

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DO FEIJÃO-DE-CORDA¹

Moacir Alves da Silva²

Agustín A. Millar³

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração (ET) de um cultivo, varia de acordo com o estágio de crescimento da cultura e as condições de solo e clima. Desse modo, para um caso específico, há necessidade de conhecer-se a ET das culturas, tanto para o planejamento adequado de obras de irrigação, como para a operação adequada de grandes projetos, objetivando aumentar a eficiência de aplicação de água a nível de parcela. Hargreaves (1975) afirma que no planejamento tanto da agricultura de sequeiro como da agricultura irrigada, é necessário o conhecimento da água que a cultura requer para a máxima produção.

Na atualidade, existem vários métodos apropriados para a determinação da evapotranspiração das culturas, tais como: balanço de energia (Tanner 1968 e 1975), balanço completo de água (Black et al. 1970), Van Bavel et al. (1968); com menos precisão, lança-se mão de formulações empíricas (Legarda et al. 1972 e Tanner 1978). De todos os métodos, o mais empregado é o balanço completo de água, (Black et al. 1970 e Van Bavel et al. 1968).

O feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L) Walp) é cultivado no Nordeste, preferencialmente em condições de regime de chuvas. Apesar da relevante importância desta cultura, pouco tem sido feito para gerar informações que

¹ Contribuição do Convênio EMBRAPA/CODEVASF

² Eng^o Agr^o, M.S., Especialista em Irrigação do CPATSA-EMBRAPA.

³ Eng^o Agr^o, Ph.D., Especialista em Tecnologia de Irrigação do IICA, Convênio IICA/CODEVASF, Departamento Técnico CODEVASF, Brasília-DF.

possibilitem um melhor aproveitamento da distribuição e intensidade das precipitações que ocorrem na região delimitada pelo "Polígono das Secas". Para se obter o máximo aproveitamento da quantidade de água armazenada no perfil de solo, em condições de agricultura de seca, além do conhecimento da função de produção para irrigação (Silva et al. 1978), a definição das necessidades de água por estágio de crescimento da cultura é de vital importância para a seleção do solo e período de plantio (Millar 1977).

O propósito deste trabalho foi definir as características de evapotranspiração do feijão-de-corda sob regime de irrigação e diferentes doses de nitrogênio.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados foram coletados em um experimento de irrigação por "aspersão em linha" ("line source sprinkler irrigation") conduzido para estudar o efeito de lâmina de irrigação e da adubação nitrogenada, sobre a produção de grãos de feijão-de-corda (Silva et al. 1978).

A evapotranspiração foi determinada através de um balanço completo de água, sob um regime de 466 mm de água aplicada durante o ciclo da cultura e em condições nitrogenada de 80 e 120 kg/ha de nitrogênio. Com esse objetivo, realizou-se um controle completo das irrigações e das mudanças do conteúdo de água no perfil do solo.

Foi utilizada a equação de balanço hidrológico que, no caso de superfície plana, pode ser escrita como:

$$P + I = ET + \Delta\theta + D \quad \{1\}$$

onde P e I são precipitação e irrigação (mm) respectivamente, que foram medidas com pluviômetros, ET é a evapotranspiração (mm), $\Delta\theta$ é a variação do conteúdo de água no perfil do solo, determinada com a sonda de nêutrons TROXLER 1257 e D é a drenagem abaixo da zona do sistema radicular. O componente de drenagem foi determinado por meio da equação de Darcy, usando a relação entre a condutividade capilar, conteúdo de água no perfil do solo e o gradiente hidráulico obtido com tensiômetros instalados às profundidades de 60 e 90 centímetros.

A equação para determinação do fluxo em uma direção para movimento de água no solo com vegetação, é dada pela relação (Black et al. 1970, Rose et al. 1967 e Van Bavel et al. 1970):

$$\partial\theta/\partial t = \partial(K \partial H/\partial Z)/\partial Z - Q \quad \{2\}$$

onde θ é o conteúdo volumétrico de água e K é a condutividade capilar. A carga hidráulica (H), à profundidade Z , é dada por $H = \Psi + Z$ onde Ψ é o potencial matricial, Z é o potencial gravitacional (profundidade) negativo, medido a partir da superfície. O termo (Q) é a taxa de água removida do solo devido a evapotranspiração.

