

DINÂMICA DA SOLUÇÃO DO SOLO NO MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

C.F. Souza¹, T.H.C. Daroz², M.V. Folegatti³, E.F.F. Silva⁴, E.E. Matsura⁵

RESUMO: Usualmente, a otimização do manejo da aplicação de fertilizantes via irrigação por gotejamento requer uma atenção especial para o monitoramento da dinâmica do soluto no solo. Assim, espera-se com este estudo fornecer informações técnicas sobre a dinâmica dos íons (KNO_3) dentro do bulbo molhado. Em uma caixa de solo foi estudada a formação do bulbo molhado a partir de um gotejador com vazão constante. Desta forma, a formação do bulbo molhado e a dinâmica da solução no solo foram avaliados. Observou-se, nas interações entre os diferentes perfis (umidade *versus* condutividade elétrica), uma distribuição em gradiente da solução no solo, sendo verificado um maior armazenamento da solução próximo ao gotejador e, conseqüentemente, uma diminuição desta à medida que se aproxima da frente de molhamento.

PALAVRA-CHAVE: KNO_3 , TDR, condutividade elétrica

THE SOIL SOLUTION DYNAMIC FOR FERTIGATION MANAGEMENT THROUGH DRIP IRRIGATION

SUMMARY: Usually, the fertilizers application management optimize through drip irrigation requests a special attention for the soil solution dynamics measurements. Thus, it is waited with this study to supply technical information about ions (KNO_3) dynamics inside of the wetted front. In a soil box was studied the wetting front evolution by an emitter with constant rate. This way, the wetting front evolution and soil solution dynamic were evaluated. It was observed, in the interactions between the different soil profiles (water content versus electric conductivity), a distribution in gradient of the soil solution, being verified larger solution storage near to gotejador and, consequently, a solution decrease when approaching wetting front.

KEYWORDS: KNO_3 , TDR, Electrical conductivity

INTRODUÇÃO

¹ Prof. Assistente Doutor do Depto de Engenharia Civil e Ambiental, UNITAU, Taubaté-SP. Pós-doutorando ESALQ/USP, Piracicaba, SP. e-mail: claudinei@unitau.br, www.claudineifsouza.hpg.com.br

² Aluno de iniciação científica, Depto. de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

³ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

³⁴ Pós-doutorando, EMBRAPA Meio Norte, Teresina, PI. Bolsista CNPq DTI-D

⁴⁵ Prof. Doutor, Depto de Água e Solo, Feagri/Unicamp, Campinas, SP.

Uma técnica bastante utilizada para suprir a demanda de água e nutrientes pelas culturas é a prática da fertirrigação, que possibilita a incorporação de áreas previamente consideradas limitadas para o cultivo, pela ocorrência de déficits hídricos e nutricionais. Além de proporcionar o aumento da produtividade, pode contribuir para melhoria da qualidade da produção.

Recentemente, observa-se um crescimento na aplicação de fertilizantes via água de irrigação pelos produtores. Crescimento esse impulsionado por diversas vantagens, as quais, podem ser facilmente enumeradas. Dentre as vantagens mais importantes no contexto atual, destacam-se: o aumento na produtividade das culturas, a melhoria na qualidade dos produtos, a redução no custo com mão-de-obra e energia, além de um maior controle que permite aplicar com moderação os nutrientes necessários às plantas a cada período do ciclo fenológico.

A agricultura fertirrigada moderna busca mais do que simplesmente o aumento de produção de alimento, é também necessário que esta atividade seja sustentável sem ocasionar impactos ao meio ambiente, primando pelo manejo racional da água e máxima eficiência na aplicação de nutrientes. Desta forma, surge o principal desafio: implantar esta tecnologia com base em dados econômicos e sem causar prejuízos ambientais. O ponto de partida é fazer uma análise completa e específica das condições da propriedade rural, das características da cultura a ser implantada e, em seguida, escolher, dimensionar e manejar adequadamente o sistema de fertirrigação.

Para que estes fatores se desenvolvam, são necessárias práticas agrícolas que acelerem o processo de produção, bem como garantam a qualidade dos alimentos. Para isso, são utilizadas grandes quantidades de substâncias químicas na agricultura, na forma de fertilizantes, adubos orgânicos, inseticidas, e herbicidas. Esses insumos, quando aplicados acima da capacidade de armazenamento do solo, podem disponibilizar íons, que poluirá o solo, os cursos d'água e as águas subterrâneas. Os íons presentes na solução do solo podem ser adsorvidos ao solo, absorvidos pelas plantas ou lixiviados das camadas superficiais do solo em direção às águas subterrâneas.

