

## PERFORMACE DE MODELO DE ESTIMAÇÃO DE POTASSIO NA SOLUÇÃO DO SOLO SOB FERTIRRIGAÇÃO

Torquato Martins de Andrade Neto<sup>1</sup>; Eugênio Ferreira Coelho<sup>2</sup> Richardson Araujo Boasorte<sup>3</sup>

**RESUMO:** O objetivo desse estudo foi avaliar modelos matemáticos de estimativa de potássio na solução do solo com base em dados de umidade do solo, condutividade elétrica aparente do solo e condutividade elétrica da solução do solo, em condições de campo. O modelo foi testado em experimento com quatro concentrações de cloreto de potássio na saída dos emissores (1,0; 2,5; 4,0 e 5,5 g L<sup>-1</sup>). Para tanto, foram instaladas sondas de TDR em duas profundidades (0-0,20 e 0,20-0,40 m). Foram monitorados: a umidade, condutividade elétrica da solução do solo, teor de K<sup>+</sup> na solução do solo ao longo do tempo. O modelo pode ser utilizado para estimar os teores de potássio na solução do solo como função de CEa, umidade e condutividade elétrica da solução do solo para a maioria das concentrações estudadas. Apesar do teste de Mayer apresentar significância (P<0,05) na avaliação do modelo, os valores medidos e estimados pelo modelo apresentaram um desvio entre 5,0% a 20,00%.

**Palavras-Chave:** Fertirrigação, Condutividade elétrica, parâmetros químicos.

## PERFORMANCE OF MODELS FOR ESTIMATING OF POTASSIUM OF SOIL SOLUTION IN FERTIRRIGATION

**ABSTRACT:** The objective of this study is to evaluate mathematical model for estimating of potassium based on soil water content, bulk electrical conductivity and soil solution electrical conductivity field data. Model were tested under different treatments consisted of four potassium chloride concentrations in the irrigation water (1.0; 2.5; 4.0 e 5.5 g L<sup>-1</sup>) TDR probes were installed at two depths (0-0.20 and 0.20-0.40 m). Were monitored soil electrical conductivity, soil solution electrical conductivity in the soil solution with time. The model may be used for estimating of potassium a function of CEw and soil water content for the

<sup>1</sup> Prof. Dsc IF Sertão Pernambucano Campus Floresta, Floresta – PE, CEP 56400-000, Fone: (087) 3877-2797, torquato.neto@ifsertao-pe.edu.br; <sup>2</sup>Pesquisador Embrapa Mandioca e Fruticultura, Departamento de Irrigação, Cruz das Almas–BA; <sup>3</sup>Estudante de Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo Baiano, UFRB, Cruz das Almas, BA.

majority of studied situations. The deviation between estimated and measured values of CE<sub>w</sub> during the studied period, considering all experiments remained between 5 to 20%.

**Key words:** Fertirrigation, CE<sub>w</sub>, chemical parameters.

## INTRODUÇÃO

Atualmente existe um crescimento na utilização da fertirrigação nos polos de agricultura irrigada em todo mundo, isso em grande parte devido às vantagens intrínsecas da técnica no que se refere ao uso mais eficiente dos fertilizantes aplicados em diversas culturas, na evidente redução da mão de obra e na melhor conservação dos recursos edáficos (ANDRADE NETO et al. 2009). Porém, A utilização incorreta dessa técnica pode causar diversos danos ao meio ambiente tais como: degradação física e química dos solos devido às alterações no pH e nos teores de sais ou sódio do solo; contaminação da fonte de água de irrigação.

O monitoramento da condutividade elétrica da solução do solo com o extrator de solução permite a repetição de leituras no mesmo local de amostragem, mas contempla apenas as regiões com a água retida a potenciais mais altos. A coleta de solução do solo por meio de extratores de solução permite maior número de repetições no mesmo local ou próximo, porém necessitam de regiões umedecidas a potenciais mais elevados (SANTOS, 2008).

No caso da utilização da TDR na estimativa e no monitoramento da distribuição de da condutividade elétrica, tem-se a necessidade de calibrar alguns modelos matemáticos que, ao serem conjugados uns com outros, possibilitam também a estimativa da concentração iônica. Diversos autores sugerem alguns modelos que fazem relação entre a condutividade elétrica da solução do solo com os valores de teor de água e condutividade elétrica aparente do solo (VOGELER et al. 1996; RHOADES et al. 1989). Dentre ele o modelo de Vogeler et al. (1996) apresentam melhores relações entre CE<sub>w</sub>, CE<sub>a</sub> e umidade (SANTANA et al., (2007). Esses modelos podem ser calibrados para cada tipo de solo e nutriente aplicado. Desta forma, é possível, com o uso da TDR, se ter conhecimento da CE<sub>w</sub>, uma vez que são facilmente obtidas pela TDR as variáveis CE<sub>a</sub> e  $\theta$ .

