

Adryana Lucia Lobo Bezerra^{1*}

Izabel Maria Almeida Lima²

Bruno Lucio Meneses Nascimento³

Boanerges Freire de Aquino⁴

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 08/06/2013. Aprovado em 26/10/2013.

¹ Engenheira Agrônoma, Mestre em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas. Universidade Federal do Ceará-UFC, Departamento de Ciências do Solo, Bloco 807, Campus do Pici, Av. Mister Hull, s/n, CEP: 60021-970, Fortaleza-CE. E-mail: adryanalucia@gmail.com*

² Engenheira Agrônoma, Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia- Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Ceará; Fortaleza, Ceará; izabel-agrol@hotmail.com

³ Biólogo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil- Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Ceará-UFC, Departamento de Ciências do Solo, Bloco 713, Campus do Pici, Av. Mister Hull, s/n, CEP: 60021-970, Fortaleza-CE. E-mail: brunoimpma@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto do Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará; Bloco 713, Campus do Pici, Av. Mister Hull, s/n, CEP: 60021-970, Fortaleza-CE. E-mail: aquino@ufc.br;



Influência da calagem na adsorção de fósforo em diferentes solos do estado do Ceará

RESUMO

Amostras da camada arável (0-20 cm) de quatro solos (Cambissolo, Argissolo, Neossolo e Latossolo), de diferentes regiões do Estado do Ceará, foram utilizadas no presente trabalho, com a finalidade de estudar a influência do calcário sobre a adsorção de fósforo. Inicialmente aplicou-se ao solo doses crescentes de calcário: 0,00; 0,05 e 0,10g de Calcário 50 g⁻¹ solo. Em seguida, após incubação com calcário, aplicaram-se as doses de fósforo: 0, 50, 100, 150, 200 e 300 µg P g⁻¹ de solo na forma de fosfato de potássio (KH₂PO₄). O fósforo foi analisado posteriormente no sobrenadante para a determinação da quantidade adsorvida. Os resultados do estudo mostraram que para todos os solos houve efeito do calcário na adsorção do fósforo, que diminuiu significativamente em função das quantidades aplicadas de corretivo. O Latossolo apresentou os mais baixos valores de fósforo na solução de equilíbrio.

Palavras-Chaves: adubação fosfatada, Latossolo, Cambissolo.

Influence of limestone on adsorption of different soil phosphorus in the state of Ceará

ABSTRACT

SUMMARY: Samples of soil (0-20 cm) of four soils (Cambisol, Ultisol, and Oxisol Neossolo) from different regions of the State of Ceará, were used in this work, in order to study the effect of lime on the adsorption phosphorus; initially applied to the soil lime doses: 0.00, 0.05 and 0.10 g / 50g solo⁻¹. Then, after incubation with lime, applied doses of phosphorus 0, 50, 100, 150, 200 and 300 mg P g soil⁻¹ in the form of potassium phosphate (KH₂PO₄) solution, then the phosphor was analyzed in supernatant to determine the amount adsorbed. The study results showed that for all soils there was no effect of limestone on the adsorption of phosphorus, which decreased significantly in function of the applied concealer. The dystrophic presented the lowest values of phosphorus in the equilibrium solution.

Key words: phosphate fertilizer, Latossolo, Cambissolo.

INTRODUÇÃO

O fósforo é um dos nutrientes que mais limitam a produtividade das culturas nos solos de carga variável que predominam nas regiões tropicais e subtropicais, caso dos solos brasileiros (MEURER, 2006). Corrêa et al. (2004) acreditam que o reduzido suprimento de fósforo nessa região é decorrente tanto do material de origem como da forte interação do fosfato com o solo, fenômeno este conhecido como adsorção, sorção ou fixação de fósforo.

O fósforo adsorvido pelas plantas vem da solução do solo, mas apenas pequenas quantidades dele estão presentes na solução. A principal forma química é o íon ortofosfato ($H_2PO_4^-$). Existe um equilíbrio químico entre as formas de fósforo em solução e fracamente ligadas aos minerais do solo e matéria orgânica (P lábil). Assim que o fósforo é retirado da solução do solo, vai sendo reabastecido de maneira a manter o equilíbrio. Com o passar do tempo, formas mais estáveis de fósforo são formadas, aumentando o “pool” de P não lábil.

Segundo Broggi et al. (2010) a deficiência de fósforo nos solos tropicais é maior devido ao pH ácido e à presença de minerais bastante intemperizados como é o caso dos óxidos cristalinos amorfos de Fe e Al. Tais minerais apresentam grupamentos superficiais $-OH$, nos quais o fosfato pode ser adsorvido por meio de troca de ligante com o estabelecimento de ligações de alta estabilidade, dificultando assim a liberação desse nutriente para a solução do solo.

