

ESTIMATIVA DO COEFICIENTE DE CULTURA (Kc) DO CAFEIEIRO EM FUNÇÃO DE VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS E FITOTÉCNICAS¹

VILLA NOVA, N.A.²; FAVARIN, J.L.³; LUIZ ROBERTO ANGELOCCI⁴, DURVAL DOURADO-NETO⁵

¹ Parte do Projeto de Pesquisa do estágio de experimentação em RDIDP do 2º autor (“Estudo de atributos do sistema radicular e de critérios para manejo de irrigação do cafeeiro”); ²USP/ESALQ, Departamento Ciências Exatas, Bolsista CNPq, (19)4294283; ³USP/ESALQ, Departamento Produção Vegetal, <jlfavari@carpa.ciagri.usp.br>; (19)4294185; ⁴USP/ESALQ, Bolsista CNPq, <lrangelo@carpa.ciagri.usp.br>; (19)4294283; ⁵USP/ESALQ, Bolsista CNPq, <dourado@carpa.ciagri.usp.br>; (19)4294185.

RESUMO: Com base em pesquisa realizada em um cafezal do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ, Universidade de São Paulo, utilizando a cultivar ‘Mundo Novo IAC 388-17’ enxertada sobre a cultivar ‘Apoatã IAC 2258’, no espaçamento de 2,5 x 1,0 m (4.000 plantas.ha⁻¹), foi proposta uma metodologia para a estimativa do coeficiente de cultura do cafeeiro. A metodologia fundamentou-se na estimativa da transpiração do cafeeiro em função de variáveis climatológicas e fitotécnicas (área foliar, densidade de plantio e manejo de plantas daninhas). Foram realizadas, no período entre 15 e 40 meses após a implantação do cafezal, estimativas de Kc nas condições de densidade de plantio e de área foliar do cafezal e simulações com outras densidades de plantio, na presença e ausência de plantas daninhas na entrelinha da cultura. Os resultados mostraram a dinâmica de variação do coeficiente de cultura (Kc) com a variação da área foliar e densidade de plantio. O Kc estimado foi superior na presença de mato até 30 meses após a implantação, para o espaçamento utilizado no experimento. Em comparação com os dados de Kc para café indicados na literatura, a metodologia mostrou resultados consistentes, com a vantagem de permitir simulações para outras condições de densidade de plantio, até o limite dessa variável utilizada nessa pesquisa, sugerindo-se estudos adicionais da relação entre área foliar e densidade de plantas elevadas, acima de 4.000 plantas.ha⁻¹, como utilizadas nesse experimento.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L., evapotranspiração, área foliar, densidade de plantas e plantas daninhas.

CROP COEFFICIENT (KC) ESTIMATE OF COFFEE PLANT AS A FUNCTION OF CLIMATOLOGICAL AND FITOTHECNICAL VARIABLES

ABSTRACT: With the purpose of proposing a methodology to estimate coffee crop coefficient (K_c), a field experiment was carried out at Crop Production Department (ESALQ), University of São Paulo, using the cultivar ‘Mundo Novo IAC 388-17’ over the cultivar ‘Apoatã IAC 2258’, spacing of 2,5mx1,0m (4,000 plants.ha⁻¹). The methodology was based on the coffee crop transpiration estimative as function of weather and fitotechnical variables (plant density, plant leaf area and weeds management). With 15 to 40 months old, in intervals of 160 to 150 days, the crop water consumption was estimated by water balance procedure, assuming crop water in equal variation. The leaf area was measured using 2 plants and 18 evaluations with the equipment LI-COR (model 3100). According to the results, the coffee crop coefficient (K_c) has dynamic behaviour with transpirant surface growth variation (leaf area and plant density). The K_c was superior until 35 months with weeds treatment. This methodology has scientific fundament, and the fitotechnical parameters related to transpiration were used to obtain consistent results.

Key words: *Coffea arabica* L., evapotranspiration, leaf area, plant density and weeds.

INTRODUÇÃO

O uso da técnica de irrigação na cultura de café cresceu acentuadamente em diversas regiões brasileiras, conforme indicam levantamentos preliminares, cuja área alcança aproximadamente 200 mil hectares, o que representa 10% da área cultivada com café e 8,7% da área irrigada no Brasil (Mantovani, 2000).

