

## DETERMINAÇÃO DO FATOR DE RETARDAMENTO PARA POTÁSSIO EM SOLO CULTIVADO COM VIDEIRA<sup>1</sup>

C. A. S. ARAÚJO<sup>2</sup>; D. J. SILVA<sup>3</sup>; F. C. DAMASCENO<sup>4</sup>; J. B. ANJOS<sup>3</sup>

**RESUMO:** Os íons aplicados no solo via fertirrigação sofrem um atraso em relação a frente de molhamento, devido a interação com a fase sólida. Com o objetivo de determinar o fator de retardamento para o potássio aplicado via fertirrigação, realizou-se um experimento em laboratório sob condição de insaturação com duas repetições. Amostras indeformadas de um Latossolo Vermelho-Amarelo, foram coletadas, esculpindo-se uma coluna de solo de diâmetro ligeiramente inferior ao de uma coluna de PVC (5 cm), de cinco em cinco centímetros, na profundidade de 0 - 20 cm. As colunas foram dispostas verticalmente no topo de um coletor automático de frações, encerrado numa câmara de vácuo, sob uma sucção de 0,075 MPa na extremidade inferior da coluna, usando uma bomba de vácuo. Um pulso de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$   $0,0032 \text{ mol L}^{-1}$  ( $C_0$ ), aplicado no início do deslocamento, proporcionou a coleta de frações de aproximadamente 6,685 mL e a determinação do número de volume de poros (VP). Determinou-se a concentração de potássio no efluente (C), calculando-se a relação  $C/C_0$  para cada valor de VP, traçando-se a curva de eluição experimental. O fator de retardamento para potássio, considerado igual ao número de volume de poros para  $C/C_0 = 0,5$ , variou de 1,87 a 4,98 VP, com média de 3,42 VP.

**PALAVRAS-CHAVE:** movimento de íons no solo, deslocamento de fluidos miscíveis.

## DETERMINATION OF RETARDATION FACTOR FOR POTASSIUM IN A SOIL CULTIVATED WITH GRAPEVINE

**SUMMARY:** Ions applied to the soil by fertigation suffers a delay in relation to wetting time due to an interaction with solid phase. Aiming to determine the retardation factor for fertigation applied potassium, a trial was carried out in laboratory under unsaturated condition in two replications. Undeformed samples of a Red-Yellow Latosol were collected at a 0 - 20 cm depth, sculpturing a soil column of slightly inferior diameter to a PVC column (5 cm), at

---

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Banco do Nordeste/FUNDECI/ETENE

<sup>2</sup> Professor Doutor, Coordenação de Agricultura, Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina, Caixa Postal 176, Petrolina, PE. CEP 56314-520. Fone (87) 3863.2330. e-mail: efetcícero@cpet.br.

<sup>3</sup> Pesquisador, Embrapa Semi-Árido, Caixa Postal 23, Petrolina-PE. CEP 56302-970. Fone (87) 3862.1711.

<sup>4</sup> Bolsista PIBIC/CNPq.

five by five centimeter segments. The columns were placed vertically on the top of a fraction automatic collector locked up in a vacuum chamber, under a suction of 0.075 MPa in the lower part of the column, using a vacuum pump. Fractions of about 6.685 ml were collected and pore-volume numbers (PV) were determined by the application of a pulse of  $0.0032 \text{ KH}_2\text{PO}_4 \text{ mol L}^{-1}$  ( $C_0$ ) at the beginning of the displacement. Potassium concentration in the effluent (C) was measured; C/ $C_0$  relation for each value of PV was calculated, drawing the experimental elution curve. The retardation factor for potassium, considered equal to the PV number for C/ $C_0$  = 0.5, varied from 1.87 to 4.98 PV, with an average of 3.42 PV.

**KEYWORDS:** soil ion movement, miscible fluid displacement.

## INTRODUÇÃO

A irrigação localizada na cultura da videira tem uma influência marcante, no sentido de proporcionar uma elevada concentração de raízes, num volume de solo relativamente inferior ao volume destinado à planta. Esse aspecto condiciona uma alta frequência de irrigação, bem como a aplicação localizada e parcelada de fertilizantes, ao longo do ciclo fenológico, o que proporciona uma maior eficiência de aproveitamento de fertilizantes, quando comparado com a adubação convencional (Soares & Costa, 2000).

A distribuição do sistema radicular de videira varia com a classe de solo e sistema de irrigação. Bassoi et al. (2003) observaram que mais de 80 % da massa seca de raízes de uva Itália, com diâmetro inferior a 2 mm, em um Latossolo Vermelho-Amarelo de Petrolina-PE, encontrava-se na faixa de 0-80 cm de profundidade e de 20-80 cm em relação ao caule (distância horizontal). Já em um Vertissolo da mesma região, mais de 90 % da massa seca total de raízes de uva Itália, foi encontrada de 0-30 cm de profundidade e mais de 86 % na faixa de 30-90 cm em relação ao caule da videira.

