

# EVAPOTRANSPIRAÇÃO, ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E DESENVOLVIMENTO RADICULAR DO FEIJÃO IRRIGADO<sup>1</sup>

FRANCISCO ASSIS DE OLIVEIRA<sup>2</sup> e JOSÉ JOAQUIM SANTANA E SILVA<sup>3</sup>

RESUMO - Estudou-se, num Podzólico Vermelho-Amarelo de textura média do Projeto de Irrigação de São Desidério, a evapotranspiração (ET), o índice de área foliar (IAF) e o desenvolvimento radicular do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. IPA 74-19. A ET média foi de 3,9 mm/dia e o máximo de 5,3 mm/dia, ocorrida entre o final da floração e a formação das vagens. Houve correlação linear positiva entre a ET e a evaporação do tanque classe A (EV), com um coeficiente médio de 0,65. Durante o ciclo da cultura o IAF variou de 0,41 a 3,73 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> e 83% em peso das raízes se concentraram nos 40 cm superficiais do solo.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, uso consuntivo de água, área fotossintética, sistema radicular.

## EVAPOTRANSPIRATION, LEAF AREA INDEX AND RADICULAR DEVELOPMENT OF IRRIGATED BEANS

ABSTRACT - The evapotranspiration process (ETP), the leaf area index (LAI) as well as the radicular development of cv. IPA 74-19 beans (*Phaseolus vulgaris*) on a mean textured Red Yellow Podzolic soil of São Desidério Project were studied. The mean ETP was 3.9 mm/day, and the maximum, 5.3mm/day, happened between late in the blooming and the pod shaping up. There was a positive linear correlation between ETP and class "A" tank evaporation (EV), with an average coefficient of 0.65. During the culture cycle LAI varied from 0.41 up to 3.73, and 83% in weight of root was concentrated in the 40 superficial centimeters of the soil.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, consumptive water use, photosynthetic area, radicular system.

## INTRODUÇÃO

No Nordeste brasileiro, o feijão é uma das culturas principais, representando 32,2% da produção nacional (Magalhães & Millar 1978), sendo o estado da Bahia seu quarto maior produtor, e os municípios de Tucano e Irecê seus principais representantes. O déficit hídrico no solo, resultante da escassez e da má distribuição das chuvas, é o principal fator limitante da produção regional de feijão. Existe grande necessidade de se tornar a cultura do feijoeiro menos dependente das condições ad-

versas do clima, o que só será possível com o uso da irrigação.

Nos projetos de irrigação do Nordeste, os estudos que definem, para as condições locais de solo e clima, o consumo de água pelas culturas, são muito escassos ou praticamente inexistentes. Para o manejo racional da irrigação, torna-se necessário estimar, para as condições locais de solo-clima-planta, a evapotranspiração da cultura (Breirdorf & Mota 1971, Blaney & Criddle 1962). A evapotranspiração ou uso consuntivo é comumente definido como sendo a água de constituição e transpiração da cultura somada à que é evaporada pelo solo (Simões 1973). A identificação desse parâmetro contribui para uma melhor eficiência no manejo da água de irrigação e, conseqüentemente, evita que se coloque à disposição da cultura água em excesso ou em dé-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 28 de fevereiro de 1989.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., Dr., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNP), Caixa Postal 174, CEP 58100, Campina Grande, PB.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., M.Sc., EPABA/UEP São Francisco, Caixa Postal 024, CEP 47800, Barreiras, BA.

ficit. Silveira & Stone (1979), por meio da determinação do balanço de água na cultura do feijão, para as condições de Goiânia, encontraram, para 75 dias de ciclo das plantas, uma evapotranspiração real de 220,5 mm. O consumo obtido foi de 3,2, 3,2 e 1,7 mm/dia ou 0,62; 0,77 e 0,38 da evaporação do tanque, respectivamente, nos estádios da emergência ao início da floração, floração e desenvolvimento das vagens à maturação.