A variação da água armazenada no perfil do solo, é obtida por integração da equação 2, na profundidade do sistema radicular, para t constante, segundo Rose et al. (1976) nestas condições tem-se:

$$dW/dt = - K(\partial H/\partial Z)_{Z=L} - dET/dt \quad \{3\}$$

onde W é a água armazenada na zona radicular de profundidade (L), dET/dt é a taxa de evapotranspiração e $(K \partial H/\partial Z)$ é o produto da condutividade capilar pelo gradiente de carga hidráulica ($Z = L$), sendo a taxa de fluxo (drenagem ou contribuição do lençol freático) através do limite da zona radicular.

O controle completo dos componentes da equação hidrológica foi realizado durante um período de 49 dias, a partir do 339 dias após o plantio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evapotranspiração (ET) da cultura foi obtida usando a equação 1. O componente D, obtido mediante o uso da equação de Darcy na camada de 60 a 90 cm do perfil do solo, resultou ser insignificante com respeito aos outros componentes da equação 1, com valores menores a 0,2 mm/dia. Isto devido, em grande parte, ao fato de que o controle da irrigação e restituição das lâminas de irrigação foram realizados na camada superficial de 30 cm, atingindo-se uma alta eficiência de irrigação, com mínima percolação na camada de 60 e 90 cm de profundidade.

Na Tabela 1, são apresentados os dados de evapotranspiração acumulada, evaporação acumulada no tanque Classe A, evapotranspiração média, evaporação média do tanque e coeficiente de cultivo, para períodos de dez dias durante o ciclo. Os dados de ET correspondem com 80 e 120 kg/ha de nitrogênio, com uma lâmina total de 466 mm de água aplicada durante o ciclo. Da data do plantio até o 339 dia, em virtude das irrigações terem sido aplicadas de forma uniforme em toda a área (a fim de facilitar a emergência e desenvolvimento inicial das plantas), o uso consumptivo durante esse período, foi calculado utilizando-se o coeficiente de cultivo (Kc) estabelecido por Hargreaves (1976).

Durante o ciclo da cultura a evapotranspiração (ET) acumulada foi 301,49 mm (média geral de 3,68 mm/dia) e de 293,29 mm (3,58 mm/dia), nas condições de adubação de 80 e 120 kg/ha de nitrogênio, respectivamente e irrigação de 466,0 mm de água aplicada durante o ciclo. A evaporação acumulada do tanque Classe A, para o mesmo período foi de 724,59 mm (Fig. 2), correspondendo a uma evaporação média diária de 8,84 mm/dia. Esses dados de ET média são semelhantes aos obtidos para feijão (*Phaseolus vulgaris*): 3,55 mm/dia em Petrolina, Magalhães & Millar (comunicação pessoal); 3,44 mm/dia, em Piracicaba, Reichardt et al. (1974); 3,34 mm/dia, no sul de Minas Gerais, Garrido & Teixeira (1977). Black et al. (1977), trabalhando com lisímetros, determinaram uma ET média de 3,40 mm/dia, em condições de evaporação potencial de 7,7 mm/dia. Doorenbos & Pruitt (1975) apresentaram dados de ET acumulada para todo o ciclo do feijão, na faixa de 250 a 400 mm, correspondendo a 20-25% da ET grama. Os dados de ET acumulada apresentados na Tabela 1 estão dentro da faixa definida por Doorenbos & Pruitt (1975).

Normalmente, no manejo da irrigação a nível parcelar, as necessidades de água das culturas são definidas por meio de dados de evaporação do tanque Classe A e do coeficiente de cultivo (Kc), sendo o fator Kc a razão entre a ET da cultura e a evaporação do tanque Classe A (Et).

Na Figura 2 apresentam-se o coeficiente de cultivo (Kc), como definido anteriormente, em função do ciclo

TABELA 1. Evapotranspiração (ET) acumulada e evaporação (Et) do tanque Classe A em função do tempo.

