 0,9 dependendo da população de plantas. Em Viçosa, MG Antunes et al. (2000) realizaram estudos e constataram valores de  $K_c$  de 0,35 e 0,40. Neto et al. (2001) encontraram valores de  $K_c$  de 0,49 a 0,60 para o período de janeiro a junho também em Viçosa, MG.

A Tabela 1 mostra os coeficientes de cultura obtidos para as três cultivares, até os 285 DAP, considerando a média de 20 dias. Estes oscilaram entre 0,9 e 1,1 para a cultivar Japi Amarelo; 0,93 a 1,29 para a cultivar Catuaí Vermelho 144 e de 0,95 a 1,16 para a cultivar Catiguá MG 3.

DAP	Japi Amarelo	Catuaí Vermelho	Catiguá MG 3
25-45	1,10	0,97	1,16
46-50	1,07	0,93	1,00
51-75	1,04	1,02	1,05
76-100	0,96	1,18	1,02
101-125	1,01	1,29	1,10
126-150	0,90	0,99	1,00
151-175	1,09	1,24	0,97
176-200	1,06	1,20	0,95
201-225	1,08	1,16	1,01
226-250	1,10	1,16	1,02
251-275	1,09	1,10	0,97

Estudos realizados por Santinato et al. (1996) recomendam utilizar valores de Kc entre 0,6 e 0,9 no 1º ano de plantio do cafeeiro, dependendo, entretanto, da população de plantas. Arruda et al. (2000), por monitoramento de água no solo, obtiveram Kc para cafeeiro irrigado por aspersão convencional de 0,73 a 0,75 nos primeiros anos, e de 0,87 a 0,93 aos sete e oito anos. Utilizando lisímetros de percolação, Antunes et al. (2000) determinaram Kc de 0,35 para o período mais seco e 0,40 para o mais chuvoso em cafeeiro irrigado por gotejamento em fase de formação (10 a 20 meses de transplante). Utilizando lisímetros de pesagem, Righi (2004) determinou valores de Kc entre 1,04 e 1,3 para cafeeiro de 12 a 24 meses, adensado (3,5 x 0,9 m), com vegetação nas entrelinhas e irrigado por gotejamento. Logo, pode-se perceber que os valores encontrados são próximos aos já mencionados na literatura.

## CONCLUSÕES

Pode-se concluir que no estágio inicial do cafeeiro os valores de coeficiente de cultura para as cultivares estudadas foram entre 0,9 e 1,29 para os primeiros 285 dias após plantio e a ETo média foi de 3, 73 mm.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, R.C.B.; MANTOVANI, E.C.; COSTA, L.C.; RENA, A.B.; ALVARENGA, A.P. Determinação da evapotranspiração da cultura do cafeeiro em formação. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1. 2000. Poços de Caldas, MG. **Anais...**, Brasília: Embrapa-Cafê. 2000. v.2, p. 810.
- ARRUDA, F.B.; IAFEE, A.; SAKAI, E.; CALHEIROS, R.O. Resultados anuais do coeficiente de cultura do cafeeiro em um ensaio em Pindorama/SP. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café/MINASPLAN, 2000. v.2, p.790-793.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1996. 596 p.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (FAO, Estudos de irrigação e Drenagem, 33).
- GOMES, N.M.; LIMA, L.A.; CUSTÓDIO, A.A.P. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no sul do Estado de Minas Gerais. 2007. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.6, p. 564-570.
- GUIMARÃES, P.T.G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVARES, V.H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p.289-302.
- MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R.J. **Plantio e formação da lavoura cafeeira**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 42p.
- NETO, A.C.F.; MANTOVANI, E.C.; RENA, A.B. Determinação da evapotranspiração de dois cultivares de café arábica na fase de maturação dos frutos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2. 2001. Vitória, ES. **Resumos expandidos**, Brasília: Embrapa-Cafê. 2001. p. 44.
- OLIVEIRA, P. M. **Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultura do cafeeiro (Coffea arabica L.)**. 2003. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RIGHI, E.Z. **Balço de energia e evapotranspiração de cafezal adensado em crescimento sob irrigação localizada. 2004.** 168 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T.; FERNANDES, D.R. **Irrigação na cultura do café**, 1996.

SEDIYAMA, C. G.; RIBEIRO, A.; LEAL, B. G. Relações clima-água-planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p. 46-85.