

## **PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE VAN GENUCHTEN NA ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE ÁGUA EM UM ARGISSOLO NO SEMIÁRIDO ALAGOANO**

Constantino Antônio Cavalcante Junior (1); Renato Américo de Araújo Neto (2); Cláudio José Soriano Cordeiro (3); Guilherme Bastos Lyra (4); Stoécio Malta Ferreira Maia (5)

- (1) Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG (E-mail: constantinocavalcante@hotmail.com)
- (2) Doutorando do programa de pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Federal de Alagoas, UFAL, (E-mail: renato.eng.agronomo@hotmail.com)
- (3) Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, UFAL (E-mail: claudio.cordeiro@ceca.ufal.br)
- (4) Professor Doutor, Universidade Federal de Alagoas, UFAL (E-mail: gbastoslyra@gmail.com)
- (5) Professor Doutor, Instituto Federal de Alagoas, IFAL (E-mail: stoecio.maia@gmail.com)

### **INTRODUÇÃO**

Uma das questões de maior pertinência na agricultura da região semiárida brasileira é a má distribuição das chuvas, que compromete o crescimento e a produção vegetal de cultivos (GIULIETTI *et al.*, 2004). O déficit de demanda hídrica nessa região ocasiona a baixa atividade biológica no solo, bem como a absorção de nutrientes pela planta, tornando inviável o cultivo de culturas ao longo do ano (CEBALLOS *et al.*, 2002; MÜLLER; BOULEAU; PERONA, 2016).

No semiárido alagoano, projetos tem sido elaborado visando a distribuição de água ao longo do ano, com destaque para o Canal do Sertão Alagoano. Com esse projeto, o fornecimento de água poderá viabilizar o manejo de irrigação, disponibilizando água nos diferentes tipos de solos. Porém, para se ter conhecimento da lâmina hídrica a ser aplicada, há a necessidade do conhecimento dos processos de distribuição de água no solo, fornecendo parâmetros suficientes para estimar a disponibilidade hídrica, fornecendo um melhor aproveitamento de água nessa região (MÜLLER; BOULEAU; PERONA, 2016; BIENES *et al.*, 2016).

A modelagem matemática vem como um coadjuvante às metodologias destrutivas na determinação de umidade dos solos, parâmetro inclusivo no manejo de irrigação. Uma boa prática é utilizar modelos que simulam o conteúdo de água no solo por meio do conhecimento das propriedades físicas deste (tal como HIDRUS e RETC), utilizando-os, posteriormente, no manejo de água no solo (CAMPBELL, 1974; van GENUCHTEN, 1980). Diante do exposto, objetivou-se gerar parâmetros da equação de van Genuchten, através do modelo computacional RETC, para uma região do semiárido alagoano, comparando-os com a umidade estimada em campo para diferentes profundidades do solo.

## METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em uma localidade distribuída ao longo do perímetro irrigado do canal do sertão de Alagoas, com amostras de solo coletadas em uma região com cultivo de 30 anos de milho e feijão em sistema rotacional (dois anos para cada cultura, com período de pousio) no município de Inhapi (09°13'17''S; 37°44'55''W), com 9 amostras de um Argissolo Vermelho Amarelo, nas profundidades de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm, totalizando três amostras por profundidade. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo BSh' e BShh', com caracterização do tipo estepe, com clima seco e chuvas distribuídas no inverno e temperaturas do ar acima de 18 °C (GOIS *et al.*, 2005).

Após a retirada das amostras, as mesmas foram levadas ao laboratório de Física dos Solos da Universidade Federal de Alagoas, onde foram realizadas a classificação textural, densidade do solo e umidade do solo na capacidade de campo e ponto de murcha, parâmetros essenciais para estimar os parâmetros da equação de van Genuchten, através do modelo computacional RETC (van GENUCHTEN *et al.*, 2009). A equação matemática utilizada foi:

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[(1 + \alpha\Psi)^n]^m} \quad (1)$$

em que:  $\theta$  é o conteúdo de água do solo (%);  $\theta_r$  é o conteúdo de água residual (%);  $\theta_s$  é o conteúdo de água na saturação (%);  $\Psi$  potencial matricial (kPa);  $\alpha$ ,  $n$  e  $m$  são os parâmetros empíricos do modelo.

