



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Estimativa de Sódio na Solução do Solo em Função da Condutividade Elétrica e Umidade do Solo.

Torquato Martins de Andrade Neto⁽¹⁾; Eugênio Ferreira Coelho⁽²⁾; Ana Carina Pires da Silva⁽³⁾ Damiana Lima de Barros⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo Baiano - UFRB. Cruz das Almas (BA). E-mail: andradeneto@hotmail.com. ⁽²⁾ Professor/Orientador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, CNPMF Rua Embrapa s/n, CEP 443800-00. E-mails: eugenio@cnpmf.embrapa.br; ⁽³⁾ Mestrando do programa de pós-graduação UFRB; ⁽⁴⁾ Aluno da Graduação UFRB.

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar um modelo de estimativa de sódio na solução do solo como função da condutividade elétrica aparente (CEa), da umidade do solo (θ) e da condutividade elétrica da solução do solo (CEss). Os tratamentos consistiram no uso de três fontes de potássio da solução de injeção (Cloreto de potássio, sulfato de potássio e nitrato de potássio) aplicadas por gotejamento durante o primeiro ciclo da cultura da bananeira cultivar Grand Naine. Os resultados mostraram que não é viável estimar a concentração de Na^+ na solução do solo, a partir de dados de θ e CEa, obtidos por meio da técnica da Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR), para condições de campo, com uso de equação resultante da combinação de um modelo linear e um potencial. O modelo de Vogeler et al., (1996) apresentou alta eficiência na estimativa de CEw em função da umidade CEa. No entanto, a equação 2 não obteve eficiência na estimativa de sódio para as três fontes aplicadas em condições de campo.

Palavras-chave: TDR, irrigação localizada, fertirrigação.

INTRODUÇÃO - A fertirrigação é uma técnica que permite o parcelamento das aplicações de fertilizantes. Nesse sentido, o manejo e monitoramento deve ser embasado no conhecimento dos teores atuais dos nutrientes no solo.

Visando Tradicionalmente, o manejo da fertirrigação é realizado ministrando-se quantidades preestabelecidas de fertilizantes, parceladas de acordo com a marcha de absorção da cultura não existindo, normalmente, monitoramento da concentração de íons na solução do solo nem do estado nutricional da planta (Papadopoulos, 1999). Neste aspecto, seria mais indicado racionalizar o manejo da fertirrigação por meio da determinação da condutividade elétrica e/ou da concentração parcial de íons na solução do solo.

No laboratório, a salinidade do solo pode ser estimada a partir de medidas de condutividade elétrica do extrato

de saturação (CE_{es}) ou da condutividade elétrica da solução do solo (CE_{ss}). Em campo, vários métodos são disponíveis para determinar a CE e avaliar a salinidade do solo, tais como a técnica reflectometria no domínio do tempo e, ainda, mediante o uso de extratores de solução. Cada um desses métodos apresenta vantagens e desvantagens, sendo que o uso de extratores por cápsula porosa é, atualmente, um dos mais recomendados, tendo em vista a boa relação entre o custo e a precisão do método (Silva, 2002) e, também, devido ao fato de que a CE obtida por esse método reflete as condições reais em que a planta se desenvolve.

O sódio é um metal alcalino, que juntamente com o cálcio, magnésio e o potássio, constituem os cátions trocáveis do solo. Quanto mais alta a porcentagem de sódio entre os cátions trocáveis, menor será a saturação dos sítios de troca do solo ocupados pelo cálcio, magnésio e potássio. Embora o sódio e o cloreto sejam os elementos mais proeminentes e potencialmente tóxicos em solos, outros elementos encontrados podem desempenhar um papel importante na salinidade dos solos. São eles: o sulfato, o bicarbonato, o borato e o lítio. De um modo geral a salinidade do solo pode ser medida pela determinação da condutividade elétrica e, quanto maior for a condutividade elétrica do solo, maior será sua salinidade.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência de modelo matemático de estimativa de íons através da condutividade elétrica da solução do solo, umidade e condutividade aparente.

MATERIAL E MÉTODOS - O experimento foi realizado numa área experimental do Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura (CNPMF/EMBRAPA) localizado no município de Cruz das Almas, Região do Recôncavo Baiano, a 12°40'19" de latitude sul, 39°06'23" de longitude oeste Gr e altitude de 225 m (D'ANGIOLELLA, 1998).

A cultivar de bananeira utilizada para o estudo foi a 'Grand Naine' com espaçamento de 2,5 x 2,5m. O sistema

de irrigação utilizado foi o gotejamento com dois gotejadores por planta. Os tratamentos consistiram na utilização de três fontes potássicas (Nitrato de potássio, Cloreto de potássio e Sulfato de potássio) durante o ciclo da cultura.

Foi utilizada a recomendação de adubação de Borges et al. (2000). Foram coletadas amostras de solução do solo durante o ciclo da cultura, com uso de extratores de solução que foram instalados no raio do gotejador a cerca de 0,30 m da planta nas profundidades de 0,20 e 0,40 m. Nessas mesmas posições foram instaladas sondas de TDR construídas conforme SILVA et al., (2005). Foram feitas leituras de CEa, umidade e amostragens de solução do solo simultaneamente ao longo do ciclo da cultura. As amostras de solução do solo foram levadas a laboratório e submetidas a leituras de CEw e concentração de potássio com uso de um condutivímetro de mesa e as leituras de sódio foram realizadas no laboratório de química do solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura por meio do espectrofotômetro de chama. Os dados de CEw e do teor de sódio da solução do solo foram relacionados por meio de um modelo matemático. Foram utilizados modelos matemáticos para estimativa de CEw como função de CEa e umidade. (GOMES et al., 2002). As seguintes equações foram utilizadas:

$$CEw = \alpha Na^\mu \quad (1) \text{ onde,}$$

CEw = Condutividade elétrica da solução do solo;

α , μ = Parâmetros da equação;

Na = Teor de sódio.

