

## Fluxo difusivo do fósforo em solo arenoso adubado com esterco bovino<sup>(1)</sup>.

Priscila Alves Lima<sup>(2)</sup>; Ignacio Hernan Salcedo<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

<sup>(2)</sup> Engenheira Agrônoma, Programa Nacional de Pós-Doutorado; Centro de Ciências agrárias-Universidade Federal da Paraíba-(CCA-UFPB), Areia-PB; pripil@gmail.com; <sup>(3)</sup> Pesquisador e Diretor INSA; Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande-PB ignaciohsalcedo@gmail.com.

### RESUMO:

O experimento foi realizado no Laboratório de Fertilidade de solo da Universidade Federal de Pernambuco com o objetivo de avaliar o fluxo difusivo do fósforo em solo arenoso adubado com esterco bovino. Foram utilizadas 3 camadas de solo 0-20; 20-40 e 40-60 em 3 repetições. Para avaliação do fluxo difusivo, utilizou-se fitas impregnadas com ferro, em que foram inseridas nas amostras de solo. A estimativa da difusão foi realizada pela quantificação de fósforo adsorvido pelas fitas. O fluxo difusivo foi maior na camada de 0-20 cm, devido ao menor teor de argila.

**Termos de indexação:** dessorção e fluxo difusivo.

### INTRODUÇÃO

A difusão é o principal mecanismo de transporte do fósforo no solo, sendo influenciada por vários fatores, tais como a interação fósforo colóide no solo, o teor do elemento, o conteúdo volumétrico de água no solo e a distância a ser percorrida até as raízes. Estudos têm demonstrado que o cátion acompanhante pode determinar a maior ou menor mobilidade do P (Costa et al., 2009).

O fluxo difusivo de fósforo no solo tem sido estimado utilizando a resina de troca iônica e pelo uso de papel filtro impregnado ferro (Van der Zee et al., 1987; Menon et al., 1989).

O teor de argila é um dos fatores que mais contribuem para a adsorção de P no solo (Silva et al., 2008). Além da argila a sua constituição tem grande relevância pela energia de ligação entre o P e da fração adsorvente. (Motta et al., 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o fluxo difusivo de P em solo arenoso adubado com esterco bovino.

### MATERIAL E MÉTODOS

O solo, classificado como Neossolo Regolítico, foi coletado em três camadas (0-20; 20-40 e 40-60 cm) em campo cultivado com batata (*Solanum tuberosum*) e erva-doce (*Pimpinella anisum*), em sistema de consórcio, normalmente sendo um leirão de erva-doce para cinco leirões de batata, localizado município de Esperança, Paraíba-PB.

Historicamente, este campo vinha recebendo adubação com esterco bovino por um período de 40 anos, no entanto, com doses variando entre 8 e 12 t ha<sup>-1</sup>, em função da disponibilidade deste insumo. As propriedades físicas e químicas do solo (Tabela 1) foram determinadas conforme (Embrapa, 1997; Embrapa 1999; Schwertmann, 1964; Mckeague, j& day, 1966).

O solo foi seco ao ar, passado em peneira de 2 mm, e em seguida, três amostras de solo de cada camada foram separadas para realizar o processo de dessorção de P com fitas de papel impregnadas com ferro (Fe) para a obtenção da cinética de dessorção (van der Zee et al., 1987), segundo metodologia descrita por Menon et al. (1989).

Resumidamente para avaliação da dessorção de P nos solos foi utilizado papel filtro de 11 cm de diâmetro, imerso em solução de cloreto férrico (FeCl<sub>3</sub>) contendo 100 g L<sup>-1</sup> por 20 segundos e depois pendurados para secar por 1 hora a temperatura ambiente. Em seguida, a folha foi transferida para uma solução de hidróxido de amônio (NH<sub>4</sub>OH) a 15% de amônia (NH<sub>3</sub>) em que recebeu o gás liberado em período de 2,5 minutos para cada face e, posteriormente, o que causou a imediata mudança da cor do papel, de amarelo para marrom-avermelhado, indicando a formação de hidróxido de ferro colocado para secar por 24 horas a temperatura ambiente. Em seguida, os filtros foram lavados com água deionizada, para retirar o excesso de sais e depois colocada para secar. De cada filtro, obtiveram-se, fitas de 6 cm de comprimento por 1 cm de largura, com auxílio de uma guilhotina.

