

Fluxo difusivo de fósforo sob influência de fontes fosfatadas em Latossolo Vermelho Distrófico

Phosphorus diffusive flow under the influence of phosphate sources in Dystrophic Red Latosol (Oxisol)

*Gustavo Ferreira de Sousa¹; Maila Adriely Silva¹; Júlia Camargos da Costa¹;
Carlos Henrique Eiterer de Souza²; Vanessa Júnia Machado²*

¹ Acadêmicos do curso de Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
E-mail: gustavoferreira_s@hotmail.com; m.adriely@hotmail.com;
juliacamargosdacosta@hotmail.com

² Professores do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
E-mail: carloshenrique@unipam.edu.br ; vanessajm@unipam.edu.br

Resumo: Devido ao fósforo apresentar uma dinâmica diferenciada em relação a outros elementos presentes no solo e ser influenciado diretamente pelo seu método de transporte e dinâmica com os colóides, as placas trocadoras de ânions (PTA) vêm se mostrando grandes aliadas ao seu estudo, visto que consegue assemelhar o fluxo difusivo do fósforo (FDF) no solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o FDF de fontes de fertilizantes fosfatados em função do tempo de contato com o solo. O experimento foi conduzido no laboratório Central de Análise e Fertilidade do Solo - CEFERT pertencente ao UNIPAM, onde o delineamento utilizado foi o DBC constituído de 3 fontes, 3 datas (subparcelas divididas no tempo) e 4 repetições. Os tratamentos utilizados foram: T₁ – Super Fosfato triplo (SPT); T₂ – Super Fosfato triplo revestido por polímeros (SPT-POL); e T₃ - Organomineral (OM), e as datas avaliativas foram 10, 20 e 30 dias após aplicação (DAA). Foram coletadas as amostras de solo nas datas estabelecidas, e realizada a análise FDF pelo método de papel impregnado de óxidos de ferro (Papel-Fe), segundo Menon *et al.* (1988). Quando avaliado o FDF das fontes, aos 10 DAA, verificou-se que a fonte SPT apresentou menor FDF em relação às fontes SPT-POL e OM. Para avaliação do tempo, os dados foram submetidos a ajuste de regressão, mostrando quantidades crescentes de FDF apenas nas fontes SPT-POL e OM, sendo que o SPT apresentou menor fluxo difusivo.

Palavras-chave: Fósforo. Fornecimento. Solo. Adsorção. Fluxo difusivo.

Abstract: Because the phosphorus present a different dynamic compared with other elements in the soil, it is directly influenced by transport method and dynamic with colloids, anion exchangers plaques (AE) have been manifesting great ally to its study, since it can absorb the phosphorus diffusion flow (FDF) on the ground. The purpose of this study was to evaluate the PDF from sources of phosphate fertilizer depending on time of contact with the soil. The experiment was carried out in the Laboratório Central de Análise e Fertilidade do Solo – CEFERT, which belongs to UNIPAM. The experimental design was a RBD (randomized blocks)

with 3 sources, 3 dates and 4 repetitions. The treatments used were: T1 – Triple Superphosphate (TSP); T2 – Triple Superphosphate coated with polymers (TSP-POL); and T3 – Organomineral (OM), and the evaluative dates were 10, 20 and 30 days after the application (DAA). Soil samples were collected on the established date, and FDF analysis performed by the method of impregnated paper iron oxides (FeO paper) by Menon et al., (1988). When the PDF was evaluated from sources, 10 DAA, it was found the TSP showed lower PDF toward the sources TSP-POL and OM. To evaluate the time, the data were submitted to regression adjustment, showing increasing amounts of FDF only in SPT-POL and OM sources, and the SPT showed lower diffusive flux.

Keywords: Supply. Soil. Adsorption. Phosphate Fertilizer.

Introdução

A baixa disponibilidade de fósforo é considerada a principal limitação da produção agrícola em condições tropicais e subtropicais (NOVAIS *et al.*, 2007) e sua quantificação é prática primordial para uma correta adubação. Os fatores do solo que influenciam na disponibilidade desse nutriente para as plantas são a umidade, o teor e mineralogia da fração de argila (BAHIA FILHO *et al.*, 1983) comumente denominado como poder tampão de P.

Associado a esse contexto tem-se a explicação da baixa eficiência na utilização de fertilizantes fosfatados, em que apenas cerca de 20 a 35% do total aplicado é realmente absorvido pelas plantas. Em relação a esse elemento, estima-se que na maioria dos solos exista em média 1.000 kg.ha⁻¹ somente na camada arável, porém, grande parte encontra-se em formas não-lábeis, e, conseqüentemente, não disponível para a planta (BARBER, 1995).

