

## MONITORAMENTO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO DO SOLO COM USO DA TDR EM UM PERFIL SOB FERTIRRIGAÇÃO.

T. S. M. da Silva<sup>1</sup>, E. F. Coelho<sup>2</sup>, G. da S. Santana<sup>3</sup>, M. A. Coelho Filho<sup>4</sup>

**RESUMO:** O correto manejo da fertirrigação requer o monitoramento dos íons no solo, o que tem se limitado ao uso de extratores de solução do solo e extrato de saturação de amostras deformadas. O trabalho teve como objetivo avaliar o uso da TDR para monitorar a condutividade elétrica no volume molhado do solo sob irrigação por gotejamento e fertirrigação. Construiu-se sondas de TDR em laboratório, que depois de testadas foram inseridas em trincheiras cavadas no solo e próximo às plantas fertirrigadas com N, K<sub>2</sub>O e fosforo. A umidade e a condutividade elétrica aparente foram monitoradas durante uma fertirrigação e algumas irrigações subsequentes. Os resultados mostraram que a TDR acoplada a multiplexadores pode ser utilizada com sucesso no monitoramento indireto da condutividade elétrica da solução do solo para fins de fertirrigação, com potencial para monitoramento de nutrientes do solo.

**Palavras-chaves:** fertirrigação, condutividade elétrica do solo.

## MONITORING SOIL SOLUTION ELECTRICAL CONDUCTIVITY BY USING TDR IN A SOIL PROFILE UNDER FERTIRRIGATION

**SUMMARY:** A correct fertirrigation management relies on the monitoring of soil ionic distribution that has been limited to solution samplers and soil saturation extract from disturbed samples. This work had as objective to evaluate the use of TDR for monitoring electrical conductivity in the wetted soil volume under drip irrigation and fertirrigation. TDR probes were built and tested in laboratory and were inserted in a grid of points in soil profiles close to plants fertirrigated with N, K<sub>2</sub>O and phosphorous. Soil water content and electrical conductivity were monitored during a fertirrigation followed by some irrigation events. Results showed that TDR connected to multiplexers could be successfully used for monitoring solutes in the soil wetted volume in fertirrigation management.

---

<sup>1</sup> Bolsista CAPES, Est. Mestrado em Agronomia, – UFBA, 44380-000, Cruz das Almas, BA

<sup>2</sup> Pesquisador Embrapa Mandioca e Fruticultura. 44380-000, Cruz das Almas, BA,  
coelho@cnpmf.embrapa.br

<sup>3</sup> Bolsista CNPQ, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Bolsista PD Cnpq Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA,

**Key Words:** fertirrigation, bulk soil electrical conductivity

## INTRODUÇÃO

O monitoramento de íons no solo constitui-se numa das principais praticas de manejo de fertirrigação. Esse monitoramento tem sido feito por meio de amostragens do solo ou por uso de extratores de solução que necessitam de adequados potenciais de água no volume molhado do solo para fornecimento de um volume de solução suficiente para determinação de parâmetros químicos como condutividade elétrica e concentração dos nutrientes. O uso da reflectometria no domínio do tempo (TDR) vem desenvolvendo-se como uma alternativa para esse monitoramento, sendo que uma sonda de TDR pode ao mesmo tempo estimar num dado local do solo a umidade e a condutividade elétrica (WRAITH e DAS, 1998), o que abre caminho para inferir a condutividade elétrica da solução do solo ( $CE_w$ ) e a concentração de um dado nutriente aplicado. A TDR fornece a condutividade elétrica aparente do solo ( $CE_a$ ), que varia conforme a umidade ( $\theta$ ), uma vez que leva em conta  $CE_w$  e a condutividade elétrica do material sólido ( $CE_s$ ). A relação entre esses parâmetros pode ser determinada por vários modelos matemáticos (ROADES et al., 1976; ROADES et al., 1989; HEIMOVAARA et al., 1995). O uso da TDR nesse campo poderá se tornar uma eficiente ferramenta no manejo da fertirrigação. O trabalho teve como objetivo avaliar o uso da TDR para monitorar a distribuição dos ions no volume molhado do solo sob irrigação por gotejamento e fertirrigação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na EMBRAPA Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas Bahia em uma área cultivada com mamão (*Carica papaya L.*) cultivar formosa. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo com textura franca; com 444 g. kg<sup>-1</sup> de areia total, 131 g. kg<sup>-1</sup> de silte, 425 g. kg<sup>-1</sup> de argila. A irrigação foi por gotejamento com um emissor de 3,75 L h<sup>-1</sup> localizado a 0,30 m da planta. Em laboratório, foram fabricadas sondas de TDR de 0,10 m de comprimento de haste de 0,0032 m de diâmetro de aço inox, com um resistor de 15Ω em série com a haste central. Essa sonda foi calibrada em laboratório resultando num modelo cúbico entre a umidade estimada e a umidade gravimétrica:

$$\theta_g = 4,119 (\theta_{TDR})^3 - 3,005 (\theta_{TDR})^2 + 1,417 (\theta_{TDR}) - 0,075 \quad (1)$$

Foi aberta uma trincheira na direção da fileira de plantas para instalação de 24 sondas de TDR, inseridas em posição horizontal. O posicionamento das sondas, na direção vertical, no perfil, partiu de 0,025m até 0,75m a partir da superfície do solo, com incrementos de profundidade de 0,15 m. Na direção horizontal os sensores foram posicionados a 0,15 m de distância da planta estendendo-se até 0,75m de distância da mesma, com incrementos de 0,15 m. Utilizou-se o cloreto de potássio como fonte de  $K_2O$ . O sistema de aquisição de dados, incluindo a TDR 100 e um datalogger foi programado para a fazer leituras de CEa e  $\theta$  em intervalos de 10 minutos. A condutividade elétrica da solução do solo foi estimada pela equação de ROADES et al (1976), com coeficientes obtidos por SILVA et al, (2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água de irrigação apresentou em média condutividade elétrica (CE) igual a  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  e durante a fertirrigação, que durou 18 minutos, a CE alcançou o máximo de  $2,14 \text{ dS m}^{-1}$ . A Figura 1 mostra um gráfico que representa a seqüência dos valores de umidade, condutividade elétrica aparente (CEa) e condutividade elétrica da solução do solo (CEw), obtida ao longo de 40 horas de leituras ininterruptas com frequência de 10 minutos, por uma sonda posicionada a 0,15 m de distância vertical do gotejador. O gráfico apresenta os símbolos A1, A2, A3, A4 e A5 que indicam por setas os pontos da seqüência representando respectivamente os instantes 1 (uma) hora antes da fertirrigação, 1 (uma) e 16 hora após a fertirrigação, e 19 e 32 horas após a fertirrigação com uma irrigação subsequente a fertirrigação. Existe similaridade entre as variações nos valores de CEa e umidade, ou seja, cada pico representa entrada de água, quando isto ocorre a CEa cresce com a umidade e quando o solo vai secando em função da evaporação, infiltração e absorção radicular a CEa também acompanha o decréscimo da umidade. Isto demonstra que a variação de CEa está preponderantemente relacionada com a umidade, o que é citado pela literatura. Ainda na Figura 1, as variações nos valores de CEw têm tendência oposta aos de umidade, no momento da irrigação, o que era esperado, pois quando a umidade se eleva ou diminui, a concentração de íons é reduzida ou elevada respectivamente, sendo esta variação na concentração de íons acompanhada pela CEw. A Figura 2 mostra a evolução da umidade, da condutividade elétrica aparente (CEa) e da condutividade elétrica da solução do solo (CEw) em cinco instantes distintos, os mesmos indicados pela Figura 1. Na seqüência dos gráficos de umidade, os valores tendem para as posições situadas à direita do gotejador. O bulbo molhado