Tempo (dias)	ET acumulada (mm) (80 kg/ ha de N)	ET acumulada (mm) (120 kg/ ha de N)	Et acumulada (mm)	ET média por período (mm) (80 kg/ha de N)	ET média por período (mm) (120 kg/ha de N)	Et média por período (mm)	Coeficiente de Cultivo (Kc) por período	
							80 kg/ha	120 kg/ha
1	2,31	2,31	9,31	2,31	2,31	9,31	0,25	0,25
10	25,79	25,79	84,06	2,35	2,35	7,40	0,32	0,32
20	51,79	51,79	164,06	2,70	2,70	8,00	0,34	0,34
30	85,05	85,09	252,00	3,33	3,33	8,79	0,38	0,38
40	120,09	199,09	340,00	3,50	3,40	8,80	0,40	0,39
50	170,09	169,09	430,00	5,00	4,32	9,00	0,56	0,48
60	220,09	219,09	524,00	5,00	4,90	9,40	0,53	0,52
70	266,09	259,09	614,00	4,00	3,90	9,00	0,44	0,43
82	301,49	293,29	724,59	3,54	3,42	9,22	0,38	0,37
Média	3,68	3,58	8,84	3,68	3,58	8,84	0,42	0,40

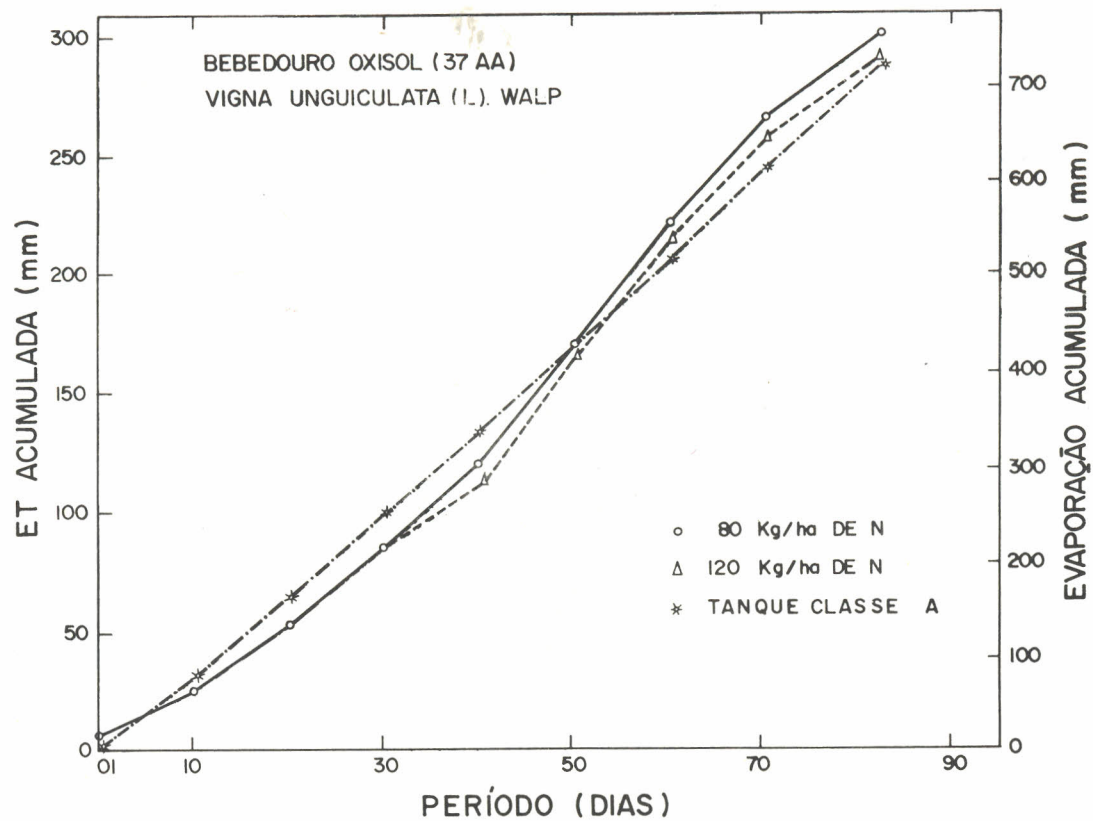


Figura 1. Evapotranspiração acumulada e evaporação do Tanque Classe A.

