

# EVAPOTRANSPIRAÇÃO ATUAL DA CULTURA DO FEIJÃO-DE-CORDA, VIGNA UNGUICULATA (L.) WALP.), NA MICRORREGIÃO-HOMOGÊNEA DE QUIXERAMOBIM, CEARÁ\*

LUIS CARLOS UCHÔA SAUNDERS\*\*  
PAULO TEODORO DE CASTRO\*\*  
FRANCISCO MARCUS LIMA BEZERRA\*\*\*  
ANA LÚCIA CARDOSO PEREIRA\*\*\*\*

## RESUMO

O presente trabalho, realizado na Fazenda Lavoura Seca, localizada no município de Quixadá-CE, pertencente à microrregião — homogênea de Quixeramobim, de propriedade do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, visa a determinação da evapotranspiração atual da cultura do feijão-de-corda em regime pluviométrico, utilizando-se o balanço hídrico em um volume de controle de solo, e obedecendo a metodologia sugerida por ROSE e STERN<sup>9</sup>.

O solo onde o experimento foi instalado é um Podzólico Vermelho-Amarelo equivalente Eutrófico e as profundidades estudadas para o balanço foram de 0-40 cm e 0-70 cm.

Os valores da evapotranspiração real apresentaram-se segundo uma distribuição normal, com valores mínimos no início e no final do ciclo de 2,20 e 2,08 mm/dia, enquanto que no período floração/frutificação o valor atingiu um máximo de 5,94 mm/dia. A evapotranspiração

do ciclo da cultura atingiu um valor médio de 3,18 mm/dia.

## SUMMARY

A field experiment, for determination of Caupi evapotranspiration, was conducted at Lavoura Seca Experimental Farm in Quixadá-Ceará. The study was done during the rainy season and the water budget determination method, according to Rose and Stern, was applied.

The soil was classified as Entrophic Equivalent Red-Yellow Podzolic Soil and at the depths of 0-40 cm and 0-70 cm.

The values of the evapotranspiration, according to a normal distribution, came up to be minimum, initial and in the final of the cycle were 2.20 and 2.08 mm/day, while during the flowering and fruiting periods it seacles 5.94 mm/day.

The evapotranspiration for the total cycle seacles the everage of 3.18 mm/day.

## INTRODUÇÃO

A cultura do feijão-de-corda proporciona uma reserva de proteína e hidratos de carbono para a população nordestina,

\* Trabalho realizado sob os auspícios do Convênio Manejo e Conservação do Solo (CNPq/FCCP) e apresentado no XIV CONBEA, 1984.

\*\* Professores do Centro de Ciências Agrárias da UFC e pesquisadores do CNPq. 60.000 Fortaleza, Ceará.

\*\*\* Aluno do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Irrigação e Drenagem, do CCA da UFC.

\*\*\*\* Aluna de Graduação do Curso de Agronomia do CCA da UFC.

sendo considerada a mais importante leguminosa como cultura de subsistência desta região, quer em regime de sequeiro quer de irrigação.

A dinâmica da água no perfil do solo se reveste de grande importância, tendo em vista as condições climáticas locais, que permitem vaticinar o sucesso da implantação de uma cultura a partir do conhecimento da redistribuição interna no pedon proveniente de uma alimentação de água quer de precipitação pluviométrica quer de aplicação artificial, irrigação.

O balanço hídrico da região Nordeste apresenta déficit, praticamente, em todo o decorrer do ano, o que implica na redução da produtividade, sendo esta condição alterada com o advento da irrigação. Vale ressaltar a inexistência de referências bibliográficas sobre a dinâmica da água do solo no que diz respeito à magnitude da evapotranspiração e às conseqüências nos rendimentos das culturas.

