

# RETENÇÃO DE AMÔNIO EM RELAÇÃO À QUANTIDADE DE FOSFATO ADSORVIDO EM SOLOS LATOSSÓLICOS

Toshiaki Kinjo (1)  
Ronaldo Ivan Silveira (1)  
Paulício K. Kadekaru (1)

## INTRODUÇÃO:

O uso dos fosfatos de amônio nas misturas de adubos de alta concentração proporciona ao agricultor menores custos nas adubações, trazendo assim um crescente emprego destas fórmulas concentradas nos diversos tipos de solos.

É estabelecido que os solos latossólicos com elevado teor de óxidos de ferro e alumínio adsorvem fosfato em grande quantidade. Por outro lado, estes solos sob condições naturais, têm baixa capacidade de reter as bases como  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{NH}_4^+$ , sendo sujeitas a perda pela lixiviação.

Recentes trabalhos feitos por MEKARU & UEHARA (1972) e SCHALSCHA et alii (1972) mostram que a adsorção de fosfato no solo, aumenta consideravelmente a capacidade de troca catiônica do solo. Cada m mole de P adsorvido aumentou a capacidade de troca de cátions de 0,8 e.mg por 100 g de terra (MEKARU & UEHARA, 1972). Isto significa que o uso de adubos fosfatados nos solos latossólicos aumenta sua capacidade de reter bases, reduzindo sua perda pela lixiviação.

O presente trabalho procurou estudar o comportamento de adsorção do fosfato monoamônio nos Latossol Roxo e Latossol Vermelho Escuro-orto.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os solos estudados foram o Latossol Roxo (LR) e o Latossol Vermelho Escuro-orto (LVE-orto), classificados pela Comissão

---

(1) Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», USP, Piracicaba. O terceiro autor era, na época, estagiário do Departamento de Solos e Geologia.

de Solos (1960). As amostras de terra foram coletadas no horizonte B<sub>2</sub> onde a dispersão da argila é menor que no horizonte Ap, procurando com isto evitar possíveis interferências na determinação de adsorção de amônio e fosfato. As amostras de terra foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm (TFSA). Algumas características destas amostras estão no quadro I.

**QUADRO I**- Capacidade de troca catiônica, pH em água e teores de argila, matéria orgânica e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> livre do Latossol Roxo (LR) e do Latossol Vermelho Escuro-orto (LVE-orto) no horizonte B<sub>2</sub>.

Solos	CTC e. mg/100g	pH 1:1	Argila %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> livre, %	Mat. Org. %
LR	3,84	5,3	59,8	21,4	0,39
LVE - orto	11,94	5,6	71,8	13,2	1,15

As amostras de terra foram inicialmente saturadas por amônio da seguinte maneira: transferiu-se 200 g de TFSA para frasco de 500 ml, juntou-se 300 ml de NH<sub>4</sub>OAC 0,5 N e pH 5,0 e agitou-se lentamente. Após uma hora de agitação, renovou-se a solução de NH<sub>4</sub>OAC. Foi repetida esta operação até a suspensão atingir o pH 5,0. A solução de NH<sub>4</sub>OAC foi substituída por 300 ml de NH<sub>4</sub>Cl 0,5 N, pH 5,0, e agitou-se por 15 minutos. Filtrou e lavou a amostra de terra, passando inicialmente 50 ml de água e porções de 50 ml de álcool a 85% até eliminar todo NH<sub>4</sub>Cl, fazendo teste com AgNO<sub>3</sub>.

A amostra de terra foi transferida para uma bandeja e seca ao ar. Outra porção de 200 g de TFSA foi tratada na mesma maneira porém com as soluções de amônio ajustadas ao pH 6,0. Assim foram obtidas as amostras de terra saturadas com NH<sub>4</sub> em 2 níveis de pH para cada solo.

O tratamento com fosfato monoamônio foi feito nas amostras de terra seca ao ar, cuja umidade foi determinada para o cálculo de adsorção. As concentrações de NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> empregadas para os tratamentos foram de 5 níveis diferentes conforme estão

apresentados no quadro II dos resultados. A solução de  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  foi ajustada ao pH 5,0 e pH 6,0 com  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

**QUADRO II-** pH da solução em equilíbrio com amostras de terra, quantidades de  $\text{NH}_4$  e P adsorvido e relação  $\text{NH}_4^+/\text{P}$  adsorvidos nas amostras de pH 5,0 e pH 6,0 do Latossol Roxo, B<sub>2</sub>.