O objetivo desse estudo foi avaliar modelo matemático de estimativa de potássio com base em dados de umidade do solo ( $\theta$ ), condutividade elétrica aparente do solo (CE<sub>a</sub>) e condutividade elétrica da solução do solo (CE<sub>w</sub>).

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas Bahia (“12° 48`S, 39°06` W, 225 m), cujo clima é classificado como úmido a subúmido. O solo predominante é o Latossolo Amarelo Distrófico. A pesquisa foi realizada em um experimento com a cultura da bananeira, c.v. “FHIA”, cultivada em fileiras simples, no espaçamento 3,0 x 2,5 m, em que todas as atividades referentes à adubação e tratamentos culturais foram realizadas conforme SILVA et al., (2008). Os tratamentos consistiram no uso de quatro concentrações de cloreto de potássio na saída dos emissores (1,0; 2,5; 4,0 e 5,5 g L<sup>-1</sup>) aplicadas por meio de sistema de gotejamento, durante o primeiro ciclo da cultura.

### Caracterização do modelo avaliado

Utilizou-se do modelo de VOGELER et al., (1996) para estimativa de CE<sub>w</sub> como função de CE<sub>a</sub> e umidade, conforme a equação (1):

$$CE_w = \frac{CE_a - (a\theta + b)}{c\theta - d} \quad (1)$$

Os dados dos íons e CE<sub>w</sub> foram relacionados por uma função afim e por uma função potencial de forma a explicitar CE<sub>w</sub> como função do íon. A combinação da equação (1) com o modelo potencial resultou na equação (2):

$$Ci = \left\{ \frac{1 [CE_a - (a\theta - b)]}{\alpha (c\theta - d)} \right\}^{\frac{1}{\mu}} \quad (2)$$

Amostras de solução do solo para avaliação da condutividade elétrica da solução do solo foram retiradas ao mesmo tempo em que foram feitas leituras de umidade do solo e condutividade elétrica aparente com uso de um reflectometro tipo TDR. O modelo matemático foi ajustado aos dados por meio da minimização da soma dos quadrados dos desvios entre os valores estimados e observados. Os indicadores estatísticos MEN (média dos erros), RMSE (raiz quadrada da média dos quadrados dos erros) e o R<sup>2</sup> (coeficiente de determinação) foram utilizados na avaliação dos modelos abordados (GOMES et al. 2002). Os valores medidos e estimados de CE<sub>w</sub> foram comparados com base no ajustamento do modelo de regressão linear simples de MAYER et al., (1994).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, na Tabela 1, os parâmetros do modelo ajustado aos dados de potássio em função de CEa e  $\theta$ , bem como as medidas de desvios entre os valores medidos e estimados (RMSE). O modelo explicou as variações de potássio em função de CEa e  $\theta$ , em 90%, 80%, 79 % e 80,0% dos dados, respectivamente para as concentrações de 1,0; 2,5; 4,0 e 5,5 g L<sup>-1</sup>. Esses coeficientes ficaram próximos dos obtidos por Santana et al. (2007), com R<sup>2</sup> de 0,81 para um solo de textura franco-arenosa. ANDRADE NETO et al., (2009), obtiveram R<sup>2</sup> de 0,90, em solo com características químicas próximas encontraram os seguintes valores dos parâmetros do modelo (a=2,2670; b=0,3560; c=-1,0400; d=-0,5858;  $\alpha$ =0,0710 e  $\mu$ =0,6342). Observou-se então que os parâmetros encontrados foram diferentes dos obtidos por ANDRADE NETO et al., (2009), e que as diferentes concentrações resultaram em distintos valores de parâmetros do modelo de estimativa de potássio.

Foi observado que ao se utilizar um modelo geral para a estimativa de potássio, com os dados de todas as concentrações analisando-as conjuntamente, a precisão da equação (2) caiu (R<sup>2</sup>=0,65). Isso mostra que o modelo foi sensível as concentração da solução de fertilizantes na água de irrigação. Em se tratando da avaliação dos valores medidos e estimados, houve significância pelo teste de MAYER et al., (1994), o que implica em valores estimados de potássio com maiores desvios em relação aos medidos na solução do solo.

Tabela 1. Parâmetros resultantes dos ajustes da equação (2) para K<sup>+</sup> como função de CEw e  $\theta$ , coeficientes estatísticos, para as diferentes concentrações de potássio na forma de KNO<sub>3</sub>.

KNO <sub>3</sub> (g L <sup>-1</sup> )	Parâmetros						Coeficientes			
	a	B	c	d	$\alpha$	$\mu$	R <sup>2</sup>	RMSE	MEN	(P)*
1,0	47,93	-1,9.10	62,96	21,97	0,70	0,06	0,90	1,19	9,30	0,0364 <sup>S</sup>
2,5	-13,70	-7,575	27,15	10,11	0,12	0,74	0,80	2,45	9,82	0,0413 <sup>S</sup>
4,0	11,89	3,988	22,45	12,34	0,34	0,04	0,79	2,89	9,41	0,0210 <sup>S</sup>
5,5	20,33	5,561	-1,42	-0,85	1,89	0,63	0,80	3,43	16,20	0,0304 <sup>S</sup>
<b>Modelo Geral</b>	-10,11	-1,2E+02	25,80	-7,65	0,28	0,04	0,65	5,68	15,40	0,0274 <sup>S</sup>

R<sup>2</sup>= Refere-se ao coeficiente de determinação encontrado pela Eq.(3). P\*= Significativo a 5% pelo teste de MAYER et al., (1994).

