

USO CONSUNTIVO DA CULTURA DO MILHO, SOB CONDIÇÕES NATURAIS DE PRECIPITAÇÃO, NA MICRORREGIÃO-HOMOGÊNEA DE QUIXERAMOBIM*

LUIS CARLOS UCHÔA SAUNDERS**
PAULO TEODORO DE CASTRO**
FRANCISCO MARCUS L. BEZERRA**

RESUMO

Pesquisa realizada na Fazenda Lavoura Seca, situada no município de Quixadá-CE, pertencente a Microrregião - Homogênea de Quixeramobim, de propriedade do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, visando determinar o uso consuntivo da cultura do milho (*Zea mays*, L), em regime pluviométrico natural, utilizando-se o balanço hídrico em um volume de controle do solo, obedecendo a metodologia sugerida por ROSE & STERN⁷

O solo do presente estudo é um Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico, tendo sido estudado às profundidades de 0-40cm, 0-70cm e 0-100cm, visando observar a dinâmica da água do solo, sem regime de irrigação.

Os valores da evapotranspiração atual seguiram uma normalidade de distribuição com valores iniciais da ordem de 5,60 mm/dia, terminando com 7,03 mm/dia na colheita. Vale ressaltar que, no período que correspondeu à floração/frutificação, os valores da evapotranspiração, para as camadas estudadas, foram os mais elevados, tendo se observado um valor máximo de

8,3 mm/dia. A evapotranspiração do ciclo do cultivo apresentou um valor médio de 6,38 mm/dia e a mesma tendência de variação obtida por VILLA NOVA & OMETTO¹³.

PALAVRAS CHAVES: Uso consuntivo, Balanço Hídrico, Metodologia ROSE & STERN, Milho.

ABSTRACT

ROSE & STERN⁷ water balance method was applied to determine corn evapotranspiration (E) in a given volume of soil at "Fazenda Lavoura Seca", Quixadá-CE, under dry-farming conditions. The soil is a red-yellow equivalent eutrophic Podzohc and the study was conducted at the depths of 0-40cm, 0-70cm and 0-100cm.

Actual evapotranspiration was normally distributed and calculated values varied from a minimal of 5.60 mm/day to 7.03 mm/day at harvest. Maximum E value (8.31 mm/day) was obtained at flowering/frutification period; mean evapotranspirations was 6.38 mm/day. These results are in agreement with VILLA NOVA and OMETTO¹³.

* Trabalho realizado com recursos do Convênio Manejo e Conservação do Solo (CNPq/FCPC) e apresentado no XIV CONBEA, Fortaleza-1984.

** Professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e pesquisadores do CNPq.

*** Aluno do Curso de Pós-Graduação em Agronomia com Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, do DENA/CCA/UFC. Técnico do Convênio BID/CNPq/UFC - PDCT/CE-01.

INTRODUÇÃO:

A produtividade de grãos de cereais, sob regime pluviométrico natural, não tem despertado o devido interesse por parte dos pesquisadores, tendo em vista a ausência de informes gerais, no que diz respeito ao número de área explorada com cultivos.

O milho, por se apresentar como um cereal de grande importância econômica, mormente para a população rural, devida a sua rentabilidade e participação na produção de grãos da região, detém, paralelamente com outros cereais, o interesse da pesquisa agrícola, principalmente no que tange às exigências hídricas durante o ciclo vegetativo.

Operando em regime natural de chuvas e através da utilização do balanço hídrico em um volume de controle do solo, na determinação do uso consuntivo da cultura, conforme recomendações de ROSE & STERN⁷, reforçados pelos trabalhos de CASTRO & REICHARDT², SAUNDERS *et alii*⁹, ARAGÃO JÚNIOR & CASTRO¹ e SAUNDERS *et alii*¹⁰, onde seus componentes precipitação, escoamento superficial, drenagem profunda, variação de armazenamento e evapotranspiração real, se encontram relacionados em uma equação de balanço de massa.

