

Fósforo Mehlich-1 e Resina trocadora de íons num latossolo tratado com biossólido alcalinizado e fosfatado⁽¹⁾

Luiz Carlos da Silva⁽²⁾; **Luiz Antonio Corrêa Lucchesi**⁽³⁾; **Henrique Soares Koehler**⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, executado com auxílio financeiro da CAPES.

⁽²⁾ Professor Assistente I do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas; Humaitá, Amazonas; E-mail: luiz_silva03@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná; E-mail: lclucche@ufpr.br; ⁽⁴⁾ Professor adjunto do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná; E-mail: koehler@agrarias.ufpr.br.

RESUMO: Lodos de esgoto são passivos ambientais no ambiente urbano. A destinação agrícola de biossólidos em mistura com fonte de fósforo gera a necessidade da avaliação do fósforo (P) extraível de solos tratados com estes materiais. Neste trabalho avaliou-se o fósforo Mehlich-1 e Resina trocadora de íons em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ácido tratado com biossólido alcalinizado fosfatado. Conduziu-se o experimento em casa de vegetação do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 extratores e 4 níveis de fosfato, totalizando 8 tratamentos com 4 repetições. Estabeleceu-se os tratamentos recomendando-se 23 mg dm⁻³ de P a partir dos níveis de P exceto de 0% P. Uma dose de 10500 kg ha⁻¹ de biossólido puro representou o nível 0% de P adicionado. Os tratamentos aumentaram o P extraível no solo por ambos extratores. A Resina foi mais eficiente que o Mehlich-1 na extração de P do solo sob tais condições.

Termos de indexação: extrator, fósforo, eficiência, avaliação.

INTRODUÇÃO

Lodos de esgoto constituem-se frequente passivo ambiental urbano no Brasil. Sua utilização agrícola em mistura com fontes de fósforo conduz à necessidade de se avaliar o fósforo (P) extraível de solos tratados com estes materiais. Quando a matéria orgânica destes biossólidos decompõe-se pode reduzir a adsorção de P (Souza et al., 2006) em solos ácidos com alto teor de oxidróxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al) e aluminossilicatos.

Pouquíssimos trabalhos avaliaram comparativamente a eficiência de extratores de fósforo em solos tratados biossólidos alcalinizados, que possuem alta concentração de cálcio (Ca). Por isso, faz-se oportuna tal investigação.

Os fosfatos naturais parcialmente acidulados são compostos pela fosforita, que compõe sua parte não-acidulada e uma parte solúvel de P. Uma análise do P Mehlich-1 e Resina trocadora de íons justifica-se tanto pelos valores comumente superestimados de P extraível com extratores ácidos em solos tratados com fosfatos naturais quanto pelas suas diferentes capacidades de extração de P em solos com diferentes características químicas e mineralógicas. A investigação do P extraível no solo sob tais circunstâncias são ainda importantes pelo fato de poder atrair produtores ao uso de quantidades adequadas destes biossólidos alcalinizados em mistura com fontes alternativas de P.

O extrator Mehlich-1 é de caráter ácido e extrai mais fósforo ligado a Cálcio (Ca) que a Resina em solos tratados com fosfatos naturais. Valores maiores de P extraível são verificados em solos tratados com fosfatos naturais não reativos (Silva & Raij, 1999). Estes autores ainda salientam que “menores quantidades de P ligado a Ferro (Fe) e Alumínio (Al) são extraídas”. Em solos mais argilosos, com alta concentração de óxidos de Fe e Al, este extrator tem baixa capacidade de extração de P e extrai quantidades diferentes de P do solo. No entanto, resguardam proporção entre si em solos com diferentes teores de P (Novais & Smith, 1999; Pérez et al., 2003). Em solos com menor teor de argila, o extrator de Mehlich-1 mostra-se superior à Resina.

Para Nakayama et al. (1998) a Resina trocadora de íons expressa melhor os teores de P no solo que o Mehlich-1 quando a fonte de P é insolúvel em água. Estes autores verificaram altos valores de P Mehlich-1 em solo tratado com fosfato de Araxá na dose de 150 mg dm⁻³. Valores inferiores foram verificados nos tratamentos com termofosfato e fosfato de Gafsa, mesmo nas menores doses. Miranda et al. (2002) verificaram resultado contrário quando fosfatos naturais reativos foram aplicados em Latossolo Amarelo distrófico cultivados com centrossema. Ambos extratores extraíram P em quantidades semelhantes no trabalho de Rossi et al.