Os resultados concordam com ANDRADE NETO et al., (2012), em cujo trabalho 80% dos dados foram explicados pela equação (2) em um Latossolo Amarelo de textura franco-arenosa. Em termos gerais os coeficientes de determinação encontrados nos diferentes tratamentos foram superiores ao obtido por SANTANA et al., (2007), que em trabalho realizado com diferentes modelos matemáticos para estimativa de potássio, em um solo

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

aluvial de Minas Gerais de textura franca, obteve um  $R^2$  de 0,74, correlacionando os valores de potássio oriundos da equação (2) com os medidos.

Segundo STONE, (1993) quanto menor o valor absoluto de MEN, melhor é a desempenho do modelo testado. A desvantagem deste método é que uma superestimativa cancela uma subestimativa. No que se refere aos dados medidos e estimados ao longo do tempo, foi observado que o modelo apresentou valores estimados de potássio distantes dos medidos para as diferentes concentrações aplicadas, o que se deve a significância encontrada ( $P < 0,05$ ). O teste estatístico de MAYER et al., (1994) indicou que a hipótese de nulidade ( $H_0 : \beta_0 = 0$  e  $\beta_1 = 1$ ) é falsa para  $\alpha = 0,05$  ( $P = 0,0364, 0,0413, 0,0210$  e  $0,0304$ ), respectivamente para as concentrações de 1,0; 2,5; 4,0 e 5,5 g L<sup>-1</sup> (Tabela 1). A observação de valores ( $P < 0,05$ ) mostra a não equivalência entre os valores lidos e estimados de potássio. Em geral, valores elevados de coeficientes de determinação apenas demonstram a precisão do modelo enquanto que o método de MAYER et al., (1994) mostra a proximidade entre os valores medidos e estimados.

## CONCLUSÃO

A utilização da equação (2), para estimativa de potássio na solução do solo resultou em bom ajuste ao longo do ciclo da bananeira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE NETO, T. M. ; COELHO, E. F. ; ALVES, M da S. ; SANTANA JUNIOR, E. B.; Santana, J. A do. Estimating potassium in the soil solution as a function of electrical conductivity and soil water content. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online), v. 16, p. 618-623, 2012.

ANDRADE NETO, T. M.; COELHO, E. F.; ALVES, M da S.; SANTANA, J. A do. Potássio na solução do solo em função da umidade e condutividade elétrica aparente do solo com aplicação de diferentes concentrações de cloreto de potássio na água de irrigação. In: Anais...

XXXVIII CONBEA, 2009, Juazeiro. Planejamento da bacia hidrográfica e o desenvolvimento da agricultura, 2009.

GOMES, E. N.; ESCOBEDO, J. F.; FRISINA, V. A.; ANGELA, R. Modelos de estimativa da par global e difusa em função da radiação de ondas curtas e da transmissividade atmosférica. In Anais... XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR, 2002.

MAYER, D. G.; STUART, M. A.; SWAIN, A. J. Regression of real word data on model output: An appropriate overall test of validity. *Agriculture System*. V.45, p.93-104, 1994.

RHOADES, J. D.; MANTEGHI, N. A.; SHOUSE, P. J.; ALVES, W. J. Soil electrical conductivity and salinity: new formulations and calibrations. *Soil Science Society of America Journal*, 53: 433-439, 1989.

SANTANA, G. S.; COELHO, E. F.; SILVA, T. M.; RAMOS, M. M. Relação entre potássio na solução do solo, umidade e condutividade elétrica aparente do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.11, n.2, p.142-151, 2007. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG.

SANTOS, R. M. Uso da Reflectometria no Domínio do Tempo para Avaliar a Distribuição de Nitrato e Fósforo em Colunas de Solos Fertirrigados. Viçosa, UFV, 2008. 73p. (Dissertação de mestrado).

SILVA, J.T.A. da; BORGES, A.L. Solo, nutrição mineral e adubação da bananeira. *Informe Agropecuário*, v.29, p.25-37, 2008.

STONE, R. J. Improved statistical procedure for the evaluation of solar radiation estimation models. *Solar Energy*, v.51, n.4, p.289-91, 1993.

VOGELER, I.; CLOTHIER, B.E.; GREEN, S.R.; SCOTTER, D.R.; TILLMAN, R.W. Characterizing water and solute movement by TDR and disk permeametry. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.60, n.1, p.5-12, 1996.