

## FATOR DE RETARDAMENTO PARA FÓSFORO EM COLUNAS DE UM SOLO CULTIVADO COM VIDEIRAS IRRIGADAS POR MICROASPERSÃO

**C. A. S. Araújo<sup>1</sup>; D. J. Silva<sup>2</sup>; F. C. Damasceno<sup>3</sup>; J. B. Anjos<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Professor Adjunto, Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina, CEP:56.314-520, Petrolina, PE. e-mail: [araujocas@superig.com.br](mailto:araujocas@superig.com.br); <sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Semi-Árido, <sup>3</sup>Bolsista PIBIC/CNPq. Projeto financiado pelo Banco do Nordeste

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. Essa prática é, verdadeiramente, um deslocamento de fluidos miscíveis (Nielsen & Biggar, 1962, Kirkham & Powers, 1972). Atualmente, 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).

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 a 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.

O fósforo é transportado no solo, predominantemente por difusão. A quase totalidade do escoamento ocorre através dos espaços interagregados, considerado região de solução móvel, onde ocorre a dispersão hidrodinâmica do soluto, devida ao escoamento errático dos fluidos no meio poroso, conhecida como dispersão longitudinal. Esta difere daquela distribuição de íons devido a sua movimentação ao acaso em função da sua energia cinética

(difusão), essencial para o transporte na região de solução imóvel (intra-agregado), por não depender da concentração do soluto.

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  $C/Co = 0,5$ .

O fósforo pode ser deslocado até a zona de maior concentração de raízes ativas, aplicando-se uma lâmina de deslocamento da solução nutritiva baseada no número de volume de poros contidos no volume de solo com menor distribuição de raízes, considerando o fator de retardamento.

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

Para determinação do R realizou-se um experimento, com duas repetições, em 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 coletador 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 (Figura 1).

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. Depois de atingido este escoamento aplicou-se um pulso de  $KH_2PO_4$   $0,0032 \text{ mol L}^{-1}$  ( $C_o$ ), substituindo a solução anterior,  $t = 0$ , isto é, início do deslocamento.

O coletor de fração 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 fósforo no efluente, colorimetricamente, após formação do complexo fosfomolibdico reduzido. 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.

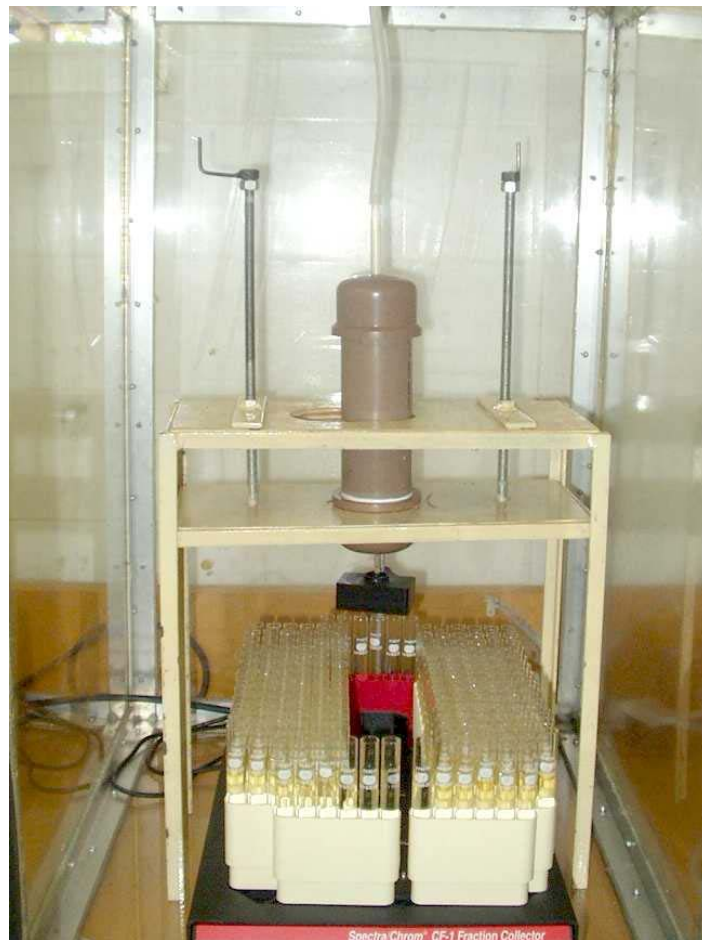


Figura 1. Detalhe da câmara de vácuo, contendo o coletador automático de frações e a coluna de eluição.

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%. O fator de retardamento para fósforo ( $R$ ), mostrado no Quadro 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 = 85 %, silte = 7 % e argila = 8 %), com predominância de caulinita na fração argila, ocorreu interação entre o fósforo e os colóides demonstrada pelo fator de retardamento, em média 2,66 VP (Quadro 1), indicando que, no solo estudado, é necessário aplicar um volume de 2,66 VP, além da lâmina de irrigação a ser aplicada, para compensar o retardamento do fósforo em relação à frente de avanço da solução no solo. O transporte de fósforo no solo está relacionado com o tamanho dos agregados, sendo mais fácil

naqueles de menor tamanho, 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.

O fator de retardamento obtido será usado para subsidiar o manejo de irrigação usado nos tratamentos de fertirrigação dos experimentos de campo.

**Quadro 1. Modelos de regressão ajustados, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e fator de retardamento para um solo cultivado com videiras irrigadas por microaspersão**

Regressão	$R^2$	Fator de Retardamento
$\hat{y} = 0,1382 - 0,0382VP + 0,0516VP^2$	0,8037	3,04
$\hat{y} = 0,4253 + 0,4907VP - 0,0374VP^2$	0,9507	2,28
<b>Média</b>		<b>2,66</b>

#### Literatura Citada

- ARAUJO, C.A.S. Movimento de fósforo e macronutrientes catiônicos em diferentes classes de agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997. 126 p. (Tese de Doutorado).
- 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 distrófico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 24-30, 2003.
- BURT, C.; CONNOR, K.; RUEHR, T. Fertirrigation. San Luis Obispo: Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University, 1995. 295p. il.
- 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.
- 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.