(1999) num Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, de textura média, foi tratado tanto com superfosfato triplo, termofosfato Yoorin e os fosfatos reativos Carolina do Norte e Arad. Este trabalho objetivou avaliar o fósforo extraível Mehlich-1 e Resina trocadora de íons num LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico tratado com biossólido alcalinizado e fosfatado.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, de julho a novembro de 2006. O solo dos primeiros 20 cm de um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO, típico, de Contenda, Paraná, foi coletado, seco e passado em peneira de 2 mm (TFSA). Seus atributos físicos e químicos iniciais foram: areia = 182 g kg⁻¹; silte = 193 g kg⁻¹; argila = 625 g kg⁻¹; densidade do solo = 1,070 g cm⁻³ (EMBRAPA, 1997), pH (CaCl₂ 0.01 mol dm⁻³) = 3,9; Ca²⁺ = 1,0 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,6 cmol_c dm⁻³; K⁺ = 0,15 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 2,5 cmol_c dm⁻³; H + Al = 12,1 cmol_c dm⁻³; CTC (capacidade de troca de cátions) = 13,8 cmol_c dm⁻³; V = 12,6 %; P = 1,5 mg dm⁻³ e carbono orgânico = 31,7 g kg⁻¹ (Pavan et al., 1992); P Resina = 5 mg dm⁻³ (Rajj et al., 2001).

Um lodo de esgoto de Curitiba foi tratado pelo Processo N-Viro cujo produto final é denominado N-Viro Soil (biossólido alcalinizado). Este biossólido foi passado em peneira de 4 mm e apresentou as seguintes características agrônômicas: equivalente carbonato de cálcio (ECaCO₃) = 93,38%; PRNT (poder relativo de neutralização total) = 67,54%; pH (CaCl₂ 0.01 mol L⁻¹) = 12,8; N = 4,9 g kg⁻¹; P₂O₅ = 3,47 g kg⁻¹ (1,51 g kg⁻¹ of total P); K₂O = 1,0 g kg⁻¹; S = 1,0 g kg⁻¹; Ca total = 193 g kg⁻¹; Mg total = 111 g kg⁻¹; carbono orgânico = 31,1 g kg⁻¹.

Ao biossólido alcalinizado foram adicionados 0% P, 0,436% P; 0,872% P e 1,745% P de fosfato natural parcialmente acidulada Alvorada (FPA) cujos conteúdos totais de P e P₂O₅ foram 84,3 g kg⁻¹ e 193,4 g kg⁻¹, respectivamente. Os teores solúveis de P, em CNA + Água e em água respectivamente, foram 148,2 e 63,4 g kg⁻¹. A combinação do P extraído pelos extratores e níveis de P adicionados ao biossólido geraram os tratamentos avaliados que estiveram assim constituídos.

Os níveis de P adicionados ao biossólido foram estabelecidos recomendando-se uma dose de 45,85 kg ha⁻¹ de P (23 mg dm⁻³ de P) a partir dos níveis de P adicionado de acordo com a CQFS-RS/SC (2004) exceto do nível 0% P. Quando esta dose foi recomendada do 0,436% de P adicionado gerou-se a dose máxima de 10500 kg ha⁻¹ da mistura de P + biossólido. Uma dose igual a esta de biossólido puro foi tomada como 0% P. As doses, por ha, da mistura biossólido + fontes de P para suprir 45,85 kg ha⁻¹ de P e as quantidades de biossólido presentes na testemunha foram calculadas para 2,5 kg de

TFSA contidos em vasos de 3 dm³. Em seguida, as quantidades de biossólido e FPA foram pesadas em balança de precisão e misturadas homoganeamente. Vinte e quatro horas da preparação das misturas de biossólido + fonte de P as quantidades para suprir a dose teste foram aplicadas e misturadas homoganeamente com o solo que foi regado até sua capacidade de retenção de água. Seis plantas de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L. cv. IPR Uirapuru.) foram cultivadas por vaso. Adubação nitrogenada e potássica foi feita de acordo com a CQFS RS/SC (2004) baseado no volume de solo dos vasos, aos 13 dias da germinação de sementes.

