

NOTAS CIENTÍFICAS

EFEITOS DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E DA CALAGEM SOBRE A ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO¹

JOSÉ FLAVIO DYNIA² e OTÁVIO ANTÔNIO DE CAMARGO³

RESUMO- Avaliou-se o efeito da aplicação sequencial de fósforo (como adubação de manutenção), e de fósforo + calcário, sobre parâmetros de adsorção de fósforo de um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso de cerrado. Foram aplicados 1.530 kg do P_2O_5 /ha e 5,5 t/ha de calcário ao longo de 17 cultivos alternados de arroz (5), feijão (6), trigo (4) e milho (2), realizados num período de seis anos e meio. O P foi aplicado parceladamente, na dose de 90 kg P_2O_5 /ha por cultivo e o calcário, em duas vezes: 2,5 t/ha antes do primeiro cultivo e 3,0 t/ha entre o nono e o décimo cultivos. Os tratamentos com adubação fosfatada e adubação fosfatada mais calagem reduziram significativamente a capacidade máxima de adsorção de fósforo do solo, mas não afetaram a energia de ligação fósforo-solo.

THE EFFECTS OF PHOSPHORUS AND LIME APPLICATION UPON PHOSPHORUS ADSORPTION IN A DARK-RED LATOSOL (OXISOL)

ABSTRACT- The effect of sequential applications of phosphorus, and phosphorus + lime, upon phosphorus adsorption parameters of a "cerrado" Dark-Red Latosol (Oxisol) was evaluated. The phosphorus (1,530 kg P_2O_5 /ha) and the lime (5.5 t/ha) were applied along a series of seventeen alternate crops - rice (5), bush-bean (6), wheat (4) and corn (2) - during a six and half-year period. Phosphorus was split-applied at a rate of 90 kg P_2O_5 /ha per crop. Lime was applied twice: before the first crop (2.5 t/ha), and between the ninth and the tenth crops (3.5 t/ha). Both phosphorus and phosphorus plus lime treatments significantly reduced the soil maximum adsorption capacity for P, but did not affect the P-soil retention energy.

Os latossolos argilosos em geral apresentam alta capacidade de adsorção de fósforo, e conseqüentemente requerem intensas adubações fosfatadas para que o teor de fósforo disponível se mantenha em níveis adequados ao desenvolvimento das plantas. Sabe-se que maciças aplicações de adubo fosfatado, feitas de uma só vez, causam redução da capacidade de adsorção de fósforo desses solos, e que esse efeito pode durar por vários anos (Younge

¹ Acceto para publicação em 13 de fevereiro de 1997.

Extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor, apresentada à ESALQ/USP. Trabalho desenvolvido com bolsa do CNPq.

² Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (CNPMA), Caixa Postal 69, CEP 13820-000 Jaguariúna, SP.

³ Eng. Agr., Ph.D., Instituto Agronômico de Campinas, Seção de Pedologia, Caixa Postal 28, CEP 13001-970 Campinas, SP. Bolsista do CNPq.

& Plucknett, 1966; Barrow, 1974). Adubações fosfatadas seqüenciais, em doses normalmente usadas na lavoura, possivelmente, têm efeito semelhante, a longo prazo. Todavia, são poucas as informações de pesquisas que sustentem essa hipótese. A calagem, sabe-se também, contribui para reduzir a capacidade de adsorção de fósforo dos solos (Smyth & Sanchez, 1980).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de longo prazo da adubação fosfatada de manutenção e dessa associada à calagem, sobre parâmetros relativos à capacidade de adsorção de fósforo de um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso de cerrado.