O fenômeno de adsorção, porém, pode ser reduzido devido à aplicação de matéria orgânica, aumento do pH e competição com o fósforo pelos sítios de adsorção. Souza et al., (2006) concorda com a afirmação anterior ao afirmar que a adoção de sistemas de manejo do solo, visando ao aumento de matéria orgânica, aumento do pH e maior atividade da microbiota do solo, pode interferir no processo, reduzindo a adsorção de P. Os efeitos da calagem, cuja elevação do pH proporciona aumentos na atividade e concentração dos íons OH^- em solução, promovendo assim redução na formação de precipitados de baixa solubilidade, como é o caso do P-Fe e P-Al.

Estudos relacionados à adsorção e desorção de fósforo em solos tropicais possuem relevado interesse, pois as

medidas utilizadas para reduzir a adsorção de fosfatos possuem respostas bastante diferentes em relação aos diferentes atributos químicos e físicos do solo. Diante disso, Souza et al. (2006) ao avaliarem o efeito da calagem e adubação orgânica em diferentes tipos de solo notaram que a adição de esterco bovino e de calcário incrementou os valores de fósforo remanescente, índice do tampão de fósforo e reduziu a capacidade de adsorção, sendo que os maiores efeitos foram observados na seguinte ordem decrescente de intensidade: Latossolo Vermelho distrófico textura muito argilosa > Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura argilosa fase floresta tropical subperenifólia > Neossolo Quartzarênico órtico fase cerrado.

Os solos do Estado do Ceará, como a grande maioria dos solos brasileiros, apresentam baixa disponibilidade de fósforo. Isto faz com que o estudo do comportamento desse elemento, principalmente em relação ao processo de adsorção que influencia na concentração de P na solução do solo, seja importante, com vistas a um adequado suprimento às plantas. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da calagem no processo de adsorção de fósforo em diferentes tipos de solos.

MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi conduzido em laboratório do Departamento de Ciências do Solo, no Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-Ceará. Os quatro solos utilizados no trabalho foram coletados na Chapada do Apodi, Araripe, Ibiapaba e no litoral de Fortaleza. Os solos coletados pertencem às classes: ARGISSOLO VERMELHO AMARELO, CAMBISSOLO HÁPLICO, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (EMBRAPA, 1999), sendo bastante esses solos bastante representativos do Estado do Ceará.

As amostras foram coletadas superficialmente na profundidade de 0–20 cm e foram secas ao ar. Após a secagem foram passadas em peneira de 2 mm de diâmetro. As amostras foram analisadas, conforme metodologia da EMBRAPA (2009).

Tabela 1. Propriedades físicas e químicas dos solos estudados.

	Neossolo Quartza.	Argissolo Ver. Ama.	Cambissolo Háplico	Latossolo Ver. Ama.
Atributo				
pH (H ₂ O)	4,2	5,7	7,2	4,2
M.O (g kg ⁻¹)	11,70	9,96	8	4
C (g kg ⁻¹)	6,79	5,78	8,87	6,70
N (g kg ⁻¹)	0,6	0,5	1,2	0,7
CE (dS m ⁻¹)	0,45	0,32	0,35	0,26
P (mg kg ⁻¹)	3	11,74	8	3
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,04	0,06	0,16	0,06
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,07	0,13	0,55	3,46
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,1	1,77	4,73	0,2
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,1	0,73	1,50	0,1
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	4,78	1,15	0,60	0,78
Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	1,03	0,05	0,00	0,78
SB (%)	0,31	2,69	6,94	0,39
T (%)	6,15	3,84	7,54	3,85
V (%)	7	70,07	92,02	10,15
m(%)	70	-	-	58
PST	1	1	1	1
Areia Grossa (g kg ⁻¹)	470	610	580	560
Silte (g kg ⁻¹)	70	60	140	50
Argila (g kg ⁻¹)	120	70	100	260
Classificação Textural	Franco Arenoso	Areia Fina	Franco Arenoso	Franco Arg. Arenoso

O delineamento constou de 72 tratamentos, arranjados em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial, 4x6x3, resultantes da combinação de 4 classes de solos (ARGISSOLO VERMELHO AMARELO, CAMBISSOLO HÁPLICO, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO), 6 doses de fósforo (0, 50, 100, 150, 200 e 300 µg P/g) na forma de fosfato de potássio (KH₂PO₄), 3 doses de calcário (0, 0,05 e 0,1 g de calcário dolomítico/copo⁻¹) com 3 repetições. A unidade experimental foi constituída de um copo plástico descartável com capacidade para 50 g de solo.

