

RESULTADOS DO CONSUMO DE ÁGUA E DO COEFICIENTE DE CULTURA DO CAFEIEIRO A PARTIR DO CONTROLE DA UMIDADE DO SOLO EM PINDORAMA¹¹

F.B. ARRUDA²; A. IAFFE³; M. de A. WEILL³; E. SAKAI²; e R. de O. CALHEIROS².

RESUMO: Baseado em determinações de umidade do solo realizada num período de 8 anos em um ensaio de café na E.E. de Pindorama do Instituto Agronômico, foi determinado o consumo de água e o coeficiente de cultura do cafeeiro Mundo Novo, espaçamento 3 x 2,5m. Os intervalos de amostragens eram variáveis, mas realizados até a profundidade de 100cm, produzindo valores também variáveis de kc. Foi observado que para valores de $kc > 1$ uma forte correlação ($r^2=0,91$) com (P-ETP) em mm/dia, mostrando a forte influência do excesso de chuvas nas perdas de água. Para $kc < 1$, obteve-se boa correlação ($r^2=0,61$) com a deficiência de água no solo (abaixo da capacidade de campo) no perfil de 0-100cm de solo.

PALAVRAS-CHAVE: evapotranspiração, coeficiente de cultura, *Coffea arabica* L.

ABSTRACT: Water consumption and crop coefficient were determined Based on a 8 years study of monitoring soil water in a coffee experiment in Pindorama, SP, Brazil. Soil samples were taken from 0-100cm profile in a variable interval resulting in variable values of kc. The kc values above unit were very well related ($r^2=0,91$) to (P-ETP) in mm/day, showing the strong influence of water excess. The kc values below unit were significantly related ($r^2=0,61$) to soil water deficit (below field capacity).

KEYWORDS: evapotranspiration, crop coefficient, *Coffea arabica* L.

INTRODUÇÃO

O conhecimento do consumo de água do cafeeiro tem importância fundamental para o zoneamento da cultura, e manejo de irrigação. A quantidade de água necessária na irrigação da cultura pode ser calculada estimando-se a evapotranspiração potencial (ou de referência) e multiplicando-se por um fator, o coeficiente de cultura (kc). O coeficiente de cultura, segundo a conceituação de Jensen (1969) e Wright (1982), entre outros, é um coeficiente dinâmico e de alto significado físico e biológico, dependente principalmente da área foliar, deficiência de água no solo e do molhamento da superfície do solo (Allen et al. 1994). Tal conceituação, apesar de já ter sido adotada pela FAO, ainda não é bem conhecida e precisa ser melhor divulgada pois permite a fácil simulação de situações relacionadas ao consumo e desperdício de água na irrigação de culturas. Poucas informações existem sobre o kc para lavouras de café, em especial nas condições nacionais. O presente trabalho relata os resultados obtidos do monitoramento da umidade do solo durante vários anos em área de café Mundo Novo em Pindorama, SP, pelo IAC.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Estação Experimental de Pindorama, do Instituto Agronômico, com cafeeiro Mundo Novo. A área útil de ensaio era de 4.320m² com 2.304 plantas, distribuídas por 576 covas, espaçadas de 3m x 2,5m, com 4 plantas por cova. O ensaio foi originalmente delineado em blocos ao acaso para testar tratamentos de irrigação e condução, com 96 parcelas de 6 covas cada (24 plantas), ou uma área útil de 45m². As irrigações foram feitas pelo sistema de aspersão convencional, sem diferenciação de tratamentos durante a formação até 1971. Apenas em 1972 houve diferenciação entre irrigado e não irrigado; em 1973, com o rompimento da barragem, as irrigações foram suspensas. O plantio das mudas ocorreu em 31/12/1968 e o monitoramento da umidade do solo foi feito desde maio de 1969 até abril de 1976. As amostragens gravimétricas eram feitas nos períodos de estiagem, coletadas nas profundidades de 0-25, 25-50, 50-75 e 75-100 cm em cada canteiro dos blocos irrigados e não irrigados, junto à projeção da copa do cafeeiro, ao acaso, obtendo-se um valor médio de umidade de 12 repetições. O intervalo entre amostragens era variável, desde 5 a 7 dias até semanas. O balanço hídrico de campo, originalmente utilizado no controle da irrigação, produziu a evapotranspiração real (ETR) da cultura pela análise da variação do armazenamento da água do solo, precipitação e irrigação reunidos em uma equação geral de balanço de massa. A evapotranspiração