Visando solucionar esta deficiência, partiu-se para a determinação da evapotranspiração atual de cultivos em condições de sequeiro, baseado no balanço hidrológico através da aplicação da equação do balanço de massa (lei da conservação de energia). Ressalte-se que nos últimos 20 anos a utilização dos componentes desta equação tem se apresentado como a melhor performance no cálculo da evapotranspiração, como mostram os trabalhos de ROSE e STERN<sup>9</sup>, REICHARDT et alii<sup>8</sup>, CASTRO e REICHARDT<sup>3</sup>, MAGALHÃES e CASTRO<sup>6</sup>, SAUNDERS et alii<sup>11</sup> e ARAGÃO JÚNIOR e CASTRO<sup>1</sup>.

## MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado na Fazenda Lavoura Seca, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, município de Quixadá-CE, localizado na microrregião-

homogênea de Quixeramobim, durante o ano agrícola de 1982. O solo da parcela do experimento é um Podzólico Vermelho Amarelo equivalente Eutrófico, abrupto, plíntico, A fraco, textura arenosa/argilosa, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano e suave ondulado, segundo classificação de MOTA e MOREIRA<sup>7</sup>. Pela SOIL TAXONOMY<sup>13</sup>, recebe a classificação de Typic Paleaustalf Argiloso Caulinitico Iso-Hipertérmico. De acordo com a classificação de GAUSSEN a caracterização climática da região é do tipo 4a Th-clima tropical quente, de seca acentuada, seca de inverno, índice xerotérmico entre 150 a 200, com número de meses secos entre 7 a 8. A normal pluviométrica anual situa-se entre 600 a 700 mm anuais, com isotermas anuais de 26° a 27° C, sendo que a estação seca dura cerca de 214 dias.

A área experimental constou de uma parcela de 15 m x 15 m, onde instalou-se duas baterias de tensiômetros às profundidades de 25, 55 e 85 cm, com cubas de mercúrio a 20 cm, para determinação da variação do conteúdo de água e do potencial total da água do solo. A caracterização do perfil do solo constou de: 1) Determinação da análise granulométrica pelo método da pipeta; 2) Determinação da densidade do solo pelo cilindro de UHLAND; 3) Confecção das curvas características da água do solo, com amostras indeformadas, segundo recomendação de COELHO e OLIVEIRA<sup>4</sup>, e 4) Determinação da condutividade hidráulica K (θ), pelo método modificado por SAUNDERS<sup>10</sup>.

Na parcela experimental instalou-se a variedade de feijão pitiúba com uma densidade populacional de 40.000 plantas por hectare no período de 17 de março a 04 de julho de 1982. Todos os tratamentos culturais foram realizados dentro do cronograma pré-estabelecido.

A estimativa da evapotranspiração atual da cultura do feijão foi calculada a partir da equação do balanço de massa:

$$P + I \pm Q_L \pm E \pm R = \pm \Delta A \quad (1)$$

onde: P = precipitação pluviométrica, para o período considerado no balanço, medida no pluviômetro instalado na parcela experimental;

= Irrigação ocorrida no período considerado do balanço. Neste caso o valor de I = 0, devido o experimento ter sido realizado em condições de sequeiro;

$Q_L$  = percolação profunda ou ascensão capilar na profundidade L, para o período de tempo considerado. Parâmetro este estimado pela equação de

$$\text{Darcy } Q_L = K(\Theta) \frac{\partial \Psi}{\partial Z}$$

onde K (Θ) foi determinado pelo método modificado por SAUNDERS<sup>10</sup>

e o  $\frac{\partial \Psi}{\partial Z}$  a partir das leituras

diárias dos tensiômetros, considerando-se a seguinte aproximação de diferenças finitas:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial Z} = \frac{\Psi_n - \Psi_{n-1}}{30}$$

Os valores de K (Θ) empregados para as três profundidades estudadas foram obtidos a partir das expressões apresentadas:

Profundidade (cm)	K (Θ) cm/dia	R <sup>2</sup>
0 - 40	$e^{25,788(3,227\Theta - 1)}$	0,960
0 - 70	$e^{15,960(2,918\Theta - 1)}$	0,990

E = evapotranspiração atual da cultura do feijão para o período de tempo considerado e obtida pela equação (1).

