

# NOTAS CIENTÍFICAS

## RETENÇÃO DE NITRATO NUM SOLO DE CARGA VARIÁVEL, INFLUENCIADA POR ADUBAÇÃO FOSFATADA e CALAGEM<sup>1</sup>

JOSÉ FLAVIO DYNIA<sup>2</sup> e OTÁVIO ANTÔNIO DE CAMARGO<sup>3</sup>

**RESUMO** - O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de fósforo e de calcário sobre a capacidade de retenção de nitrato (CRN) de um solo de carga variável. Entre 1982 e 1989, um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso de cerrado foi cultivado com milho, trigo, arroz e feijão (2, 4, 5 e 6 cultivos, respectivamente), recebendo adubação fosfatada (total de 1530 kg/ha de  $P_2O_5$ ; 90 kg/ha por cultivo) ou adubação fosfatada+calagem (5,5 t/ha de calcário dolomítico: 2,5 e 3,0 t/ha em 1982 e 1985, respectivamente). Testes realizados em amostras coletadas em 1991 mostraram que o solo apresentava CRN negativa (exclusão do nitrato) na camada arável (0-20 cm), e positiva e crescente com a profundidade, nas camadas subjacentes. Os tratamentos diminuíram a CRN original do solo na camada de 20-60 cm, sendo esse efeito mais intenso no tratamento com calagem. A adubação fosfatada e, especialmente, a calagem, exerceram considerável efeito residual sobre a capacidade de retenção de nitrato do latossolo estudado.

NITRATE RETENTION IN A VARIABLE-CHARGE SOIL,  
AS INFLUENCED BY PHOSPHATE FERTILIZING AND LIMING

**ABSTRACT** - The effects of phosphorus application, and liming, were evaluated as affecting the nitrate retention capacity (NRC) of a variable charge soil. A clayey Dark-Red Latosol (Oxisol) from the "cerrado" region was planted with corn, wheat, rice and dry bean (2, 4, 5 and 6 crops, respectively) between 1982 and 1989. In this period the soil was treated with phosphate (1530 kg/ha of  $P_2O_5$ ; 90 kg/ha per crop), or phosphate (1530 kg/ha of  $P_2O_5$ )+lime (5.5 t/ha of dolomitic limestone: 2.5 and 3.0 t/ha, applied in 1982 and 1985, respectively). Soil samples collected in 1991 from plots which had received these treatments, and from one with no treatment, were tested for NRC. The results showed a negative NRC (exclusion of the anion) in the plow layer (0-20 cm), and a positive NRC which increased with depth, in the 20-60 cm layer. Both treatments reduced the original NRC of the soil in the 20-60 cm layer, but the effect of lime was much more pronounced than that of phosphate. Phosphate fertilizing, and, specially, liming, exerted a considerable residual effect on the NRC of the soil.

Os íons nitrato são fortemente repelidos pelas cargas negativas dos colóides do solo. Não sendo retidos na fase sólida do solo, tendem a permanecer na solução e podem ser lixiviados pelas águas de percolação, resultando em perda do N que poderia ser utilizado pelas plantas, e em contaminação de lençóis freáticos e cursos d'água.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 24 de julho de 1998.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (CNPMA), Caixa Postal 69, CEP 13820-000 Jaguariúna, SP. E-mail: dynia@cnpmembrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., Ph.D., IAC, Caixa Postal 28, CEP 13001-970 Campinas, SP. Bolsista do CNPq. E-mail: o.camargo@aigmabbs.com.br

Em solos onde predominam argilas de carga permanente, a capacidade de retenção de nitrato é quase nula. Por outro lado, solos nos quais predominam minerais de carga variável (como é o caso dos latossolos) podem apresentar considerável capacidade de retenção de nitrato. A retenção se deve à presença de cargas elétricas positivas na superfície dos colóides, que possibilitam a adsorção eletrostática do ânion (Singh & Kanehiro, 1969; Kinjo & Pratt, 1971; Black & Waring, 1976; Wong et al., 1990). Nestes solos, a relação entre as cargas positivas e negativas depende, em grande parte, do PCZ (pH no qual as quantidades de cargas positivas e negativas se equivalem). Estando o pH acima do PCZ, as cargas negativas predominam sobre as positivas, e o solo apresenta carga líquida negativa. Contrariamente, estando o pH abaixo do PCZ, as cargas positivas predominam sobre as negativas. Nesse caso a carga líquida é positiva, o que favorece a adsorção de ânions. O mecanismo de retenção retarda a lixiviação do nitrato (Raij & Camargo, 1974; Wong et al., 1987, 1990), possibilitando sua absorção pelas plantas antes que saia da zona radicular. Infere-se, portanto, que essa característica peculiar dos solos de carga variável tem clara importância no que se refere à eficiência e economia da adubação nitrogenada e aos problemas ambientais causados pela contaminação das águas por nitrato.

