

EFEITO RESIDUAL DA APLICAÇÃO DE BIOSÓLIDO

RESIDUAL EFFECT OF BIOSOLID APPLICATION

PÉREZ, D.V.¹; ALCANTARA, S. de²; RONA, G.B.²; BETTIOL, W.³; MORICONI, W.³

¹ Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024. 22460-000 Rio de Janeiro, RJ

² Instituto de Química/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ

³ Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

e-mail: daniel@cnps.embrapa.br.

Agentes financiadores: FAPERJ, CNPq, FUJB, EMBRAPA

Resumo

Entre as diversas alternativas existentes para a utilização do lodo de esgoto, a para fins agrícolas apresenta-se como uma das mais convenientes, pois, como o lodo é rico em nutrientes e com alto teor de matéria orgânica, é amplamente recomendada sua aplicação como condicionador de solo e/ou fertilizante. A proposta deste trabalho foi estudar o impacto ocasionado pelo uso agrícola do lodo de esgoto ou biossólido de origem doméstica ou industrial na evolução do pH, da CTC do solo e na acumulação de carbono, sulfato e fósforo sobre um solo argiloso bastante comum no Brasil (Latossolo Vermelho).

Abstract

Among several alternatives in which the sewage sludge can be used, the agricultural one is by far the most convenient. Due to its nutrients and high proportion of organic matter, the application of sewage sludge in the soil as a conditioner or fertilizer is highly recommended. The aim of the present work was to evaluate the agricultural use of a domestic and an industrial type of biosolids. In order to achieve this goal, the behavior of pH, CEC, organic carbon, sulphate, and phosphorus accumulation in a very common clayey soil from Brazil (Dark Red Latosol) was studied.

Introdução

A aplicabilidade do lodo de esgoto, resultante do tratamento das águas servidas, está sendo intensamente investigada devido ao seu potencial no desenvolvimento e produtividade agrícola já que o mesmo necessita de uma adequada disposição final sob pena de impactar o ambiente que o recebe de forma irregular (Bettiol e Camargo, 2000). O lodo é rico em matéria orgânica e nutrientes, podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais. Graças a essas características, o lodo de esgoto pode desempenhar importante papel na produção agrícola e na manutenção da fertilidade do solo (Nascimento et al, 2004).

Várias culturas respondem bem à aplicação de lodo, tais como milho, sorgo, cana de açúcar, eucalipto, café, girassol e fruteiras, no entanto é preciso conhecer as doses adequadas para cada cultura. Nesse sentido, pode haver uma considerável variabilidade nas propriedades do solo devido ao uso do biossólido, tais como o pH, teor de matéria orgânica, capacidade de troca catiônica, concentração de nitrogênio e fósforo (Okoronkwo, 2005)..

Material e Métodos

O projeto, iniciado em 1998, foi desenvolvido na área experimental Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa do Meio Ambiente, localizada na cidade de Jaguariúna, Estado de São Paulo (latitude 22°S, longitude 47°W, e altitude de 570 m), em um Latossolo Vermelho (Typic Haplustox pela classificação americana). O planejamento experimental utilizado foi o fatorial (2x6) de blocos casualizados com 3 repetições. Dois diferentes tipos de lodo foram usados: um com características domésticas, da ETE de Franca, interior de São Paulo, e outro com características industriais, da ETE de Barueri, área metropolitana de São Paulo.

Trabalhou-se com 6 tipos de tratamentos diferentes: 1 - Testemunha absoluta – sem qualquer tipo de aplicação; 2 - Testemunha convencional – com uso de fertilizante NPK, baseado nas análises do solo; 3 a 6 - Lodo do tratamento de esgoto- a aplicação foi feita baseada na concentração de nitrogênio presente no lodo e mantendo a relação presente na testemunha convencional (1N, 2N, 4N, 8N). Em todos os tratamentos com o lodo se corrigiu o potássio com KCl. A correção da acidez superficial (0-20 cm) do solo, quando necessária, foi