R = escoamento superficial,

que no caso específico é inexistente devido ao endicamento da área.

$\Delta A$  = variação de armazenagem no período considerado, estimada a partir das leituras dos tensiômetros e das curvas características às profundidades estudadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os valores dos componentes do balanço hídrico para os períodos considerados, determinados de acordo com a metodologia sugerida. Analisando-se estas tabelas, verifica-se que a definição dos períodos considerados foi baseada nas precipitações pluviométricas ocorridas, o que acarretou uma variação de 4 a 9 dias, contrariando as recomendações de JENSEN<sup>5</sup>, que sugere períodos de 5 ou menos dias. A variação do armazenamento da água do solo, com exceção de dois períodos (04 a 09/05 e 20 a 25/05), mostra a depleção da umidade, como conseqüência do início do período considerado ocorrer após as precipitações. O ganho de armazenagem se deve à ocorrência de precipitação durante tais períodos. As precipitações ocorridas em todos os períodos foram suficientes para satisfazer a demanda de armazenagem no solo e promover um excesso de água na camada limite estudada como mostra a coluna do parâmetro  $Q_L$ .

Os valores da evapotranspiração apresentados nas Tabelas 1 e 2, foram calculados pela expressão do balanço hídrico, detalhando-se, nos 10 períodos considerados, camadas de solo de 0 - 40 cm como sugere ROSE e STERN<sup>9</sup>. Diferindo devido a não distinção entre evaporação da superfície e transpiração do vegetal, ou seja, considerou-se a evapotranspiração real de cada camada. A Fig. 1, que representa a evapotranspiração real para as duas camadas, durante todo o ciclo do feijão

TABELA 1

Componentes do Balanço Hídrico Durante o Desenvolvimento da Cultura do Feijão-de-Corda na Profundidade de 0 – 40 cm. 1982.

Período	P (mm)	A (mm)	A (mm)	Q <sub>Z</sub> (mm)	E (mm)	N.º de Dias no Período	E (mm/dia)
17/março							
27/março	3,9		-21,2	-17,05	8,05	10	0,81
05/abril							
14/abril	9,0		-25,6	-17,89	16,71	09	1,86
18/abril							
22/abril	2,8		-10,8	- 3,06	10,54	04	2,63
04/maio							
09/maio	34,6		ü 1,6	-19,59	13,41	05	2,68
20/maio							
25/maio	21,5		+ 3,6	- 7,14	10,76	05	2,15
26/maio							
30/maio	2,8		- 7,2	- 1,84	8,16	04	2,04
31/maio							
08/junho	15,7		-10,0	- 0,71	24,99	08	3,12
09/junho							
15/junho			- 9,2	-0,07	9,13	06	1,52
16/junho							
25/junho	8,3		-10,0	-0,003	18,29	09	2,03
26/junho							
14/julho	9,2		- 2,40		11,6	08	1,45

TABELA 2

Componentes do Balanço Hídrico Durante o Desenvolvimento da Cultura do Feijão-de-Corda na Profundidade de 0 – 70 cm. 1982.

Período	P (mm)	A (mm)	A (mm)	Q <sub>Z</sub> (mm)	E (mm)	N.o de Dias no Período	E (mm/dia)
17/março							
27/março	3,9		-33,5	-15,37	22,03	10	2,20
05/abril							
14/abril	9,0		-31,7	-17,36	23,34	09	2,59
18/abril							
22/abril	2,8		-18,6	- 4,05	17,35	04	4,34
04/maio							
09/maio	34,6		- 2,0	- 6,89	29,71	05	5,94
20/maio							
25/maio	21,5		- 0,9	- 1,32	21,08	05	4,28
26/maio							
30/maio	2,8		-12,0	- 0,18	14,62	04	3,66
31/maio							
08/junho	15,7		-14,3	+ 3,18	33,18	08	4,15
09/junho							
15/junho			-10,4	+ 2,37	12,77	06	2,13
16/junho							
25/junho	8,3		-14,2	+ 3,21	25,71	09	2,86
26/junho							
04/julho	9,2		- 6,0	+ 1,45	16,65	08	2,08