Diversas práticas de manejo químico – entre elas a calagem, que reduz a acidez e a atividade do  $Al^{3+}$  em solução, e a adubação fosfatada – quase sempre imprescindíveis na exploração agrícola de tais solos, influenciam sua capacidade de adsorção de nitrato. Ambas causam aumento da quantidade de cargas negativas e concomitante redução da quantidade de cargas positivas do solo (Smyth & Sanchez, 1980; Naidu et al., 1990), e podem favorecer a lixiviação do ânion.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de fósforo e de calcário sobre a capacidade de retenção de nitrato de um solo de carga variável. Os tratamentos constaram da aplicação continuada de adubo fosfatado e de adubo fosfatado + calagem a um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso de cerrado, típico solo de carga variável. No período compreendido entre 1982 e 1989 o solo foi submetido a dezessete cultivos alternados com arroz (5), feijão (6), milho (2) e trigo (4), tendo recebido 2,5 e 3,0 t/ha de calcário nos anos de 1982 e 1985, respectivamente, e 90 kg/ha de  $P_2O_5$  a cada cultivo, perfazendo um total de 1.530 kg/ha de  $P_2O_5$  na adubação fosfatada e de 1.530 kg/ha de  $P_2O_5$  + 5,5 t/ha de calcário dolomítico na adubação fosfatada + calagem. Após um período de pousio de cerca de dois anos, determinou-se a capacidade de retenção de nitrato (CRN) do solo. Algumas características químicas e mineralógicas do solo encontram-se na Tabela 1.

Observa-se, pelos resultados obtidos (Tabela 2) que a CRN na camada de 0-20 cm foi negativa. A adsorção negativa do nitrato na camada arável — explicada pela exclusão do ânion da camada difusa do complexo coloidal do solo em razão da alta carga líquida negativa da mesma (Kinjo & Pratt, 1971; Black & Waring, 1976), devido à maior concentração de matéria orgânica nes-

sa camada – indica que a maior parte do nitrato, aplicado como adubo ou liberado nessa camada mediante a mineralização da matéria orgânica, permanecerá na solução do solo e poderá ser facilmente lixiviado. Fica evidente, no entanto, que boa parte do nitrato lixiviado pode ser retida nas camadas de solo localizadas imediatamente abaixo da camada arável, pois verifica-se que nelas a CRN foi positiva e crescente com a profundidade (Tabela 1), à semelhança de resultados obtidos em outros trabalhos (Schalscha et al., 1974; Black & Waring, 1976; Cahn et al., 1992). O aumento da CRN com a profundidade em solos de carga variável deve-se ao maior número de cargas positivas e ao menor teor de matéria orgânica das camadas subsuperficiais, em relação à camada arável (Schalscha et al., 1974; Black & Waring, 1976). Tomando-se como exemplo a testemunha (T), em que o solo apresentou valores de CRN iguais a 0,08 e 0,18 cmol<sub>c</sub>/kg nas camadas de 20-40 e 40-60 cm, respectivamente, verifica-se que, em conjunto, estas duas camadas seriam capazes de reter aproximadamente 70 kg/ha de N.

A adubação fosfatada (P) e a adubação fosfatada+calagem (PCa) reduziram, mas não chegaram a anular, a CRN do solo naquelas camadas (Tabela 1). No tratamento P, o solo ainda seria capaz de reter cerca de 50 kg/ha de N na camada de 20-60 cm, e no tratamento PCa, 23 kg/ha. A comparação entre esses dois tratamentos evidencia um pronunciado efeito aditivo da calagem na redução da CRN do solo, confirmando resultados obtidos em outros trabalhos (Kinjo & Pratt, 1971; Black & Waring, 1976; Toner IV et al., 1989). Por outro lado, indica que a correção do solo teve um importante efeito residual sobre esta característica, pois os testes de adsorção foram realizados seis anos após a última aplicação de calcário.