Durante a expansão dos frutos, entre a quarta e a oitava semana depois da abertura floral até a décima quinta e a décima oitava semana, estes crescem e se desenvolvem, definindo o tamanho da semente no final desse período, com a lignificação do endocarpo. Rena & Maestri (2000) demonstraram que a pressão de turgescência exercida pela água é responsável pela expansão do endocarpo antes da lignificação, influenciando o tamanho da semente.

O consumo de água pelo cafeeiro, para melhor definição da lâmina de irrigação a ser aplicada, tem sido quantificado, principalmente, pelo uso de variáveis climatológicas, através da evapotranspiração de referência e do coeficiente de cultura (Doorenbos & Kassan, 1979), ou mediante a adaptação do balanço hídrico do solo (Camargo & Pereira, 1994).

O coeficiente de cultura (K_c) é um indicador de significado físico e biológico, uma vez que depende da área foliar, arquitetura da planta (parte aérea e sistema radicular), cobertura vegetal e da transpiração da planta (Denmead & Shaw, 1962; Jensen, 1969; Wright, 1982; Allen et al., 1994). Na

definição de seus valores, não se tem considerado diretamente, para efeito de cálculo, a superfície transpirante, que depende da população e distribuição de plantas, bem como do manejo da cultura em relação às plantas daninhas. A determinação do coeficiente de cultura para o cafeeiro (K_c) precisa de mais experimentação agrônômica, abrangendo maior diversidade climática (Arruda et al., 2000).

Gutierrez e Meinzer (1994) obtiveram valor para K_c de 0,58 em cafeeiros com aproximadamente 12 meses de idade, atingindo valores médios de 0,75 e 0,79 no período entre 24 e 48 meses de idade. Santinato et al. (1996) determinaram o coeficiente de cultura do café em função da idade e da densidade de plantas, obtendo valores iguais a 0,6, 0,7 e 0,8 em lavouras com até 12 meses para densidades de 2.500 plantas.ha⁻¹, 3.300 plantas.ha⁻¹ e 6.700 plantas.ha⁻¹, respectivamente. Nessa ordem, em relação à densidade de plantas, os autores verificaram valores de K_c iguais a 0,8, 0,9 e, 1,0 em lavouras entre 12 e 36 meses e iguais a 1,0, 1,1 e 1,2 com idade superior a 36 meses. Arruda et al. (2000) obtiveram valores de coeficientes de cultura (K_c) que variaram entre 0,73 e 0,75 nos primeiros anos de idade da planta e entre 0,87 e 0,93 aos 7 e 8 anos, respectivamente.

Para cafezais com manejo adequado e altura de 2 a 3 m, em clima subúmido, Allen et al. (1998) propõem K_c entre 0,90 e 0,95 na ausência de plantas daninhas e entre 1,05 e 1,10 na presença destas, adotando a evapotranspiração de referência estimada pela equação de Penman-Monteith (versão FAO). Derivando valores de K_c , considerando os componentes transpiração e evaporação de solo, os autores obtiveram, respectivamente, 0,80-0,90 e 0,85-0,90 com a superfície do solo seca. Entretanto, segundo Carr (2001), a validade desses valores precisa ser testada.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de propor uma metodologia para determinar o valor do coeficiente de cultura (K_c) do café, considerando variáveis climatológicas e fitotécnicas como a área foliar, a densidade de plantas e o manejo de plantas daninhas, com a finalidade de subsidiar o controle racional da irrigação da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em cultura de café irrigado com aspersão convencional, instalado no campo experimental do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ, Universidade de São Paulo, em Piracicaba, com latitude de 22°43'30''S, longitude de 47°38'00''W e altitude de 580 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima regional é do tipo Cwa, tropical de altitude com inverno seco.