O fósforo adsorvido pelas fitas de Fe foi extraído pela agitação de 30 mL de água deionizada + 3 g solo e 4 fitas em cada tubo, em período de 1; 7; 22; 28; 43; 52; 67 e 72 h. Após lavadas, as fitas foram transferidas para o tubo de centrifuga, contendo 30 mL de solução sulfúrica (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) a 0,2 mol L<sup>-1</sup>, sendo agitado por 24 horas. Em seguida, determinou o P pelo método de Murphy e Riley (1962).

A partir dos dados obtidos nos ensaios de dessorção de P com fitas de Fe, os parâmetros da cinética de dessorção P<sub>in</sub> e k<sub>d</sub> foram estimados segundo a equação 1 utilizando o programa SigmaPlot 11.

$$P_d = P_{in} \left[ 1 - e^{(-k_d t)} \right] \quad (1)$$

Em que:  $P_d$  = fósforo dessorvido ( $\text{mg kg}^{-1}$ );  $P_{in}$  = dessorção máxima de fósforo ( $\text{mg kg}^{-1}$ );  $k_d$  = taxa de dessorção ( $\text{h}^{-1}$ );  $t$  = tempo (h). A estimativa da difusão (fluxo difusivo) foi realizada pela quantificação do fósforo adsorvido nas fitas impregnadas com Fe ( $P_{in}$ ), que correspondeu ao P que atingiu as fitas em período de 72 horas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Fluxo difusivo do fósforo

As quantidades de fósforo adsorvidas nas fitas-Fe fornecem uma estimativa da difusão (fluxo difusivo). De modo geral, o fluxo difusivo de fósforo variou em cada camada (**Tabela 2**). Analisando-se as camadas em relação ao fluxo difusivo deste elemento, percebe-se que os valores obtidos nas camadas mais profundas foram inferiores àqueles encontrados na camada superior. A velocidade da reação (constante de dessorção ( $k_d$ )) para a camada superior foi maior em relação as outras camadas.

Os menores fluxos difusivos de fósforo no solo foram para os solos com maior teor de argila o que pode ser explicado, em parte, pela sua maior capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP). Os óxidos de ferro e de alumínio têm importante papel no processo de adsorção de fósforo. Os solos arenosos apresentam teores de  $\text{Fe}_{\text{ox}}$  e de  $\text{Al}_{\text{ox}}$  inferiores aos dos solos argilosos, o que pode explicar o maior fluxo difusivo de fósforo nos solos arenosos.

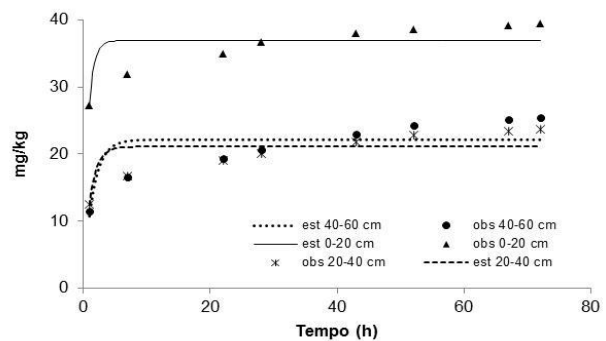
Ruiz et al. (1988) mencionam o fato de a concentração de fósforo na solução do solo decrescer devido sua adsorção em solos com maiores teores de argila e de óxidos de ferro e de alumínio. Além da quantidade de argila, sua constituição mineralógica é de vital importância na adsorção de fósforo pelos solos, justificado pela energia de ligação entre o P e a fração adsorvente (Motta et al., 2002).

**Tabela 2.** Parâmetros da cinética de dessorção de fósforo no solo nas camadas 0-20, 20-40 e 40-60 cm

camadas	$P_{in}$	$k_d$
cm	$\text{mg kg}^{-1}$	$\text{h}^{-1}$
0-20	$39,9 \pm 0,7$	$1,4 \pm 0,2$
20-40	$21,1 \pm 0,5$	$0,9 \pm 0,2$
40-60	$22,2 \pm 0,8$	$0,7 \pm 0,2$

$P_{in}$  – fósforo dessorvido máximo;  $k_d$  – constante de dessorção.