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ <sup>1</sup>		pH equil.	$\text{NH}_4^+$ adsorvido e. mg/100g TFSE	P adsorvido m moles/ 100g TFSE	$\text{NH}_4^+/\text{P}$ e. mg/m mole
$\text{NH}_4^+$ , M	P, M				
pH 5,0 <sup>2</sup>					
0,0108	0,0105	6,3	0,92	1,55	0,59
0,0208	0,0209	6,3	1,95	3,01	0,65
0,0308	0,0314	6,3	2,71	3,91	0,69
0,0408	0,0419	6,2	2,99	4,57	0,66
0,0512	0,0523	6,2	3,50	5,24	0,67
pH 6,0 <sup>2</sup>					
0,0120	0,0126	7,1	0,91	1,92	0,47
0,0236	0,0214	7,0	2,53	2,89	0,88
0,0354	0,0293	6,8	3,52	3,57	0,99
0,0468	0,0387	6,7	4,06	4,20	0,97
0,0582	0,0524	6,7	4,72	5,66	0,84

1 - A composição da solução de  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  usada para adsorção foi variável decorrente do ajustamento de pH da solução.

2 - o pH da amostra de terra saturada com  $\text{NH}_4^+$  no pré-tratamento.

Porções de 20 g de amostra de terra do mesmo pH de cada solo foram colocadas em tubos de centrífuga de 100 ml. Em cada tubo foram adicionados 30 ml de solução de  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  na concentração correspondente ao tratamento. As suspensões foram agitadas por uma hora e centrifugadas. Foram feitas as determinações no líquido sobrenadante do fósforo pelo método vanadomolibdico e do amônio pelo método Kjeldahl. O pH da solução de equilíbrio também foi determinado no líquido sobrenadante.

As quantidades de amônio e fósforo adsorvidas foram calculadas pela diferença da concentração antes do contato com a amostra e na solução em equilíbrio com a terra.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos do experimento encontram-se no quadro II para Latossol Roxo, B<sub>2</sub> e no quadro III para Latossol Vermelho Escuro-orto, B<sub>2</sub>.

**QUADRO III**- pH da solução em equilíbrio com amostras de terra, quantidades de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e P adsorvidas e relação NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/P adsorvidos nas amostras de pH 5,0 e pH 6,0 do Latossol Vermelho Escuro-orto, B<sub>2</sub>.

NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>1</sup>		pH equil.	NH <sub>4</sub> adsorvido e. mg/100g TFSE	P adsorvido m mole/100g TFSE	NH <sub>4</sub> /P e.mg/m mole
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , M	P, M				
pH 5,0 <sup>2</sup>					
0,0108	0,0105	6,5	0,88	1,48	0,60
0,0208	0,0209	6,3	1,87	2,62	0,71
0,0308	0,0314	6,2	2,47	3,42	0,72
0,0408	0,0419	6,1	2,83	3,69	0,77
0,0512	0,0523	6,1	3,18	4,51	0,71
pH 6,0 <sup>2</sup>					
0,0120	0,0126	6,9	0,75	1,79	0,42
0,0236	0,0214	6,8	2,11	2,80	0,76
0,0354	0,0293	6,7	3,06	3,41	0,90
0,0468	0,0387	6,6	3,44	3,78	0,91
0,0582	0,0524	6,6	4,11	4,34	0,95

1 - A composição da solução de NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> usada para adsorção foi variável decorrente do ajustamento de pH da solução.

2 - O pH da amostra de terra saturada com NH<sub>4</sub><sup>+</sup> no pré-tratamento.

Houve um aumento acima de uma unidade nos valores de pH da solução de NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> após contato com as amostras de terra de pH 5,0 e de 0,6 a uma umidade com as amostras de terra de pH 6,0 em ambos os solos estudados. O aumento de pH é uma indicação de que o íon fosfato adsorvido deslocou o grupo -OH exposto na superfície dos colóides do solo, principalmente dos hi-

dróxidos de ferro e alumínio, resultando em elevação de pH da solução. KELLY & MIDGLEY (1943), trabalhando com  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  tratado com níveis crescentes de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  e o pH dos dois componentes ajustado a cerca de 4,9, observaram um aumento de pH de 0,20 para o nível mais baixo e 1,55 para o nível mais elevado de fosfato adicionado. Os autores atribuíram o fenômeno à troca de íon  $\text{OH}^-$  por íon fosfato.