Determinação do consumo de água

O cafezal, da variedade ‘Mundo Novo IAC 388-17’ enxertada sobre a variedade Apoatã IAC 2258’, foi implantado com espaçamento de 2,5 x 1,0 m, proporcionando densidade de 4.000 plantas.ha⁻¹. No período entre 15 e 40 meses após o plantio (agosto de 1998 a setembro de 2000), foram realizadas nove avaliações, com intervalos variáveis de 60 a 150 dias, determinando-se o consumo hídrico de plantas individuais de café pelo método do balanço de massa de água “in situ”, considerando que a perda de água pela planta foi igual à variação de armazenamento hídrico do solo, no período. Para o cálculo, desconsiderou-se a drenagem profunda ou a ascensão capilar, o que não implicou fonte considerável de erro, uma vez que as determinações foram realizadas em períodos em que essas variáveis eram desprezíveis, conforme dados obtidos no posto meteorológico, verificando-se a ausência de chuvas nos dias que antecederam as realizações das medidas.

Para determinação da variação do armazenamento de água, as amostras de solo foram recolhidas a cada 0,15 m até 0,60 m de profundidade, em duas posições diametralmente opostas de cada planta (t_I, posições A e B). Após um intervalo de dois dias da 1^a até a 7^a avaliação e de cinco dias para a 8^a e 9^a avaliações, coletaram-se novas amostras em outras duas posições nas mesmas plantas (t_F, posições C e D). O consumo de água medido é representativo da transpiração da planta, pois evitou-se a influência da evaporação, pela exposição do solo à radiação luminosa, uma vez que as amostras foram retiradas em posições localizadas a 0,2 m da projeção externa do diâmetro inferior do dossel (Di) em direção ao caule da planta. A variação de umidade volumétrica média foi medida até a profundidade de 0,6 m, obtida em duas plantas, em dois locais por planta, e em duas épocas (t_I e t_F), de acordo com a expressão 1:

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{(U_I - U_F)\rho}{100(t_F - t_I)} \quad (1)$$

em que $\Delta\theta$ corresponde à variação do teor médio de água (m³.m⁻³) no perfil do solo no período Δt ($\Delta t = t_F - t_I$), U_F ao teor final de água no solo no instante t_F ; U_I , ao teor inicial de água no solo no instante t_I ; e ρ , à massa específica do solo da área experimental.

Durante o experimento, o cafeeiro foi irrigado semanalmente por aspersão, aplicando-se uma lâmina equivalente à evapotranspiração de referência (ET_o) acumulada, calculada pelo método do tanque classe A, assumindo-se que nos períodos de estudo não ocorreu deficiência hídrica no solo.

Determinação do coeficiente de cultura

O coeficiente de cultura (K_c) é dado pela relação entre a evapotranspiração máxima de cultura, considerada como aquela que ocorre em condições hídricas ideais no solo, e a evapotranspiração de referência ET_o, conforme a expressão 1:

$$K_c = ET_m/ET_o \quad (1)$$

A evapotranspiração máxima (ET_m , mm.dia^{-1}) foi obtida pelo somatório da evapotranspiração da área de terreno ocupada pelo cafeeiro (ET_{m_c}) e da área sem este (ET_{nc}), podendo ou não ser explorada pelas plantas daninhas, de acordo com o manejo adotado para a cultura, conforme a expressão 2:

$$ET_m = ET_{m_c} + ET_{nc} \quad (2)$$

O valor de ET_{m_c} foi estimado tendo por base a metodologia proposta por Villa Nova et al. (2001), assumindo para uma cultura em renque que a transpiração do cafeeiro pode ser avaliada, com boa aproximação, pela expressão 3:

$$Te = 0,347.K_p.ECA.AF \quad (3)$$

em que Te corresponde à perda de água pelo cafeeiro ($\text{Litros.planta}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), basicamente na forma de transpiração; ECA , à evaporação do tanque classe A (mm.dia^{-1}); e AF , à área foliar ($\text{m}^2 \text{ planta}^{-1}$). A expressão 3 foi previamente testada através da comparação dos valores de Te estimados com o consumo hídrico do solo “in situ”, obtendo-se excelente concordância entre ambos.

O valor de K_p , coeficiente de tanque classe A, foi estimado pela equação de regressão (expressão 4) determinada por Snyder (1992):

$$K_p = 0,482 + 0,024.Ln(F) - 0,000376.U + 0,0045.UR \quad (4)$$

em que F corresponde à bordadura com vegetação em torno do tanque classe A (no caso, igual a 10 m); U , à velocidade média diária do vento (km.dia^{-1}) a 2 m acima da superfície do solo; e UR , à umidade relativa média diária (%), sendo os valores das variáveis climatológicas obtidos em estação meteorológica localizada a 150 m do experimento.

