

## **ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO NO PERFIL DO SOLO PELA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO**

M. S. Campos<sup>1</sup>, E. F. Coelho<sup>2</sup>, B. R. Oliveira<sup>3</sup>, D. M. Melo<sup>4</sup>, F. P. Santos<sup>3</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se nesse trabalho estimar a concentração de nitrato e potássio na solução do solo, em duas profundidades de solo ocupadas pelo sistema radicular da bananeira BRS-Princesa, por meio do monitoramento da condutividade elétrica da solução do solo. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos, sendo que os tratamentos consistiram em: T1 – Adubação manual com irrigação por microaspersão e em solo descoberto; T2 – Adubação manual com microaspersão e em solo coberto com palha; T3 – Fertirrigação por gotejamento em solo coberto com palha; T4 – Fertirrigação por gotejamento em solo descoberto; T5 – Fertirrigação por microaspersão em solo coberto com palha e T6 – Fertirrigação por microaspersão em solo descoberto. O modelo de estimativa do potássio e nitrato apresentou relação linear, porém apenas o nitrato apresentou validação aceitável do modelo na profundidade de 0,30 m.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manejo de fertirrigação, TDR, cobertura do solo.

## **ESTIMATION OF NITRATE CONCENTRATION ON THE SOIL THROUGH EVALUATION OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF SOIL SOLUTION**

M. S. Campos<sup>1</sup>, E. F. Coelho<sup>2</sup>, L. A. Queiroz<sup>3</sup>, D. M. Melo<sup>4</sup>, R. A. Boa Sorte<sup>3</sup>

**ABSTRACT:** The objective of this work was to estimate the concentration of nitrate and potassium in the soil solution, in two soil depths, occupied by the root system of the BRS-Princess banana, by monitoring the electrical conductivity of the soil solution. The experimental design was a randomized complete block design with four replications and six treatments, and the treatments were: T1 - manual fertilization with irrigation by micro sprinklers on bare ground; T2 - manual fertilization by micro sprinklers on soil covered with straw; T3 - Fertigation by drip on the ground covered with straw; T4 - Fertigation by drip on bare ground; T5 - Fertirrigation by micro sprinklers on the ground covered with straw and T6 - Fertirrigation by micro sprinklers on bare soil. The estimation model of potassium and nitrate showed a linear relationship, but only nitrate presented acceptable validation of the model at a depth of 0.30 m.

**KEYWORDS:** fertigation management, RDT, ground cover.

<sup>1</sup> Doutorando, Engenharia Agrícola, NEAS/UFRB. Cruz da Almas – Bahia. Fone: (75) 9118-5488. Email: [marcoss\\_c\\_ufersa@hotmail.com](mailto:marcoss_c_ufersa@hotmail.com).

<sup>2</sup> Doutor, Pesquisador, EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Cruz da Almas – Bahia. Email.

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia/UFRB. Cruz da Almas – Bahia.

<sup>4</sup> Mestrando, Engenharia Agrícola, NEAS/UFRB. Cruz da Almas – Bahia.

## INTRODUÇÃO

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação vem sendo amplamente utilizada nos perímetros irrigados, principalmente na região Nordeste. O uso da fertirrigação é crescente, com destaque para irrigação localizada que possibilita o uso mais eficiente dos nutrientes, com perdas menores, aplicação mais frequente e distribuição próxima ao sistema radicular, tornando mais fácil a sua absorção pelas plantas.

Os aumentos na eficiência de uso de fertilizantes decorrentes da irrigação e da fertirrigação possibilitam redução dos gastos com o uso destes insumos, economia de mão de obra e flexibilidade de aplicação (COELHO et al., 2011; COELHO et al., 2014; TEIXEIRA et al., 2011). O incremento na eficiência de aplicação e distribuição se dá pela maior facilidade, homogeneidade de aplicação desses insumos, pela automação do sistema, o que possibilita o emprego mais frequente, fracionado e racionalizado dos adubos de forma a atender a necessidade nutricional das culturas, mais adequadamente, nos diversos períodos de desenvolvimento, minimizando perdas de nutrientes por processos de lixiviação ou volatilização.

