



AJUSTES DE USO DE MODELO DE ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO A PARTIR DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO DO SOLO

R. O. Rocha¹, M. S. Campos², E. F. Coelho³, B. R. de Oliveira⁴, R. A. Boa Sorte⁵,
T. P. de Andrade⁶

RESUMO: O conhecimento da disponibilidade dos nutrientes no solo em curtos intervalos de tempo é fundamental para o manejo de fertirrigação, bem como a avaliação da dinâmica desses nutrientes. O objetivo do presente trabalho foi estimar a concentração de nitrato no solo a partir da condutividade elétrica da solução do solo (CEw) retirada por extratores. Foi conduzido um experimento em solo Franco Argiloso com a cultura da bananeira cultivar Grande Naine plantada no espaçamento 2,0 m x 2,5 m. Foram instalados extratores de solução nas distâncias de 0,25 e 0,50 m do microaspersor e nas profundidades de 0,20; 0,40 e 0,60 m. Um modelo potencial para estimar o nitrato na solução do solo em função da CEw foi ajustado com dados das datas 28/01/2015 e 25/03/2015 separadamente. O coeficiente de determinação do ajuste foi de 0,71 e 0,83 para as datas 28/01/2015 e 25/03/2015 respectivamente. O modelo ajustado para os dados de cada data foram aplicados aos dados de CEw das duas datas em conjunto para obtenção da concentração de nitrato. Os modelos ajustados em cada data não estimaram adequadamente a concentração de nitrato referente as CEw das duas datas em conjunto pela diferença significativa do teste t entre as médias de CEw observadas nas duas datas em conjunto e estimadas pelos modelos ajustados em cada data. O modelo é mais eficiente e preciso quando ajustado com dados de CEw e nitrato na faixa possível de ocorrer na solução do solo ao longo do ciclo da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Fertirrigação, irrigação, modelo matemático

ADJUSTMENTS OF MODELS FOR ESTIMATION OF NITRATE CONCENTRATION FROM SOIL SOLUTION ELECTRICAL CONDUCTIVITY

¹ Graduando em Agronomia, UFRB-BA. E-mail: ruan.oliveira.rocha@gmail.com

² Doutorando, Eng. Agrícola, UFRB, Cruz das Almas-Bahia. E-mail: marcosc_ufersa@hotmail.com

³ Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura. E-mail: Eugenio.coelho@embrapa.br

⁴ Mestrando, Solos e Qualidade de Ecossistemas, UFRB, E-mail: agroriositativa@gmail.com

⁵ Graduando em Agronomia/UFRB, Cruz das Almas-Bahia. E-mail: richardson_bs@hotmail.com

⁶ Pós-graduação Gestão Ambiental, UNOPA, E-mail: Tacisio.Andrade@embrapa.br

ABSTRACT: Knowledge of soil nutrient availability in short time intervals is fundamental for fertigation management as well for evaluation of soil nutrient dynamics. The objective of the present work was to estimate the soil nitrate concentration from soil solution electrical conductivity (CEw) obtained from water samplers. An experiment was conducted in a sand clay soil with the banana cultivar Granaine in a 2.0 m x 2.5 m spacing. Solution extractors (water samplers) were installed at distances of 0.25 and 0.50 m from the microsprinkler and at depths of 0.20, 0.40 and 0.60 m. A potential model to estimate nitrate in the soil solution as a function of CEw was adjusted with data from the dates of 01/28/2015 and 03/25/2015 separately. The goodness of fit was 0.71 and 0.83 for the dates 01/28/2015 and 03/25/2015, respectively. The models fitted in each date did not estimate adequately the nitrate concentration of CEw data from both dates by the significant difference between means of CEw observed on both dates together and estimated by models fitted in each date individually. The potential model is more efficient and accurate with CEw and nitrate in a range of data that might occur in the soil during the crop cycle.

KEYWORDS: Fertigation, irrigation, mathematical model

INTRODUÇÃO

O conhecimento da disponibilidade de íons no solo durante o ciclo da cultura é indispensável para um bom manejo da fertirrigação, entretanto, os métodos para a determinação da concentração dos nutrientes no solo são as análises de solo realizadas em laboratórios especializados as quais demandam tempo e recursos, com tudo tem instrumentos como os extratores de solução que são utilizados para o monitoramento do teor de nutrientes na solução do solo são precisos e de custo relativamente baixo e muito utilizado por pesquisadores (SOUSA et al, 2006).

A desvantagem desses instrumentos é a necessidade para medidas no mesmo local é a alteração da área quando pequena impossibilitando a repetição devida a perda de precisão dos resultados, além disso, a concentração do nutriente na amostra pode não ser representativo da real disponibilidade do nutriente para a plantas devidos as alterações no teor de água disponível durante o tempo decorrido entre a aplicação da sucção e coleta da amostra, que inviabilizam a sua utilização para estudos de dinâmica de íons no solo (COELHO et al., 2005; Sousa et al, 2006).