O valor de Te pode ser transformado no termo ET_{m_c} da expressão (2), calculando-se o valor da evapotranspiração de referência a partir da expressão 5:

$$ET_o = K_p.ECA \quad (5)$$

de modo que a expressão (3) pode ser transformada na expressão (6) de cálculo de ET_{m_c} (mm.dia^{-1}), considerando-se que Te corresponde, com boa aproximação, à perda de água por planta:

$$ET_{m_c} = 0,347.ET_o.AF.NP/10.000 \quad (6)$$

em que NP corresponde ao número de plantas. ha^{-1} e 10.000 à área de 1 hectare em m^2 , sendo essa relação utilizada para transformar o consumo individual de água por cafeeiro ($\text{Litros.planta}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) em evapotranspiração referente à fração da área ocupada pelos cafeeiros (mm.dia^{-1}).

O valor de ET_{nc} na equação (2) foi estimado a partir da determinação da fração de área não ocupada pelos cafeeiros (F_{nc}), conforme expressão 7:

$$F_{nc} = (1 - AC/AD) \quad (7)$$

sendo AC a área média (m²) de terreno efetivamente ocupada pelas plantas de café e AD a área média (m²) de terreno disponível para cada cafeeiro, determinadas segundo as expressões 8 e 9:

$$AC = \pi \cdot Di^2 / 4 = 0,785 \cdot Di^2 \quad (8)$$

$$AD = DL \cdot DP \quad (9)$$

sendo Di o diâmetro médio (m) da projeção da copa do cafeeiro no terreno, DL a distância (m) entre as linhas de plantio e DP a distância (m) entre as plantas na linha de plantio.

Desse modo, o cálculo da evapotranspiração da fração de área não ocupada pelos cafeeiros (ET_{nc}) é dado pela expressão 10:

$$ET_{nc} = K_{cd} \cdot ET_o \cdot [1 - AC / (DL \cdot DP)] \quad (10)$$

em que K_{cd} corresponde a um “coeficiente de cultura” da vegetação intercalar (plantas daninhas) quando elas ocorrerem em função do manejo adotado na condução da cultura.

Introduzindo o valor de AC dado pela expressão (8) na expressão (10), obtém-se a expressão 11:

$$ET_{nc} = K_{cd} \cdot ET_o \cdot [1 - 0,785 \cdot Di^2 / (DL \cdot DP)] \quad (11)$$

Desse modo, substituindo as expressões (6) e (11) na expressão (2), obtém-se a expressão 12:

$$ET_m = ET_o \{ [0,347 \cdot AF \cdot NP / 10.000] + K_{cd} \cdot [1 - 0,785 \cdot Di^2 / (DL \cdot DP)] \} \quad (12)$$

Os valores de K_{cd} foram adotados como sendo iguais a 0,5 para as situações de ausência de plantas daninhas (solo exposto nas entrelinhas) e 1,0 na presença destas, respectivamente.

A área foliar foi determinada por método destrutivo, coletando-se todas as folhas de duas plantas em cada uma das nove avaliações, sendo as folhas mantidas túrgidas até a sua mensuração, realizada através de um integrador de área foliar marca LI-COR (modelo 3100).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é apresentada a planilha de cálculo do consumo de água do cafeeiro de todas as avaliações, as quais foram realizadas em períodos com intervalos que variavam de dois a cinco dias. Já na Tabela 2 encontram-se os dados do diâmetro inferior do dossel (Di, m), a fração de área de solo não ocupada pelo cafeeiro (Fnc), o coeficiente de cultura do cafeeiro (K_{c1}) e o “coeficiente de cultura” da fração de terreno não cultivada com o café (K_{cd}).

Foram também realizadas simulações a partir dos dados determinados no experimento, como o diâmetro médio da projeção da copa do cafeeiro no terreno (Di, m) e a área foliar do cafeeiro (AF, m².planta⁻¹), assumindo a presença de plantas daninhas (K_{cd} = 1,0). Além da densidade de plantas do

experimento (4.000 plantas.ha⁻¹), foram adotadas, para fins de simulação, as densidades de 2.500 planta.ha⁻¹, 3.300 plantas.ha⁻¹ e 6.700 plantas.ha⁻¹, semelhantes às utilizadas por Santinato et al. (1996), para efeito de comparação de resultados e permitir uma avaliação da sensibilidade e coerência dos dados calculados (Tabela 3).