A necessidade de monitoramento dos íons no solo é necessário, sobretudo, para monitorar os possíveis impactos da atividade agrícola sobre o solo e a água, reduzindo o risco de contaminação de lençóis freáticos, além disso, o acompanhamento da dinâmica dos íons no solo é dos pontos chaves para o manejo adequado da fertirrigação (SANTANA et al., 2007).

O uso da reflectometria no domínio do tempo (TDR) é em uma ferramenta útil e versátil para a finalidade do manejo da fertirrigação possibilitando o monitoramento contínuo da umidade do solo e dos íons nas áreas agrícolas. Santana et al. (2007) explicam que uma única sonda pode fazer, simultaneamente, a determinação da umidade ( $\theta$ ), da condutividade elétrica aparente do solo (CEa), com mínimo de comprometimento da estrutura do solo.

A quantidade de nutrientes nos solos geralmente é determinada por meio da realização de análise química em laboratórios, o que ocasiona despesas com logística e maior tempo de espera para obtenção de resultados, a estimativa de concentração de nutrientes no solo a partir modelos matemáticos propostos na literatura que relacionam a condutividade elétrica CEa,  $\theta$  e CEw facilitam a obtenção desses resultados, proporcionando respostas mais rápida sobre o estado de disponibilidade de nutrientes no solo, no instante da estimativa. (Rhoades et al., 1976; Vogeler et al., 1996; Mualen & Friedman, 1991). Santana et al. (2007) adaptaram os modelos de estimativa de potássio e CEw com índices de Willmontt de 0,84 a 0,93 respectivamente de acordo com a classe textural do solo franco a franco-arenosa.

Já existem modelos de estimativas de CEw, nitrato e potássio, porém, é necessário um estudo mais aprofundado para ampliar o conhecimento e desenvolver modelos de aplicação mais simples e precisos, para os diversos tipos de solo.

O objetivo desse trabalho foi estimar a concentração de nitrato e potássio na solução do solo a partir da condutividade elétrica da solução em duas profundidades do sistema radicular da bananeira BRS-Princesa.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas – Ba. O clima da região é do tipo úmido a subúmido com pluviosidade média anual de 1.100 mm. O solo da área do experimento foi classificado como latossolo amarelo distrófico (SANTOS et al, 2013), com textura argilosa a moderada. O solo apresenta as seguintes características físicas: areia total: 444 g kg<sup>-1</sup>; silte: 131 g kg<sup>-1</sup>; argila: 425 g kg<sup>-1</sup>, e densidade do solo: 1,36 kg dm<sup>-3</sup> (SOUZA e SOUZA, 2001).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos, em esquema de parcela subdividida, cujos tratamentos consistiram em: T1 – Adubação manual com irrigação por microaspersão e em solo descoberto; T2 – Adubação manual com microaspersão e em solo coberto com palha; T3 – Fertirrigação por gotejamento em solo coberto com palha; T4 – Fertirrigação por gotejamento em solo descoberto; T5 – Fertirrigação por microaspersão em solo coberto com palha e T6 – Fertirrigação por microaspersão em solo descoberto. A cultivar de bananeira utilizada foi a BRS Princesa, em espaçamento 2,5 x 2,5 m, os sistemas de irrigação instalados foram o de gotejamento, com dois emissores por planta, instalados a 0,30 m da planta, e o de microaspersão, com um emissor para cada quatro plantas, a lâmina de irrigação foi calculada com base na evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e coeficiente de cultivo, conforme Allen et al.(2006). O controle de plantas espontâneas foi realizado conforme as recomendações da literatura para a cultura. O combate a pragas foi realizado com inseticidas registrados para a cultura. A adubação de fundação foi realizada conforme a análise de solo, seguindo as recomendações de Borges et al. (2008). As fertirrigações seguiram uma frequência semanal com aplicação a cada sete dias. O Nitrato de Potássio foi a fonte de Potássio e Nitrogênio utilizada. As mostras de solução do solo foram coletadas com extratores de solução nas profundidades de 0,3 e 0,7 m e a 0,5 m do emissor, as amostragens foram realizadas a cada 30 dias. O pomar foi instalado no ano de 2011 e as amostragens foram realizadas no ano de 2012. Para fazer a determinação de Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) as amostras de solução do solo foram conduzidas