De encontro a este problema, espera-se com este estudo fornecer elementos práticos e precisos para a condução da fertirrigação, o que poderia aumentar a relação benefício/custo, principalmente reduzindo os custos com o desperdício de fertilizantes percolados pela falta de informações técnicas sobre a dinâmica dos íons (KNO_3) dentro do bulbo molhado.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalação e condução do ensaio

Em um ambiente protegido foi estudado a formação do bulbo molhado a partir de gotejador com vazão constante. Utilizou-se recipiente preenchido com solo, onde foram acomodadas as sondas de TDR para a estimativa da umidade e da condutividade elétrica deste através de um testador de cabo Tektronix 1502 C. Desta forma, a formação do bulbo molhado e a dinâmica da solução do solo foram avaliados, conjuntamente, em função do tempo.

Condução do ensaio

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia Rural – ESALQ/USP, em um ambiente protegido de 100 m². O recipiente utilizado foi uma caixa de PVC com dimensões de 0,65 m de altura e 1,10 m de diâmetro.

O Solo deformado, pertencente ao grande grupo Latossolo vermelho amarelo, foi coletado de uma camada superficial (0-0,30 m) no campo experimental da ESALQ/USP. O solo, após seco, foi peneirado em tamis de 2 mm. Após, foi colocado no recipiente plástico em camadas de 0,05 m que foram, a seguir, levemente compactadas na tentativa de reproduzir sua condição original de campo.

Neste recipiente 36 sondas de TDR contínuas foram instaladas em um único eixo central para a estimativa da umidade e da condutividade elétrica do solo. As sondas foram construídas e calibradas (umidade e condutividade elétrica) RHOADES et al. (1976).

As sondas de medição foram distribuídas simetricamente ao longo do diâmetro da caixa de solo, formando uma malha de 0,10 x 0,10 m, onde cada sonda representa uma área de 0,01 m², promovendo “medidas pontuais” em duas direções a partir do emissor. Assim, observou a formação do bulbo molhado para a vazão de 4 L h⁻¹ aplicando-se 1 L de água a cada uma hora até a frente de molhamento tocar no fundo do recipiente. Um sistema com frasco de Mariote foi utilizado para manter a pressão no gotejador constante, e a aplicação do nutriente ocorreu através da água de irrigação armazenada no frasco.

O fertilizante escolhido para ser utilizado no ensaio foi nitrato de potássio (KNO₃), sendo que esta opção se deve ao princípio químico inerente a alguns íons que, quando disponibilizados na solução do solo, são rapidamente deslocados no perfil, como é o caso do nitrato e do potássio que apresentam grande mobilidade no solo.

A concentração do nutriente adicionado ao frasco, estimada pela condutividade elétrica, foi igual a 2 dS m⁻¹. Este valor de condutividade elétrica foi escolhido por apresentar riscos moderados de salinidade à água de irrigação.

O monitoramento da dinâmica da solução no solo foi realizado através das 36 sondas de TDR após cada infiltração da solução aplicada. Desta forma foi possível estimar a umidade e

a concentração da solução no solo. Conseqüentemente, a dinâmica da solução do solo foi monitorada.

Estas medições foram analisadas através do programa “Surfer”, o qual apresentou os perfis de distribuição dos íons, em função da umidade e condutividade elétrica do solo, durante todo o ensaio, proporcionando informações básicas referentes aos efeitos da relação água-solo que possam auxiliar no dimensionamento e manejo da fertirrigação por gotejamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises, tanto da condutividade elétrica (CE) da solução, quanto da distribuição da umidade do solo obtidas demonstraram, preliminarmente, existir viabilidade na utilização da técnica da TDR, a qual apresentou também agilidade na estimativa sem alteração do meio amostrado. A metodologia de trabalho também se mostrou eficaz, na qual a malha escolhida não apresentou nenhuma restrição à confecção de imagens bidimensionais.

Com a devida calibração, a TDR e a metodologia apresentada são muito promissoras no estudo da dinâmica da solução do solo com boa precisão.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os perfis de umidade e condutividade elétrica do solo respectivamente, observados durante seis aplicações da solução de nitrato de potássio (KNO_3) no solo. A quantidade de aplicações foi determinada em 6, visto que durante a 7ª aplicação à frente de molhamento atingiu o fundo da caixa, o que interferiu nas dimensões do bulbo molhado a partir de então.

Observa-se, nas interações entre os diferentes perfis (umidade *versus* condutividade elétrica), uma distribuição em gradiente da solução no solo, sendo verificado um maior armazenamento da solução próximo ao gotejador e, conseqüentemente, uma diminuição desta à medida que se aproxima da frente de molhamento. Entretanto, quando se analisa a distribuição da massa do nitrato de potássio dentro do bulbo molhado com relação à umidade verifica-se uma concentração uniforme em todos os pontos analisados, notando-se uma ligeira tendência à redução dessa concentração no volume de solo próximo ao gotejador após a 4ª aplicação em conseqüência à movimentação do KNO_3 em direção a extremidade do bulbo molhado e o contínuo acréscimo dos valores de umidade neste local.

