

AVALIAÇÃO DE MODELO DE GEOMETRIA E VOLUME DE SOLO MOLHADO: PARÁBOLA¹

S.L.A. LEVIEN², C.E.MAIA³, J.F.MEDEIROS⁴, N.O. MIRANDA⁵

RESUMO: O volume molhado do solo é definido como sendo a forma tridimensional que ocupa a frente de molhamento da água de irrigação a partir de um ponto de emissão. Neste trabalho, é analisado um modelo de geometria e volume do bulbo, no qual se assume que o contorno do volume de solo molhado pode ser representado por uma parábola. O estudo foi realizado em quatro solos do Agropolo Assu-Mossoró. O modelo da parábola estima, com baixa precisão, os valores de geometria e subestima os valores de volume do bulbo molhado.

PALAVRAS-CHAVE: bulbo molhado, irrigação por gotejamento, relação solo-água

EVALUATION OF MODEL OF GEOMETRY AND WETTED SOIL VOLUME: PARABOLA

SUMMARY: The wetted soil volume is defined as being the three-dimensional form that occupies the wetted front of the irrigation water from a source point. In this work, it is analysed a model of geometry and volume of the bulb, in which it assumes that the contour of the wetted soil volume can be represented by a parabola. The study it was carried out in four soils of the Agropolo Assu-Mossoró. The model was estimated, with low precision, the values of geometry and under estimated the values of wetted soil volume.

KEYWORDS: wet bulb, drip irrigation, water-soil relationship

INTRODUÇÃO

Na última década verificou-se avanços em equipamentos, dimensionamento e manejo da irrigação localizada. Isto ocorreu devido, principalmente, ao melhor entendimento do movimento de água no solo quando se utiliza o ponto de emissão de água superficial. Uma das condições para o melhor dimensionamento da irrigação localizada com ponto de emissão superficial é o conhecimento da distribuição da umidade no solo para diferentes vazões dos emissores e tempo de irrigação e, este juntamente com o tipo de solo, influenciam no

¹ Trabalho financiado pelo CNPq

² Engenheiro Agrícola, D.Sc., Departamento de Ciências Ambientais, ESAM, e-mail: slevien@esam.br

³ Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Departamento de Ciências Ambientais, ESAM, e-mail: celsemy@esam.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Departamento de Ciências Ambientais, ESAM, e-mail: jfmedeir@esam.br

⁵ Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Departamento de Ciências Ambientais, ESAM, e-mail: neyton@esam.br

movimento da água (LUBANA & NARDA, 1998). O volume molhado do solo é definido como sendo a forma tridimensional que ocupa a frente de molhamento da água de irrigação a partir de um ponto de emissão (GISPERT FOLCH & GARCIA FÁBREGA, 1999). Na irrigação localizada superficial a água é aplicada diretamente na superfície do solo que, no processo de infiltração, resulta na formação de um volume de solo molhado tridimensional. A determinação da profundidade máxima atingida pelo bulbo molhado, formado no perfil do solo, por um emissor instalado na sua superfície é importante para prever as perdas de água e nutrientes aplicados.

O bulbo molhado formado no solo sob um ponto de emissão pode assumir várias formas, dependendo das características do solo, da vazão do emissor e do tempo de aplicação de água. Pode-se assumir que a geometria e o volume do bulbo molhado podem ser representados de várias maneiras, tais como esferóide, elipsóide ou parabolóide, forma cilíndrica ou coluna retangular, entre outras (ZUR, 1996; KELLER & BLIESNER, 2000; COOK ET AL., 2003; MEDEIROS ET AL., 2004). Os contornos do volume de solo molhado são razoavelmente bem definidos. Os mesmos são usualmente caracterizados pelas distâncias radial (r) e vertical (Z) da frente de molhamento desde o ponto de emissão. Pode-se assumir que o contorno pode ser representado por uma parábola (MEDEIROS ET AL., 2004) e segue o modelo proposto por LEVIEN et al. (2005):

Neste trabalho, é testado e avaliado, em quatro solos, o modelo de geometria e volume do bulbo, proposto por LEVIEN et al. (2005), no qual se assume que o contorno do volume de solo molhado pode ser representado por uma parábola.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados obtidos por MEDEIROS et al. (2004) em quatro solos na região do Agropolo Assu-Mossoró. Baseado em EMBRAPA (1999), os solos foram classificados como Luvissolo Crômico de textura franco-argilo-arenosa, Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico de textura argilosa, Cambissolo Háplico de textura argilosa, e Latossolo Vermelho eutrófico argissólico de textura franco-argilo-arenosa.