Aos 93 dias após germinação as plantas foram colhidas, coletando-se, em seguida, amostras de solo dos vasos para análise do P extraível pelos extratores Mehlich-1 (Pavan et al., 1992) e Resina trocadora de íons (Rajj et al., 2001).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em arranjo fatorial de 2 extratores de P e 4 níveis de P adicionado ao biossólido, totalizando 8 tratamentos com 4 repetições. Os resultados de P Mehlich-1 e Resina em função dos níveis de P adicionado foram submetidos ao Teste de Bartlett para verificação da homogeneidade de variâncias. As comparações de média foram feitas pelo Teste de Tukey (P<0,05) no Software MStatc, da Michigan State University. Curvas de tendência foram geradas para se constatar correlações entre as variáveis avaliadas. Não houve transformações de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação nível de P adicionado e extrator de P mostrou-se significativa (F<0,01) (**Tabela 1**). Os tratamentos aumentaram os teores de P do solo. A Resina trocadora de íons foi superior ao extrator de Mehlich-1 para a maioria dos tratamentos, exceto no nível de 1,745% P, com o qual mostrou-se igual ao Mehlich-1. Estes resultados assemelharam-se aos observados no trabalho de Miranda et al. (2002) e contrários aos de Moreira et al. (2002), diferindo dos de Santos & Kliemann (2005) e Rossi et al. (1999)

A **figura 1** mostra uma correlação quadrática entre P extraível Mehlich-1 em função de níveis de P adicionado a partir de FPA (R² = 0,56**) enquanto que para o P Resina observou-se uma alta correlação (R² = 0,97**). Este fato indica a coerência nos resultados comparativos de P extraível entre extratores, ratificando o resguardo da proporção entre si (**Figura 2**) para amostras com teores diferentes de P (Novais & Smith, 1999; Pérez et al., 2003) ainda que em solos com diferentes teores de P (Miranda et al. 2002).

CONCLUSÃO

Sob as presentes condições experimentais a Resina trocadora de íons mostrou-se mais eficiente que o extrator Mehlich-1 na extração de P do solo.

AGRADECIMENTOS

À CAPES: pelo auxílio financeiro para execução deste trabalho, e; Aos professores co-autores: pela orientação oportuna.

REFERÊNCIAS

CQFS - SC/RS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise física de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

MIRANDA, L.N., AZEVEDO, J. A., MIRANDA, J.C.C., GOMES, A.C. Calibração de métodos de análise de fósforo e resposta do feijão ao fósforo no sulco; Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 37 (11), 1621-1627, 2002.

MOREIRA, A., MALAVOLTA, E., CARDOSO MORAES, C.M., Eficiência de fontes e doses de fósforo na alfafa e centrosema cultivadas em latossolo amarelo., Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37: 1459-1466, 2002.

NAKAYAMA, L. H. I.; CACERES, N. T.; ALCARDE, J. C.; MALAVOLTA, E. Eficiência relativa de fontes de fósforo de diferentes solubilidades na cultura do arroz. Scientia Agrícola, Piracicaba, 55, 183-190, 1998.

NOVAIS, R.F.; SMITH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. 1º ed. Ed. da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

PÉREZ, O.; MELGAR, M.; LAZCANO-FERRAT, I. Phosphorus Fertilization and Phosphorus-Extraction Method Calibration for Sugarcane Soils.; Better Crops International, 17: 26-28, 2003.

RAIJ, B. van; J.C. DE ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. et al. Análise química para avaliação da fertilidade do solos tropicais; ed. por B. van Raij; Campinas, Instituto Agrônomo, 2001.

ROSSI, C.; ANJOS, A.R.M.; CAMARGO, M.S. et al. Efeito residual de fertilizantes fosfatados para o arroz: Avaliação do fósforo na planta e no solo por diferentes extratores. Scientia Agrícola, 56: 39-46 , 1999.

RAIJ, B.V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. et al. (Edts) Análise química para avaliação da fertilidade do solos tropicais; Campinas, Instituto Agrônomo, 2001.