Foram utilizadas amostras de solo que havia sido cultivado durante seis anos e meio, alternadamente, com arroz (cinco cultivos), feijão (seis cultivos), trigo (quatro cultivos) e milho (dois cultivos). As amostras, compostas, foram coletadas nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm, dois anos após o último cultivo, nas parcelas correspondentes aos seguintes tratamentos: testemunha - T; adubação fosfatada de manutenção - P (90 kg P₂O₅/ha por cultivo); adubação fosfatada de manutenção mais calagem - PCa (90 kg P₂O₅/ha por cultivo + 5,5 t/ha de calcário). A calagem foi feita com calcário dolomítico, aplicando-se 2,5 t/ha antes do primeiro cultivo e 3,0 t/ha entre o nono e o décimo cultivos. Algumas características químicas e físico-químicas das amostras, determinadas segundo procedimentos descritos por Camargo et al. (1986), constam na Tabela 1. Para cada amostra estabeleceu-se uma isoterma de adsorção de fósforo, a qual foi ajustada à equação de Freundlich ($Y = AX^{1/n}$). Nessa equação, A e n são parâmetros sem significado físico-químico, mas que se correlacionam estreitamente com a capacidade máxima de adsorção de fósforo e com a constante de afinidade fósforo-solo, respectivamente (Mead, 1981). Os valores dos parâmetros A e n, estimados por meio de análise de regressão não-linear dos dados experimentais, foram comparados pelo teste de significância dos intervalos de confiança a 95% (Steel & Torrie, 1960).

TABELA 1. Algumas características químicas e físico-químicas do Latossolo Vermelho-Escuro nos diferentes tratamentos após dezessete cultivos com arroz (5), feijão (6), trigo (4) e milho (2).

Tratamentos ¹	pH (1:2,5)		PCZ	Trocáveis				M.O.	P disp.
	Água	KCl 1N		Ca	Mg	K	Al		
	-----cmol(+)/kg-----						%	mg/kg	
	Camada 0-20 cm								
T	5,3	4,5	3,7	0,6	0,4	0,14	0,2	2,5	8
P	5,4	4,6	3,5	1,0	0,4	0,29	0,1	2,6	26
PCa	5,8	4,5	3,5	1,5	0,5	0,31	0,4	2,5	25
	Camada 20-40 cm								
T	5,2	5,0	3,8	0,4	0,2	0,04	0,1	1,9	6
P	5,3	5,1	3,8	0,6	0,2	0,05	0,2	2,0	8
PCa	5,5	5,0	3,8	1,1	0,3	0,06	0,4	1,9	7

¹ T = testemunha; P = adubação fosfatada (90 kg P₂O₅/ha por cultivo); PCa = adubação fosfatada (90 kg P₂O₅/ha por cultivo) + calagem (5,5 t/ha).

As equações das isotermas de adsorção de fósforo obtidas nos diferentes tratamentos e os intervalos de confiança dos valores dos parâmetros de cada uma, encontram-se na Tabela 2. Verifica-se, pela comparação dos dados da testemunha com os dos dois outros tratamentos, que a aplicação sequencial de fósforo (tratamento P), representada pelas adubações de manutenção feitas a cada cultivo, resultou em redução da capacidade de adsorção de fósforo do solo (parâmetro A), tanto na camada de 0-20 cm quanto na de 20-40 cm. Efeito semelhante foi verificado com a aplicação sequencial de fósforo associada à calagem (tratamento PCa). Vê-se, por outro lado, que os valores estimados do parâmetro n das equações foram estatisticamente iguais ($p < 0,05$), indicando que nesse nível de significância os tratamentos não modificaram o valor da constante de afinidade fósforo-solo. A redução da capacidade de adsorção de fósforo observada na camada de 20-40 cm, pode ser consequência indireta da adubação e da calagem da camada arável, bem como do provável aumento da atividade microbiana e da produção de ânions orgânicos, como citrato, oxalato, malato e tartarato, os quais são eficientes em reduzir a capacidade de adsorção de fósforo dos solos (Nagarajah et al., 1968, 1970; Lopez-Hernandez et al., 1979; Kafkafi et al., 1988). Esses ânions, sendo lixiviados da camada arável, podem ter contribuído para a inativação de sítios de adsorção de fósforo na camada de 20-40 cm.