Após estimar os parâmetros, estes foram calculados para cinco diferentes pressões (33; 100; 500; 1000; 1500 kPa) e comparados com os valores reais, obtidos pela metodologia de Richards (1965). Para comparação entre os valores observados e simulados, utilizou-se uma regressão linear forçada a passar pela reta 1:1 (MORIASI *et al.*, 2007), gerando o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{ajust}$ ) e a probabilidade de 5% ( $p < 0,005$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros da equação de van Genuchten, estimados pelo modelo RETC são apresentados na Tabela 1. A umidade residual apresentou um aumento em relação à profundidade do solo, com a profundidade de 10-20 e 20-30 cm. A umidade residual é um essencial parâmetro para requerer um ajuste adequado da umidade, levando em consideração a textura do solo, por exemplo. O modelo RETC foi configurado para rodar curvas de retenção através da equação de van

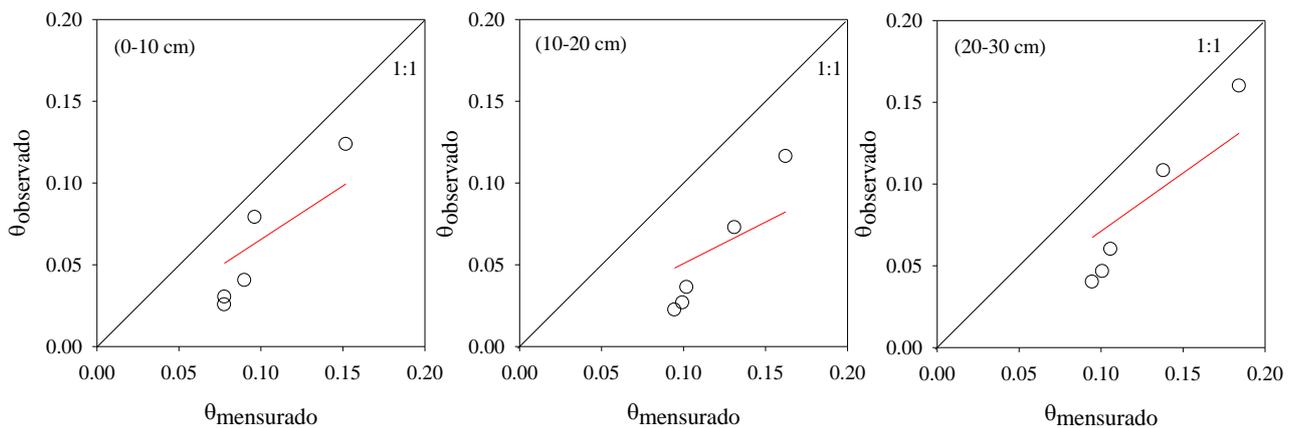
Genuchten, com dados reais de teores de areia, silte e argila, além de parâmetros hídricos deste solo (capacidade de campo e ponto de murcha).

**Tabela 1.** Parâmetros da equação de van Genuchten para a região de Inhapi, sob cultivo de milho e feijão, semiárido alagoano.

Parâmetros/Prof.	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
$\theta_r$	0,0423	0,0521	0,0518
$\theta_s$	0,4068	0,4099	0,4172
$\alpha$	0,0488	0,0507	0,0374
n	1,4192	1,4380	1,3699
m	0,2954	0,3046	0,2700

Uma regressão linear foi ajustada, com parâmetro “A” sendo forçado a passar pela reta 1:1, gerando uma equação do tipo  $Y = B.X$  (Figura 1). A equação do ajuste e o  $R^2$ ajust são apresentados na Tabela 2. Na primeira camada de solo avaliada, observa-se que os valores de umidade observados em laboratório subestimam os valores estimados através da equação de van Genuchten em todas as profundidades (Figura 1). Esse comportamento é melhor observado quando a equação da regressão é traçada, onde o coeficiente angular está abaixo de 1, representando essa capacidade de subestimativa (Tabela 2). Lucas *et al.* (2011) ao determinar curvas de retenção pelo método de papel de filtro, observaram que os parâmetros da equação de van Genuchten determinados pelos autores se adequaram satisfatoriamente para determinação da umidade.