teve maior variação de umidade horizontalmente entre –0,2 m e 0,4 m. Na direção vertical a água ultrapassou a zona de absorção das raízes e percolou para regiões mais profundas. Após um dia da última irrigação o solo permaneceu aproximadamente na capacidade de campo na zona de 0,20 m de profundidade. Os valores de CEa nas cinco seqüências apresentadas, apesar de não apresentarem distribuição igual aos de umidade apresentam ao menos a mesma tendência de se deslocarem para a direita do gráfico. Sabe-se que a CEa aumenta com a umidade, porém não de forma linear, tendo a umidade em certos momentos uma taxa de crescimento superior a de CEa, ocorrendo também o oposto. Estas diferenças ocorrem provavelmente pela influência dos sais no sistema solo, tanto remanescente na matriz como inserido pela fertirrigação. Quanto a seqüência de CEw, esta é um interação resultante das taxas de crescimento ou redução nos valores da umidade e da CEa. Não houve uma diferenciação notável nos valores de CEw em função da fertirrigação, muito provavelmente devido à dose de K<sub>2</sub>O aplicada, que estava condizente com a necessidade da cultura onde a trincheira foi feita. Espera-se que com doses que elevem a condutividade elétrica da solução que sai do gotejador para cerca de 3,5 a 4,0 dS m<sup>-1</sup> seja possível determinar até que região do bulbo molhado os sais se locomovem. Apenas entre os gráficos C2 e C4 é que ocorre uma ligeira diferença da CEw localizada a 0,15m de distância vertical do gotejador, ocorrida provavelmente pela entrada do sal da fertirrigação mas que foi logo diluída na solução do solo (gráfico C2).

### CONCLUSÕES

A condutividade elétrica do solo pode ser monitorada eficientemente pela TDR em sistemas fertirrigados levando em consideração todos os sais dissolvidos no solo.

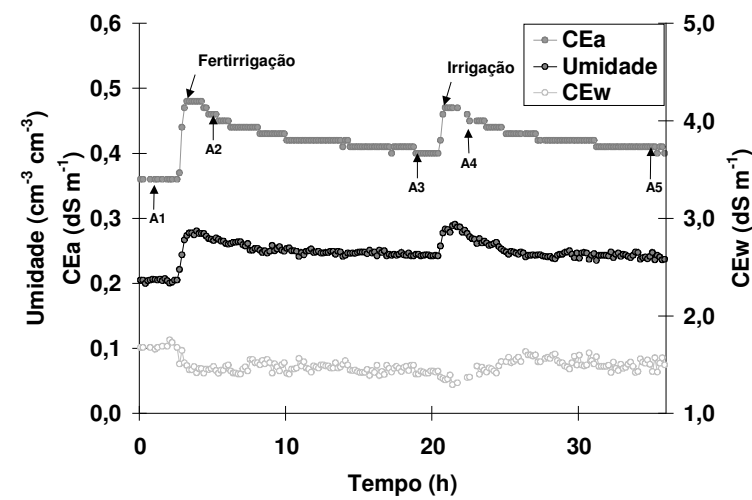


Figura 1. Valores de CEa e CEw ao longo de 32 horas referente a uma posição localizada a 0,15 m de distância vertical do gotejador.

#### REFERÊNCIAS

- HEIMOVAARA, T.J., FOCKE, A.G., BOUTEN, W., VERSTRANTEN, J.M. Assessing temporal variations in soil water composition with time domain reflectometry. *Soil Science Society of America Journal*, v.59, p.689-698. 1995.
- MMOLAWA K., OR, D. Root zone solute dynamics under drip irrigation: A review. *Plant and Soil*, v. 222, p. 163-190. 2000.
- 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*, v.40, p.651–655. 1976
- RHOADES, J.D., MANTEGHI, N.A., SHOUSE, P.J., ALVES, W.J. Soil electrical conductivity and salinity:new formulations and calibrations. *Soil Science Society America Journal* v.53, p.433–439. 1989.
- WRAITH, J.; DAS, B.S. Monitoring soil water and ionic solute distributions using time domain reflectometry. *Soil and Tillage Research*, v. 47, p.145-150. 1998.