Pesou-se 50 g de cada solo, aplicou-se em seguida 0,00; 0,05 e 0,1 g de calcário dolomítico, misturando para deixar todo o solo uniformizado. A umidade do solo foi mantida à capacidade de campo por 12 dias. Em seguida, após incubação com calcário, aplicou-se as doses de fósforo: 0, 50, 100, 150, 200 e 300 µg P g⁻¹ de solo na forma de fosfato de potássio (KH₂PO₄). Em cada copo aplicou-se 25 ml da solução e esperou-se secar completamente por 10 dias para realizar a obtenção das isotermas de sorção.

Para o estudo de sorção foi tomado 1 g de terra fina seca ao ar (TFSA), contendo as seguintes doses de fósforo na forma de KH₂PO₄: 0, 50, 100, 150, 200 e 300 µg P g⁻¹ de solo, colocados em tubos com capacidade para 50 ml e adicionados 25 ml de CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹. Foi procedida a agitação durante 24 horas à temperatura de 25 ° C e usado como inibidor microbiano o clorofórmio (uma gota). Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 3000 rpm

durante 10 minutos a fim de separar o líquido determinado segundo o método da Embrapa (2009). O fósforo sorvido foi obtido por diferença entre os níveis iniciais e finais de fósforo na solução de equilíbrio. A partir dos dados obtidos, construiu-se isotermas de adsorção, plotando-se a quantidade de fósforo adsorvido e a concentração na solução de equilíbrio. A capacidade máxima de adsorção do fósforo foi determinada segundo Novais & Smyth (1999).

As médias alcançadas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 1% e a 5% de probabilidade. O programa utilizado foi o Assistat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo do efeito do calcário na sorção de fósforo nos solos estudados podem ser encontrados nas tabelas 2 e 3 onde constam as concentrações de fósforo na solução final após um período de 24 horas de equilíbrio, bem como os valores de P sorvido. Como consequência das diferentes doses de calcário aplicadas em conjunto com as doses de fósforo, pode-se observar que houve efeito significativo da calagem na adsorção de fósforo. Os resultados dispostos nas tabelas 2 e 3 demonstram que houve um aumento esperado na solução de equilíbrio e uma redução na quantidade de fósforo sorvido em função das doses de calcário. Houve uma maior adsorção no solo Latossolo, Neossolo e Cambissolo em relação ao Argissolo, de acordo com os resultados da Tabela 3. O Argissolo foi o que menos fixou fósforo, tendo o baixo

teor de argila e alumínio trocável do solo, como fatores causadores da menor fixação.

Tabela 2. Concentração de Fósforo na Solução de Equilíbrio após 24 horas.

Solo	Dose de Calcário (g)	Concentração de P na solução de equilíbrio $\mu\text{g P/ml}$				
		50	100	150	200	300
Neossolo Quartzarênico	0	0,050a	0,057c	0,086b	0,273b	0,523b
	0,05	0,081a	0,086b	0,183a	0,291b	0,560b
	0,10	0,086a	0,097a	0,191a	0,371a	0,834a
Argissolo Vermelho-Amarelo	0	0,200b	0,980c	2,000b	3,000b	4,900b
	0,05	0,300a	1,200b	2,300a	3,500a	5,100b
	0,10	0,320a	1,330a	2,310a	3,500a	5,900a
Cambissolo Háptico	0	0,033a	0,058b	0,120c	0,430c	1,220b
	0,05	0,034a	0,090a	0,230b	0,460b	1,300a
	0,10	0,039a	-----	0,305a	0,580a	1,321a
Latossolo Vermelho-Amarelo	0	0,027a	0,038a	0,046b	0,117b	0,117c
	0,05	0,038a	0,050ab	0,077b	0,037c	0,224b
	0,10	0,063a	0,074a	0,151a	0,359a	0,383a

Médias seguidas de mesma letra (coluna) para cada tipo de solo não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

No Latossolo e Neossolo a fixação foi maior, devido ao elevado teor de argila e alumínio trocável existentes nesses solos. Esse resultado é comprovado em outras literaturas, como é o caso do trabalho desenvolvido por Santos et al. (2011), onde os mesmos relatam que a taxa de sorção de P está diretamente relacionada com o

conteúdo de argila e ferro dos solos. Pizzeghello et al. (2011) também relatam em seu trabalho que o aumento da sorção de fósforo está relacionado ao conteúdo diferente de matéria orgânica e a presença de óxidos de ferro e alumínio de baixa cristalinidade.

Tabela 3. Quantidade de Fósforo sorvido pelos solos após o equilíbrio em 24 horas.