¹ Trabalho parcialmente financiado pelo **Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café**.

² Pesquisadores Científicos, Instituto Agronômico de Campinas, Centro de Ecofisiologia e Biofísica, Caixa Postal 28, CEP 13001-970, Campinas, SP. E-mails: farruda@cec.iac.br, emilio@cec.iac.br e rocalhei@cec.iac.br.

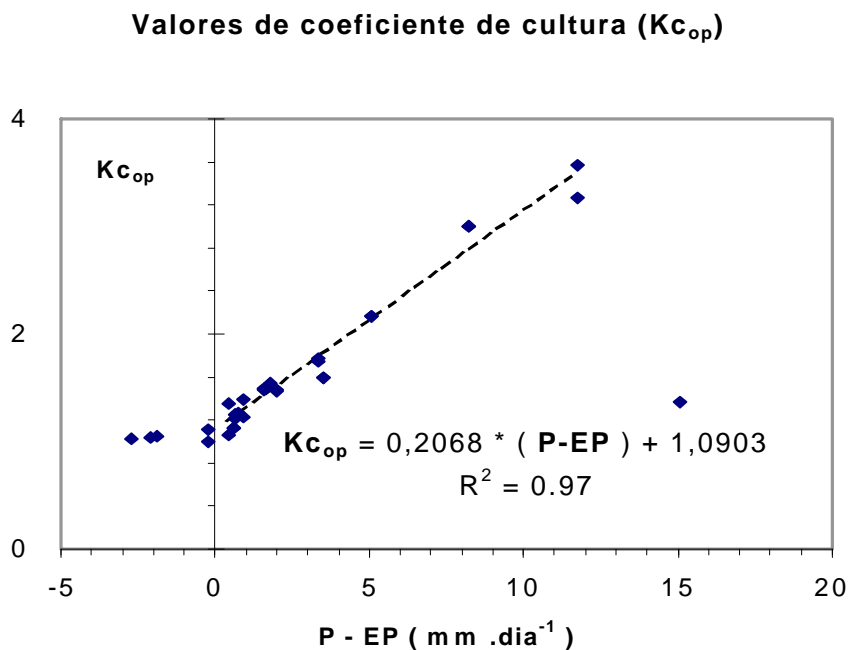
³ Eng. Agr. Bolsistas do PNP&D-Café no Centro de Ecofisiologia e Biofísica, IAC. E-mails: iaffe@cec.iac.br e mweill@bestway.com.br.

potencial foi calculada pelo método de Penman modificado (Villa Nova & Ometto, 1981) e, em seguida, relacionado à ETR, para a obtenção do coeficiente de cultura ($kc=ETR/EP$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de estudo apresentou variação média dos elementos meteorológicos muito próximos das normais da região. A produção média do ensaio, no período de 1972 a 1976, foi de 1.294 kg ha^{-1} , próxima da produtividade média de São Paulo. A amplitude de variação na produção foi de 33 a 3.383 kg ha^{-1} , expressando o forte efeito do ambiente e da alternância de produções. Os resultados obtidos de kc foram muito variáveis, desde valores negativos até valores muito maiores do que a unidade. Os valores negativos foram interpretados como efeito da alimentação de água para a camada de controle proveniente das camadas mais profundas (ascensão capilar), durante os períodos de seca. Valores de $kc=0$ representam a interrupção da transpiração da cultura e, certamente, da fotossíntese. Valores elevados de kc são, em geral, resultados de perda de água por percolação profunda ou deflúvio superficial. Períodos muito longos de determinação de kc , como muitos no presente trabalho, também contribuem para erros de estimativa, pois pode ocorrer períodos de elevada umidade do solo alternados com períodos de seca. Sabendo-se que o kc apresenta um caráter variável ao longo da estação e durante o período de secamento do solo, optou-se por selecionar situações mais homogêneas dentro do conjunto de dados obtidos.

