

DINÂMICA DA ÁGUA NA CULTURA DO SORGO NA MICRORREGIÃO HOMOGÊNEA DE QUIXERAMOBIM – CEARÁ *

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

RESUMO

Com o objetivo de determinar a evapotranspiração atual da cultura do sorgo na microrregião-homogênea de Quixeramobim-Ceará, pela aplicação da lei da Conservação da Massa, em regime pluviométrico natural, em um volume de controle do solo, metodologia sugerida por ROSE & STERN⁷, foram instalados em um podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico, às profundidades de 0-40cm, 0-70cm e 0-100cm, baterias de tensiômetros. Visou-se observar ainda a dinâmica da água do solo na ausência de água de irrigação.

Os valores obtidos da evapotranspiração para a profundidade 0-100cm obedeceram à tendência normal, ou seja, valores baixos no início do ciclo, 4,0 mm/dia, até atingir valores máximos de 6,9 mm/dia no final do ciclo da cultura. A evapotranspiração média da cultura foi 5,0 mm/dia.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração, balanço hídrico, metodologia ROSE & STERN, sorgo e percolação profunda.

SUMMARY

WATER DYNAMIC ON THE SORGHUM CROP AT THE MICROREGION OF QUIXERAMOBIM, CEARÁ.

ROSE and STERN⁷ water balance method was used to determine sorghum evapotranspiration in a given volume of soil, for the homo-

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

** Professores do Centro de Ciências Agrárias da UFC e Pesquisadores do CNPq.

neous microregion of Quixeramobim-Ceará, under dry-farming conditions. The soil is a red-yellow equivalent eutrophic Podzol and batteries of tensiometers (0-40cm, 0-70cm and 0-100cm) were used to study soil-water dynamics.

Actual evapotranspiration values for the 0-100cm depth were normally distributed, ranging from a minimum of 3,99 mm/day at the beginning of the crop cycle and higher values at harvest.

The average evapotranspiration for the whole crop cycle was 5,0 mm/day.

KEY WORDS: Evapotranspiration, water balance, ROSE & STERN'S method, sorghum and deep percolation.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo pode suprir o Nordeste brasileiro de um cereal que venha substituir a falta do milho no mercado de consumo, proporcionando um maior rendimento à agropecuária. Isso tem motivado a realização de pesquisas visando a obtenção de respostas satisfatórias, mormente, em relação às variedades adaptadas, estabelecimento de sistemas de produção condizentes com a agricultura de subsistência e o regime de irrigação mais adequado ao cultivo.

Tendo como escopo observar o comportamento dessa cultura sob regime pluviométrico natural no ano agrícola de 1982, a presente pesquisa trata da dinâmica da água do solo cultivado com sorgo na microrregião-homogênea de Quixeramobim, onde o déficit de água se faz

A dinâmica da água do solo se reveste de grande importância, pois permite conhecer o perfil de redistribuição interna no pedon, oriundo de uma alimentação de água de chuvas ou de irrigação. O resultado final do estudo estima a evapotranspiração atual através do balanço hídrico em um volume de controle de solo, pela aplicação da lei da Conservação da Massa (lei da Conservação de Energia), ROSE & STERN⁷ conforme mostram as pesquisas de REICHARDT et alii⁶, CASTRO & REICHARDT², ARAGÃO JUNIOR & CASTRO¹ e SAUNDERS et alii⁹. Os componentes do balanço precipitação, escoamento e evapotranspiração atual são relacionados a partir da lei da conservação de massa.

2. MATERIAL E MÉTODO

Esta pesquisa foi realizada na Fazenda Lavoura Seca, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, situada na microrregião-homogênea de Quixerambim, no município de Quixadá-CE, durante o ano agrícola de 1982. Foi escolhida uma área de 15m x 15m, onde se instalou duas baterias de tensiômetros às profundidades de 25,55,85 e 115cm, com cubas de mercúrio situadas à distância de 20cm acima da superfície do solo, visando a 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, Abrúptico, plúntico, A franco, textura arenosa/argilosa, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano e suave ondulado, segundo classificação de MOTA & MOREIRA⁵, que, de acordo com a classificação da Soil Taxonomy¹¹ recebe a denominação de Typic Paleustalf Argiloso Caulníptico Isohipertérmico. Pela classificação de GAUSSEN, a caracterização climática da região é do tipo 4 ath clima tropical quente, de seca acentuada, seca de inverno, índice xerotérmico entre 150 a 200, com 7 a 8 meses secos. A pluviosidade situa-se entre 600 a 700 mm/ano, com isotérmicas anuais de 26° a 27°C, sendo que a estação seca, dura em torno de 214 dias.