A área foliar da cultura é, em geral, excelente indicador da capacidade fotossintética da planta, e a sua determinação é importante para os estudos de nutrição, competição e relações solo-água-planta (Benincasa et al. 1976). Para as condições irrigadas de Barreiras, BA, foram encontradas correlações lineares positivas entre o índice de área foliar e a evapotranspiração das culturas do arroz (Oliveira 1980) e do algodão (Oliveira & Silva 1987). Segundo Inforzato & Alvarez (1957), antes de solucionar problemas como de preparo do solo, adubação e qualidade de água, é de importância conhecer o desenvolvimento radicular durante o ciclo da cultura, dada a sua interferência na quantificação da água a ser aplicada na irrigação. Para as condições irrigadas do perímetro de São Desidério, Barreiras, BA, Oliveira (1980) verificou que 86% do sistema radicular da cultura do arroz se encontravam nos 20 cm superficiais, e 81% das raízes de algodão her-

báceo, nos 30 cm superficiais do solo (Oliveira & Silva 1987).

O presente trabalho objetivou estudar, em condições de campo, no perímetro irrigado de São Desidério, Barreiras, BA, a evapotranspiração, a área foliar e o desenvolvimento radicular da cultura do feijão *Phaseolus vulgaris* L.).

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da UEP São Francisco no Projeto de Irrigação de São Desidério, município de Barreiras, BA. Utilizou-se um Podzólico Vermelho-Amarelo de textura média, profundo, com boa capacidade de infiltração e sem restrições de drenagem. O clima da região, segundo Hargreaves (1974a e b), é do tipo seco-úmido, com precipitação média anual de 1.020 mm, apresentando um período chuvoso de outubro a abril, e outro, seco de maio a setembro. A Tabela 1 apresenta os dados meteorológicos obtidos durante o período de condução do trabalho. Utilizou-se uma parcela de 100 m<sup>2</sup>, cuja área foi submetida a uma aração e duas gradagens. De acordo com a análise do solo, fez-se uma adubação com 60 kg/ha de N na forma de sulfato de amônio, e 70 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples. Usou-se a cultivar de feijão IPA 74-19, num espaçamento de 30 cm entre fileiras, deixando-se, após o desbaste, 11 plantas/m. O plantio foi realizado em 01.06.79, e a colheita, processada em 31.08.79. As irrigações foram efetuadas sem-

TABELA 1. Dados da Estação Agrometeorológica da UEP São Francisco, próximo ao local do ensaio, obtidos durante a condução do trabalho.

Mês	Temperatura - °C		UR (%)	Insolação (h)	Vento (m/s)	Evap. (mm)	ETP (mm)	Prec. (mm)
	Máxima	Mínima						
Junho	29,3	14,3	68	257	1,07	150	101	0
Julho	31,3	13,9	63	274	0,92	166	130	0
Agosto	32,8	15,9	57	261	0,76	197	165	0

UR : Umidade relativa do ar

Evap.: Evaporação do tanque classe "A"

ETP : Evapotranspiração potencial segundo Hargreaves (1974a e b)

Prec. : Precipitação pluvial.

pre que o solo perdia de 40 a 50% da umidade disponível. Com o uso de sifões calibrados, a água foi aplicada volumetricamente na parcela em sulcos nivelados e fechados nas extremidades.

O controle da umidade do solo foi processado pelo método-padrão de estufa (gravimétrico), conforme descrito por Bernardo (1982). As determinações da umidade do solo foram efetivadas antes e cerca de 35 horas após cada irrigação. Para cada determinação, foram escolhidos dois locais na parcela e, com auxílio de um trado aspiral de 3/4", efetuou-se a amostragem de material do solo nas profundidades de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm do perfil, com duas repetições em cada ponto. A evapotranspiração (ET) ou uso consuntivo da cultura foi determinado pelo balanço de água no solo, antes e após as irrigações.