O aumento da concentração dos íons  $\text{OH}^-$  na solução de equilíbrio resultante das trocas iônicas com íons fosfato pode ser mascarada em solos ácidos quando a acidez do solo é maior que a quantidade de íons  $\text{OH}^-$  deslocados pelo fosfato. Neste caso o pH da solução equilíbrio pode ser menor que o da solução de fosfato antes do contacto com a terra. No presente trabalho, as amostras de terras lavadas com as soluções de  $\text{NH}_4\text{OAc}$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$  para eliminar  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{H}^+$  trocáveis e, ao mesmo tempo, ajustadas ao pH 5,0 e pH 6,0. Por isso, a acidez das amostras de terra deve ter sido mínima para afetar o aumento de pH da solução de equilíbrio.

O comportamento dos dois solos estudados, quanto a sua adsorção de amônio e fosfato, foi muito semelhante e pode ser analisado conjuntamente. As quantidades de amônio e fosfato adsorvidas pelas amostras de terra aumentaram proporcionalmente com as concentrações destes íons na solução de saturação e mostraram uma alta correlação positiva de  $r = 0,9$  entre os dois íons adsorvidos para os dois níveis de pH do solo.

Segundo HINGSTON et alii (1967), a adsorção do íon fosfato na superfície dos óxidos de ferro e alumínio é específica e em condições de pH mais alto que o ZPC, cria cargas negativas na superfície, as quais atraem cátions, aumentando dessa maneira adsorção de cátions ou a capacidade de troca de cátions do solo. Os trabalhos feitos por MEKARU & UEHARA (1972) e SCHALSCHA et alii (1972) nos solos de cinza vulcânica e solos latossólicos mostram um aumento da capacidade de troca de cátions na presença de fosfato adsorvido.

A relação entre  $\text{NH}_4^+$  e P adsorvidos foi praticamente constante dentro da mesma faixa de pH de equilíbrio. Quando ocorreu mudança de pH, esta relação foi alterada. No pH de equilíbrio em torno de 6,3, a relação foi de 0,7, enquanto que no pH em torno de 6,8, a relação foi de 0,9 que é válida para as concentrações acima de 0,02 M. Resultados semelhantes encontrados por ME-

KARU & UEHARA (1972) em solos do Havai onde foi encontrado para cada m mole de fosfato adsorvido um aumento na capacidade de troca de cátions de 0,8 e.mg.

O emprego do fosfato monoamônio nas adubações de plantio, nas culturas anuais, poderá contribuir para aumento na retenção do  $\text{NH}_4$  pelo solo. Consequentemente, a perda do nitrogênio por lixiviação será menor, levando sempre em consideração a faixa de pH em que se encontra o solo no momento da aplicação. As plantas passam a ter uma melhor alimentação nitrogenada no início de seu crescimento.

#### CONCLUSÕES:

Nas condições experimentais de adsorção do fosfato monoamônio pode-se concluir que:

- a. a adsorção do fosfato concorre para um aumento na adsorção do amônio.
- b. na mesma faixa de pH, a relação  $\text{NH}_4/\text{P}$  adsorvido é semelhante para os dois solos.
- c. a quantidade de amônio retida por um m mole de fósforo adsorvido aumenta com a elevação do pH do meio.

#### SUMARY

Two soil samples collected from the B<sub>2</sub> horizon of different Latosols were saturated with  $\text{NH}_4^+$  at pH 5,0 and pH 6,0 and then treated with  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  solution of comparable pH in order to study a retention of  $\text{NH}_4^+$  by soil in relation to phosphate adsorbed.

It was observed that the pH of the saturating solution of  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  increased approximately by unit after in contact with soil sample. This may be due to the displacement of hydroxyl ions on the surface of soil colloids by phosphate ions.

The amount of  $\text{NH}_4$  adsorbed by the soil samples was proportional to the amount of P adsorbed. Each m mole of P adsorbed retained about 0,7 meq. of  $\text{NH}_4$  when the pH of the equilibrium solution was around 6,2 and about 0,9 meq. of  $\text{NH}_4$  with the pH of the equilibrium solution close to 7,0.

#### LITERATURA CITADA

- COMISSÃO DE SOLOS, 1960. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, Boletim n.º 12, 634p.

HINGSTON, F.J., R.J. ATKINSON, A.M. POSNER & J.P. QUIRK, 1967. Specific adsorption of anions. **Nature** 215: 1459-1461.

KELLY, J.B. & A.R. MIDGLEY, 1943. Phosphate fixation - an exchange of phosphate and hydroxyl ions. **Soil Sci.** 55:167-176.

MEKARU, T. & G. UEHARA, 1972. Anion adsorption in ferruginous tropical soils. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** 36:296-300.

SCHALSCHA, E.B., P.F. PRATT, T. KINJO & J. AMAR A., 1972. Effect of phosphate salts as saturating solutions in cation exchange capacity determinations. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** 36: 912-914.