A fertirrigação constitui-se de uma prática agrícola essencial ao manejo de culturas irrigadas, principalmente quando se utiliza irrigação localizada, sendo uma das maneiras mais eficientes e econômicas de aplicar fertilizantes às plantas, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, pois em se aplicando fertilizantes em menor quantidade por vez, mas com maior frequência, é possível manter um nível uniforme de nutrientes no solo, durante o ciclo vegetativo da cultura, o que aumentará a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas e consequentemente, a sua produtividade (Bernardo, 2002).

Na fertirrigação, recomenda-se aplicar a solução nutritiva, nas últimas horas de aplicação da lâmina de irrigação desejada, de modo que, cessada a aplicação desta, ainda reste uma fração da lâmina de água a aplicar. Esta deve ser suficiente para transportar os nutrientes

à profundidade onde se encontra o maior volume de raízes ativas (Coelho, 1994). Essa prática é, verdadeiramente, um deslocamento de fluidos miscíveis (Nielsen & Biggar, 1962, Kirkham & Powers, 1972).

Deslocamento miscível é o fenômeno em que um fluido, contendo um soluto em solução, é deslocado no meio poroso pelo mesmo fluido sem o soluto. Durante o deslocamento de um fluido por outro, ocorrem vários processos físicos. No instante  $t = 0$ , quando esses dois fluidos entram em contato, a interface entre eles é nitidamente definida. No instante  $t_1$ , imediatamente após esse contato, inicia-se a mistura entre os fluidos. Essa mistura é influenciada pela velocidade do escoamento, taxa de difusão do soluto, e por outros processos químicos e físicos. A distância em que a zona de mistura entre os dois fluidos, antes interface nítida, se encontra em relação a superfície de um elemento controle no perfil pode ser estimada. O grau de mistura dos dois fluidos miscíveis pode ser quantificado determinando a relação entre a concentração do soluto no efluente ( $C$ ), coletado na seção de saída do elemento controle, e concentração desse mesmo soluto na solução deslocadora ( $C_0$ ). De maneira geral, a relação  $C/C_0$  é unitária, em materiais não reativos, quando se tem passado um volume de fluido deslocador igual a duas vezes o número de volume de poros que estão contribuindo para o escoamento no perfil (Nielsen & Biggar, 1961; Biggar & Nielsen, 1962; Nielsen & Biggar, 1963).

Como a fase sólida do solo interage com os íons em solução (adsorção), esses tem seu transporte retardado em relação à água. Genuchten & Wierenga (1986) consideraram esse fator de retardamento ( $R$ ) como sendo igual ao número de volume de poros para  $C/C_0 = 0,5$ . Assim, os íons aplicados via água de irrigação poderiam ser deslocado no perfil até uma dada profundidade desde que se conheça o fator de retardamento do solo para o íon específico.

Costa et al. (1986) afirmam que o potássio apresenta pequena mobilidade nos solos argilosos e recomendam que sua aplicação seja feita diretamente no solo. Porém, em solos arenosos, segundo estes mesmos autores, o potássio apresenta grande mobilidade, devendo ser aplicado via água de irrigação, parceladamente.

Esse trabalho foi realizado com o objetivo de determinar o fator de retardamento para o potássio aplicado via fertirrigação em videiras irrigadas por microaspersão.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para determinação do  $R$  realizou-se um experimento, com duas repetições, em condições de laboratório, instalado de modo a satisfazer as condições iniciais e de contorno dos modelos matemáticos usados por Araujo (1997), porém, sob condição de insaturação.

Amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo indeformadas, foram coletadas esculpindo-se a coluna de solo de diâmetro ligeiramente inferior ao da coluna de PVC (5 cm), de cinco em cinco cm, de forma que pelo seu próprio peso a coluna de PVC descia, coletando-se o solo até uma profundidade de 20 cm, correspondente ao seu comprimento. A extremidade inferior da coluna, contendo um disco crivado de PVC de poros finos e um disco de papel de filtro rápido, foi envolvida com um tampão, munido de um espaço vazio abaixo do disco para drenagem do efluente. As colunas foram dispostas verticalmente no topo do coletor de frações automático, encerrado numa câmara de vácuo, sob uma sucção de 0,075 MPa, na extremidade inferior da coluna, usando uma bomba de vácuo.

A seguir, aplicou-se uma solução de  $\text{CaCl}_2$   $0,0019 \text{ mol L}^{-1}$ , usando-se uma microbomba de fluxo contínuo, até atingir um regime de escoamento permanente. Após o escoamento permanente ser atingido aplicou-se um pulso de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$   $0,0032 \text{ mol L}^{-1}$  ( $C_0$ ), substituindo a solução anterior,  $t = 0$ , isto é, início do deslocamento.