Para estimativa da área foliar, procedeu-se segundo a metodologia de Wallace & Munger (1965). Foram amostradas, em intervalos de 7 a 12 dias, 10 plantas com duas repetições, e sete determinações durante o ciclo da cultura. O índice de área foliar (IAF) foi calculado a partir da relação  $m^2$  de área

foliar/ $m^2$  de superfície de solo. Nos mesmos períodos das medições das áreas foliares, foram processadas as determinações do sistema radicular através da metodologia descrita por Veiga & Oliveira (1976) para a cultura da soja. O solo foi coletado em área de 60 cm x 40 cm por intervalos de 10 cm de profundidade até onde se constatou presença de raízes. Após a coleta, o solo foi submetido, durante 24 horas, a uma solução dispersante de hidróxido de sódio na concentração de 2.500 ppm, e as raízes, separadas em peneiras de 2 mm de malha, com a aplicação de água corrente, e os resultados expressos em peso e percentagem de peso do material seco à estufa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 1, encontram-se os resultados médios da evapotranspiração (ET) nos intervalos de dois a quatro dias, no período dos 25 aos 75 dias do ciclo da cultura. Constata-se que no início das avaliações foi registrado o menor

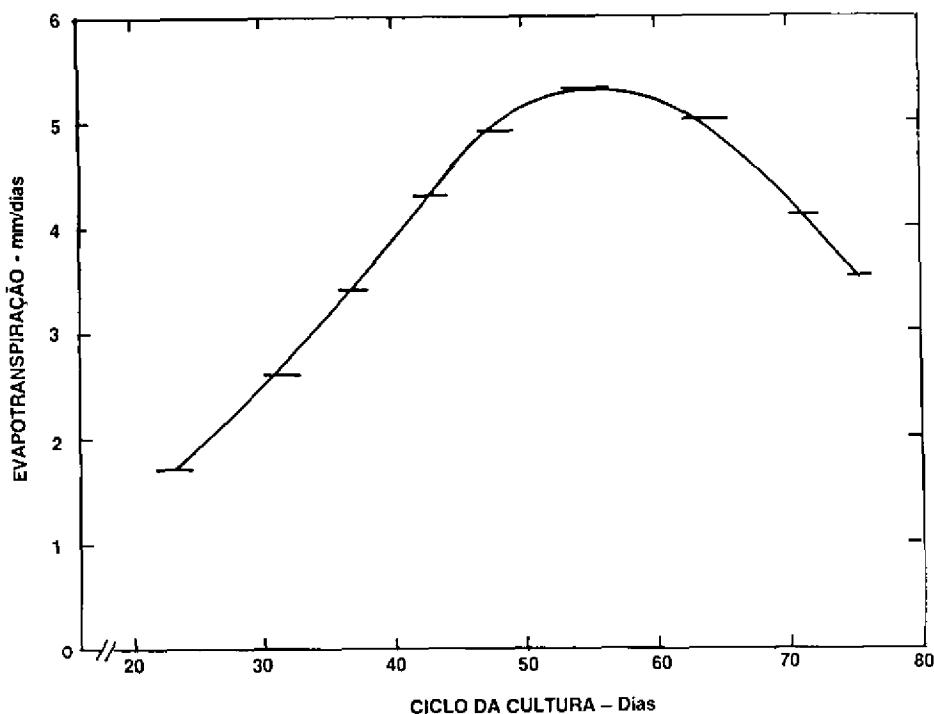


FIG. 1. Relação da evapotranspiração (ET) média em mm/dia em função do ciclo da cultura do feijão, IPA 74-19.

consumo de água pelas plantas, cerca de 1,7 mm/dia. Daí por diante a demanda cresceu com o desenvolvimento da cultura, até atingir um máximo de 5,3 mm/dia, ocorrido dos 52 aos 58 dias do ciclo, época em que as plantas encontravam-se no estágio final da floração e início da formação das vagens. Deve-se ressaltar que a demanda máxima coincidiu com a época de maior IAF e maior crescimento das raízes (Tabela 2). A partir de então, até a fase de completa maturação das vagens, houve sensível redução no consumo de água pelas plantas. Em média, a cultura consumiu cerca de 3,9 mm/dia de água.