**TABELA 1. Características químicas e mineralógicas do Latossolo Vermelho-Escuro nas três camadas estudadas (médias de quatro repetições), sob adubação fosfatada (P) e adubação fosfatada + calagem (PCa).**

Tratamento <sup>1</sup>	Granulometria <sup>2</sup>				Óxidos				PH água	KCl pH	MO (g/kg)	
	AG	AF	Si	Arg	-----CDB-----		-----Oxalato-----					
					Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
					g/kg							
T	0-20	210	200	160	430	98	20	2	4	5,3	4,5	25
	20-40	200	200	140	460	101	20	2	4	5,2	4,5	19
	40-60	200	170	100	530	104	19	2	4	5,3	5,0	13
P	0-20	-	-	-	-	-	-	-	-	5,4	4,6	26
	20-40	-	-	-	-	-	-	-	-	5,3	4,5	20
	40-60	-	-	-	-	-	-	-	-	5,4	5,1	13
PCa	0-20	-	-	-	-	-	-	-	-	5,8	5,0	26
	20-40	-	-	-	-	-	-	-	-	5,5	4,9	19
	40-60	-	-	-	-	-	-	-	-	5,4	5,0	14

<sup>1</sup> T: testemunha; P: 90 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por cultivo (total de dezessete cultivos = 1.530 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); PCa: 1.530 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+ 5,5 t/ha de calcário dolomítico.

<sup>2</sup> AG: areia grossa; AF: areia fina; Si: silte; Arg: argila.

**TABELA 2. Capacidade de retenção de nitrato<sup>1</sup> (cmol<sub>c</sub>/kg) do Latossolo Vermelho-Escuro, nas três camadas estudadas (médias de quatro repetições), sob adubação fosfatada (P) e adubação fosfatada + calagem (PCa).**

Tratamento <sup>2</sup>	Camada do solo (cm)		
	0-20	20-40	40-60
T	- 0,01	0,08	0,18
P	- 0,01	0,06	0,13
PCa	- 0,02	0,02	0,06

<sup>1</sup> Determinação segundo Black & Waring (1976); o sinal negativo significa exclusão do ânion.

<sup>2</sup> T: testemunha; P: 90 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por cultivo (total de dezessete cultivos = 1.530 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); PCa: 1.530 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 5,5 t/ha de calcário dolomítico.

## REFERÊNCIAS

- BLACK, A.S.; WARING, S.A. Nitrate leaching and adsorption in a krasnozen from Redland Bay, Qld. II. Soil factors influencing adsorption. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.14, n.2, p.181-188, 1976.
- CAHN, M.D.; BOULDIN, D.R.; CRAVO, M.S. Nitrate sorption in the profile of an acid soil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.143, n.2, p.179-183, 1992.
- KINJO, T. ; PRATT, P.F. Nitrate adsorption: I. In some acid soils of Mexico and South America. **Soil Science Society of America. Proceedings**, Madison, v.35, n.5, p.722-725, 1971.
- NAIDU, R.; SYERS, J.K.; TILLMAN, R.W.; KIRKMAN, J.H. Effect of liming and added phosphate on charge characteristics of acid soils. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.41, n.1, p.157-164, 1990.
- RAIJ, B. van; CAMARGO, O.A. de. Nitrate elution from soil columns of three Oxisols and one Alfisol. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 10., 1974, Moscow. **Transactions...** Moscow: Nauka Publ. House, 1974. v.2, p.385-391.
- SCHALSCHA, E.B.; PRATT, P.F.; DOMEQ, T.C. Nitrate adsorption by some volcanic ash soils of southern Chile. **Soil Science Society of America. Proceedings**, Madison, v.38, n.1, p.44-45, 1974.
- SINGH, B.R.; KANEHIRO, Y. Adsorption of nitrate in amorphous and kaolinitic Hawaiian soils. **Soil Science Society of America. Proceedings**, Madison, v.33, n.5, p.681-683, 1969.
- 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.
- TONER IV, C.V.; SPARKS, D.L.; CARSKI, T.H. Anion exchange chemistry of Middle Atlantic soils: charge properties and nitrate retention kinetics. **Soil Science Society of America. Journal**, Madison, v.53, n.4, p.1061-1067, 1989.
- WONG, M.T.F.; HUGHES, R.; ROWELL, D.L. Retarded leaching of nitrate in acid soils from the tropics: measurement of the effective anion exchange capacity. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.41, n.4, p.655-663, 1990.
- WONG, M.T.F.; WILD, A.; JUO, A.S.R. Retarded leaching of nitrate measured in monolith lysimeters in south east Nigeria. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.38, n.3, p.511-518, 1987.