O modelo da parábola (Figura 1), considerando o raio (r) em função da profundidade do bulbo (Z), é representado por:

$$r = [2 \cdot p \cdot (Z_0 - Z)]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

em que, r é o raio molhado, Z é a profundidade molhada, Z_0 é a profundidade máxima, e p é o parâmetro da parábola.

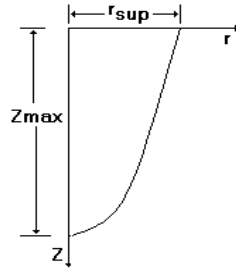


Figura 1. Desenho esquemático da parábola

Para o modelo da parábola o volume do bulbo molhado é representado por:

$$V = \pi \cdot p \cdot Z_{\max}^2 \quad (2)$$

em que, V é o volume do bulbo molhado, e Z_{\max} é a profundidade máxima do bulbo molhado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o ajuste dos modelos foram utilizados os dados dos perfis médios dos bulbos molhados gerados para os solos estudados. Para cada solo, inicialmente, foi ajustado o modelo proposto (equação (1)) para cada vazão dos emissores (q) e para cada tempo de aplicação de água (t). Posteriormente, os parâmetros do modelo proposto (equação (1)) foram ajustados em função da vazão dos emissores (q) e do tempo de aplicação de água (t), assumindo que os mesmos, em função de q e t , seguem o modelo de superfície de resposta do tipo

$$y = a \cdot x^b \cdot z^c \quad (3)$$

em que, y é a variável dependente, x e z são as variáveis independentes, e a , b e c são os parâmetros do modelo. O modelo da parábola, para os solos, considerando r em função de Z , pode ser representado pela equação (1), onde os parâmetros p e $Z0$ são dados por:

Luvissolo Crômico:

$$p = 6,314 \cdot q^{0,314} \cdot t^{0,175} \quad (4)$$

$$Z0 = 16,637 \cdot q^{0,331} \cdot t^{0,390} \quad (5)$$

Argissolo Vermelho Amarelo:

$$p = 6,235 \cdot q^{0,217} \cdot t^{0,206} \quad (6)$$

$$Z0 = 17,062 \cdot q^{0,395} \cdot t^{0,419} \quad (7)$$

Cambissolo Háplico:

$$p = 7,602 \cdot q^{0,203} \cdot t^{0,203} \quad (8)$$

$$Z0 = 13,854 \cdot q^{0,417} \cdot t^{0,443} \quad (9)$$

Latossolo Vermelho:

$$p = 5,007 \cdot q^{0,237} \cdot t^{0,214} \quad (10)$$

$$Z0 = 16,780 \cdot q^{0,397} \cdot t^{0,410} \quad (11)$$

Os volumes do bulbo molhado observado e estimado, utilizando o modelo proposto (equação (2)), para diferentes valores de vazão dos emissores (q) e de tempo de aplicação de água (t), para os solos analisados, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de volume do bulbo molhado observado (V_{obs}) e estimado (V_{est}), em cm^3 , utilizando o Modelo da Parábola, para diferentes valores de vazão e de tempo de aplicação de água, sob irrigação por gotejamento superficial, para os solos analisados

q (L h^{-1})	t (h)	Luvissolo		Argissolo		Cambissolo		Latossolo	
		V_{obs}	V_{est}	V_{obs}	V_{est}	V_{obs}	V_{est}	V_{obs}	V_{est}
1,0	1,0	5266	5490	6337	5702	4091	4584	4064	4429
	2,0	10497	10639	11929	11755	8653	9746	8520	9072
	4,0	20291	20618	27425	24233	17526	20721	21019	18584
	7,0	33537	35174	44589	43456	36328	38097	36789	33156
2,0	1,0	13225	10797	12211	11459	10334	9399	10955	9056
	2,0	25419	20923	27504	23622	21441	19984	23713	18550
	4,0	44990	40546	53874	48697	52794	42488	49064	37997
	7,0	78423	69171	100650	87329	88669	78115	90183	67792
4,0	1,0	26963	21232	30457	23028	20632	19273	26607	18515
	2,0	50450	41145	60520	47471	46301	40976	48707	37927
	4,0	88642	79734	128267	97860	117106	87118	88436	77689
	7,0	183718	136026	232104	175493	216599	160171	185080	138607
8,0	1,0	44217	41753	46100	46276	41081	39518	41661	37856
	2,0	84448	80913	104314	95397	105628	84019	94160	77545
	4,0	171577	156800	190221	196658	180919	178631	179089	158844
	7,0	301704	267499	416467	352667	347892	328420	309568	283397