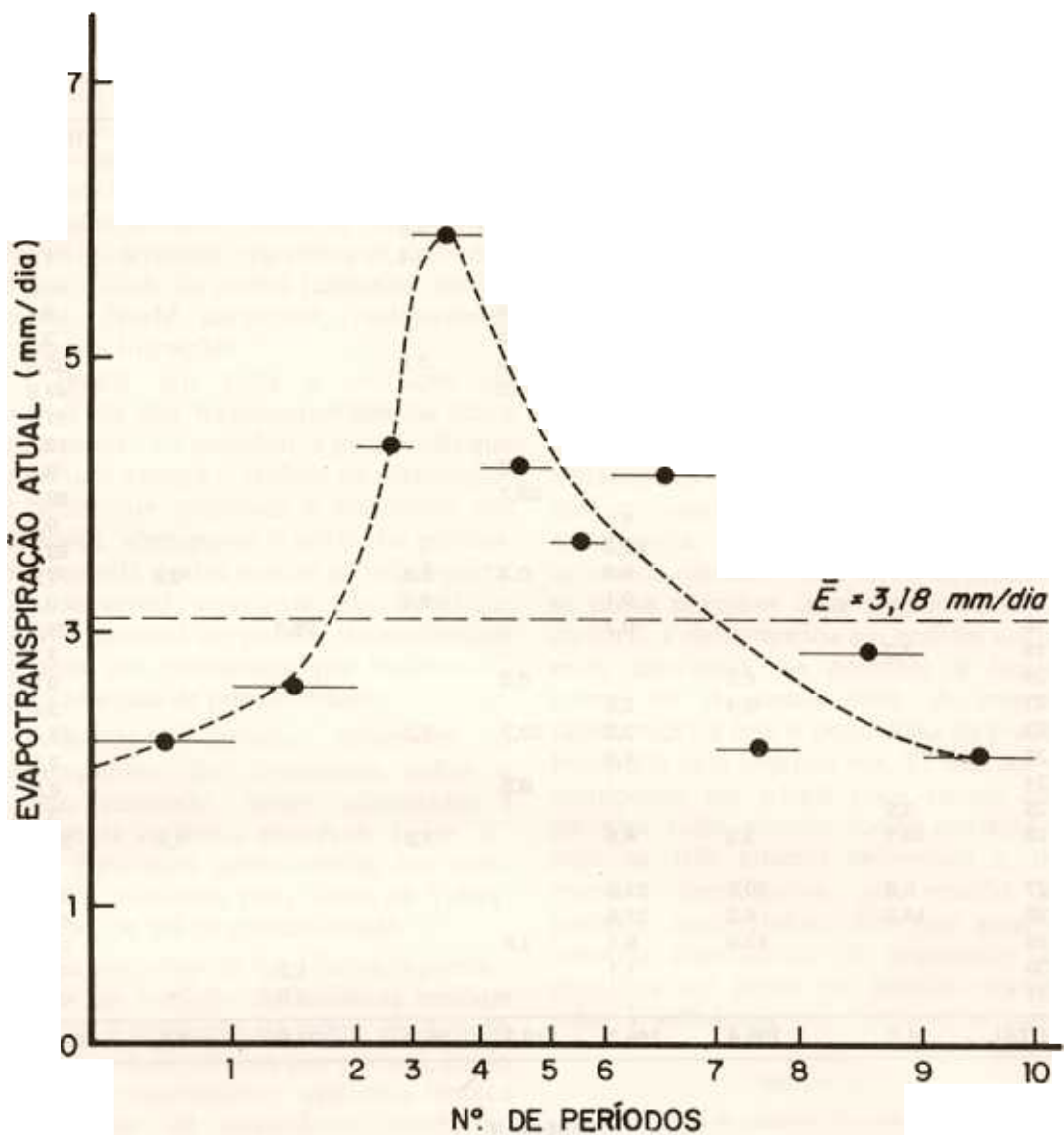


Figura 1 — Evapotranspiração Atual da Cultura do Feijoeiro em Regime de Sequeiro

de corda, evidencia uma distribuição normal dos valores da E. Assim, observa-se valores mínimos para o primeiro e último período, 2,20 e 2,08 mm/dia, respectivamente, e valor máximo de 5,94 mm/dia que, fatalmente, corresponde ao período de maior exigência da cultura (fase reprodutiva), ou seja, o período crítico. Um aspecto que deve ser levantado é que as precipitações consideradas no balanço correspondem a apenas às que ocorreram durante o intervalo de dias de um

período. Assim, durante o desenvolvimento da cultura o total das precipitações foi bem maior que o apresentado nas Tabelas 1 e 2, como mostra a Tabela 3.

Os valores de drenagem profunda apresentados na Tabela 4 foram estimados a partir da condutividade hidráulica e da variação do potencial total da água do solo num dado instante. Observou-se que até o 6.<sup>o</sup> período o fluxo de percolação atingiu valores bastante consideráveis devido a maiores

TABELA 3

Precipitação Pluviométrica, em mm, Ocorrida na Fazenda Lavoura Seca, Quixadá-CE, 1982.

DIA	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	TOTAL
1				18,3	5,8	7,4		31,5
2			4,4	6,6	4,2			15,2
3		9,8	14,4		5,0			29,6
4		1,0			0,4			1,4
5								—
6				8,6			1,1	9,7
7				3,5				3,5