feita baseada nas curvas de neutralização e corrigida sempre que o pH estava abaixo de 5,5. Os lodos foram aplicados no solo desde 1998 até 2003. As amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm em novembro de 2007. A metodologia de análise de solos usada foi a descrita pela Embrapa (1997) e encontra-se resumida a seguir. O pH foi determinado por potenciometria em uma suspensão solo/água ou solo/KCL 1 mol L⁻¹ na relação 1:2,5, após 1 hora de contato. A capacidade de troca catiônica (CTC) foi obtida pela soma do Ca e Mg, deslocados com solução de KCl 1 mol L⁻¹, de Na e K, deslocados com solução de Mehlich 1 (HCl 0,05 mol L⁻¹+ H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹), de H e Al, deslocados com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹. A forma "disponível" de P foi obtida com solução de Mehlich 1 e determinada por espectrofotometria a 660 nm. O carbono foi determinado por oxidação ácida em meio aquecido com dicromato de potássio e titulação do excesso de dicromato com sulfato ferroso amoniacal. O sulfato foi extraído com solução de 500 mg L⁻¹ de P e determinado, após contato com solução de BaCl₂, por espectrofotometria a 420 nm. As características químicas dos lodos utilizados encontram-se em Bettiol et al. (2006).

Resultados e Discussão

Os resultados de pH, CTC, fósforo (P), carbono orgânico (C.Org.) e sulfato (S-SO₄) em função dos tratamentos de lodo e da profundidade amostrada encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises químicas das amostras, coletadas em Novembro de 2007, em função dos tratamentos aplicados, independente do tipo de lodo.

Tratamentos	pH água	pH KCl	CTC	P	C.Org.	S-SO ₄
			cmolc kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
0-20 cm						
Controle	5,5 ab	4,8 a	6,5 d	1,8 c	11,1 d	4,6 b
NPK	5,4 ab	4,7 a	7,0 d	9,5 c	11,7 cd	7,7 b
N	5,8 a	5,0 a	7,2 cd	15,3 c	12,4 bc	4,2 b
2N	5,7 ab	5,0 a	7,8 bc	31,8 bc	13,4 b	5,2 b
4N	5,5 ab	4,9 a	8,2 b	54,5 b	13,5 b	6,5 b
8N	5,2 b	4,7 a	8,9 a	113,7 a	15,2 a	14,8 a
20-40 cm						
Controle	4,9 a	4,4 a	6,8 a	1,8 a	10,2 a	5,8 c
NPK	4,9 a	4,3 a	6,9 a	1,8 a	10,1 a	16,6 bc
N	5,1 a	4,4 a	6,6 a	4,3 a	9,2 a	15,0 bc
2N	4,9 a	4,3 a	7,0 a	2,2 a	9,6 a	20,6 b
4N	5,0 a	4,4 a	7,2 a	8,2 a	10,4 a	18,3 bc
8N	4,7 a	4,3 a	7,1 a	7,0 a	9,9 a	40,9 a
40-60 cm						
Controle	4,7 ab	4,2 a	6,2 a	1,0 a	8,7 a	11,0 c
NPK	4,7 ab	4,2 a	6,6 a	2,0 a	9,5 a	27,5 b
N	4,8 a	4,3 a	6,6 a	1,3 a	8,4 a	23,5 bc
2N	4,7 ab	4,2 a	6,2 a	1,5 a	8,7 a	33,2 b
4N	4,8 a	4,3 a	7,0 a	3,2 a	9,7 a	28,8 b
8N	4,6 b	4,2 a	7,3 a	5,0 a	9,0 a	51,2 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade

A análise de variância, em geral, não indicou variação significativa para a interação doses de lodo e tipo de lodo. Por isso, os comentários a seguir se basearão na avaliação individual dos tratamentos relacionados às doses de lodo aplicadas (Tabela 1). Nesse sentido, somente para o sulfato foi verificado que o fator tipo de lodo influenciou significativamente as

variações observadas, no caso, nas camadas de 0-20cm e 40-60 cm. Este resultado está, provavelmente, relacionado à elevada mobilidade do sulfato e às contrastantes concentrações de sulfato nos dois lodos usados (Maria et al., 1993).

A tendência da diminuição do pH em água com o aumento da dose de lodo, observada na camada de 0-20 e 40-60 cm (Tabela 1), é, basicamente, relacionada à maior dose de lodo aplicada (8N). É possível, nesse caso, que o comportamento observado possa ser atribuído, principalmente, à presença de ácidos orgânicos de baixa massa molecular produzidos durante a decomposição microbiológica da matéria orgânica presente no lodo. As doses crescentes de lodo aplicadas exerceram, também, como esperado, efeitos significativos sobre o teor de carbono orgânico (Tabela 1), contribuindo com o seu aumento no solo. No entanto, esse efeito só foi verificado na camada de 0-20 cm.