As subestimativas apresentaram-se distantes da reta 1:1, com diferenças variando entre 30 e 40% dos valores mensurados relacionados aos estimados. Apesar desse alto valor na comparação dos resultados, pode se utilizar a equação com confiabilidade, já que a probabilidade estatística de todas equações foram menores que 5% ( $p < 0,05$ ). Apesar dos ajustes ( $R^2$ ajust) serem inferiores a 0,80, o modelo RETC pode ser empregado no ajuste da determinação de água em Argissolo Vermelho Amarelo no semiárido alagoano. (Figura 1; Tabela 2). A sensibilidade de modelos que estimam a umidade do solo pela equação de van Genuchten também pode ser utilizada para determinar o melhor parâmetro, em relação ao tipo de solo estudado (CHAVES, 2009)



**Figura 1.** Regressão linear, comparando dados de umidade estimada pela equação de van Genuchten com a umidade real medida em campo, para um solo cultivado com milho e feijão, na região de Inhapi, semiárido Alagoano.

**Tabela 2.** Equação da regressão linear  $Y = B.X$  para diferentes profundidades, para um solo cultivado com feijão, na região de Inhapi (I30), semiárido Alagoano.

Profundidade (cm)	Equação	R <sup>2</sup> ajust	p
0-10	$Y = 0,6548 (\pm 0,1034^*)X$	0,67	0,0237
10-20	$Y = 0,5074 (\pm 0,0954^*)X$	0,58	0,0060
20-30	$Y = 0,7119 (\pm 0,0873^*)X$	0,75	0,0012

\*Erro padrão da regressão.

## CONCLUSÕES

O modelo RETC foi capaz de estimar a umidade em um solo cultivado com feijão e milho nas diferentes profundidades.

Apesar do modelo não ajustar os valores simulados aos mensurados, parâmetros estatísticos indicam a adoção da equação de van Genuchten para um Argissolo Vermelho Amarelo na região semiárida alagoana.

Há uma necessidade de estudos futuros que levem em consideração o uso da modelagem matemática em funções de pedotransferência no semiárido brasileiro.

## Agradecimentos

À FAPEAL – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas pela concessão da bolsa de auxílio à pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIENES, R. et al. Eleven years after shrub revegetation in semiarid eroded soils. Influence in soil properties. **Geoderma**. v, 273, p. 106 – 114, 2016.
- CAMPBELL, G.S. A simple method for determining unsaturated conductivity from soil moisture retention data. **Soil Science**, v.117, p.311–314, 1974.
- CEBALLOS, A. et al. Soil-water behaviour of sandy soils under semi-arid conditions in the Duero Basin (Spain). **Journal of Arid Environments**, v. 51, p. 501-519, 2002.
- CHAVES, H. M. L. Sensibilidade do modelo Hydrus aos parâmetros hidráulicos do solo em diferentes texturas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n. 2, p. 33-37, 2009.
- GIULIETTI, A. M. et al. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação**, pp. 48-90, 2004.
- GOIS, G. et al. Caracterização da desertificação no estado de Alagoas utilizando variáveis climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 3, p. 301-314, 2005.
- LUCAS, J. F. R. Curva de retenção de água no solo pelo método do papel-filtro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p. 1957-1973, 2011.
- MORIASI, D. N. et al. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v.50, n.3, p.885-900, 2007.
- MÜLLER, T.; BOULEAU, C. R.; PERONA, P. Optimizing drip irrigation for eggplant crops in semi-arid zones using evolving thresholds. **Agricultural Water Management**, v. 177, p. 54 – 65, 2016.
- RICHARDS, L. A. Physical conditions of water in soil. In: BLACK, C. A.; EVANS, D. D.; WHITE, J. L.; ENSMINGER, L. E.; CLARCK, F. E. **Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurements and sampling**. Madison: **American Society of Agronomy**, Washington, p. 128-152, 1965.
- van GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v.44, p.892–898, 1980.
- van GENUCHTEN, M.T.; SIMUNEK, J.; LEIJ, F.J.; SEJNA, M. **RETc version 6.02**, 2009. Disponível em: <<http://www.pcprogress.com/en/Default.aspx?retc-downloads>>.