8		9,8		22,5	0,3			32,6
9	9,5			38,3				47,8
10		57,1						57,1
11		12,8						12,8
12		0,5		9,0				9,5
13		1,2		88,3				89,5
14			9,0					9,0
15		40,4	52,5					92,9
16		0,8	0,8	0,3	5,8		0,2	7,9
17			0,1		0,3			0,4
18			0,2			25,4		25,6
19	7,3							7,3
20		0,2		0,3				0,5
21		0,4	2,6					3,0
22			2,5	20,7	2,2			25,4
23			1,8					1,8
24				0,5				0,5
25	3,2							3,2
26	10,1	3,3	4,5		1,8		6,2	25,9
27	6,6	10,8	21,0					38,4
28	14,3	4,3	21,8					40,4
29		43,0	8,1	2,8				53,9
30			1,1			1,2		2,3
31						3,8		3,8
TOTAL	51,0	195,4	145,2	219,7	25,8	37,8	7,5	682,4

TABELA 4

Valores da Evapotranspiração Atual e Percolação Profunda da Cultura do Feijão-de-Corda, *Vigna unguiculata* (L) Walp. Quixadá, 1982.

Período	E/camada		% de E/camada		E	Q <sub>L</sub>	Q <sub>L</sub>
	0-40 (cm)	40-70 (cm)	0-40 (cm)	40-70 (cm)	0-70 (cm)	0-70 (cm)	%
17-27/março	8,05	13,98	36,54	63,46	22,03	32,42	59,54
05-14/abril	16,71	6,63	71,59	28,41	23,34	35,25	60,16
18-22/abril	10,54	6,81	60,75	39,25	17,35	7,11	29,07
04-09/maio	13,41	16,30	45,14	54,86	29,71	26,48	47,12
20-25/maio	10,76	10,32	51,04	48,96	21,08	8,46	28,64
26-30/maio	8,16	6,46	55,81	44,19	14,62	2,02	12,14
31/mai a 08/jun	24,99	8,19	75,32	24,68	33,18	—	0
09-15/junho	9,13	3,64	71,49	28,51	12,77	—	0
16-25/junho	18,29	7,42	71,14	28,86	25,71	—	0
26/jun a 04/jul	11,60	5,05	69,67	30,33	16,65	—	0