Tabela 1 - Estimativa do consumo de água pelo cafeeiro (Te, litros.planta⁻¹.dia⁻¹) em cada época (meses após o plantio), evaporação do tanque classe A (ECA, mm.dia⁻¹), umidade relativa (UR, %), velocidade do vento (U, km.dia⁻¹), coeficiente de tanque (Kp), evapotranspiração de referência (ET₀, mm.dia⁻¹) e área foliar (AF, m².planta⁻¹).

época meses	ECA mm.dia ⁻¹	UR %	U km.dia ⁻¹	Kp	ET ₀ mm.dia ⁻¹	AF m ² .planta ⁻¹	Te=0,347.ET ₀ .AF litros.planta ⁻¹ .dia ⁻¹
15	2,16	89	87	0,905	1,95	0,665	0,45
17	4,40	78	174	0,823	3,62	1,445	1,82
20	6,73	69	120	0,803	5,40	1,690	3,17
22	4,73	89	87	0,905	4,28	2,705	4,02
25	2,26	88	130	0,884	2,00	4,545	3,15
28	5,80	55	95	0,749	4,34	4,605	6,94
30	5,31	77	144	0,829	4,40	5,860	8,90
35	4,25	71	64	0,832	3,53	8,530	10,47
40	5,18	64	198	0,750	3,88	7,460	10,06

De acordo com a metodologia proposta, observa-se que os valores determinados para o coeficiente de cultura (Kc, Tabela 2) variaram em função do manejo da cultura, apresentando maiores valores na presença de plantas daninhas (mato) nas entrelinhas, até que a cultura ocupasse efetivamente a área disponível para ela. Essa observação é verificada nos primeiros 30 meses após a implantação do cafezal, a partir da qual o valor de evapotranspiração da fração do terreno “livre” de café é assumida como nula (aos 35 e 40 meses, Tabela 2) em função do espaçamento utilizado nesse experimento (2,5 x 1,0 m), para uma variedade de porte alto e de grande vigor vegetativo como a variedade ‘Mundo Novo’.

Tabela 2 - Cálculo do coeficiente de cultura do café (Kc) em várias épocas (meses após o plantio) na densidade de 4.000 plantas.ha⁻¹, em função da área foliar média (AF, m².planta⁻¹), da fração de área livre, sem cafeeiros (Fnc), do coeficiente de cultura do café (Kc_c) e do “coeficiente de cultura” da planta daninha na entrelinha (Kc_i)

idade meses	Di m	Fnc 1-0,785.Di ² /AD	AF m ² .planta ⁻¹	Kc _c	Kc _i		Kc = Kc _c +Kc _i	
					sem mato Kc _d = 0,5	com mato Kc _d = 1,0	sem mato	com mato
15	0,78	0,809	0,665	0,092	0,405	0,809	0,497	0,901
17	1,06	0,647	1,445	0,200	0,324	0,647	0,524	0,847
20	1,18	0,563	1,690	0,235	0,282	0,563	0,517	0,798
22	1,40	0,385	2,705	0,375	0,193	0,385	0,568	0,760
25	1,49	0,303	4,545	0,631	0,152	0,303	0,783	0,934
28	1,50	0,294	4,605	0,639	0,147	0,294	0,786	0,933
30	1,68	0,114	5,860	0,813	0,057	0,114	0,870	0,927
35	1,89	0,000	8,530	1,184	0,000	0,000	1,184	1,184
40	2,10	0,000	7,460	1,036	0,000	0,000	1,036	1,036

A análise no tempo indica que o aumento da área foliar, pelo crescimento e desenvolvimento do cafeeiro (ampliação do número de ramos plagiotrópicos e crescimento em extensão destes), elevou o valor do coeficiente de cultura (Kc) de 0,497 (na ausência de plantas daninhas) e 0,901 (na presença de plantas daninhas) aos 15 meses de idade e área foliar média de 0,665 m².planta⁻¹ para 1,184 aos 35 meses de idade, quando a superfície transpirante (AF) atingiu 8,53 m².planta⁻¹. A diminuição da área foliar entre 35 e 40 meses decorreu provavelmente de erros de estimativa da AF, em função da variabilidade das plantas da área experimental e da amostragem aleatória destas.