O balanço hídrico da região Nordeste se apresenta deficitário em todo decorrer do ano agrícola, o que traduz uma redução de produtividade, sendo este quadro modificado com a irrigação. Devido a ausência de material bibliográfico sobre a dinâmica da água do solo, em regime pluviométrico normal, e visando solucionar esta lacuna, é que partiu-se para a determinação da evapotranspiração em regime de sequeiro, através do balanço hidrológico, pela aplicação da equação do balanço de massa, que é a própria lei da conservação da energia.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho, realizado na Fazenda Lavoura Seca, propriedade do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizada na Microrregião-Homogênea de Quixeramobim (Quixadá-CE), no ano agrícola de 1982, constou de uma parcela de 15m x 15m, onde instalaram-se duas baterias de tensiômetros às profundidades de 25,55 e 85 e 115 cm, com cubas de mercúrio a 20 cm da superfície do solo, para determinação da variação do conteúdo de água e do potencial total da água do solo.

O solo da parcela experimental é um Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico, abruptico, plúntico, A fraco, textura arenosa/argilosa, fase caatinga hiper-xerófila, relevo plano e suave ondulado, segundo classificação de MOTA & MOREIRA⁵. Segundo a classificação da SOIL TAXONOMY¹¹, recebe a denominação de Typic Paleustolf Argiloso Caulinítico Iso-Hipertérmico. Pela classificação de GAUSSEN, a caracterização climática da região é do tipo 4 a th — clima tropical quente, de seca acentuada, seca de inverno, índice xerotérmico entre 150 a 200, com 7 a 8 meses secos. A pluviosidade anual situa-se entre 600 e 700 mm, com isotermas anuais de 26° a 27°C, sendo que a estação seca dura cerca de 214 dias.

A caracterização do perfil do solo teve as seguintes etapas: a) determinação da análise de granulométrica pelo método da pipeta; b) determinação da densidade do solo pelo cilindro de UHLAND; c) confecção das curvas características da água do solo, com amostras indeformadas, segundo recomendações de COELHO & OLIVEIRA³; d) determinação da condutividade hidráulica $K(\theta)$, pelo método modificado por SAUNDERS⁸.

A variedade utilizada na pesquisa foi a Centralmex, 40.000 plantas/ha, sendo o plantio realizado a 17 de março e a

colheita em 23 de julho de 1982, com uma área colhida de 57,4 m².

A estimativa da evapotranspiração atual da cultura do milho foi calculada pela equação.

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

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

I = irrigação ocorrida no período considerado para o balanço. Como as condições experimentais são épocas de seca, I = 0;

Q_L = percolação profunda ou ascensão capilar, na profundidade L, no período de tempo considerado para o balanço. Este parâmetro foi estimado pela equação de DARCY,

$$Q_L = -K(\theta) \frac{\partial \Psi}{\partial z}$$

onde: K(θ), foi determinado pelo método modificado por SAUNDERS⁸ e $\frac{\partial \Psi}{\partial z}$,

a partir das leituras diárias dos tensiômetros e considerando a seguinte aproximação por diferenças finitas:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial z} = \frac{\Psi_n - (\Psi_{n-1})}{30}$$

Os valores de K(θ) empregados nas quatro profundidades estudadas foram obtidos a partir das expressões apresentadas a seguir:

Profundidade (cm)	K(θ) (cm/dia)	R ²
0 - 40	e ^{25,788(3,227θ-1)}	0,960
0 - 70	e ^{15,960(2,918θ-1)}	0,990
0 - 100	e ^{21,180(3,239θ-1)}	0,949

E = evapotranspiração atual da cultura do milho, para o período considerado, e obtida pela equação (1);

R = escoamento superficial, considerado zero, devido ao endicamento da área experimental;