A influência da adubação fosfatada e da calagem na redução da capacidade de adsorção de fósforo de solos ácidos muito intemperizados foi constatada por diversos pesquisadores, principalmente em experimentos em casa de vegetação, como o conduzido por Smyth & Sanchez (1980), com um Latossolo de cerrado com características semelhantes às do usado neste

TABELA 2. Equações das isotermas de adsorção de fósforo para o Latossolo Vermelho-Escuro ajustadas ao modelo de Freundlich ($Y = AX^{1/n}$), valores de coeficiente de correlação (R) e limites inferior (LI) e superior (LS) dos intervalos de confiança a 95% dos parâmetros A e n.

Tratamentos ¹	Equação	R	A		n	
			LI	LS	LI	LS
Camada 0-20 cm						
T	$Y=301X^{1/3,62}$	0,98*	283	319	2,97	4,27
P	$Y=242X^{1/3,51}$	0,98*	218	267	2,61	4,42
PCa	$Y=227X^{1/3,36}$	0,99*	212	243	2,85	3,87
Camada 20-40 cm						
T	$Y=386X^{1/3,97}$	0,99*	377	396	3,67	4,27
P	$Y=336X^{1/3,57}$	0,97*	310	363	2,64	4,50
PCa	$Y=360X^{1/4,51}$	0,99*	350	371	4,10	4,92

¹ T = testemunha; P = adubação fosfatada (90 kg P₂O₅/ha por cultivo); PCa = adubação fosfatada (90 kg P₂O₅/ha por cultivo) + calagem (5,5 t/ha).

* Significativo a 1%, pelo teste t.

trabalho. Barrow (1974) verificou que adubo fosfatado aplicado a campo três anos antes, em doses únicas equivalentes a 100 e 200 kg/ha de P, reduziu a capacidade de adsorção de fósforo de solos da Austrália. Os resultados do presente trabalho demonstram que também a aplicação continuada de fósforo, em doses agronomicamente viáveis, causa, com o passar do tempo, redução da capacidade de adsorção de fósforo de solos de alta capacidade de "fixação" desse elemento, como os latossolos argilosos de cerrado, o que pode levar a uma diminuição das necessidades de adubação fosfatada desses, à medida que são cultivados intensivamente e recebem freqüentes aplicações de fósforo.

REFERÊNCIAS

- BARROW, N. Effect of previous additions of phosphate on phosphate adsorption by soils. *Soil Science*, Baltimore, v.118, n.2, p.82-89, 1974.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas*. Campinas: Instituto Agronômico, 1986. 94p. (IAC. Boletim Técnico, 106).
- KAFKAFI, U.; BAR-YOSEF, B.; ROSENBERG, R.; SPOSITO, G. Phosphorus adsorption by kaolinite and montmorillonite: II. Organic anion competition. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.52, n.6, p.1585-1589, 1988.
- LOPEZ-HERNANDEZ, D; FLORES, D.; SIEGERT, G.; RODRIGUES, J.V. The effect of some organic anions on phosphate removal from acid and calcareous soils. *Soil Science*, Baltimore, v.128, n.6, p.321-326, 1979.
- MEAD, J.A. A comparison of the Langmuir, Freundlich and Temkin equations to describe phosphate adsorption properties of soils. *Australian Journal of Soil Research*, Melbourne, v.19, n.4, p.333-342, 1981.
- NAGARAJAH, S.; POSNER, A.M.; QUIRK, J.P. Competitive adsorption of phosphate with polygalacturonate and other organic anions on kaolinite and oxide surfaces. *Nature*, London, v.228, n.5266, p.83-85, 1970.
- NAGARAJAH, S.; POSNER, A.M.; QUIRK, J.P. Desorption of phosphate from kaolinite by citrate and bicarbonate. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.32, n.4, p.507-510, 1968.
- SMYTH, T.J.; SANCHEZ, P.A. Effects of lime, silicate and phosphorus application to an Oxisol on phosphorus sorption and ion retention. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.44, n.3, p.500-505, 1980.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics with special reference to the biological sciences*. New York: McGraw-Hill, 1960. 481p.
- YOUNGE, O.R.; PLUCKNETT, D.L. Quenching the high phosphorus fixation of Hawaiian latosols. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v.30, n.5, p.653-655, 1966.