

## **ESTIMATIVA DO COEFICIENTE DE CULTURA (Kc) DE CAFEZEIROS EM DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO<sup>1</sup>**

**L. C. FARIA<sup>2</sup>; M. S. SCALCO<sup>3</sup>; A. COLOMBO<sup>4</sup>; R. J. GUIMARÃES<sup>5</sup>; L. A.  
ALVARENGA<sup>6</sup>.**

**RESUMO:** São apresentadas e analisadas estimativas de coeficientes de cultura (Kc) de lavouras cafeeiras obtidas por um método quantitativo em um período de 1890 dias (5,2 anos). Valores de altura das plantas (H), diâmetro de copa (Dc), distância entre linhas (DL) e entre plantas nas linhas de plantio (DP) foram aplicados à metodologia proposta por VILLA NOVA et al. (2002) para estimativa de Kc. Este procedimento foi testado em três densidades de plantio: (i) 2500 plantas ha<sup>-1</sup>, (ii) 3333 plantas ha<sup>-1</sup> e (iii) 5000 plantas ha<sup>-1</sup>. Estimou-se valores máximos de Kc, aos 1980 dias, de 0,75 para 2500 plantas.ha<sup>-1</sup>, de 0,90 para 3333 plantas.ha<sup>-1</sup> e de 1,19 para 5000 plantas.ha<sup>-1</sup>. As características fitotécnicas se mostraram adequadas para estimativa de Kc de cafeeiros nas diferentes densidades de plantio.

**PALAVRAS-CHAVE:** crescimento do café, evapotranspiração, área foliar

## **ESTIMATING COFFEE PLANT CROP COEFFICIENT (Kc) FOR DIFFERENT PLANTING DENSITIES**

**SUMMARY:** Coffee plant crop coefficient (Kc) estimates based on quantitative methods, covering a period of 1980 days (5,2 years) are presented and analyzed. Values of plant height (H), crown tree diameter (Dc), planting spacing along (DP) and among planting lines (DL) were applied on a procedure proposed by VILLA NOVA et al. (2002) for determining Kc values. This procedure was tested on three different planting densities: (i) 2500 plants ha<sup>-1</sup> (4.0 x 1.0 m), (ii) 3333 plants ha<sup>-1</sup> (3.0 m x 1.0 m), (iii) 5000 plants ha<sup>-1</sup> (2.0 x 1.0 m). The following maximum Kc values were obtained 1980 days after planting: 0.75 for 2500

---

<sup>1</sup>Projeto de pesquisa financiado pelo CBP&D/Café; CNPq, Fapemig.

<sup>2</sup> Engº Agrícola, Doutorando em Engenharia de Água e Solo, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP: 37.200-000, Lavras, MG. Fone: (35) 38291388. e-mail: [lessandrofaria@yahoo.com.br](mailto:lessandrofaria@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Engª Agrônoma, Pesquisadora D.Sc., Departamento de Agricultura, UFLA, Lavras, MG.

<sup>4</sup> Engº Agrônomo, Prof. Ph.D., Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras, MG.

<sup>5</sup> Engº Agrônomo, Prof. D.Sc., Departamento de Agricultura/UFLA, Lavras, MG.

<sup>6</sup> Graduando Engenharia Agrícola UFLA, Lavras, MG.

plants.ha<sup>-1</sup>, 0.90 for 3333 plants.ha<sup>-1</sup> and 1.19 for 5000 plants.ha<sup>-1</sup>. Coffee plant dimensions were suitable for estimating Kc values under the different planting densities.

**KEY WORDS:** coffee plant growth, evapotranspiration, leaf area

## INTRODUÇÃO

O estudo das relações hídricas no cafeeiro é de suma importância, visto que reduções na disponibilidade da água à cultura podem diminuir substancialmente o seu crescimento, ainda que não se observem murchas nas folhas ou quaisquer outros sinais visíveis da falta de água. Sendo assim, compreender corretamente as relações entre a água e o cafeeiro fornece subsídios, a técnicos e pesquisadores, para a tomada de decisões mais fundamentadas sobre o manejo das lavouras cafeeiras (RENA & MAESTRI, 2000).