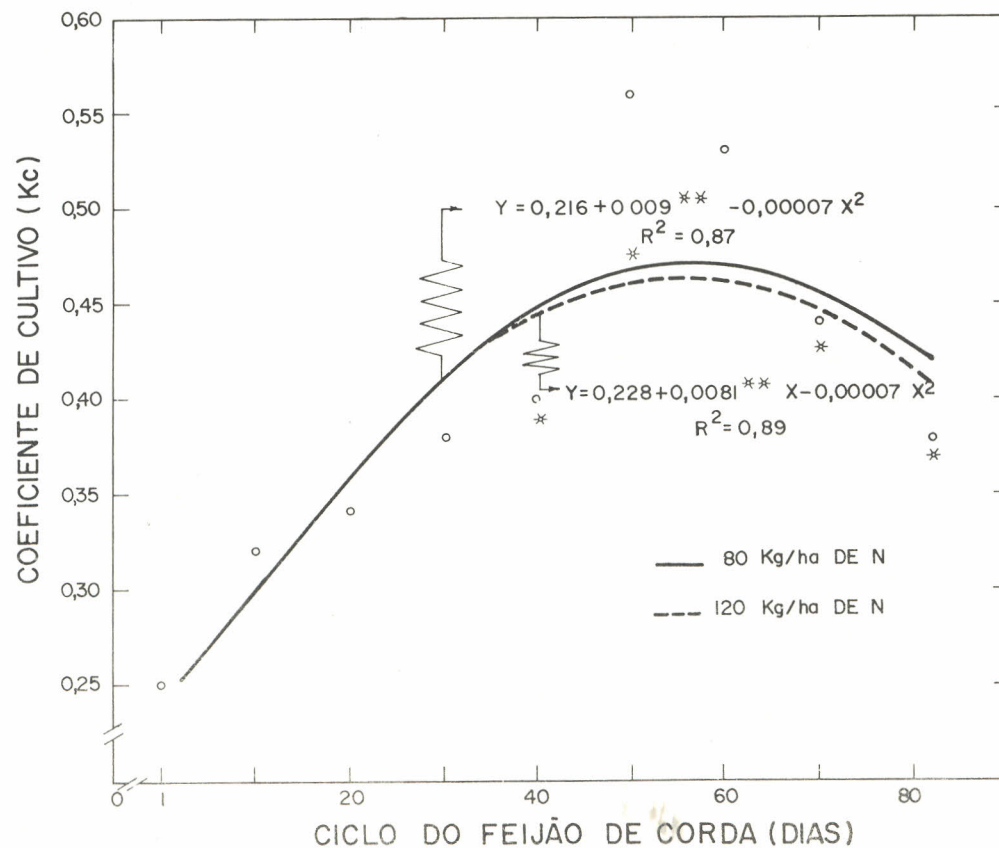


Figura 2. Coeficiente de cultivo em função do ciclo de feijão.

da cultura do feijão-de-corda. Os dados da Figura 1 e da Tabela 1, permitem obter um coeficiente de cultivo médio para o ciclo da cultura, iguais a 0,42 e 0,40, para as condições de adubação de 80 a 120 kg/ha de nitrogênio, respectivamente.

Para feijão, Magalhães & Millar (comunicação pessoal 1979) observaram Kc igual a 0,50 e para dados de Black et al. (1970), obtêm-se Kc igual a 0,44. Entretanto, Doorenbos & Pruitt (1975) e Hargreaves (1976) apresentam dados de Kc iguais a 1,05 e 0,90 respectivamente. Hargreaves (1976) recomenda o uso de Kc igual a 0,90 para estimar as necessidades totais de água durante o ciclo (Kc médio) e para análise econômica. Contudo, analisando os dados de Kc apresentados por Hargreaves (1976), para vários estágios de crescimento da cultura, obtêm-se um Kc médio igual a 0,52 até 80% de cobertura efetiva igual a 0,68 quando se considera o ciclo completo. Desta análise, conclui-se que os dados de Kc apresentados por Doorenbos & Pruitt (1975) e Hargreaves (1976) são altos por terem tomado como referência a evapotranspiração da grama ($Kc = ET_{\text{cultura}}/ET_{\text{grama}}$) cujos valores são inferiores à evaporação dos tanque Classe A. Os dados de Aragão & Araújo (1975) mostram claramente a diferença entre a evapotranspiração da grama e os valores de evaporação do tanque Classe A.