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

onde,

Na = Sódio estimado.

CEa = Condutividade elétrica aparente do solo;

A, b, c, d = Parâmetros da equação;

θ = Umidade do solo

Os modelos matemáticos foram ajustados aos dados por meio da minimização da soma dos quadrados dos desvios entre os valores estimados e observados. Os indicadores estatísticos MEA (média dos erros), RMSE (raiz quadrada da média dos quadrados dos erros) e o R² (coeficiente de determinação) foram utilizados na avaliação dos modelos conforme (GOMES et al., 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO - Os parâmetros dos modelos avaliados e os respectivos coeficientes de determinação (R²) são apresentados na Tabelas 1, referentes ao modelo de Vogeler et al, (1996). Observou-se que houve ajuste eficiente dos dados, apresentando R² acima de 0,80. Resultado concordante com Andrade Neto et al, (2010).

Os resultados obtido aproximaram-se dos obtidos por Santos et al., (2010); Santana et al., (2007). Observou-se que os parâmetros (a, b, c e d) das equações, variaram para as diferentes fontes potássicas aplicadas, isso já havia sido observado por Andrade Neto et al., (2010) e Santos et al., (2010). Demonstrando a necessidade de

calibração dos modelos para as diferentes situações encontradas no campo.

Na tabela 2, esta presente a avaliação estatística do modelo. As eficiências relativas aos modelos foram baixas e variaram de 0,11 a 0,29, demonstrando que não houve eficiência na estimativa de sódio através dos dados de Cea, Cew e Umidade. Foi observado alto RMSE, esse valores ficaram na faixa de 2,99 a 5,27 mg.L⁻¹, demonstrando uma discrepância alta entre os dados medidos e estimados pelo modelo para as três fontes aplicadas. Nesse quesito, a aplicação de cloreto de potássio promoveu um maior desvio.

CONCLUSÕES - O modelo de Vogeler et al., (1996) apresentou alta eficiência na estimativa de CEw em função da umidade CEa. No entanto, a equação 2 não obteve alta eficiência na estimativa de sódio para as três fontes aplicadas em condições de campo.

AGRADECIMENTOS - Os autores podem fazer agradecimentos breves nesse espaço, não no texto, nem nos rodapés das páginas ou tabelas.

REFERÊNCIAS

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. **Nutrição, calagem e adubação**. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.) *Banana produção: aspectos técnicos*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 47-59.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F. Tendências Climáticas para os Tabuleiros Costeiros da região de Cruz das Almas. In: **Anais.. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 27, 1998, Poços de Caldas: UFL, 1998. v. 1, p. 43-45.

PAPADOPOULOS, I. **Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro**. In: Folegatti, M.V. (ed.) *Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças*. Guaíba: Agropecuária, 1999. p.11-84.

SILVA, E.F.F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. Piracicaba: ESALQ, 2002. 136p. Tese Doutorado.

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 Eng. Agrícola e Ambiental**. v.11, n.2, p.142-151, 2007. Campina Grande, PB, DEAg/UFPG.

SANTOS, M. R; MARTINEZ, M. A.; ZONTA, J. H. Modelos para determinação de fósforo e nitro em neossolo quartzarênico e latossolo vermelho usando TDR. **Eng. na agricultura**, viçosa - mg, v.18 n.1, Janeiro/Fevereiro 2010, pg 30-39.

SILVA, T. S. M.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. S.; VELLAME, L. M.; SANTANA, G. S. Teor de potássio na solução do solo com uso da TDR. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 393-402, novembro-dezembro, 2005.

VOGELER, I.; CLOTHIER, B. E. Characterizing water and solute movement by TDR and disk permeametry. *Soil science society of America Journal*, v. 60, p. 5-12, 1996.

Tabela 1. Parâmetros dos modelos para estimativa de C_{ew} em função de CE_a e θ em diferentes fontes de potássio.

Fontes	Parâmetros ⁽¹⁾				
	a	b	C	d	R ²
Sulfato de Potássio	2,54E+06	5,79E+06	2,52E+06	2,68E+05	0,81
Cloreto de Potássio	7,619297	2,07E-01	9,00368	8,78E+11	0,80
Nitrato de Potássio	6,412386	-3,58E+00	7,15077	10,9042	0,88

(1) Parâmetros dos modelos de C_{ew} em função de CE_a e θ .

Tabela 2. Parâmetros resultantes do ajuste da equação 2 para Na^+ como função de C_{ew} e coeficientes estatísticos para as diferentes fontes potássicas aplicadas por gotejamento.

Fontes	Coeficientes		Parâmetros	
	⁽¹⁾ RMSE	⁽²⁾ MEA	⁽³⁾ EF	R ²
Sulfato de Potássio	2,999	2,398 a	0,29	0,49
Cloreto de Potássio	5,275	4,126 b	0,11	0,29
Nitrato de Potássio	5,051	4,354 b	0,18	0,41

⁽¹⁾ RMSE= Raiz quadrada da média dos quadrados dos erros; ⁽²⁾ MEA= Média absoluta dos erros; ⁽³⁾ EF= Eficiência relativa; ⁽⁴⁾ R²= Coeficiente de determinação do modelo