No balanço hídrico efetuado pelo método do coeficiente de cultura (Kc), assume-se que, em condições ideais de cultivo, a taxa de evapotranspiração da cultura (Etc) pode ser estimada multiplicando-se a taxa de evapotranspiração de referência (ETo) pelo valor do coeficiente de cultura (Kc). Conforme ressalta ALLEN et al. (1998), estas condições ideais de cultivo abrangem rigorosos cuidados agronômicos, que incluem espaçamento adequado, e condições ideais de umidade de solo.

Em culturas perenes, como o cafeeiro, a curva do Kc apresenta valores baixos nos períodos de formação e estabelecimento da cultura no campo, e se estabilizam quando a cultura atinge dossel máximo. OLIVEIRA et al. (2007) demonstra que a evapotranspiração da cultura não deve ser, estabelecida com base em um único valor do coeficiente de cultura (Kc). Em função de diferenças no porte das diversas variedades de café e no sistema de plantio utilizado, a determinação d Kc para o cafeeiro requer experimentação agronômica.

Neste contexto, este estudo busca estabelecer estimativas do coeficiente de cultura (Kc), com base em características biométricas de plantas de cafeeiros irrigados por gotejamento conduzidas sob diferentes densidades de plantio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em uma área do campo experimental do Departamento de Agricultura (DAG/UFLA – MG). O plantio da lavoura foi realizado em três de janeiro de 2001, utilizando-se a cultivar “Rubi” – MG – 1192. A adubação dos tratamentos

foi realizada com base nas análises de solo e foliar seguindo as recomendações de GUIMARÃES (1999) e de MALAVOLTA & MOREIRA (1997), com valores corrigidos para cafeeiros irrigados recomendados por SANTINATO & FERNANDES (2002).

No experimento foram adotados três diferentes densidades de plantio: (i) 2500 plantas.ha<sup>-1</sup> (4,0 m entre linhas e 1,0 m entre plantas); (ii) 3333 plantas.ha<sup>-1</sup> (3,0 m entre linhas e 1,0 m entre plantas) e (iii) 5000 plantas.ha<sup>-1</sup> (2,0 m entre linhas e 1,0 m entre plantas). Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento composto de linhas laterais, com emissores autocompensantes de vazão nominal igual a 3,75 L.h<sup>-1</sup> espaçados de 0,40 m. As subparcelas foram irrigadas três vezes por semana (segundas, quartas e sextas) com lâminas calculadas por meio de um balanço hídrico efetuado pelo software Irriplus®. Os dados climatológicos necessários para o cálculo do balanço hídrico foram monitorados no local do experimento, utilizando-se uma estação meteorológica automática da marca µmetos®.

A cada trimestre, durante todo o período de avaliações (do plantio aos 1890 dias após o plantio), foram tomadas medidas do diâmetro de copa (Dc em metros) e da altura das plantas (H em metros). A evolução temporal dos valores de diâmetro de copa (Dc) e altura de planta (H) foram ajustados a um modelo logístico, por meio das Equações 1 e 2, para as diferentes densidades de plantio (i, ii, iii).

$$Dc = \frac{a}{1 + e^{b-c \cdot t}} \quad (1) \quad H = \frac{a}{1 + e^{b-c \cdot t}} \quad (2)$$

em que,

a, b e c - parâmetros empíricos do modelo;

t - tempo desde o início dos tratamentos, dias.

Com base nos valores de altura média das plantas (H), diâmetro de copa (Dc) ao longo de 1980 dias, das distâncias entre plantas nas linhas de plantio (DP), estimou-se a evolução dos valores de área foliar do dossel (AF em m<sup>2</sup> por planta) através da Equação 3, que representa a metade da área superficial de um elipsóide:

$$AF = 2 \cdot \pi \cdot \left( \frac{DP^p \cdot Dc^p + DP^p \cdot H^p + Dc^p \cdot H^p}{3} \right)^{\frac{1}{p}} \quad (3)$$

em que,

p = 1,6075.