Figura 1. Valores de coeficiente de cultura, kc , maiores do que 1,0, em função da Precipitação menos a Evapotranspiração Potencial ($P-EP$) média diária dos períodos.



Na Figura 1 é apresentada a relação entre o coeficiente de cultura maiores que a unidade ($kc>1,0$) em função de ($P-EP$). Visto que os períodos de análise eram variáveis, optou-se por considerar o valor médio diário de ($P-EP$) no período de determinação. Observou-se forte correlação entre kc e ($P-EP$), corroborando a hipótese formulada. Pela equação ajustada aos valores de ($P-EP$)>1, observa-se que para cada 1,0 mm/dia de precipitação acima de EP corresponde a uma superestimativa de kc da ordem de 0,2. Por outro lado, quando $P=EP$, no equilíbrio hídrico, obtêm-se a estimativa de $kc=1,09$. Segundo Allen et al. (1994), quando a superfície do solo se encontra molhada o valor de kc deve se aproximar da unidade. A estimativa de $kc=1,09$ para quando ($P-EP$)=0 pode ser uma indicação de que há um efeito de advecção e que ele é de apenas da ordem de 10%. A equação ajustada (Fig.1) é clara em mostrar que valores de $kc>1,09$ é explicado em 97% como efeito da precipitação. No presente estudo, a situação de ($P-EP$)<0 representa nenhum ou uma leve deficiência hídrica, corresponde a valores de kc muito próximos de 1,0 (Fig.1). Provavelmente devem incluir dias com excesso de umidade ($P>EP$ e $kc>1,09$), superfície do solo molhada (com $kc=1,0$) e períodos de superfície do solo seca mas sem deficiência ($kc<1,0$). Os resultados de coeficiente de cultura menor que a unidade e maior que zero ($0<kc<1,0$) são apresentados em função do consumo da água do solo, obtidos para

períodos de amostragem de até 20 dias (Figura 2). Não foram incluídos os valores de k_c negativos ou iguais a zero, por envolverem erros ou induzirem a resultados não conclusivos. Pela Figura 2 pode-se observar a existência de uma correlação ($R^2 = 0,61$) significativa entre k_c e o consumo de água no solo, apesar de existir situações variáveis de taxa evaporativa para atmosfera (Denmead & Shaw, 1962), temperatura, comportamento variável da planta quanto a adaptação aos períodos de seca (Meinzer et al., 1992) e plantas com idade de 1 a 7 anos. A equação mostrada na Figura 2 sugere que $k_c = 0,84$ (valor basal), na situação sem deficiência de água no solo, porém com a superfície não molhada. Há uma redução gradual de k_c com o consumo da água do solo, sendo menor com o solo ainda úmido (redução de 0,09 para os primeiros 20 mm) e maior para o solo mais seco (redução de 0,19 de 80 para 100 mm). Há indicação de que a transpiração da cultura cessa quando consumido cerca de 113 mm de água do solo (evapotranspiração real acumulada).