SANTOS, E.A.; KLIEMANN, H.J. Disponibilidade de fósforo de fosfatos naturais em solos de cerrado e sua avaliação por extratores químicos; Pesquisa Agropecuária Tropical, 35: 139-146, 2005.

SILVA, F. C., RAIJ, B. van. Disponibilidade de fósforo em solos avaliada por diferentes extratores. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34: 267-288, 1999.

SOUZA, R.F.; FAQUIN, V.; TORRES, P.R.F & BALIZA, D.P. Calagem e adubação orgânica: Influência na adsorção de fósforo em solos; Revista Brasileira Ciência do Solo, 30: 975-983, 2006.

Tabela 1 - Análise de variância de fósforo extraível do solo pelos extratores de Mehlich-1 e Resina trocadora de íons

Causa de variação	LVADt	
	GL	QM
L	3	52,729**
Extrator	1	13,650**
L x E	3	4,522**
Erro	24	0,521
CV (%)		8,69

** = significativo a 1% de probabilidade; CV (%) = coeficiente de variação, em percentagem; N = nível de P adicionado, em percentagem; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio do erro; N x E: interação de fatores nível de P adicionado e extratores de P; DMS: mínima diferença significância do teste de Tukey.

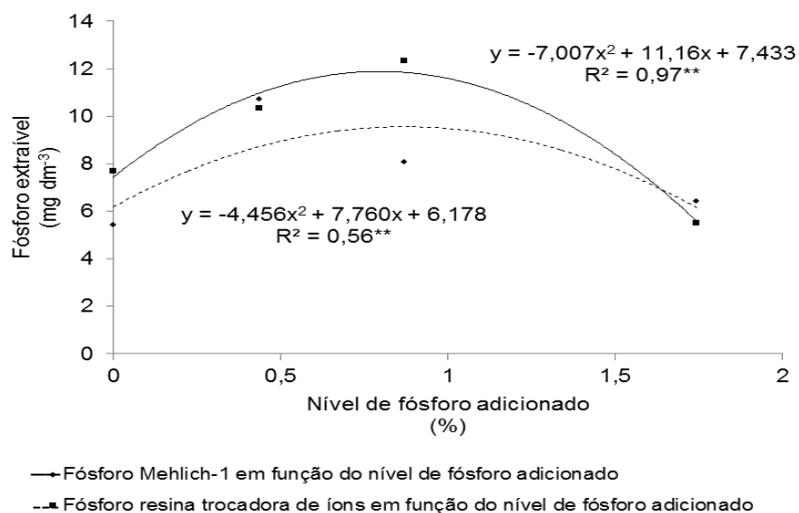


Figura 1 - Média de fósforo extraível Mehlich-1 e Resina trocadora de íons no solo em função do nível de fósforo adicionado

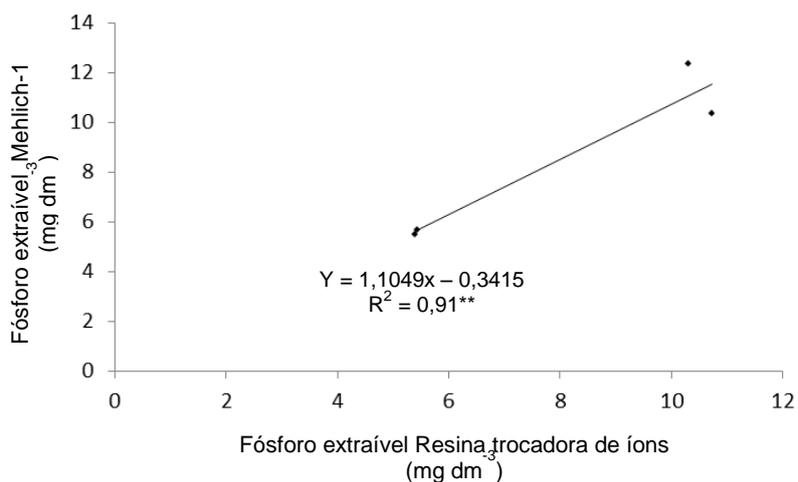


Figura 2 - Curva de tendência de fósforo extraível Mehlich-1 de acordo com o fósforo extraível Resina trocadora de íons