CONCLUSÕES

A evapotranspiração média do feijão-de-corda foi de 3,68 e 3,58 mm/dia. E para uma evaporação média do tanque Classe A (WUSB) de 8,84 mm/dia, o que corresponde a um coeficiente de cultivo, Kc médio de 0,42 e 0,40 respectivamente, para 80 e 120 kg/ha de nitrogênio, com 466 mm de água aplicada durante o ciclo.

Os coeficientes de cultivo (Kc) recomendados por Hargreaves (1976) para feijão não podem ser usados diretamente no manejo de irrigação a nível de parcela, quando se usa o tanque de evaporação para definição das necessidades de água das culturas.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, O.P. de. & ARAUJO, J.P. de. Relações entre a evapotranspiração potencial da alfafa (*Medicago sativa*) e grama (*Sphenotaphrum secundatum*) com tanques classe-A sob diferentes exposições. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3., Fortaleza, 1975. **Anais**. Fortaleza, Ce., DNOCS-ABID, 1975. V.3, p. 92-5.
- BLACK, T.A.; GARDNER, W.R. & TANNER, C.B. Water storage and drainage under a row crop on a sandy soil. **Agronomy Journal**, 62(1):48-51, 1970.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Rome, FAO, 1975. 179p. ilustr. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24).
- GARRIDO, T.A.M. & TEIXEIRA, A. H. **Efeito de diferentes níveis de umidade do solo sobre o rendimento do feijoeiro comum na Região Sul de Minas Gerais**. Belo Horizonte, EPAMIG, 1977. (Mimeografado).
- HARGREAVES, G.H. **Climate and irrigation requirements for Brazil**. Logan, Utah State University, 1976. 44p.
- _____. **Climatic zoning for agricultural production in Northeast Brazil**. Logan, Utah State University, 1974. 6p.
- LEGARDA, B., L. & FORSYTHE, W. Estudio comparativo entre evaporación calculada por varias fórmulas y la evaporación de tanques, medida en tres lugares tropicales. **Turrialba**, 22(3):282-92, 1972.
- MILLAR, A.A. **Uso de alguns métodos e resultados de pesquisas de irrigação em programas de pesquisas para as áreas de sequeiro**; Projeto PNUD/FAO/BRA/74/008. Petrolina, PE., EMBRAPA/CPATSA, s.d. 23p.
- REICHARTD, K.; LIBARDI, P.L. & SANTOS, J.M. dos **An analysis of soil-water movement in the field: II. Water balance in a snap bean crop**. Piracicaba, SP., Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 1974. 19p. (CENA. Boletim Científico, 022).

- ROSE, C.W. & STERN, W.R. Determination of withdrawal of water from soil by crop roots as a function on depth and time. **Aust. J. Soil Res.**, 5:11-9, 1967.
- SILVA, M.A. da.; MILLAR, A.A.; BERNARDO, S. & CONDÉ, A.R. Efeito da lâmina de água e da adubação nitrogenada sobre a produção de feijão "macassar" utilizando o sistema de irrigação por aspersão em linha. **Item: Irrigação e Tecnologia Moderna**, 0:27, 1978.
- TANNER, C.B. Energy balance approach to evapotranspiration from crops. **Soil Science Society of America Proceedings**, 24(1):1-9, 1960.
- _____. Evaporation of water from plants and soil. In: KOZŁOWSKI, T.T. **Water deficits and plant growth**. New York, Academic Press, 1968. v.1., cap. 4, p.73-106.
- VAN BAVEL, C.H.M.; BRUST, K.J. & SKIRK, G.B. Hydraulic properties of a clay loam soil and the field measurement of water uptake by roots: II. The water balance of the root zone. **Soil Science Society of America Proceedings** 32:317-21, 1968.