Em cada densidade de plantio, os valores estimados AF, juntamente com valores observados de diâmetro de copa (Dc), distância entre linhas de plantio (DL), distância entre plantas nas linhas de plantio (DP), e número de plantas por hectare (Np), foram utilizados

para estimativa dos coeficientes de cultura (Kc) seguindo a Equação 5, que foi proposta por VILLA NOVA et al. (2002):

$$Kc = 0,347 \cdot AF \cdot \frac{Np}{10000m^2} + Kcd \cdot \left(1 - \frac{0,785 \cdot Dc^2}{DP \cdot DL}\right) \quad (5)$$

em que,

Kcd - coeficiente da cultura representativo da cobertura vegetal das entre linhas (Kcd = 1 na presença de cobertura vegetal transpirante e Kcd = 0,5 na ausência de cobertura vegetal transpirante).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as três densidades de plantio, obteve-se diferentes valores de coeficiente de cultura (Kc) ao longo do período de avaliação. As equações de ajuste ao modelo logístico para diâmetro de copa de planta (Dc) e altura de plantas (H) utilizadas na estimativa do Kc estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Equações de ajuste para altura de planta (cm) e diâmetro de copa (cm) de cafeeiros irrigados em três densidades de plantio ao longo de 1890 dias após plantio.

Densidades (plantas.ha <sup>-1</sup> )	Diâmetro de copa (Dc)	Altura de planta (H)
2500	$Dc_i = \frac{204,92}{1 + e^{1,33-0,0042 \cdot t}} \quad R^2 = 0,87$	$H_i = \frac{195,61}{1 + e^{1,45-0,0025 \cdot t}} \quad R^2 = 0,98$
3333	$Dc_{ii} = \frac{208,86}{1 + e^{1,07-0,0032 \cdot t}} \quad R^2 = 0,97$	$H_{ii} = \frac{195,61}{1 + e^{1,45-0,0025 \cdot t}} \quad R^2 = 0,98$
5000	$Dc_{iii} = \frac{188,56}{1 + e^{1,07-0,0038 \cdot t}} \quad R^2 = 0,89$	$H_{iii} = \frac{182,84}{1 + e^{1,58-0,0028 \cdot t}} \quad R^2 = 0,96$

Na Figura 1 podem ser observadas as curvas de evolução dos valores de coeficiente de cultura (Kc) para cafeeiros nas três densidades de plantio, obtidos com base nas variáveis fitotécnicas. No início do período de avaliação (três meses após plantio) os valores de Kc para as três densidades foram de aproximadamente 0,55 a 0,58. Com a diferenciação do crescimento das plantas, ao longo do tempo, dado principalmente pelas diferentes condições de espaçamentos, as distâncias entre as curvas de Kc foram aumentando em função do aumento do número de plantas por área. Os valores máximos de Kc, obtidos para o cafeeiro

aos 1980 dias após o plantio foram de: (i) 0,75 para a densidade de 2500 plantas.ha<sup>-1</sup>, (ii) 0,90 para a densidade de 3333 plantas.ha<sup>-1</sup> e (iii) 1,19 para a densidade de 5000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

O valor de Kc de 0,58 observado para a densidade de 2500 plantas ha<sup>-1</sup>, no primeiro ano de plantio é próximo valor de 0,6 recomendado por SANTINATO et al. (1996), para lavouras cafeeiras com idade entre zero e 12 meses e mesma densidade de plantio. Para uma densidade de plantas igual a 4000 plantas ha<sup>-1</sup>, VILLA NOVA et al. (2002) obtiveram Kc de 1,18 com 1050 dias após o plantio, valor um pouco superior aos 0,95 observados na Figura 1 (para os mesmos 1050 dias após o plantio) e densidade de 5000 plantas.ha<sup>-1</sup> (espaçamento 2,0 x 1,0 m). Em geral, as variações observadas nos valores de Kc em relação aos valores encontrados na literatura, não apresentaram discrepância. Além disso, é importante salientar que devem ser consideradas condições específicas como o clima, o solo e a planta, além da variação nas metodologias utilizadas para determinação deste coeficiente. Desta forma, ficou demonstrado, para as condições e para o período de tempo considerado neste estudo, a adequação do método proposto por VILLA NOVA et al. (2002) para cálculo do Kc do cafeeiro em função de variáveis fitotécnicas.