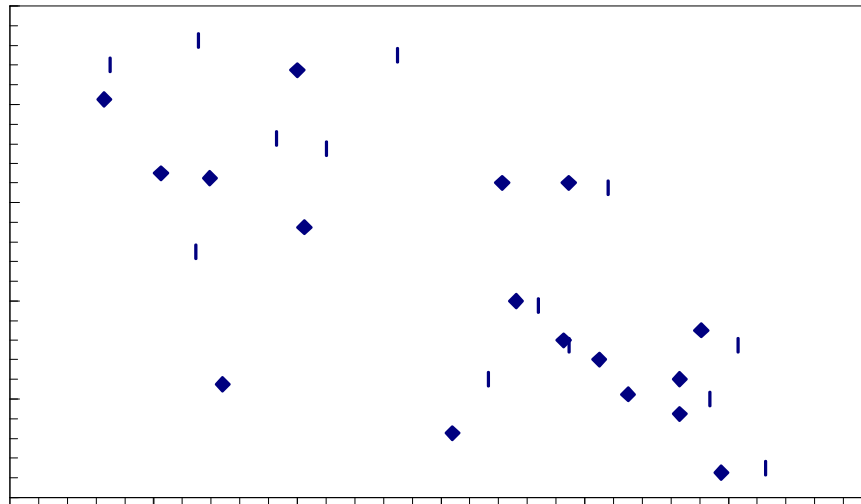


Figura 2. Coeficiente de cultura em função do consumo da água do solo na profundidade de 0-100 cm.. Valores de $0 < k_c < 1,0$ e períodos de até 20 dias de duração.

CONCLUSÃO

O comportamento obtido de k_c durante a época das chuvas, foi próximo da unidade ou superior, pois não foram contemplados os demais termos do balanço hídrico, como a drenagem profunda, porém, uma estimativa do erro foi possível, pelo ajuste de uma equação em função de $(P-EP)$. Em condições de equilíbrio hídrico o k_c médio observado foi 0,84. Com a redução da disponibilidade hídrica, k_c tendia a zero, inicialmente progressivamente, porém a partir de um determinado déficit (>50 mm) ocorreram maiores incrementos de penalização do k_c . Estimou-se que o consumo de água cessaria quando exaurido 113 mm da camada do solo de 0-100 cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R.G.; Smith, M.; Perrier, A.; Pereira, L.S. An update for the definition of reference evapotranspiration. *ICID Bulletin*, 43(2) 93p., 1994.
- Camargo, A.P; Pereira, A.R. Agrometeorology of the coffee crop. Geneve: World Meteorological Organization, (Agricultural Meteorology C. Report, 58), 96 p., 1994.
- Denmead, O.T. & Shaw, R.H. Availability of soil water to plants as affected by soil moisture content and meteorologicas conditions. *Agronomy Journal*, 43 p.385-390, 1962.
- Gutierrez,-M.V.; Meinzer,-F.C. Estimating water use and irrigation requirements of coffee in hawaii. *American Society for Horticultural Science* 119(3):652-657, 1994.
- Jensen, M.E. Water consumption by agricultural plants. In: Kozlowski, T.T. (ed.) *Water deficits and plant growth*. 2.ed. New York, Academic Press, 1969. v.2, Cap.1 P.1-22.

- Meinzer, F.C.; Saliendra, N.Z.; Crisosto, C.H. carbon isotope discrimination and gas-exchange in coffee arabica during adjustment to different soil-moisture regimes. *Australian Journal of Plant Physiology*, 19(2):171-184, 1992.
- Villa Nova, N.A. & Ometto, J.C. Adaptação e simplificação do método de penman às condições climáticas do estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, 4. Fortaleza, **Anais. ABRH v.3** p.281-299, 1981.
- Wright, L. New evapotranspiration crop coefficients. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, New York, 108:57-75, 1982.

AVISO

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS
SEGUINTE ENDEREÇOS:

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV
Viçosa - MG
Cep: 36571-000
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485
Fax : (31) 3891-3911

EMBRAPA CAFÉ

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)
Edifício Sede da Embrapa - sala 321
Brasília - DF
Cep: 70770-901
Tel: (61) 448-4378
Fax: (61) 448-4425