O fósforo contido nos solos das três camadas apresentou uma cinética de dessorção rápida na fase inicial, tornando-se lenta ao longo do tempo, mantendo-se constante ao final da reação (**Figura 1**).



**Figura 1.** Cinética de dessorção de P com  $P_{fitas}$ . Média de três repetições.

A quantidade de fósforo extraído pelas fitas-Fe aumenta exponencialmente com o aumento do tempo em todas as camadas amostradas, principalmente na de 0-20 cm (**Figura 1**). Esse comportamento se deve ao fato de o fósforo ser adsorvido pelos óxidos de ferro e alumínio que contêm menor quantidade nesta camada.

## CONCLUSÕES

O fluxo difusivo e a constante de dessorção foram maiores na camada superior (0-20 cm).

## AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa e o CNPq pelos recursos obtidos para realização do trabalho.

## REFERÊNCIAS

COSTA, J. P. V.; BASTOS, A. L.; REIS, L. S.; MARTINS, G. O.; SANTOS, A. F. Difusão de fósforo em solos de Alagoas influenciado por fontes do elemento e pela umidade. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 22, p. 229-235, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

McKEAGUE, J. A.; DAY, J. H. Dithionite and oxalate-extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. **Can. J. Soil Sci.**, 46: 13-22, 1966.

MENON, R. G; HAMMOND, L. L.; SISSING, H. A. Determination of plant-available phosphorus by the iron hydroxide impregnate filter paper (Pi) teste. *Soil Science Society of America Journal*, 1:110-115, 1989.

MOTTA, P.E.F.; CURTI, N; SIQUEIRA, J.O.; RAIJ, B.V; FURTII NETO, A.E. & LIMA, J.M. Adsorção e Formas de Fósforo em Latossolos: Influência da Mineralogia e Histórico de Uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 26:349-359, 2002.

MURPHY, J.; J. P. RILEY. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural water. **Analytica Chimica Acta**, 27, 31-36, 1962.

RUIZ, H.A.; FERNANDES, B.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H. Efeito do conteúdo de água sobre os níveis críticos de fósforo em dois latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 12:43-48, 1988.

SCHWERTMANN, U. **Differenzierung der eisen oxide des bodens durch extraktion unit saurer ammoniumoxalat-losung**. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenkd*, 105: 194-202, 1964.

SILVA, S.R.; BARROS, N.F.; SOUZA, C.M. Fluxo difusivo de fósforo e zinco influenciado pela compactação de dois latossolos. **Revista Ceres**. Viçosa, 55: 619-624, 2008.

VAN DER ZEE, S.E.A.T.M.; FOKKINK, L. G. J.; VAN RIEMSDIJK, W. H. A new technique for assessment of reversibly adsorbed phosphate. **Soil Science America Journal**. 51: 599-604, 1987.

**Tabela 1.** Atributos químicos e físicos do Neossolo Regolítico

Atributos	camadas (cm)		
	0-20	20-40	40-60
pH	6,2	5,5	5,5
COT (g kg <sup>-1</sup> )	5,9	3,1	3,5
P <sub>W</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	16,6	7,6	4,8
P <sub>EX</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	45,4	30,4	24,5
P <sub>T</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	173	144	149
Fe <sub>OX</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	314	454	702
Al <sub>OX</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	149	209	354
D <sub>s</sub> (g cm <sup>-3</sup> )	1,47	1,49	1,44
D <sub>p</sub> (g cm <sup>-3</sup> )	2,64	2,64	2,64
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	892	881	827
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	90	93	99
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	18	26	74
Textura	Areia	Areia	Areia franca

COT – carbono orgânico total;; P<sub>W</sub> - fósforo extraído em água; P<sub>EX</sub> - fósforo extraído em Mehlich-1; P<sub>T</sub> - fósforo total; Fe<sub>OX</sub> – ferro extraído com oxalato de amônio; Al<sub>OX</sub> - alumínio extraído com oxalato de amônio; D<sub>S</sub> – densidade do solo; D<sub>P</sub> – densidade da partícula.