O coletor de frações automático foi programado para coletar frações de 100 em 100 gotas, o que correspondeu a frações de aproximadamente 6,685 ml, que foram acondicionadas em tubos de ensaio, previamente tarados. O número de volume de poros (VP) passados foi determinado dividindo-se o volume acumulado de efluente pelo volume de poros efetivos da coluna. Ao final, determinou-se a concentração de potássio no efluente, por fotometria de chama de emissão. Conhecendo-se a concentração de potássio no efluente ( $C$ ), calculou-se a relação  $C/C_0$  para cada valor de VP, traçando-se a curva de eluição experimental.

Foram ajustados modelos de regressão relacionando  $C/C_0$  com o VP sendo escolhido o modelo com maior  $R^2$  ajustado e significância dos coeficientes até 5% pelo teste t. O fator de retardamento para potássio ( $R$ ), mostrado na Tabela 1, foi considerado igual ao número de volume de poros para  $C/C_0 = 0,5$ , conforme Genuchten & Wierenga (1986).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O fator de retardamento para potássio variou de 1,87 a 4,98 VP com média de 3,42 VP, indicando que, em média, quando se passar 3,42 VP no volume de solo estudado, a concentração de potássio no efluente será metade daquela solução que está sendo aplicada.

**Tabela 1 Modelos de regressão ajustados, coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e fator de retardamento de potássio para um solo cultivado com videiras irrigadas por microaspersão**

Regressão	R <sup>2</sup>	Fator de Retardamento
$\hat{y} = - 0,0995 + 0,2776VP - 0,0334VP^2$	0,9405	1,87
$\hat{y} = 0,2672 - 0,1874VP + 0,0470VP^2$	0,9640	4,98
<b>Média</b>		<b>3,42</b>

Logo, para compensar o atraso do íon potássio no perfil do solo, em função da reatividade do solo e da geometria do meio poroso, é necessário a aplicação de 3,42 VP além da lâmina de irrigação desejada. Araújo et al. (2003) usando a técnica do deslocamento miscível com potássio em agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro observaram, que embora tenha ocorrido interação do potássio com os colóides do solo, este apresentou mobilidade alta na coluna de agregados, sendo transportado, predominantemente, por fluxo convectivo ou dispersão hidrodinâmica. A determinação do R para potássio, em condição de insaturação, promoverá um grande avanço na fertirrigação, uma vez que permitirá um manejo racional da água de maneira que se desloque o potássio aplicado até a zona de maior concentração de raízes ativas, otimizando a eficiência de utilização, levando a recomendação de menores doses deste nutriente e evitando a eutrofização dos mananciais de água.

## CONCLUSÃO

O fator de retardamento (R) para potássio, sob condição de insaturação do solo, variou de 1,87 a 4,98 volumes de poros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, C.A.S. Movimento de fósforo e macronutrientes catiônicos em diferentes classes de agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro. Viçosa, 1997. 126 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, UFV.

ARAÚJO, C. A. S.; RUIZ, H. A.; SILVA, D. J.; FERREIRA, P. A.; ALVAREZ V., V. H.; BAHIA FILHO, A. F. C. Eluição de magnésio, cálcio e potássio de acordo com o tempo de difusão em colunas com agregados de um Latossolo Vermelho distrófico típico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 27, n. 2, p. 231-238, 2003.

BASSOI, L.H.; HOPMANS, J.W.; JORGE, L.A.C.; MIRANDA, A.A.; SILVA, J.A.M. Grapevine root distribution in drip and microsprinkler irrigation. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.60, n.2, p.377-387, 2003.

BERNARDO, S. Manual de Irrigação. 6.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 656p.

BIGGAR, J.W. & NIELSEN, D.R. Miscible displacement: II. Behavior of tracers. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, v.26, p.125-128, 1962.

COELHO, A.M. Fertigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F. & VIANA, P.A., eds. Quimigação - aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília, EMBRAPA-SPI, 1994. 315p.

COSTA, E.F. da; FRANÇA, G.E. de; ALVES, V.M. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.12, n.39, p.63-68, 1986.

GENUCHTEN, M.Th.; WIERENGA, P.J. Solute dispersion: coefficients and retardation factors. In: KLUTE, A., ed., Methods of soil analysis. Part 1: physical and mineralogical methods. Madison, ASA, SSSA, 1986. p.1025-1031.

KIRKHAM, D.; POWERS, W. L. Advanced soil physics. New York, John Wiley-Interscience, 1972. 534p.

NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Miscible displacement: III. Theoretical considerations. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, v.26, p.216-221, 1962.

NIELSEN, D.R. & BIGGAR, J.W. Miscible displacement: IV. Mixing in glass beads. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, v.27, p.10-13, 1963.

SOARES, J.M.; COSTA, F.F. Irrigação da cultura da videira. In: SOUZA LEÃO, P.C. de; SOARES, J.M. (Ed.). A viticultura no semi-árido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. p.147-212.