Em culturas como a bananeira que é exigentes em água e nutrientes e um bom manejo da fertirrigação contribui para incrementar a produção e uma diminuição dos impactos causados pela aplicação dos fertilizantes. Com o intuito de buscar alternativas que viabilizem a maximização de uso dos fertilizantes os pesquisadores estão utilizando modelos matemáticos para fazer a estimativa da concentração de íons na solução solo, estes modelos partem da relação entre condutividade elétrica aparente do solo (CEa), a Umidade do solo (θ), condutividade elétrica da solução do solo (CEw) e a contração do íon (VOGELER et al., 1996; MUÑOZ-CARPENA et al. 2001; HEIMOVAARA et al. 2004; COELHO et al. 2005; ANDRADE NETO et al. 2012).

A técnica que vem sendo utilizada para obter as variáveis dos modelos é a Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR), é um instrumento que mede a umidade do solo e a (CEa). A vantagem da TDR é a não alteração da estrutura do solo que possibilita a repetição das leituras em um mesmo ponto, como também torna possível a montagem de um sistema automático de coleta de dados da área em estudo ao longo do tempo, outra vantagem é não utilização de radiação ionizante, obtenção de dados em tempo real e não tem limite quanto a profundidade de instalação das sondas. A desvantagem é ainda o custo do equipamento (SANTANA et al., 2007;).

Além dos modelos matemáticos que relacionam umidade do solo e CEa, a utilização de modelos que relacionam diretamente a CEw com a concentração de um determinado íon vem sendo estudada como outra alternativa para estimar a concentração de nutrientes no solo. O que é válido devido á necessidade de um manejo mais racional na aplicação destes nutrientes com potencial de contaminação do lençol freático no caso do nitrato considerado cancerígeno. Mediante o exposto o presente trabalho teve como objetivo estimar a concentração de nitrato no solo a partir da condutividade elétrica da solução do solo (CEw) retirada por extratores.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido na área experimental na Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas / Bahia. O solo da área foi classificado solo Franco Argiloso com a cultura da bananeira foi cultivar ‘Grande Naine’ plantado no espaçamento 2,0 m x 2,5 m, o pomar estava no quarto ciclo de produção, foi utilizado o sistema de irrigação por microaspersão com um microaspersor para quatro plantas a lâmina de água aplicada foi conforme Coelho et al. (2006).

O fertilizante utilizado foi o nitrato de potássio aplicado via fertirrigação seguindo as recomendações da literatura para a cultivar. As fertirrigações foram realizadas a cada sete dias. Para monitorar a concentrações de íons na solução do solo foram instalados extratores de solução nas distancias de 0,25 e 0,50 m do microaspersor e nas profundidades de 0,20; 0,40 e 0,60 m.

A coleta de solução do solo foi realizada duas vezes no dia da fertirrigação e nos dias apenas de irrigação, o procedimento foi o seguinte antes do início da fertirrigação foi efetuado vácuos com pressão negativa de aproximadamente 70kpa e quatro horas após foram efetuadas as coletas de solução.

As mostras de solução foram coletadas em frascos de plásticos limpos e levadas para o laboratório de irrigação da Embrapa onde foi determinada a concentração de nitrato com um medidor portátil 'Horiba'. A partir da relação entre a CEw e a concentração de nitrato por um modelo potencial equação1 ajustado aos dados das datas 28/01/2015 e 25/03/2015 separadamente para estimar o teor de nitrato no solo. As faixas de ajuste do modelo para a data 28/01/2015 com o máximo e mínimo foi de 360 e 249 mg L⁻¹; para a data 25/03/2015 com o máximo e mínimo 82 e 38 mg L⁻¹.

$$I = \alpha CEw^b \quad (1)$$

Em que:

I – È a concentração do íon (mg L⁻¹);

α e b – são parâmetros de ajuste do modelo.

A validação do modelo foi pelo coeficiente de determinação (R²) e raiz quadrada da média dos quadrados dos erros (RMSE).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - E_i)^2} \quad (2)$$

Em que: n - Numero de dados; O_i - Valor observado; E_i- Valor estimado.

Foi aplicado o teste t da planilha Excel[®] para análise da estimativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na tabela 1 que os modelos ajustados para estimativa do nitrato apresentaram um desempenho satisfatório com valores de R² = 0,8873 e 0,9469 significando que entre 88,73% e 94,69% das concentrações de nitrato são explicadas pela CEw para as datas 28/01/2015

e 23/03/2015 respectivamente. Os resultados são corroborados pelos observados por Ponciano (2012) trabalhando com aplicações de nitrato de potássio em colunas de solo e utilizando TDR e modelos matemáticos verificou $R^2 = 0,9371$ e $0,9514$ para os modelos potencial e linear respectivamente.

Tabela 1. Modelos potencial para estimativa de nitrato a partir da relação potencial com a CEw ajustado nas datas 28/01/2015 e 25/03/2015.