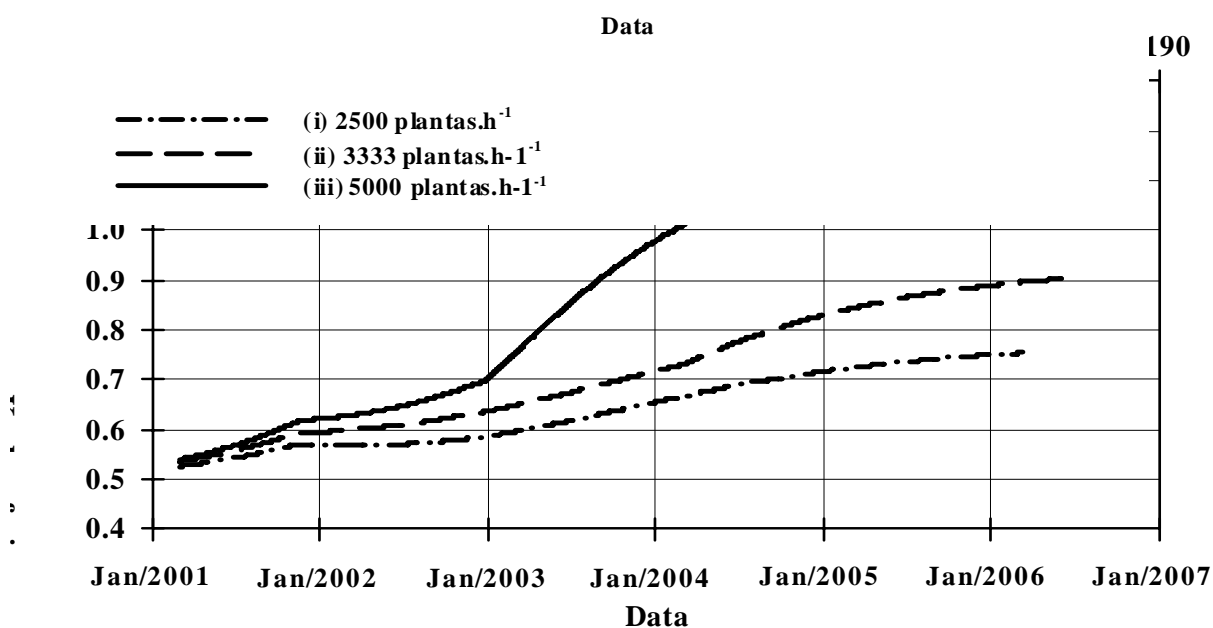


FIGURA 1. Evolução dos valores estimados de Kc, por meio de características fitotécnicas do cafeeiro para diferentes densidades de plantio ao longo de 1980 dias após plantio.

## CONCLUSÕES

A utilização de métodos quantitativos baseados em variáveis fitotécnicas para estimativas dos valores de coeficiente de cultura (Kc) para o cafeeiro é viável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.S.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome, Italy: FAO, 1998, 310 p. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, n.56).
- FAVARIN, J.L.; DOURADO NETO, D.; GRACIA, A.G.; VILLA NOVA, N.A.; FAVARIN, M.G.G. Equações para estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.6. p.769-773, 2002.
- GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ, V. H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J. B.; LOPES, A. S.; NOGUEIRA, F. D.; MONTEIRO, A. V. C. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MG – CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5º Aproximação**. Editores, RIBEIRO et al. Viçosa, MG, 1999, 359 p. p. 289-302.
- MALAVOLTA, E., MOREIRA, A. Nutrição e adubação do cafeeiro adensado. **Informações agronômicas**, Piracicaba: POTAFOS, n. 80, p. 1-8, 1997 (Encarte técnico).
- OLIVEIRA, L. F. C.; OLIVEIRA, R.Z.; BORGES, L. B.; WEHN, T. R.; BONOMO, R. Coeficiente de cultura e relações hídricas do cafeeiro, cultivar Catucaí, sob dois sistemas de manejo da irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.3, p.154-162, 2007.
- RENA, A. B.; MAESTRI, M. Relações Hídricas no cafeeiro. **Revista ITEM**, Brasília, n.48, p.34-42, 2000.
- SANTINATO, R., FERNANDES, A. L. T. **Cultivo do cafeeiro irrigado em plantio circular sob pivô central**. Rio de Janeiro. MAPA/PROCAFÉ, 2002. 250p.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na Cultura do café**. Campinas: Arbore, 146p., 1996
- VILA NOVA, N. A.; FAVARIN, J. L.; ANGELOCCI, L. R.; DOURADO NETO, D. Estimativa do coeficiente de cultura (kc) do cafeeiro em função de variáveis climatológicas e fitotécnicas. **Bragantina**, Campinas, v.61, n.1, p.81-88, 2002.