

FATOR DE RETARDAMENTO PARA FÓSFORO EM UM SOLO ARENOSO DETERMINADO EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO¹

D. J. Silva²; C. A. S. Araújo³; F. C. Damasceno⁴; J. B. Anjos²

RESUMO: Com o objetivo de determinar o fator de retardamento (R) para fósforo em amostras indeformadas de um solo arenoso, cultivado com videiras irrigadas por gotejamento, foi conduzido um ensaio em condições de laboratório, em colunas de eluição, succionadas sob condições de vácuo. Após atingir um regime de escoamento permanente, aplicou-se um pulso de KH_2PO_4 $0,0032 \text{ mol L}^{-1}$, iniciando-se a coleta de frações de aproximadamente 6,685 mL do efluente, que foram acondicionadas em tubos de ensaio. O valor de R para fósforo foi expresso em termos do número de volume de poros e equivale a 1,67 VP para as condições estabelecidas neste estudo.

PALAVRAS-CHAVE: fertirrigação, adubação, movimento de fosfato.

RETARDATION FACTOR FOR PHOSPHORUS IN A SANDY SOIL DETERMINED IN LABORATORY CONDITION

SUMMARY: An experiment was carried out in laboratory conditions to determine the retardation factor (R) in sandy soil cores sampled from drip-irrigated vineyards. Elution columns were submitted to vacuum and on a permanent flux condition, a pulse of KH_2PO_4 $0.0032 \text{ mol L}^{-1}$ was applied. Fractions of approximately 6.685 ml of the effluent were collected. The R values for phosphorus, expressed as pores volume (VP), was equal to 1.67.

KEYWORDS: fertirrigation, fertilization, phosphate movement.

INTRODUÇÃO: A irrigação localizada na cultura da videira, principalmente por gotejamento, tem uma influência marcante, no sentido de proporcionar uma elevada

¹ Projeto financiado pelo Banco do Nordeste.

² Pesquisador, Embrapa Semi-Árido, Caixa Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE. e-mail: davi@cpatsa.embrapa.br.

³ Professor Adjunto, Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina, Petrolina, PE.

⁴ Estudante de Tecnologia em Fruticultura Irrigada, Bolsista PIBIC/CNPq, Embrapa Semi-Árido.

concentração de raízes, num volume de solo relativamente inferior ao volume destinado à planta, quando comparado à irrigação por aspersão ou por sulco. 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).

Na fertirrigação, recomenda-se primeiro aplicar $\frac{1}{4}$ da lâmina de irrigação (para estabilização hidráulica do sistema), a seguir, em $\frac{2}{4}$ da lâmina, aplicar os nutrientes e, por último, aplicar $\frac{1}{4}$ da lâmina de irrigação, para deslocar os nutrientes para "junto das raízes" (BURT et al., 1995). Esse manejo desloca a frente de dispersão de nutrientes a uma posição, no perfil, que pode estar na zona de maior absorção, acima ou abaixo desta. Nos dois últimos casos, diminuiria a eficiência de uso dos nutrientes.

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. O grau de mistura dos dois fluidos miscíveis pode ser quantificado determinando a relação entre a concentração do soluto no efluente (C), coletado na secção 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 têm 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 $C/C_0 = 0,5$.

CAMARGO et al. (1979) avaliando o deslocamento miscível com fósforo, em agregados de um Alfissol (Terra Roxa Estruturada), verificaram que esse nutriente apresentou boa movimentação em colunas de eluição. ARAÚJO (1997) usando a mesma técnica em agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro observou que o fósforo foi tão móvel na coluna de agregados quanto o potássio e que esses nutrientes foram transportados, predominantemente, por fluxo convectivo ou dispersão hidrodinâmica.

O objetivo deste trabalho foi determinar o fator de retardamento para fósforo em solo arenoso cultivado com videiras irrigadas por gotejamento.

MATERIAL E MÉTODOS: Para determinação do fator de retardamento (R) realizou-se um experimento em condições de laboratório, com duas repetições, instalado de modo a satisfazer as condições iniciais e de contorno dos modelos matemáticos usados por ARAÚJO (1997), porém, sob condição de insaturação. A amostragem de solo foi realizada em um Latossolo Vermelho Amarelo de textura arenosa, em área cultivada com videiras da variedade Brasil, enxertadas sobre IAC 572, no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente a Embrapa Semi-Árido, em Petrolina-PE. Foram coletadas amostras indeformadas de solo, 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 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 KH_2PO_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, 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 de efluente acumulado pelo volume de poros efetivos da coluna. Ao final, determinou-se a concentração de fósforo no efluente por colorimetria. Conhecendo-se a concentração de fósforo 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%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O fator de retardamento para fósforo (R), mostrado na Tabela 1, foi considerado igual ao número de volume de poros para $C/C_0 = 0,5$, conforme GENUCHTEN & WIERENGA (1986). Apesar de tratar-se de um solo arenoso (areia = 87 %, silte = 8 % e argila = 5 %), com predominância de caulinita na fração argila (SILVA, 2000), ocorreu interação entre o fósforo e os colóides demonstrada pelo fator de retardamento, em média 1,67 VP, indicando que, no solo estudado, é necessário aplicar um volume de 1,67 VP, além da lâmina de irrigação, para compensar o retardamento do fósforo em relação à frente de avanço da solução no solo. OLIVEIRA et al. (2004) ao avaliar o valor de R para fosfato obteve valores entre 4,08 e 19,79 sendo o menor valor para um Neossolo Quartzarênico, que é arenoso, e os maiores valores para os Latossolos, que são mais oxídicos.