Além disso, seu principal mecanismo de transporte no solo é por difusão, sendo responsável por cerca de 90% do nutriente adquirido pelas plantas. A estimativa de difusão de P nos solos pode ser obtida a partir do fluxo difusivo, ou seja, a relação entre concentração e quantidade absorvida pelas plantas (AZEVEDO *et al.*, 2004).

O fluxo difusivo de fósforo no solo tem sido estimado diretamente pela utilização de papel-filtro impregnado com óxidos de ferro. Havendo uma presença de uma quantidade suficiente de óxido de Fe, a concentração de P na solução pode permanecer baixa para favorecer a dessorção contínua de P do solo (VAN DER ZEE *et al.*, 1987).

Esse método atua na extração de P com uma remoção gradual, contínua e não seletiva do P em solução, com a dessorção do P presente na fase sólida, a difusão mantém o equilíbrio solo/solução. O papel-filtro apresenta grupos funcionais que adsorvem o P da solução e promove a dessorção da fase sólida para o restabelecimento do equilíbrio do elemento com a solução (MENON *et al.*, 1989).

Assim, tratando-se de novas alternativas no emprego de fertilizantes fosfatados, o estudo da dinâmica do nutriente e capacidade de fornecimento para as plantas estão diretamente relacionados. Nessa perspectiva, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a dinâmica de reação e solubilização de Super Fosfato Triplo (SPT), Super Fosfato Triplo Polimerizado (SPT-POL) e Organomineral (OM) em câmaras de fluxo

difusivo de P, avaliados com utilização de Placas de papel filtro impregnado com óxidos de ferro.

Material e Métodos

O experimento foi instalado e conduzido no Laboratório CeFert - Central de Análises de Fertilidade do Solo do UNIPAM, no período de julho a setembro 2013. Foram utilizadas amostras de um Latossolo Vermelho Amarelo de textura argilosa coletado no município de Patrocínio-MG. Depois de coletada, a amostra do solo foi destorroada, homogeneizada, seca ao ar e peneirada em peneira de 2 mm de abertura, a fim de se obter a terra fina seca ao ar (TFSA) para posterior análise química (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados da análise química da amostra de Latossolo Vermelho Amarelo Argiloso utilizado para experimento em câmaras de fluxo difusivo de P em função da aplicação de 1.000 mg.dm⁻³ de P via diferentes fertilizantes por 30 dias.

pH	MOS	P- Rem	P- Me1	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺ +	Al ³⁺ +	H ⁺ Al	SB	t	T	V	m
H ₂ O	dag kg ⁻¹	mg L ⁻¹	--mg dm ⁻³ - -			-----cmol _c dm ⁻³ -----						----	-%----
5,41	4,07	3,54	1,05	6,5 7	0,30	0,1 8	0,0 4	1,00	0,66	0,7 0	1,66	40	6

Extratores: pH em água, K e P-assimilável por Mehlich-1, P-remanescente, teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis extraídos por KCl; acidez potencial por Acetato de Cálcio; matéria orgânica total (MOS) por titulometria, segundo metodologia da Embrapa (2009).

Durante o período experimental (30 dias), os potes foram mantidos com umidade equivalente, controlada a partir do peso. O delineamento adotado foi o em blocos casualizados (DBC) em parcelas subdivididas no tempo, apresentando 3 fontes de fertilizantes fosfatados, 3 tempos (subparcelas) e 4 blocos. Em todos os tratamentos foram aplicados 1.000 mg.dm⁻³ de P₂O₅, em relação aos respectivos tratamentos: T₁ – Super Fosfato Triplo (48% P₂O₅); T₂ – Super Fosfato Triplo revestido por polímeros (41% P₂O₅); e T₃ - Organomineral P (14% P₂O₅).

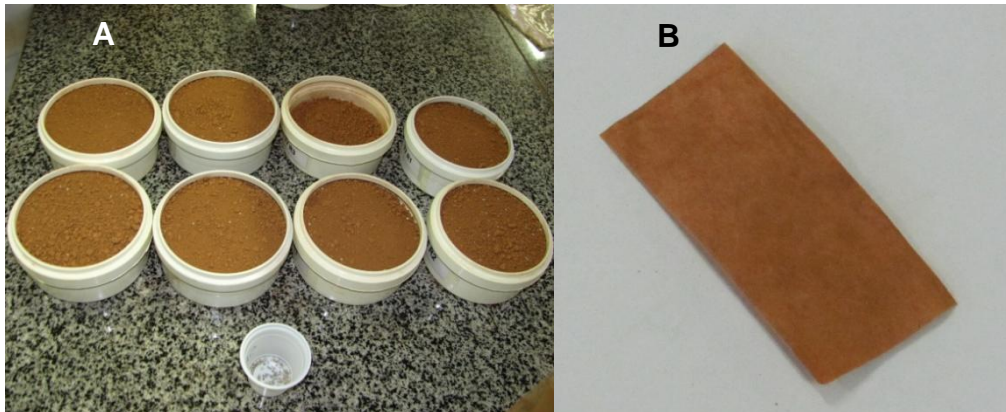
O intervalo de tempo para as determinações com extração de P (subparcelas) foi aos 10, 20 e 30 dias de incubação com placas trocadoras de ânions (PTA). As placas de papel filtro impregnadas de óxidos de ferro foram confeccionadas com 11 cm² e segundo metodologia proposta por Menon *et al.*, (1988) (Figura 1A).