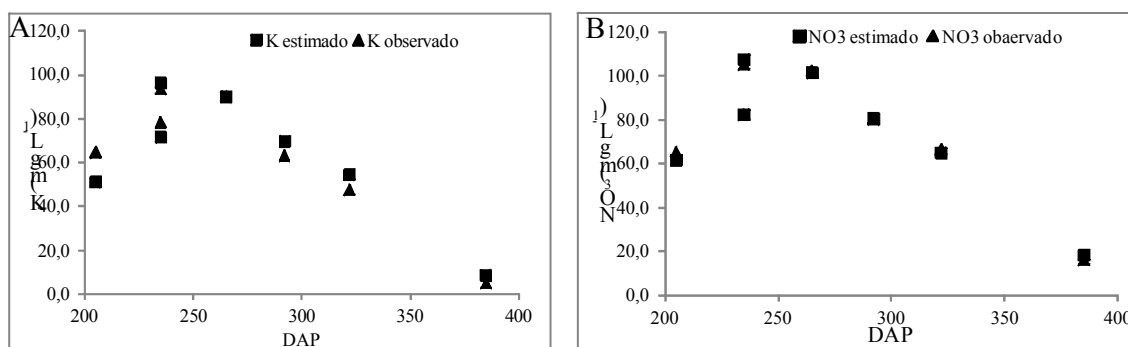
ao laboratório de irrigação e Fertirrigação da Embrapa Mandioca e Fruticultura onde foram realizadas as leituras de nitrato em um equipamento de avaliação rápida (Card Horiba) e as leituras de Potássio (K) foram realizadas em um fotômetro de chama. As equações de estimativas do nitrato e potássio foram obtidas a partir da relação entre a CEw e as leituras de  $\text{NO}_3^-$ , o mesmo procedimento foi para o K, a relação foi por meio do software Labfit, onde foi obtida a equação que melhor se ajustava aos dados, os ajuste dos parâmetros da equação para aumentar o  $R^2$  foi com executada com a função Solver do Excel, para validar os modelos foi utilizado o índice D de Willmontt (1981) e a raiz média do quadrado dos erros (RMSE).

1

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos ajustados para estimar o potássio e o nitrato a partir da condutividade elétrica da solução do solo, na profundidade de 0,30 m, teve relação linear. Sendo que o modelo de estimativa do  $\text{NO}_3^-$  apresentou melhor ajuste com a raiz média do quadrado dos erros (RMSE) de 1,90; D de 0,92 e coeficiente de determinação de  $R^2$  0,99.

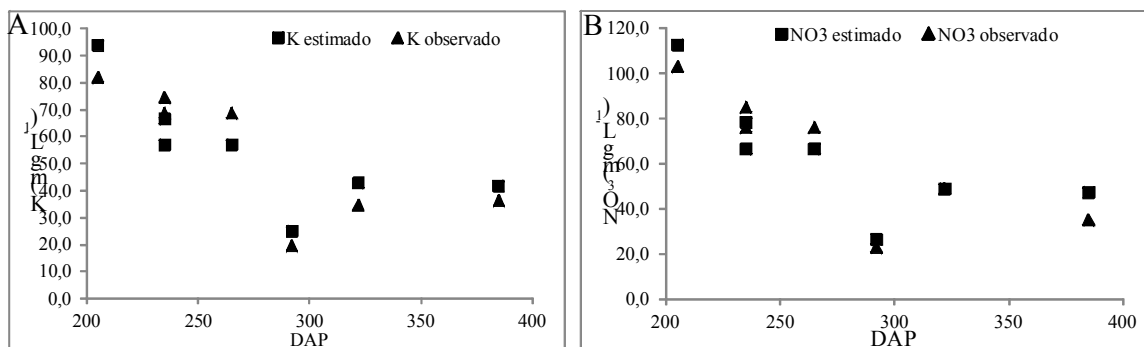
O modelo de estimativa do K não apresentou bons parâmetros de validação com RMSE 6,99; D -0,15 e  $R^2$  0,93. Estes resultados são diferentes dos encontrados por Santana et al. (2007), que utilizou os modelos descritos por Rhoades et al. (1976) e Vogeler et al. (1996), registrando valores de D de 0,85 e 0,84, respectivamente. Na (FIGURA 1) são expostos a concentração de potássio e de nitrato observado e estimado no DAP, a diminuição do K e do  $\text{NO}_3^-$  ocorreu provavelmente as precipitações e irrigações durante o período das avaliações.