ΔA = variação de armazenagem no período considerado e estimado em função das leituras dos tensiômetros e das curvas características da água do solo, às profundidades estudadas.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Nas TABELAS 1, 2 e 3, observam-se os valores dos componentes do balanço hídrico para os períodos considerados e determinados de acordo com a metodologia descrita em Material e Métodos. Analisando-se estas tabelas, verifica-se que a escolha dos intervalos considerados para a determinação do uso consuntivo foi baseada nas precipitações pluviométricas ocorridas no período, o que levou a períodos que variam de 3 até 10 dias. Segundo recomendações de JENSEN⁴, para que não haja possíveis erros na determinação do uso consuntivo dos cultivos de regiões tropicais, há necessidade que os intervalos escolhidos para o balanço sejam iguais ou menores que 5 dias.

A variação do armazenamento da água do solo, nos seis intervalos tomados para o balanço apresentou resultado negativo, induzindo que havia utilização da água do solo, pela planta, através da evapotranspiração durante um ciclo vegetativo. No intervalo de 18 a 27/04, apesar da ocorrência de uma boa precipitação (32,6 mm), a redistribuição da água no perfil do solo e seu conseqüente aproveitamento pelo vegetal, mesmo assim, ainda resultou numa depleção de umidade de valor negativo, evidenciando que o cultivo do milho possivelmente apresentava elevados índices de evapotranspiração nessa fase de desenvolvimento. Ainda sob este aspecto, o valor de Q_L, no mesmo intervalo, mostra estar havendo um pequeno fluxo para fora do limite inferior, considerado para o balanço, indicando que há possibilidade de que toda água esteja sendo utilizada na evapotranspiração do cultivo do milho.

Já no intervalo de 13 a 19/05, onde praticamente não houve chuva, o valor de Q_L , teve sinal negativo, mostrando as perdas por percolação, mesmo em períodos sem precipitações, devido a redistribuição da água no perfil de solo, em função das precipitações ocorridas nos dias anteriores, conforme mostra a TABELA 4. É neste intervalo considerado para o balanço, que a planta se encontra no seu período mais crítico de exigência hídrica, pois os valores de evapotranspiração são os mais elevados para as três camadas, sendo, respectivamente, 6,20, 7,06 e 8,31 mm/dia, para as profundidades de 0-40, 0-70 e 0-100 cm.

Na TABELA 5 observaram-se os valores de avapotranspiração atual e de percolação profunda, em percentuais e na camada de 0-100 cm. Vê-se que os valores do componente drenagem profunda são bem elevados nos seis intervalos, mormente no período de 13 a 19/05, onde se observa um valor de 48,68%, reforçando, mais uma vez, que este compo-

nente deve ser levado em conta, quando se estuda a dinâmica da água no solo, conforme evidenciam os trabalhos de VACHAUD et alii¹², REICHARDT et alii⁶ e SAUNDERS et alii¹⁰.

Os valores observados da evapotranspiração real do milho, para as três camadas, seguem uma tendência à normalidade, sem ferir a literatura que se apresenta nos compêndios da Física de Solos. Dessa maneira, tem-se os valores mais baixos no início do ciclo vegetativo da planta, coincidindo obviamente com o período de menor requerimento da água, e aumentando paulatinamente até atingir o máximo requerimento, que, logicamente, se encontra na fase de produção dos frutos, tendo uma pequena queda na fase da colheita. Essas variações seguem os mesmos resultados a que chegaram VILLA NOVA & OMETTO¹³, estudando a determinação da evapotranspiração real do milho, em Piracicaba-SP, utilizando como parâmetro de correção a evaporação do tanque "Classe A".