Datas de ajuste do modelo potencial	Modelos	R ²
28/01/2015	$N = 262,46CEw^{0,9371}$	0,8873
25/03/2015	$N = 61,129 CEw^{0,9455}$	0,9469

Na tabela 2 observa-se que o teste t não foi significativo para a estimativa de nitrato com os dados obtidos das duas datas formando uma única série conjunta de dados. Os valores altos da RMSE reforçam o distanciamento entre as médias observadas e as estimadas com modelo ajustado nas datas 28/01/2015 e 25/03/2015. Isso pode ser atribuído provavelmente as variações na contração do nitrato na solução do solo, por ser um ânion o nitrato não fica ligado ao complexo de troca da micela do solo permanecendo mais na solução o que torna muito móvel no solo, facilitando a sua lixiviação.

Além disso, as faixas de concentração em que o modelo foi ajustado podem ser diferentes ou mesmo inferiores as constantes na série de dados o que pode causar tanto uma superestimativa quanto um subestimativa. Os resultados estão de acordo com as observações de Santos et al. (2010) trabalhando com modelos matemáticos para a estimar nitrato a partir da CEw, umidade do solo e CEa em colunas preenchidas com Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho verificaram que o nitrato foi subestimado para Neossolo Quartzarênico e o superestimado para Latossolo Vermelho.

As estimativa da concentração de nitrato foi significativa pelo teste t para a série de dados formados em cada data em que o modelo foi ajustado, o que é justificável pois as faixas de concentração do ânion são próximas das utilizadas no ajuste do modelo. Os valores da RMSE são aceitáveis para as condições de campo em que o experimento foi realizado, os resultados são corroborados pelas observações de Andrade Neto et al. (2014) trabalhando com diferentes concentrações de potássio em Latossolo Amarelo Distrófico observaram para condições de campo valores de RMSE de 10,98 a 14,29 mg L⁻¹.

Tabela 2. Médias da concentração de nitrato (mg L^{-1}) estimadas por modelo potencial ajustado nas datas 28/01/2015 e 25/03/2015 a partir da relação entre CEw e nitrato.

Serie de dados	28/01/2015			25/03/2015		
	Observada	Estimado	RMSE (mg L^{-1})	Observada	Estimado	RMSE (mg L^{-1})
Conjunta	195,69 B	382,02 A	251,10	195,69 A	89,3 B	164,68
Por data	347,72 A	347,63 A	9,35	90,00 A	89,8 A	5,04

CONCLUSÕES

O modelo potencial estima de forma razoável a concentração de nitrato na solução do solo desde o modelo seja ajustado em cada época que se deseje monitorar.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela bolsa de estudo, a Embrapa Mandioca e Fruticultura pelo infraestrutura para condução do experimento.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ANDRADE NETO, T. M de.; COELHO, E. F. Concentração de potássio em função da condutividade elétrica da solução do solo. **Water Resources and Irrigation Management**, v.3, n.1, p.13-19, 2014.

ANDRADE NETO, T. M de.; COELHO, E. F.; SANTANA, J. A do. V.; JÚNIOR, E. B. S.; ALVES, M. DA S. Potassium estimation in the soil solution based on electrical conductivity and soil water content. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.6, p.618–623, 2012.

COELHO, E. F.; VELLAME, L. M.; COELHO FILHO, M. Sonda de TDR para estimativa da umidade e condutividade elétrica do solo, com uso de multiplexadores. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.475-480, 2005.

HEIMOVAARA, T. J.; HUISMAN, J. A.; VRUGT, J. A.; BOUTEN, W. Obtaining the Spatial Distribution of Water Content along a TDR Probe Using the SCEM-UA Bayesian Inverse Modeling Scheme. **Soil Science Society of America**, v. 3, p.1128–1145, 2004.

MUÑOZ-CARPENA, R.; REGALADO, C. M.; ALVAREZ-BENEDÍ, J.; SOCORRO, A. R.; PÉREZ, N. Determinación simultánea mediante TDR del transporte de agua y um soluto salino em el suelo. In: LÓPEZ, J. J. e QUEMADA, M. ed. V, Temas de Investigación en Zona no Saturada. p. 1-7. Pamplona: Universidade Pública de Navarra, 2001.

PONCIANO, I. M. Aplicação de reflectometria no domínio do tempo (TDR) na estimativa da condutividade elétrica da solução do solo e de concentração de nitrato, potássio e cloreto em coluna de solo não saturado. Piracicaba, 2012. 43p.Dissertação (Mestrado em Ciências) – ESALQ.

SANTOS, M. R dos.; MARTINEZ, M. A.; ZONTA, J. H.; Modelos para determinação de fósforo e nitrato em neossolo quartzarênico e Latossolo Vermelho usando TDR. Engenharia na agricultura V.18 N.1, p. 30-39, 2010.

SANTANA, G. S.; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. M.; RAMO, 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.

SOUZA, C. F.; FOLEGATTI, M. V.; MATSURA, E. E.; OR, D. Calibração da reflectometria no domínio do tempo (TDR) para a estimativa da concentração da solução no solo. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p. 282-291, 2006.

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**, v. 60, p. 5-12, 1996.