valores de precipitação ocorridos nestes períodos. Considerando 100% a soma da evapotranspiração e percolação, constata-se que, nos primeiros períodos, a percolação contribuiu com mais de 50% para a depleção do solo, o que mostra a importância deste parâmetro nos trabalhos desta natureza. Estas afirmativas estão reforçadas nos trabalhos de SAUNDERS et alii<sup>12</sup> e CASTRO et alii<sup>2</sup>.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAGÃO JÚNIOR, T. C. & CASTRO, P. T. de. Utilização do balanço hídrico na determinação do coeficiente de cultura (Kc) da cenoura (*Daucus carota* L). Ciên. Agron., Fortaleza, 14: (1-2): 115-121. 1983.
2. CASTRO, P. T. de, ARAGÃO JÚNIOR, T. C. & MAGALHÃES, C. A. de. Determinação da Condutividade Hidráulica em um Solo Podzólico Vermelho-Amarelo em Condições de Campo. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, 18 (7): 805-810.
3. CASTRO, P. T. de & REICHARDT K. Estimativa da Evapotranspiração Real e Potencial de uma Cultura de Milho (*Zea mays* L). Ciên. Agron., Fortaleza, 11 (2): 109-113. 1980.
4. COELHO, M. A. & OLIVEIRA, F. N. S. Procedimento para Determinação da Curva Característica da Água do Solo com Emprego de Tensiômetro. Trabalho apresentado no XIV CONBEA. Fortaleza. 1984. (mimeografado).
5. JENSEN, M. E. — Evaluating irrigation efficiency. J. of the Irrigation and Drainage. 95: 83-98. 1967.
6. MAGALHÃES, C. A. de & CASTRO, P. T. de — Determinação do Coeficiente de Cultura (Kc) do Pimentão (*Capsicum annum* L) Através do Balanço Hídrico. Ciên. Agron., Fortaleza, 14 (1-2): 107-113. 1983.
7. MOTA, F. O. B. & MOREIRA, E. G. S. Levantamento de Solos da Fazenda Lavoura Seca, Quixadá-CE, Relatório do Convênio FCPC/CNPq, 1979, p. 16-23. (mimeografado).
8. REICHARDT, K., LIBARDI, P. L.; SAUNDERS, L. C. U. & ZEVALLOS, A. C. Dinâmica da água em solos cultivados com milho. Piracicaba-SP. Boletim do CENA. 1979. 16 p.
9. ROSE, C. W. & STERN, W. R. — Determination of wilk-dramal of water from soil by crap roots as frenetion of depth and fine. Aus. J. Soil. Res. 5: 11-19. 1967.
10. SAUNDERS, L. C. U. — Métodos de determinação e variabilidade espacial da condutividade hidráulica sob condições de campo. Piracicaba-SP. 71 p. 1978. Tese de Doutorado. (mimeografada).
11. SAUNDERS, L. C. U. ; MOTA, F. O. B. CASTRO, P. T. de & MATIAS FILHO, J. — Caracterização Morfológica, Física e Química de um Solo Aluvial na F. E. V. C. Ciên. Agron., Fortaleza, 11 (2): 137-143. 1980.
12. SAUNDERS, L. C. U.; CASTRO, P. T. de; BARBOSA, C. E. & MATIAS F.º, J. — Dinâmica da Água no Solo com a Cultura de Feijão-de-Corda (*Vigna sinensis* (L) Savi) em Aluvião Eutrófico. Ciên. Agrôn., Fortaleza, 12 (1-2): 141-148. 1981.
13. SOIL SURVEY STAFF SOIL TAXONOMY — A basic system of soil classification for waking and interpreting soil surveys. Agriculture Hand Book n.º 436. U. S. Government printing office. Washington DC. 1975. 754 p.