Solo	Dose de Calcário (g)	Concentração de P na solução de equilíbrio $\mu\text{g P/ml}$				
		50	100	150	200	300
Neossolo Quartzarênico	0	48,75a	98,58a	147,85a	193,18a	286,93a
	0,05	47,98a	97,85a	145,43a	192,73a	286,00a
	0,10	47,85a	97,58a	145,23a	190,73b	279,15b
Argissolo Vermelho-Amarelo	0	45,00a	75,50a	100,00a	125,00a	177,50a
	0,05	42,50b	70,00b	92,50b	112,50b	172,50a
	0,10	42,00b	66,75c	92,25b	112,50b	152,50b
Cambissolo Háptico	0	49,18a	98,55a	147,00a	189,25a	269,50a
	0,05	49,15a	97,75a	144,25b	188,50a	267,50a
	0,10	49,03a	-----	142,38b	185,50b	266,98c
Latossolo Vermelho-Amarelo	0	49,33a	99,05a	148,85a	197,08a	297,08a
	0,05	49,05a	98,75a	148,08a	196,58a	294,40b
	0,10	48,43a	98,15a	146,23a	191,03b	290,43c

Médias seguidas de mesma letra (coluna) para cada tipo de solo não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

A sorção máxima e a concentração de fósforo na solução de equilíbrio são importantes parâmetros para estudos de fósforo em solos. Neste trabalho foi observada diferenças marcantes nos valores de SMS (Tabela 4).

Essas diferenças já eram esperadas devido à variabilidade das características dos solos.

A sequência decrescente das sorções dos solos foi observada na seguinte ordem: Latossolo > Neossolo > Cambissolo > Argissolo. O argissolo foi o que apresentou

menor sorção de fósforo em relação ao Latossolo e ao Neossolo. O resultado observado deve-se ao fato de que o Argissolo possui elevados valores de pH, alumínio trocável, argila e óxido de ferro e alumínio.

Tabela 4. Valores de sorção máxima dos solos (SMS) equilibrados com soluções de concentrações variando de 0-300 ug P g⁻¹, após 24 horas de equilíbrio em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹.

Solo	Dose de Calcário (g)	SMS (ug P g ⁻¹)
Neossolo	0	303,03
Quartzarênico	0,05	500,00
	0,10	454,54
Argissolo	0	208,33
Vermelho-	0,05	208,33
Amarelo	0,10	208,33
Cambissolo	0	312,50
Hápico	0,05	322,58
	0,10	277,77
Latossolo	0	476,19
Vermelho-	0,05	454,55
Amarelo	0,10	555,55

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nos experimentos, pode-se concluir o seguinte:

Houve efeito significativo da calagem na adsorção de fósforo, que aumentou a concentração de fósforo na solução de equilíbrio e reduziu a quantidade de fósforo sorvido.

O Latossolo foi o que apresentou os mais baixos valores de fósforo na solução de equilíbrio e maior sorção máxima de fósforo.

A quantidade de fósforo sorvido pelos solos após o equilíbrio, em ordem decrescente foi a seguinte: Latossolo vermelho amarelo > Neossolo quartzarênico > Cambissolo hápico > Argissolo vermelho amarelo.

REFERÊNCIAS

BROGGUI, F.; FREIRE, F. J.; FREIRE, M. B. G. dos S.; NASCIMENTO, C. W. A. do.; OLIVEIRA, A. C. de. Avaliação da disponibilidade, adsorção e níveis críticos de fósforo em diferentes solos. **Rev. Ceres**, v. 57, n.2, p. 247-252, 2010.

CORRÊA, J. C.; MAUAD, M.; ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.12, p.1231-1237, 2004.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2º ed. rev. ampl. 2009. 627p.

MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Evangraf. 3 ed. p. 285. Porto Alegre, 2006.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.

PIZZEGHELLO, D.; BERTI, A.; NARDI, S.; MORARI, F. Phosphorus forms and P-sorption properties in three alkaline soils after long-term mineral and manure applications in north-eastern Italy. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 141 (2011) 58–66.

SANTOS, H. C.; OLIVEIRA, F. H. T. de.; SALCEDO, I. H.; SOUZA, A. P. de.; SILVA, V. D. da M.; Kinetics of phosphorus sorption in soils the state of Paraíba. **R. Bras. Ci. Solo**, 35:1301-1310, 2011.

SOUZA, R. F. de.; FAQUIN, V.; TORRES, P. R. F.; BALIZA, D. P.; Calagem e adubação orgânica: Influência na adsorção de fósforo em solos. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:975-983, 2006.