Avaliou-se o modelo proposto usando os valores estimados em função dos valores observados (reta 1:1) e obteve-se, para geometria e volume, respectivamente:

Luvissolo Crômico:

$$r_{est} = 0,9276 \cdot r_{obs} + 0,6119 \quad R^2 = 0,7097 \quad (12)$$

$$V_{est} = 0,8593 \cdot V_{obs} + 1349 \quad R^2 = 0,9894 \quad (13)$$

Argissolo Vermelho Amarelo:

$$r_{est} = 0,8710 \cdot r_{obs} + 1,6810 \quad R^2 = 0,6519 \quad (14)$$

$$V_{est} = 0,8437 \cdot V_{obs} + 1967 \quad R^2 = 0,9846 \quad (15)$$

Cambissolo Háplico:

$$r_{est} = 0,9181 \cdot r_{obs} + 1,0038 \quad R^2 = 0,7519 \quad (16)$$

$$V_{est} = 0,8944 \cdot V_{obs} - 984 \quad R^2 = 0,9799 \quad (17)$$

Latossolo Vermelho:

$$r_{est} = 0,7976 \cdot r_{obs} + 2,7770 \quad R^2 = 0,5513 \quad (18)$$

$$V_{est} = 0,8821 \cdot V_{obs} - 2815 \quad R^2 = 0,9897 \quad (19)$$

em que, r_{est} é o raio estimado (em cm), r_{obs} é o raio observado (em cm), V_{est} é o volume estimado (em cm³) e V_{obs} é o volume observado (em cm³).

Comparou-se os coeficientes da reta, onde se verificou estatisticamente (teste “t”, 0,05 de probabilidade) que, quanto à geometria o modelo estimou satisfatoriamente para o Cambissolo e o Luvisolo, e subestimou para o Latossolo e o Argissolo, e, quanto ao volume do bulbo, o mesmo subestimou para todos os solos estudados.

CONCLUSÕES

O modelo da parábola estima, com baixa precisão, os valores de geometria e subestima os valores de volume do bulbo molhado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COOK, F.J., THORBURN, P.J., FITCH, P., BRISTOW, K.L. WetUp: a software tool to display approximate wetting patterns from drippers. *Irrigation Science*, v.22, p.129-134, 2003.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- GISPERT FOLCH, J.R.; GARCIA FÁBREGA, J.A. El volumen húmedo del suelo en el riego localizado: importancia y evaluación. In: MUÑOZ CARPENA, R.; RITTER RODRÍGUEZ, A.; TASCÓN RODRÍGUEZ, C. (Eds.) *Estudios de la zona no saturada del suelo*. Tenerife: ICIA, p.11-17, 1999.
- KELLER, J.; BLIESNER, R.D. *Sprinkle and trickle irrigation*. The Blackburn Press, New Jersey. 2000. 652 p.
- LEVIEN, S.L.A.; MAIA, C.E.; MEDEIROS, J.F. Modelo de geometria e volume do bulbo molhado: parábola. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 34. Canoas-RS, 2005. Anais...Canoas-RS, SBEA, 2005. CD Rom.
- LUBANA, P.P.S.; NARDA, N.K. Soil water dynamics model for trickle irrigated tomatoes. *Agricultural Water Management*, v.37, p.145-161, 1998.
- MEDEIROS, J.F.; LEVIEN, S.L.A.; MAIA, C.E. Caracterização de bulbo úmido em solos utilizados na irrigação localizada na região de fruticultura irrigada no Agropolo Assu-Mossoró. 2004. Escola Superior de Agricultura de Mossoró. Relatório Técnico, CNPq. 89 p.

ZUR, B. Wetted soil volume as a design objective in trickle irrigation. Irrigation Science, v.16, p.101-105, 1996.