A caracterização do perfil do solo teve as seguintes etapas: a) determinação da análise granulométrica pelo método da pipeta; b) determinação da densidade do solo, pelo cilindro de UHLAND; c) confecção das curvas característi-

A variedade do sorgo granífero utilizada no experimento foi EA-955, plantada em filas contínuas espaçadas de 80cm. O plantio foi realizado em 17/03 e a colheita em 23/06 de 1982, em uma área útil de 76,5m².

A evapotranspiração atual da cultura do sorgo granífero foi determinada pela expressão:

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

Onde:

I = irrigação ocorrida no período considerado para o balanço, em mm.

P = precipitação pluviométrica no período considerado para o balanço e medida no pluviômetro instalado na parcela experimental, em mm.

Q_L = percolação profunda ou ascensão capilar na profundidade L, no período 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 de 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 abaixo:

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 sorgo granífero no período considerado, em mm.

leituras dos tensiômetros e das curvas características da água do solo às profundidades estudadas.

acordo com a metodologia descrita. Na tabela 1 observam-se os componentes do balanço hídrico da cultura do sorgo até a profundidade de

TABELA 1

Componentes do Balanço Hídrico Durante o Desenvolvimento da Cultura do Sorgo na Profundidade de 40 cm. Fortaleza, 1982.

Período	P (mm)	A (mm)	ΔA_Z (mm)	Q_Z (mm)	E (mm)	N. ^o de Dias no Período	E.D. (mm/dia)
17/março						10	
27/março							
05/abril	9,0		-27,2	-19,37	16,83	09	1,87
14/abril							
19/abril	6,9		6,4	3,61	10,69	04	2,67
23/abril							
16/maio	0,6		-16,8	6,59	10,81	05	2,16
21/maio							
24/maio	18,7		-46,0	6,72	57,98	12	4,83
05/junho							

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

TABELA 2

Componentes do Balanço Hídrico Durante o Desenvolvimento da Cultura do Sorgo na Profundidade de 70 cm. Fortaleza, 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	3,9	224,6	-42,8	-15,67	31,03	10	3,10
23/março		181,8					
05/abril	9,0	210,6	-35,9	6,59	38,31	09	4,25
14/abril		174,6					
19/abril	6,9	197,0	-10,9	- 2,97	14,83	04	3,71
23/abril		186,1					
16/maio	0,6	214,9	-27,8	5,91	22,49	05	4,50
21/maio		187,1					
24/maio	18,7	201,7	-57,7	- 2,41	73,99	12	6,16
05/junho		144,0					

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

17/março	3,9	309,8	-47,9	-11,90	39,9	10	3,99
27/março		261,9					
05/abril	9,0	304,2	-43,1	-13,75	38,35	09	4,26
14/abril		261,1					
19/abril	6,9	286,4	-14,4	6,04	15,26	04	3,82
23/abril		272,0					
16/maio	0,6	312,1	-37,1	-15,16	22,54	05	4,51
21/maio		275,0					
24/maio	18,7	289,6	-67,0	2,4	83,3	12	6,94
05/junho		222,6					

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

TABELA 4

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

Período	E/Camada			% de E/Camada			E 0-100 (cm)	PP 0-100 (cm)	PP %
	0-40 (cm)	40-70 (cm)	70-100 (cm)	0-40 (cm)	40-70 (cm)	70-100 (cm)			
17-27/março	-12,99	-18,04	-8,87	32,56	45,21	22,23	-39,90	-40,88	50,61
05-14/abril	-16,83	-21,48	-0,04	43,89	56,01	0,10	-38,35	-39,71	50,87
19-23/abril	-10,69	-4,14	-0,43	70,05	27,13	2,82	-15,26	-12,62	45,26
16-21/maio	-10,81	-11,68	-0,05	47,96	51,82	0,22	-22,54	-27,66	55,10
24/mai a 05/jun	57,98	-16,01	-9,31	69,60	19,22	11,18	-83,30	-11,53	12,16