Houve correlação linear positiva (Fig. 2) entre a ET e a evaporação do tanque classe "A" (EV), permitindo inferir que o consumo médio da cultura do feijão, no período e nas condições locais do estudo, ficou em torno de 0,65 da EV. Estes resultados de certa forma concordam com os de Silveira & Stone (1979).

O IAF cresceu com o desenvolvimento da cultura, tendo atingido o valor máximo de 3,73, cerca dos 55 dias do ciclo (Tabela 2), época em que as plantas encontravam-se no estágio final de floração e início da formação das vagens. O maior IAF ocorreu simultanea-

**TABELA 2.** Dados médios do índice de área foliar (IAF) e da concentração de raízes, em gramas por 24.000 cm<sup>3</sup> (área de 60 cm x 40 cm e 10 cm de profundidade) de solo, durante o ciclo da cultura de feijão, IPA 74-19.

Amostragem Data	IAF (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Peso de raízes g./2.400 cm <sup>2</sup> de solo						Peso total (g)
		0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm	40-50 cm	50-60 cm	
20.06.79	0,41	0,87	0,25	-	-	-	-	1,12
28.06.79	0,62	1,77	1,71	-	-	-	-	3,48
06.07.79	0,79	1,98	1,84	0,76	-	-	-	4,58
13.07.79	1,54	2,18	2,12	1,11	0,68	-	-	6,09
20.07.79	1,92	2,05	1,92	1,56	1,05	0,58	-	7,16
31.07.79	3,73	2,15	1,75	1,76	1,13	0,71	0,32	7,82
12.08.79	2,02	2,08	1,17	1,75	1,13	0,85	0,51	7,49

mente com a máxima ET da cultura, evidenciando, assim, o efeito da área foliar fotossinteticamente ativa na demanda de água pelas plantas. Ainda na Tabela 2, observa-se que o aprofundamento das raízes não foi além dos 60 cm do perfil do solo. Deve-se ressaltar que as raízes estabilizaram seu crescimento na época em que as plantas atingiram maior IAF. A Fig. 3 registra o desenvolvimento radicular durante o ciclo da cultura, evidenciando que as concentrações finais das raízes foram de 28%; 17%; 23%; 15%; 11% e 6%, respectivamente, para as camadas do solo de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm, 40-50 cm e 50-60 cm.

## CONCLUSÕES

1. A evapotranspiração variou de 1,7 a 5,3 mm/dia durante o período de observação, dos 25 aos 75 dias do ciclo da cultura. A maior demanda, 5,3 mm/dia, ocorreu quando as plantas estavam no estágio final de floração e início da formação das vagens. O consumo médio durante todo período estudado foi de 3,9 mm/dia.

2. Houve uma correlação linear positiva entre a evapotranspiração e a evaporação do tanque classe "A". O coeficiente médio obtido foi de 65% da evaporação do tanque.