De acordo com os dados obtidos por Santinato et al. (1996), os coeficientes de cultura em lavouras com idade entre 12 e 36 meses atingem valores de Kc iguais a 0,8 (2.500 plantas.ha⁻¹); 0,9 (3.333 plantas.ha⁻¹); e 1,0 (6.666 plantas.ha⁻¹). Verifica-se que esses valores são semelhantes à média obtida para o coeficiente de cultura (Kc) no período entre 15 e 35 meses de idade (Tabela 3), para a densidade de plantio do experimento (DP₃ - 4.000 plantas.ha⁻¹), assim como àqueles obtidos por simulação nas densidades semelhantes às utilizadas por Santinato et al. (1996), exceto para a maior densidade populacional.

Os dados obtidos com a simulação (Tabela 3) resultaram em valores de Kc médios iguais a 0,918 (2.500 plantas.ha⁻¹), 0,914 (3.300 plantas.ha⁻¹) e 0,911 (4.000 plantas.ha⁻¹, nas condições do experimento).

Os resultados obtidos neste trabalho para o Kc, comparados com aqueles encontrados na literatura, evidenciam a potencialidade da metodologia aqui proposta para sua estimativa, com a vantagem de que é possível aplicá-la para diferentes condições de área foliar, densidade de plantas e manejo da cultura quanto ao controle de plantas daninhas.

Tabela 3 - Simulação de coeficientes de cultura do café (Kc) em função da idade, densidade de plantas (DP₁=2.500 plantas.ha⁻¹, DP₂=3.300 plantas.ha⁻¹ e DP₃=4.000 plantas.ha⁻¹), área foliar média do café (AF, m².planta⁻¹), do coeficiente de cultura do cafeeiro (Kc_c) e “coeficiente de cultura” da área com planta daninha (Kc_i), assumindo a presença de mato (Kc_d = 1,0)

idade meses	Di m	AF m ² .planta ⁻¹	Kc _c =0,347.AF.NP/10.000			Kc _i = Kc _d .(1-0,785.Di ² /AD)			Kc = Kc _c + Kc _i		
			DP ₁	DP ₂	DP ₃	DP ₁	DP ₂	DP ₃	DP ₁	DP ₂	DP ₃
15	0,78	0,665	0,058	0,076	0,092	0,881	0,842	0,809	0,939	0,918	0,901
17	1,06	1,445	0,125	0,166	0,200	0,780	0,709	0,647	0,905	0,875	0,847
20	1,18	1,690	0,147	0,194	0,235	0,727	0,639	0,563	0,874	0,833	0,798
22	1,40	2,705	0,235	0,310	0,375	0,615	0,492	0,385	0,850	0,802	0,760
25	1,49	4,545	0,394	0,520	0,631	0,564	0,425	0,303	0,948	0,945	0,934
28	1,50	4,605	0,400	0,527	0,639	0,438	0,417	0,294	0,838	0,944	0,933
30	1,68	5,860	0,508	0,671	0,813	0,446	0,269	0,114	0,954	0,940	0,927
35	1,89	8,530	0,740	0,977	1,184	0,299	0,075	0,000	1,039	1,052	1,184
média	-	-	-	-	-	-	-	-	0,918	0,914	0,911
40	2,10	7,460	0,647	0,854	1,036	0,135	0,000	0,000	0,782	0,854	1,036

Uma limitação para a utilização do modelo proposto consiste na dificuldade de estimar a variável área foliar (AF, m².planta⁻¹), uma vez que na prática não se pode determiná-la a partir de método destrutivo,

como utilizado neste experimento. Para isso, podem ser adotadas outras técnicas que utilizam, por exemplo, a interceptação de radiação pela copa, após o seu ajuste para a cultura de café. Há também modelos que foram desenvolvidos utilizando metodologia simples e não-destrutiva, que permitem estimar a variação temporal da área foliar do cafeeiro, através de medidas de arquitetura do dossel da planta (Favarin et al., 2001).