Uma hipótese para este fenômeno pode ser baseada no fato que enquanto a condutividade elétrica da solução aplicada (2 dS m^{-1}) for maior que a observada no solo (inicialmente $0,40 \text{ dS m}^{-1}$), os íons buscarão estabilidade energética (menor potencial

energético), o que proporcionará uma distribuição homogênea da concentração destes. Porém, a modificação desta condição inicial gerada pela distribuição dos íons no perfil apresentou-nos uma 2ª condição na qual houve aproximação dos valores de condutividade elétrica da solução aplicada e a condutividade elétrica da solução próxima ao gotejador promovendo assim um movimento dos íons, em direção ao extremo do bulbo, acompanhando o fluxo da água, na busca da referida estabilidade energética.

Outra observação está baseada na CTC (Capacidade de Troca Catiônica) do solo (RIVERA, 2004), ou seja, o potássio da solução do solo interagiu com o complexo de troca de cátions, sendo, portanto este elemento retido no solo na região mais próxima ao ponto de aplicação, de forma que a solução que se deslocou para as regiões mais extremas do bulbo molhado possuía uma concentração iônica menor.

Sugere-se que a distribuição da concentração iônica seja estudada em uma maior quantidade de eventos sucessivos para que ocorra um melhor entendimento do fenômeno ocorrido durante a dinâmica da solução no solo a fim de promover informações objetivas que auxiliem o irrigante nas tomadas de decisões adequadas para o manejo da fertirrigação.

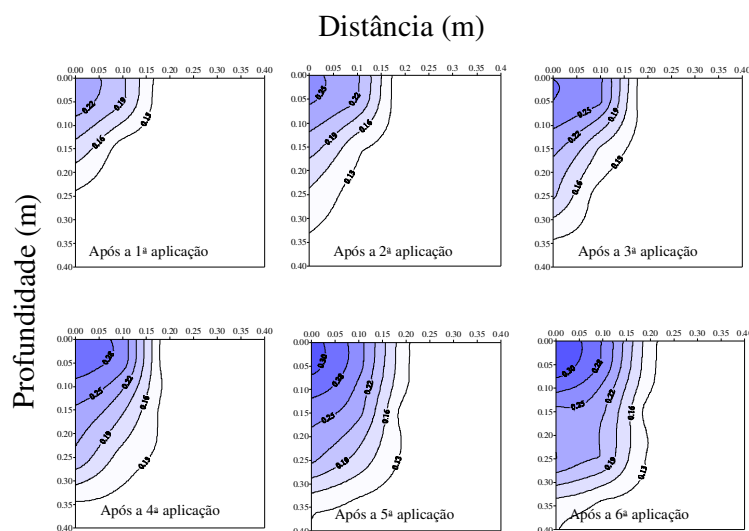


FIGURA 1. Comparação entre os perfis de umidade do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) ao final do processo de infiltração de cada aplicação da solução de KNO_3 .

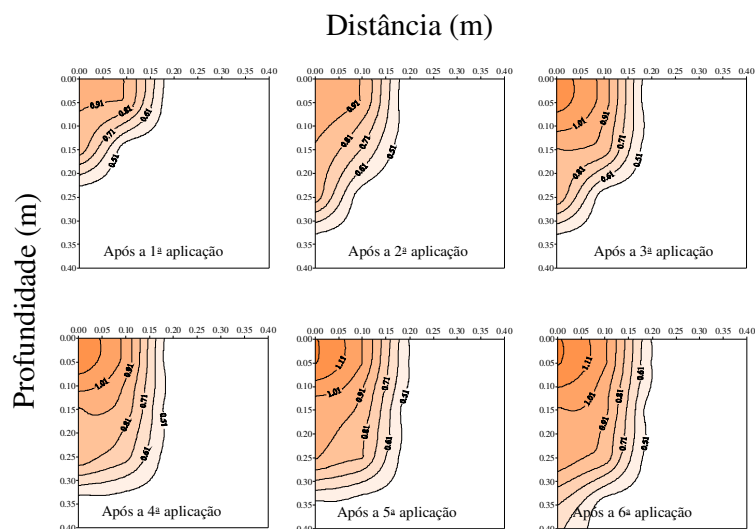


FIGURA 2. Comparação entre os perfis de condutividade elétrica do solo (dS m^{-1}) ao final do processo de infiltração de cada aplicação da solução de KNO_3 .

CONCLUSÕES

Com a devida calibração, a TDR e a metodologia apresentada são muito promissoras no estudo da dinâmica da solução do solo.

O nitrato de potássio concentrou-se na solução do solo próximo ao gotejador e, conseqüentemente, observou-se uma diminuição desta à medida que se aproxima da extremidade do bulbo molhado.

AGRADECIMENTOS: A Fapesp (processos 03/00066-0, 03/00067-6 e 04/10588-6) pelo suporte financeiro e ao professor Sérgio Nascimento Duarte pelo apoio técnico.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

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, p.651-655, 1976.

RIVERA, R.N.C. Modelagem da dinâmica da água e do potássio na irrigação por gotejamento superficial. Piracicaba, 2004. 89p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.