3. O índice de área foliar (IAF) variou de

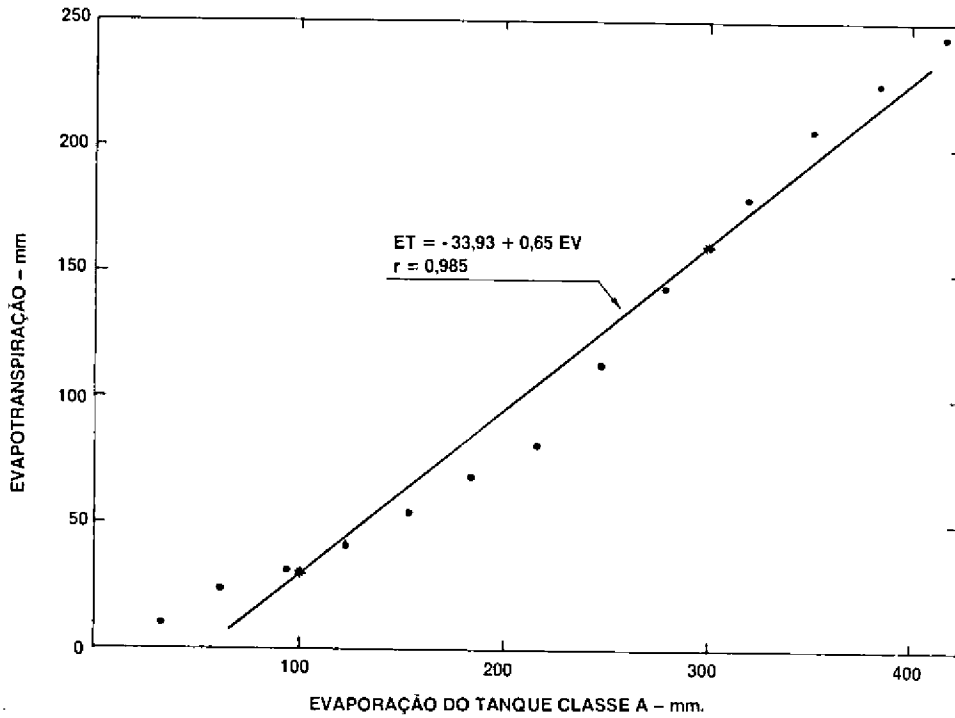


FIG. 2. Relação entre a evapotranspiração (ET) acumulada do feijão obtida pelo método gravimétrico, e a evaporação do tanque classe A (EV).

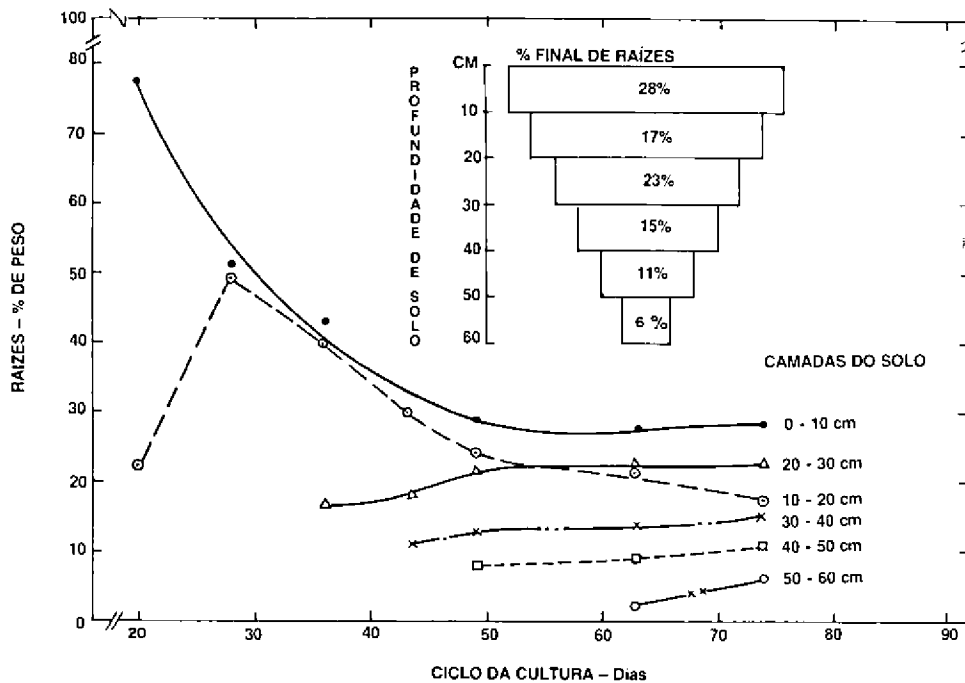


FIG. 3. Desenvolvimento do sistema radicular durante o ciclo da cultura do feijão cv. IPA 74-19.