Foram utilizados potes de 0,250 dm³ (Figura 1B) de solo onde foram aplicadas as doses de fertilizantes testados. As câmaras foram preenchidas até a metade de seu volume com o solo, sendo então as PTA dispostas horizontalmente cobrindo-as com o restante do volume misturado aos respectivos tratamentos com adição do fertilizante fosfatado.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância e às épocas de coleta ajustados

modelos de regressão referentes à taxa de solubilização da fonte, ambos utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2000).

Figura 1 - (A) Representação das câmaras preenchidas com solo que foram utilizadas no experimento de fluxo difusivo de fósforo; (B) Resina Trocadora de Ânions confeccionada a partir da metodologia proposta por Menon *et al.*, (1988). UNIPAM, Patos de Minas, MG.



Resultados e Discussão

As análises do fluxo difusivo de fósforo quando avaliados em fontes de fertilizantes fosfatados mostraram interação significativa para as fontes utilizadas em relação ao tempo de avaliação, ou seja, houve um comportamento diferenciado em relação às fontes e os dias avaliados. Na avaliação realizada aos 10 dias após aplicação (DAA) dos tratamentos, foi observado que o tratamento com Super Fosfato Triplo (SPT) não diferiu das demais fontes, porém quando avaliado nas datas de 20 e 30 DAA, houve diferença significativa entre as fontes (Tabela 1), mostrando que o SPT propiciou menor fluxo difusivo que o Super Fosfato Triplo Polimerizado (SPT-POL) e o Organomineral (OM). Isso ocorre devido ao SPT ser um fertilizante solúvel e não apresentar um complexo restritivo à sua liberação, como a proteção gerada pelo polímero do SPT POL.

Segundo Gonçalves *et al.* (1985), fertilizantes fosfatados solúveis, como o SPT, apresentam cerca de 90% de sua liberação nos primeiros momentos de contato com o solo, com isso, a adsorção de P apresenta a formação de P-não lábil, que não se encontra em equilíbrio com a solução, e conseqüentemente não fazendo parte do fluxo de difusão do elemento. Fato também afirmado por Reddy *et al.* (2005), que defendem que a adsorção é um processo que ocorre logo após a adição do fósforo do solo.

Para o tratamento com OM, Iyamuremye *et al.* (1996), afirmam que, com a adição de material orgânico nos solos, há uma redução da adsorção do elemento, visto que o material orgânico em decomposição favorece a liberação de OH⁻, o qual compete com os íons fosfatos pelos sítios e adsorção. Fato esse que corrobora com Tirloni *et al.* (2009), que também afirmam que um incremento na fração de matéria orgânica no solo pode promover a formação de complexos que diminuem a fixação de P, bloqueando os sítios de adsorção na superfície dos óxidos de ferro e alumínio.

Tabela 2 - Valores médios de P disponível extraído por fluxo difusivo de P em placas trocadoras de ânions (PTA) após incubação de 1.000 mg dm⁻³ de P via diferentes fertilizantes fosfatados aos 10, 20 e 30 dias de incubação em potes com 0,250 dm³ de amostras de Latossolo Vermelho Amarelo argiloso. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2015.