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

40cm; na Tabela 2, esses mesmos componentes até a profundidade de 70cm e, finalmente, na Tabela 3 até a profundidade de 100cm. Os intervalos escolhidos variam de 4 a 12 dias e foram assim estabelecidos tendo em vista as chuvas caídas no período. Essa escolha contraria as recomendações de JENSEN⁴ onde os intervalos devem ser menores ou iguais a 5, nas regiões tropicais evitando, destarte, possíveis erros de estimativa. Tal procedimento foi adotado devido a distribuição bastante esparsa da precipitação, como mostra a Tabela 5.

O sinal negativo, na coluna variação de armazenamento nos 5 intervalos tomados para o

balanço, indica que a água estava sendo utilizada pela planta através da evapotranspiração durante o ciclo vegetativo.

Observando a coluna drenagem profunda (Qz), o que se observa é um pequeno fluxo de água deixando o limite inferior do volume do solo, conforme se vê nas Tabelas 1, 2 e 3. Nos intervalos de 16 e 21/05 e de 24/05 e 05/06, os fluxos de drenagem profunda (Qz) são bastante elevados se considerarmos a profundidade de 100cm, o que induz a utilização da água no perfil de solo pela planta, através da evapotranspiração, como também a perda por percolação através da redistribuição da água no perfil de

			4,4	18,3	5,8			31,5
		9,8	14,8	6,6	4,2			15,2
		1,0			5,0			29,6
					0,4			1,4
								—
				8,6		1,1		9,7
				3,5				3,5
		9,8		22,5	0,3			32,6
	9,5			38,3				47,8
		57,1						57,1
		12,8						12,8
		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
16	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

solo. O principal ponto a ser comentado é que, se o solo foi fertilizado, há grande possibilidade de ter havido uma lixiviação dos sais ao longo da profundidade L, limite inferior, devido a grandes perdas por percolação, o que se traduz como efeito negativo em irrigação, fazendo com que a eficiência do sistema seja baixo.

Na Tabela 3, observando-se os valores de E(mm), nota-se que é praticamente um valor crescente desde o plantio até a maturação dos frutos, o que justifica a maior exigência de água pela cultura nos períodos na fase reprodutiva. Em média, a evapotranspiração durante o ciclo vegetativo foi 5,00mm/dia. Para as três camadas a tendência é a mesma, ou seja, valores mais baixos no início do ciclo vegetativo da cultura, onde as exigências são realmente menores, mantendo gradativamente até um pico que se encontra na fase de produção e maturação dos frutos, com uma rápida queda na fase de colheita. Segundo VILLA NOVA & OMETTO¹², em estudos dessa natureza com a cultura do milho,

em Piracicaba-SP, essas tendências também foram observadas. SAUNDERS et alii¹⁰, também, estudando a cultura do milho, encontraram resultados semelhantes, tendo em vista que a região pesquisada foi a mesma, Quixadá-CE.

4 – 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.). *Ciê. 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.). *Ciê. 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*, 95: 8398, 1967.

7. ROSE, C.W. & STERN, W.R. Determination of With-drawal 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. 1978. 71p. (Tese de Doutorado).
9. SAUNDERS, L.C.U.; MOTA, F.O.B.; CASTRO, T. de & MATIAS FILHO, J. Caracterização Morfológica, Física e Química de um Solo Alu-
Cien. Agron. Fortaleza-CE. 16(2): 14-47, 1985.
11. SOIL SURVEY STAFF SOIL TAXONOMY – A *Basic System of Soil Classification for making and Interpreting Soil Surveys*. Agriculture Hand Book n.º 436. I.S. Government Printing Office. Washington, D.C. 1975. 754 p.
12. 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, 1977, 15p.