0,41 a 3,73 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de solo. O maior IAF ocorreu em torno dos 55 dias do ciclo da cultura, época em que houve a máxima intensidade de consumo de água (5,3 mm/dia) e o sistema radicular atingiu o maior desenvolvimento (7,82 g/2.400 cm<sup>2</sup>/60 cm de profundidade).

4. Após os 55 dias do ciclo da cultura, as raízes paralisaram seu crescimento em profundidade e não foram além dos 60 cm do perfil do solo. Cerca de 83% das raízes se concentraram nos 40 cm superficiais do solo e 17% na camada de 40-60 cm.

### REFERÊNCIAS

- BENINCASA, M.M.P.; BENINCASA, M.; LANTANZE, R.J.; JUNQUETTI, M.T.G. Método não destrutivo para estimativa da área foliar de *Phaseolus vulgaris* L. (feijoeiro). **Científica**, Jaboticabal, UNESP, 4(1):43-48, 1976.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 2.ed. Viçosa, UFV, 1982. 463p.
- BLANEY, H.F. & CRIDDLE, W.D. **Determining requirements**. Washington, U.S. Dep. of Agriculture, 1962. 59p. (USDA. Technical Bulletin, 1275).
- BREIRSDORF, M.I.C. & MOTA, F.S. Necessidade de água e balanço da radiação solar na cultura do arroz irrigado e estudo das secas no sistema de rotação arroz-pastagem-cultura no Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO, 2., Porto Alegre, 1971. Porto Alegre, RS, SEDUSUL, 1971. p.261-80.
- HARGREAVES, G.H. **Climatic Zoning for agriculture in Northeast Brazil**. Utah State University, 1974a. 6p.
- HARGREAVES, G.H. **Potential evapotranspiration and irrigation. Requirements for Northeast Brazil**. Logan, Utah State University, 1974b. 55p.
- INFORZATO, R. & ALVAREZ, R. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar em solo tipo terra-roxa-legítima. **Bragantia**, Campinas, SP, 16:1-13, 1957.
- MAGALHÃES, A.A. & MILLAR, A.A. Efeito de déficit de água no período reprodutivo sobre a produção do feijão. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 13(2):55-60, 1978.
- OLIVEIRA, F.A. de. Evapotranspiração, índice de área foliar e desenvolvimento radicular do arroz (*Oryza sativa* L.) sob irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 9, Campina Grande, 1979. **Anais...** Campina Grande, CCT/UFPb, 1980. p.145-150.
- OLIVEIRA, F.A. & SILVA, J.J.S. **Uso consuntivo e desenvolvimento radicular do algodoeiro herbáceo**. Salvador, EPABA/UEP São Francisco, 1987. 22p. (Boletim de Pesquisa, 8)
- SILVEIRA, P.M. da & STONE, L.F. Balanço de água na cultura do feijão em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 14(2):111-115, 1979.
- SIMÕES, A.J. **Determinação da evapotranspiração potencial e necessidade de água de irrigação para o projeto de Mandacaru**. Petrolina, PE, s. ed., 1973. 29p.
- VEIGA, C. & OLIVEIRA, L.B. Influência do preparo do solo sobre a distribuição de raízes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em solo Podzólico Vermelho-Amarelo. **R. Centro Ci. Rurais**, Santa Maria, RS, 6(3):295-307, 1976.
- WALLACE, D.H. & MUNGER, H.M. Studies of the physiological basis of yield differences. I. Growth analysis of six dry bean varieties. **Crop. Sci.**, 5:343-348, 1965.