**FIGURA 1** - Concentração de potássio (K) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), na profundidade de 0,30 m a partir dos 205 aos 385 dias após o plantio (DAP).

Os modelos de estimativa do K e do  $\text{NO}_3^-$  não se adequaram para a profundidade de 0,70 m, com D de -1,32; RMSE de 9,25 e  $R^2$  de 0,82 para o K, já o  $\text{NO}_3^-$  teve o valor D de -0,55; RMSE de 8,26 e  $R^2$  de 0,90. Na FIGURA 2 é possível ver a distribuição do K e  $\text{NO}_3^-$

observado e estimado DAP, na qual observa-se a divergência entre os valores observados e estimados.



**Figura 2.** Concentração de potássio (K) e nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), A e B na profundidade de 0,70 m a partir dos 205 aos 385 dias após o plantio (DAP).

## CONCLUSÕES

É possível estimar a concentração de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a partir de dados de CEw com uma relação linear entre a condutividade elétrica da solução do solo e a concentração de nitrato.

## AGRADECIMENTOS

A FAPESB pela concessão da bolsa e a Embrapa mandioca e fruticultura pelo apoio para a condução do experimento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH. **Evapotranspiration del cultivo: guias para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.** Roma: FAO, 2006, 298p. FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S.; PEIXOTO, C. A. B.; JÚNIOR, J. L. C. S. Distribuição do sistema radicular da bananeira 'prata-anã' em duas frequências de fertirrigação com ureia. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal** - SP, v. 30, n. 1, p. 259-262, Março 2008.

COELHO, E. F.; COSTA, F. S.; SILVA, A. C. P.; CARVALHO, G. C. Concentração de nitrato no perfil do solo fertigado com diferentes concentrações de fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.18, n.3, p.263-269, 2014.

MUALEN, A.; FRIEDMAN, S.P. Theoretical prediction of electrical conductivity in saturated and unsaturated soil. **Water Resources Research**, Washington, v.27, n.10, p.2771-2777, 1991.

RHOADES, J.D.; RAATS, P.A.; PRATHER, R.J. Effects of liquid phase electrical conductivity, water content and surface conductivity on bulk soil electrical conductivity. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.40, n.5, p.651-655, 1976.

SOUZA, L.S.; SOUZA, L.D.; CALDAS, R.C. Identificação da coesão com base em atributos físicos convencionais em solos dos Tabuleiros Costeiros. In: **WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS**, Aracaju, 2001. Anais. Aracaju, EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, p.169-190, 2001.

SANTANA, G. S.; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. 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**, Campina Grande, PB, v.11, n.2, p.142-151, 2007.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F. & OLIVEIRA, J. B. de (Eds.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p. IBGE, Levant. Sistem. Prod. Agríc. Rio de Janeiro v.29 n.3 p.1-81 março de 2015.

TEIXEIRA, L. A. J.; QUAGGIO, J. A.; MELLIS, E.V. Ganhos de eficiência fertilizante em bananeira Sob irrigação e fertirrigação. **Revista brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, Vol. 33. n°1, p. 272-278, Mar. 2011.

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.