TABELA 1

Componentes do Balanço Hídrico Durante o Desenvolvimento da Cultura do Milho na Profundidade de 40 cm. Quixadá, Ceará, 1982

Período	P (mm)	A _Z (mm)	ΔA _Z (mm)	Q _Z (mm)	E (mm)	N.º de Dias No Período	E.D. (mm/dia)
17/março		119,2					
27/março	3,9	76,0	-43,2	-7,78	39,52	10	3,93
30/março		108,8					
02/abril	4,4	101,6	-7,2	-1,48	10,12	03	3,37
04/abril	—	107,6					
14/abril	—	63,2	-44,4	-0,92	43,48	10	4,35
18/abril		76,0					
27/abril	32,6	65,6	-10,4	0	43,0	09	4,78
13/maio		109,6					
19/maio	0,3	73,6	-36,0	+0,88	37,18	06	6,20
23/maio		94,0					
02/junho	9,1	65,2	-28,8	-0,02	37,88	10	3,79

Convenções: P — Precipitação, em mm.
 A_Z — Armazenamento do solo até a profundidade Z, em mm.
 ΔA_Z — Variação do armazenamento na camada de solo de espessura 0 a Z cm
 Q_Z — Fluxo de água no solo na profundidade Z, em mm.
 E — Fluxo de evapotranspiração, em mm/dia
 E.D. — Fluxo médio da evapotranspiração, em mm/dia.

TABELA 2

Componentes do Balanço Hídrico Durante o Desenvolvimento da Cultura do Milho na Profundidade de 70 cm. Quixadá, Ceará, 1982

Período	P (mm)	A _Z (mm)	ΔA _Z (mm)	Q _Z (mm)	E (mm)	N. ^o de Dias No Período	E.D. (mm/dia)
17/março		200,8					
27/março	3,9	148,0	-52,8	-4,83	51,87	10	5,19
30/março		191,9					
02/abril	4,4	178,1	-13,8	-3,11	15,09	03	5,03
04/abril		188,3					
14/abril		124,1	-64,2	-2,26	61,94	10	6,19
18/abril		135,8					
27/abril	32,6	123,8	-11,9	+0,26	44,76	09	4,97
13/maio		213,7					
19/maio	0,3	152,8	-60,9	-18,82	42,38	06	7,06
23/maio		166,6					
02/junho	9,1	120,7	-45,9	-1,15	53,85	10	5,38

Convenções: P — Precipitação, em mm.
 A_Z — Armazenamento do solo até a profundidade Z, em mm.
 ΔA_Z — Variação do armazenamento na camada de solo de espessura 0 a Z cm
 Q_Z — Fluxo de água no solo na profundidade Z, em mm.
 E — Fluxo de evapotranspiração, em mm/dia
 E.D. — Fluxo médio da evapotranspiração, em mm/dia.

TABELA 3

Componentes do Balanço Hídrico Durante o Desenvolvimento da Cultura do Milho na Profundidade de 100cm. Quixadá, Ceará, 1982

Período	P (mm)	A _Z (mm)	ΔA _Z (mm)	Q _Z (mm)	E (mm)	N. ^o de Dias No Período	E.D. (mm/dia)
17/março		280,6					
23/março	3,9	221,5	-59,1	-6,98	56,02	10	5,60
30/março		266,6					
02/abril	4,4	254,0	12,6	-1,49	15,51	03	5,17
04/abril		264,2					
14/abril		193,1	-71,1	-1,95	19,15	10	6,91
18/abril		203,2					
27/abril	32,6	189,5	-13,7	-0,64	45,66	09	5,07
13/maio		312,1					
19/maio	0,3	233,2	-78,9	-29,35	49,85	06	8,31
23/maio		241,6					
12/junho	9,1	182,5	-59,1	+2,13	70,33	10	7,03

Convenções: P — Precipitação, em mm.
 A_Z — Armazenamento do solo até a profundidade Z, em mm.
 ΔA_Z — Variação do armazenamento na camada de solo de espessura 0 a Z cm
 Q_Z — Fluxo de água no solo na profundidade Z, em mm.
 E — Fluxo de evapotranspiração, em mm/dia
 E.D. — Fluxo médio da evapotranspiração, em mm/dia.

