

AValiação de Modelo de Geometria e Volume de Solo Molhado: ELIPSE TRUNCADA ¹

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

RESUMO: Informações de geometria do bulbo molhado são importantes para o dimensionamento e manejo da irrigação localizada. Neste trabalho, é avaliado 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 elipse truncada. O estudo foi realizado em quatro solos do Agropolo Assu-Mossoró. O modelo da elipse truncada estimou satisfatoriamente os valores de geometria e volume do bulbo molhado.

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

EVALUATION OF MODEL OF GEOMETRY AND WETTED SOIL VOLUME: TRUNCATED ELLIPSE

SUMMARY: Information of geometry of the wetted soil volume is important for the design and management of localized irrigation. In this work, it is considered 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 truncated ellipse. The study it was carried out in four soils of the Agropolo Assu-Mossoró. The model was estimated satisfactorily the values of geometry and wetted soil volume.

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

INTRODUÇÃO

A irrigação localizada é um sistema que tem como principais vantagens a aplicação de água próxima as raízes das plantas e a economia de água pela maior eficiência de aplicação. Na irrigação localizada, o gotejamento é o sistema mais comum e baseia-se na aplicação de água na superfície do solo junto a planta. Este sistema permite molhar o solo formando um volume de solo molhado, denominado de bulbo molhado, onde se concentram as raízes das plantas. Molhando apenas uma porcentagem do solo, as perdas de água por evaporação e percolação são diminuídas, como também a lixiviação dos

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

nutrientes (YOUNGS et al., 1999). Assim, o manejo da irrigação por gotejamento requer conhecimento do volume de solo molhado para evitar a sobreposição excessiva que pode diminuir a eficiência na aplicação de água e fertilizantes (KELLER & BLIESNER, 2000). O conhecimento da forma e do tamanho do volume molhado do solo é um aspecto importante a considerar para otimizar o uso da água, evitar percolação profunda e dimensionar corretamente uma instalação de irrigação localizada. Portanto, a avaliação da forma e do tamanho do volume molhado permite definir aspectos importantes, tais como dose e frequência de irrigação, número de gotejadores e espaçamento entre eles e dimensionamento hidráulico (GISPERT FOLCH & GARCIA FÁBREGA, 1999).

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 elipse truncada (ZUR, 1996; 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 elipse truncada.

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

$$r = \frac{b}{a} \cdot \left[a^2 - (Z_0 - Z)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

em que, r é o raio molhado, Z é a profundidade molhada, Z_0 é a profundidade onde ocorre o

raio máximo (r_{\max}), b é o semi-eixo da elipse, no sentido do raio, e a é o semi-eixo da elipse, no sentido da profundidade.

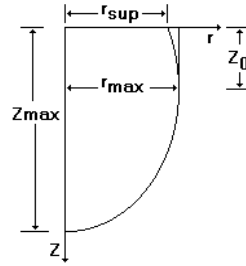


Figura 1. Desenho esquemático da elipse truncada

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

$$V = \pi \cdot \left(\frac{b}{a}\right)^2 \cdot \left[(a^2 - Z_0^2) \cdot Z_{\max} + Z_0 \cdot Z_{\max}^2 - \frac{Z_{\max}^3}{3} \right] \quad (2)$$

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 elipse truncada, para os solos, considerando r em função de Z , pode ser representado pela equação (1), onde os parâmetros b , a e Z_0 são dados por:

Luvissolo Crômico:

$$\dots \quad (4)$$

$$\dots \quad (5)$$

$$\dots \quad (6)$$

Argissolo Vermelho Amarelo:

$$\dots \quad (7)$$

$$\dots \quad (8)$$

(9)

Cambissolo Háplico:

(10)

(11)

(12)

Latossolo Vermelho:

(13)

(14)

(15)

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 Elipse Truncada, 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	6529	6337	6421	4091	4888	4064	5452
	2,0	10497	12078	11929	13602	8653	10402	8520	11269
	4,0	20291	23391	27425	28824	17526	22531	21019	23260
	7,0	33537	39960	44589	52776	36328	42477	36789	41682
2,0	1,0	13225	12308	12211	12796	10334	10186	10955	10991
	2,0	25419	23817	27504	27112	21441	21773	23713	22706
	4,0	44990	46220	53874	57441	52794	47346	49064	46823
	7,0	78423	79024	100650	105106	88669	89398	90183	83798
4,0	1,0	26963	24255	30457	25501	20632	21248	26607	22153
	2,0	50450	47043	60520	54040	46301	45621	48707	45735
	4,0	88642	91401	128267	114457	117106	99562	88436	94193
	7,0	183718	156227	232104	209268	216599	188123	185080	168297
8,0	1,0	44217	47886	46100	50824	41081	44374	41661	44641
	2,0	84448	93014	104314	107712	105628	95689	94160	92077
	4,0	171577	180704	190221	228034	180919	209475	179089	189327
	7,0	301704	308289	416467	416533	347892	395650	309568	337590

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:

$$R^2 = 0,9372 \quad (16)$$

$$R^2 = 0,9892 \quad (17)$$

Argissolo Vermelho Amarelo:

$$R^2 = 0,9404 \quad (18)$$

$$R^2 = 0,9868 \quad (19)$$

Cambissolo Háplico:

$$R^2 = 0,9135 \quad (20)$$

$$R^2 = 0,9773 \quad (21)$$

Latossolo Vermelho:

$$R^2 = 0,9014 \quad (22)$$

$$R^2 = 0,9912 \quad (23)$$

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 Latossolo, e subestimou para o Luvisolo e o Argissolo, e, quanto ao volume do bulbo, o mesmo estimou satisfatoriamente para todos os solos estudados.

CONCLUSÕES

O modelo da elipse truncada estimou satisfatoriamente os valores de geometria e 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 de solo molhado: elipse truncada. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 34. Canoas-RS, 2005. Anais...Canoas-RS, SBEA, 2005. CD Rom.

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.

YOUNGS, E.G., LEEDS-HARRINSON, P.B., ALGHUSNI, A. Surface ponding of coarse-textured soil under irrigation with a line of surface emitters. Journal Agricultural Engineering Resource, v.73, p.95-100, 1999.

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