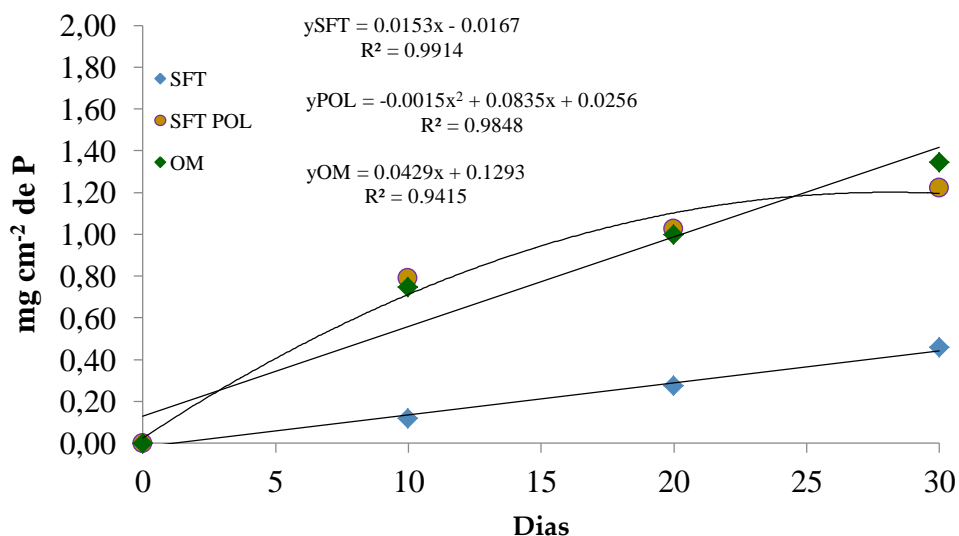
Fontes ¹	Dias		
	10	20	30
	mg.cm ⁻² de P		
SFT	0.118bA*	0.158bA	0.182bA
SFT POL	0.789aA	0.237bB	0.196bB
OM	0.746aA	0.253bB	0.346abB
DMS _{Fontes} = 0,2167		CV _{Fonte} (%) = 24,45	
DMS _{Dias} = 0,1654		CV _{Tempo} (%) = 33,11	

¹Fertilizantes: SFT- Super Fosfato triplo 2mm; Super Fosfato triplo revestido por polímeros 2mm; OM- Organomineral 14 % de P.

*Valores seguidos por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Tukey a 0,05 de significância.

Quando avaliada a taxa de solubilização em decorrência do tempo, todos os tratamentos obtiveram um acréscimo do fluxo difusivo de fósforo, sendo os dados ajustados ao modelo de regressão (Figura 2). Isso é explicado devido ao aumento do tempo de contato do fertilizante com o solo, em que conseqüentemente há uma maior liberação do elemento no fluxo difusivo.

Figura 2 - Modelos ajustados para a taxa de Fluxo difusivo de P em placas de troca aniônica enterradas após incubação de 1.000mg dm⁻³ de P via diferentes fertilizantes fosfatados aos 10, 20 e 30 dias de incubação em potes com 0,250 dm³ de amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Argiloso. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2015.



Conclusão

O SPT convencional propicia menor fluxo difusivo de fósforo em relação às demais fontes. A adição de complexos aos fertilizantes ocasiona maior taxa de fluxo difusivo de fósforo.

Referências

- AZEVEDO, W.R.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.C. Disponibilidade de fósforo para o arroz inundado sob efeito residual de calcário, gesso e esterco de curral aplicados na cultura do feijão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, p.995-1004, 2004.
- BAHIA FILHO, A. F. C.; BRAGA, J. M.; RESENDE, M.; RIBEIRO, A. C. Relação entre adsorção de fósforo e componentes mineralógicos da fração argila de Latossolos do Planalto Central. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 7, n. 3, p. 221-226, set./dez. 1983.
- BARBER, S.A. *Soil Nutrient Bioavailability. A mechanistic approach*. New York: Wiley & Sons, 1995. 414 p.
- EMBRAPA. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009.
- FERREIRA, D. F. *Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas*. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.
- GONÇALVES, J. L. M.; FIRME, D. J.; NOVAIS, R. F.; RIBEIRO, A. C. Cinética de adsorção de fósforo em solos de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.9, n.2, p.107-111, 1985.
- IYAMUREMYE, F.; DICK, R. P.; BAHAM, J. Organic amendments and phosphorus dynamics: phosphorus chemistry and sorption. Oregon State University Agric . Stn. Technical Paper. Nº 10599. *Soil Science*. V. 161. P. 426 435. 1996.
- MENON, R. G.; CHIEN, S. H.; HAMMOND, L. L. The Pi soil test: a new approach to test for phosphorus. IFDC Handbook, IFDC, *Muscle Shoals: Alabama, USA* 10p. 1988.
- NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. ; FONTES, R. L. F. ; CANTARUTTI, R. B. ; NEVES, J. C. L. . *Fertilidade do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v. 1. 1017 p.
- REDDY, K. R.; WETZEL, R. G.; KADLEC, R. H. Biogeochemistry of phosphorus in wetlands. In: SIMS, J. T. *et al*. Phosphorus: agriculture and the environment. Madison:

American Society of Agronomy, 2005. p. 263-316.

TIRLONI, C.; VITORINO, A.C.T.; NOVELINO, J.O.; TIRLONI, D.; COIMBRA, D.S. Disponibilidade de fósforo em função das adições de calagem e de um bioativador do solo. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, p.977-984, 2009.

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 Society of America Journal*, v.51, n.3, p.599-604, 1987.