TABELA 4

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

Dia	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Total
01				18,3	5,8	7,4		31,5
02			4,4	6,6	4,2			15,2
03		9,8	14,8		5,0			29,6
04		1,0			0,4			1,4
05								—
06				8,6			1,1	9,7
07				3,5				3,5
08		9,8		22,5	0,3			32,6
09	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 5

Evapotranspiração Atual e Percolação Profunda, em mm, da Cultura do Milho em um Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico no Período de 17 de Março a 02 de Junho de 1982.
Quixadá, Ceará, 1982.

Período	E/Camada			% de E/Camada			E	PP	P
	0 - 40 (cm)			0 - 40 (cm)	40 - 70 (cm)	70 - 100 (cm)			
17-27/março	-39,32	-12,55	-4,15	70,19	22,40	7,41	-56,02	-19,59	25,91
30/março a 02/abril	-10,12	-4,97	-0,42	65,25	32,04	2,71	-15,51	-6,08	28,16
04-14/abril	-43,48	-18,46	-7,21	62,88	26,69	10,43	-69,15	-5,13	6,91
18-27/abril	-43,00	-1,76	-0,90	94,17	3,86	1,97	-45,66	-0,38	0,80
13-19/maio	-37,18	-5,29	-7,47	74,58	10,44	14,98	-49,85	-47,29	48,68
23/maio a 02/junho	-37,88	-15,97	-16,48	53,86	22,71	23,43	-70,33	—	0

Convenções: E — Evapotranspiração atual, em mm.
PP — Percolação profunda, em mm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAGÃO JUNIOR, 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): 116-122. 1983.
2. 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.
3. COELHO, M.A. & OLIVEIRA, F.V.S. — Procedimento para Determinação da Curva Característica da Água do Solo com Emprego de Tensiômetro. Trabalho Apresentado no XIV CONBEA. Fortaleza-CE. 1984.
4. JENSEN, M. E. — Evaluating Irrigation Efficiency. J. of the Irrigation and Drainage. 1967. 95: 83-98.
5. MOTA, F. O. B. & MOREIRA, E. G. S. — Levantamento de Solos da Fazenda Lavoura Seca, Quixadá-CE, Relatório — Convênio FCPC/CNPq. 1979. p. 16-23.
6. REICHARDT, K.; RIBARDI, P. L.; SAUNDERS, L.C.U.; CADIMA, Z. — Dinâmica de Água em Solo Cultivado com Milho. Piracicaba-SP. CENA. 1978. 19 p.
7. ROSE, C.W. & STERN, W.R. — Determination of wilk-dramal of water from Soil by Crop Roots as Function of Depth and Time. Aus. J. Soil. Rev. 5: 11-19. 1967.
8. 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.
9. 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 FEVC. Ciên. Agron., Fortaleza, 11(2): 137-143, 1980.
10. SAUNDERS, L.U.C.; CASTRO, P.T. de; BEZERRA, F.M.L. & PEREIRA, A.L.C. Evapotranspiração Atual da Cultura do Feijão-de-Corda (*Vigna sinensis* (L) Savii) na Microrregião-Homogênea de Quixeramobim. Ciên. Agron., Fortaleza, 16 (1). 1985 (No prelo)
11. SOIL SURVEY STAFF SOIL TAXONOMY — A Basic System of Soil Classification for Wating and Interpreting Soil Surveys. Agriculture Hand Book n.º 436. U.S. Government Printing Office. Washington. DC. 1975. 754 p.
12. VACHAUD, G.; TEHEL, J.; ROYER, J.M. & BOCALATO, E. — Controle Automatic "in-situ" des transferte d'eau das la Zone non Saturée. IN: IAEA. Isotope and Radiation Techniques in Soil Physic and Irrigation Studies. Vienna. p. 1-5. 1975.
13. VILLA NOVA, V.A. & OMETTO, J.C. — Instruções para Utilização do Tanque "Classe A" em Estimativas de Evapotranspiração Potencial, Real e Frequência de Irrigação. Piracicaba-SP. Publicação do Departamento de Física e Meteorologia. 15 p. 1977.