Tabela 1. Modelos de regressão ajustados, coeficientes de determinação (R^2) e fator de retardamento para fósforo em um solo cultivado com videiras irrigadas por gotejamento.

Regressão	R^2	Fator de Retardamento
$\hat{y} = - 0,3257 + 0,5422VP - 0,00429VP^2$	0,8952	1,77
$\hat{y} = - 0,3364 + 0,6402VP - 0,00705VP^2$	0,9125	1,58
Média		1,67

A textura e a mineralogia da fração argila são informações fundamentais na predição do movimento do fosfato. Assim, os menores valores de R para fosfato encontram-se nos solos arenosos, em comparação com os de textura argilosa (OLIVEIRA et al., 2004). Com relação a mineralogia, a presença de óxidos de ferro e alumínio, a baixa proporção de argilas silicatadas, principalmente do tipo 2:1, e o baixo pH, favorecem a adsorção de fosfato (NOVAIS & SMITH, 1999).

Por se tratar de uma característica que representa a capacidade do solo em reter íons, o fator retardamento depende das interações entre as fases líquida e sólida que ocorrem durante a percolação da solução no solo; assim, os valores do fator retardamento do fosfato estão associados à maior interação íon-colóide e à menor velocidade de avanço. Quanto maior a concentração de fosfato no fluido deslocador, mais rapidamente os sítios de adsorção serão saturados e, conseqüentemente, a concentração relativa $C/C_0 = 0,5$ será atingida com menores valores de número de volume de poros.

O transporte de fósforo no solo está relacionado com o tamanho dos agregados, tempo de difusão, geometria do meio poroso (inter e intra-agregados), textura do solo e tipo de mineral de argila, como demonstrado por ARAÚJO et al., (2003). Estes autores, usando a

técnica do deslocamento miscível com fósforo em agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro observaram, ainda, que, embora tenha ocorrido interação do fósforo com os colóides do solo, este apresentou mobilidade alta na coluna de agregados sendo transportado, predominantemente, por fluxo convectivo ou dispersão hidrodinâmica.

Quando se pretende suprir as necessidades nutricionais de determinada cultura por meio de fertirrigação, os íons com maior fator de retardamento apresentam menor mobilidade e, conseqüentemente, maior dificuldade de atingir a profundidade de máxima densidade do sistema radicular. Assim, o fator de retardamento do fosfato é de fundamental importância para a realização de experimentos que possibilitem calcular a concentração que proporcione menor adsorção e perdas desse íon para camadas de solo com baixa densidade de raízes absorventes.

CONCLUSÃO: Nas condições estabelecidas neste estudo, o fator de retardamento para fósforo equivale a 1,67 VP para um solo arenoso, cultivado com videiras irrigadas por gotejamento.

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.

ARAÚJO, C. A. S.; RUIZ, H. A.; SILVA, D. J.; FERREIRA, P. A.; ALVAREZ V., V. H.; BAHIA FILHO, A. F. de C. Eluição de fósforo em relação ao tempo de difusão em colunas com agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.7, n.1, p.24-30, 2003.

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.

BURT, C.; CONNOR, K.; RUEHR, T. Fertirrigation. San Luis Obispo: Irrigation Training and Research Center; California Polytechnic State University, 1995. 295p.

CAMARGO, O.A.; BIGGAR, J.W.; NIELSEN, D.R. Transport of inorganic phosphorus in an Alfisol. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.43, p.884-890, 1979.

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.

NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Miscible displacement in soils: I. Experimental information. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, v.25, p.1-5, 1961.

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.

NOVAIS, R.F; SMITH, T.J. Fósforo em solo e planta sob condições tropicais. Viçosa: UFV, 1999. 399p.

OLIVEIRA, E.M.M.; RUIZ, H.A.; FERREIRA, P.A.; ALVAREZ V., V.H.; BORGES JÚNIOR, J.C.F. Fatores de retardamento e coeficientes de dispersão-difusão de fosfato, potássio e amônio em solos de Minas Gerais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.196-203, 2004.

SILVA, M.S.L. Caracterização e gênese do adensamento subsuperficial em solos de tabuleiro do semi-árido do Nordeste do Brasil. Porto Alegre, 2000. 126p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, UFRGS.

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, PE: Embrapa Semi-Árido, 2000. Cap. 9, p.147-212.