Considerando como hipótese que a área foliar por planta é variável em função do número de plantas por hectare, e como não é conhecida a relação funcional entre ambas, não se considera correto fazer simulações para cálculo do coeficiente de cultura (K_c) para altas densidades populacionais, utilizando a mesma área foliar. Do exposto, recomenda-se a realização de outros trabalhos para a verificação dessa hipótese, determinando-se a referida relação funcional no intuito de utilizar a estimativa do índice de área foliar (IAF) em densidades superiores a 4.000 plantas/ha.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que o coeficiente de cultura pode ser determinado através dessa metodologia, que se mostra confiável e constitui um avanço, pois introduz parâmetros fitotécnicos que afetam diretamente a demanda hídrica da planta, como a superfície transpirante (área foliar), a densidade de plantas e o trato cultural em relação ao controle de plantas daninhas. A sensibilidade e a coerência dos dados obtidos reforçam a tese sobre a eficiência da metodologia e a viabilidade de sua adoção para o manejo racional da irrigação do cafeeiro. Os valores obtidos para o coeficiente de cultura (K_c) evidenciam a dinâmica do índice, variável com o crescimento da planta e superior na presença de plantas daninhas até 30 meses para o espaçamento utilizado no experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, T.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. **Irrigation and Drainage, Food and Agriculture Organisation of the United Nations**, Paper 56. Roma. 300p. 1998.
- ALLEN, R.G.; SMITH, M.; PERRIER, A.; PEREIRA, L.S. An update for the definition of reference evapotranspiration. **ICID Bulletin**, v.43, n.2, 93p., 1994.
- ARRUDA, F.B.; IAFFE, 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 e MINASPLAN. v.2, p.790-93, 2000.

- CAMARGO, A.P.; PEREIRA, A.R. Agrometeorology of coffee crop. **WMO Bulletin**, 1994.
- CARR, M.K.V. The water relations and irrigation requirements of coffee. **Experimental Agriculturae**, v.37, n.1, p.1-36. 2001.
- DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. Availability of soil water to plants as affected by soil moisture content and meteorological conditions. **Agronomy Journal**, Madison. v.43, p.385-90, 1962.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, **FAO**, 1979. 212p. (Estudio FAO, Riego y Drenaje, 33).
- FAVARIN, J.L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA y GARCÍA, A.; VILLA NOVA, N.A.; FAVARIN, M. da G.G.V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 2001 (aceito publicação).
- GUTIERREZ, M.V.; MEINZER, F.C. Estimating water use and irrigation requirements of coffee in Hawaii. **Journal American Society Horticultural Science**. v.119, n.3, p.653-7, 1994.
- JENSEN, M.E. Water consumption by agricultural plants. In: **KOSLOWSKI, T.T., ED. WATER DEFICITS AND PLANT GROWTH**, 2^a ed. New York, Academic Press, 1969. v.2, p.1-22.
- MANTOVANI, E.C. A irrigação do cafeeiro. In: ITEM irrigação & tecnologia moderna. **ABID**, Brasília, DF. n. 48, p.45-9. 2000
- RENA, A.B.; NACIF, A.P.; GONTIJO, P. de T.; PEREIRA, A.A. Fisiologia do cafeeiro em plantios adensados. In: **Simpósio internacional sobre café adensado**, Londrina, 1994. p.73-85
- RENA, A.B.; MAESTRI, M. Relações hídricas no cafeeiro. In: ITEM irrigação & tecnologia moderna. **ABID**, Brasília, DF. n.48, p.34-41. 2000.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. Campinas: Arbore, agrícola e comércio Ltda., 1996. 146p.
- SNYDER, R. L. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. **Journal of Irrigation and Drainage**, New York v.118, p.977-80. 1992.
- VILLA NOVA, N.A.; PEREIRA, A.R; ANGELOCCI, L.R; SENTELHAS, P.C. Proposição de métodos para determinação da evapotranspiração e controle de irrigação em cafezais: II Estimativa da evapotranspiração com o Tanque Classe A. In: SANTOS ET AL. (Ed.): **IRRIGAÇÃO DA CAFEICULTURA NO CERRADO VI. Anais...** ICIAG/Universidade Federal de Uberlândia e Associação dos cafeicultores de Araguari, Uberlândia, 2001. 212p.
- WRIGHT, L. New evapotranspiration crop coefficients. **Journal of the Irrigation and Drainage**, New York, v.108, p.57-75, 1982.