Isso apresentou reflexos diretos na CTC do solo, já que a matéria orgânica promove o aumento de cargas superficiais negativas. No entanto, essa relação só foi significativa na camada de 0-20 cm (Figura 1). Empiricamente, algumas outras informações também podem ser extraídas da figura 1. Quando o teor de carbono orgânico se iguala a zero, o valor de CTC obtido pelas duas equações varia de 0,907 a 0,956 cmolc kg⁻¹. Considerando que o solo tem uma textura homogênea ao longo do perfil, característica do Latossolo, no valor médio de 420g kg⁻¹ de argila, pode estimar-se a CTC da argila como variando de 2,16 a 2,28 cmolc kg⁻¹, o que condiz com a mineralogia de argila dominada por óxidos de ferro e caolinita. Além disso, outro dado empírico que pode ser extraído dessa equação tem respeito à atividade da matéria orgânica. Em princípio, para cada g de carbono que ocorre no solo, há um incremento na CTC do solo na ordem de 0,507 cmolc, para Franca, e 0,674 cmolc, para Barueri. Estimando que a matéria orgânica do solo é composta por 58% de carbono orgânico, pode calcular-se que a CTC da matéria orgânica variou de 294,1 a 390,9 cmolc kg⁻¹, respectivamente para os solos que receberam o lodo de Franca e Barueri, valor coerente com o que se encontra em literatura (Tan, 2003). Por sinal, esse resultado corrobora as observações de Almeida et al. (2008), que analisando a distribuição de frações húmicas, de acordo com a metodologia de Kononova, descobriu que os solos tratados com lodo de Barueri apresentavam teores de ácidos fúlvicos, reconhecidamente os principais contribuintes para a CTC da matéria orgânica (Tipping, 2002), maiores que os solos tratados com lodo de Franca.

As doses de lodo influenciaram significativamente os teores de sulfato e fósforo, aumentando sua disponibilidade no solo. Vale ressaltar, contudo, que no caso do sulfato, houve significativa contribuição das doses de lodo, também, nas profundidades de 20-40 cm e 40-60 cm (Tabela 1), em função, provavelmente, de sua elevada mobilidade (Maria et al., 1993). Como o resultado obtido diz respeito ao efeito residual da aplicação de lodo, é possível que esse comportamento também tenha ocorrido em anos anteriores. Desta forma, os incrementos significativos obtidos em função da dose de lodo aplicada para os elementos Zn, Cu e Ni, extraídos por DTPA, observados nas três camadas analisadas, nos anos de 2002, 2003 e 2004, talvez estejam relacionados à formação de pares iônicos com sulfato. Isto porque esse ânion, também, pode promover a translocação de metais no perfil de solo (Alva et al., 1991; Maria et al., 1993).

Conclusões

Apesar da elevada taxa de mineralização esperada num solo tropical, 4 anos após a última aplicação de lodo de esgoto, esse composto ainda exerce influência significativa e positiva sobre as características químicas do solo, sendo, que, no caso do sulfato, isso é notado até em profundidade.

Referências

ALMEIDA, M.R.A. de; ALCANTARA, S. de; PÉREZ, D.V., BETTIOL, W. **Avaliação do fracionamento húmico em solo tratado com lodo de esgoto**. In: Congresso Iberoamericano de Física y Química Ambiental, 5. Ponencias completas ... Mar del Plata. 2008. p.275-280.

ALVA, A.K.; SUMNER, M.E.; MILLER, W.P. Chemical effects of repeated equilibrations of variable-charge soils with phosphogypsum solution. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.55, 357-361. 1991.

BETTIOL, W. e CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto.** Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. 2000. 312 p.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. de; GALVÃO, J.A.H.; GHINI, R. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto: Descrição do estudo. In: BETTIOL, W. e CAMARGO, O. (Ed.). **Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. p.17-23.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. 212p .

MARIA, I.C. de; ROSSETTO, R., AMBROSANO, E.J.; CASTRO, O.M. de; NEPTUNE, A.M.L. Effect of several calcium sources on cation leaching using soil columns. **Scientia Agricola**, v.50, 87-98. 1993.

NASCIMENTO, C. W. A., BARROS, D. A. S., MELO, E. E. S., OLIVEIRA, A. B., Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.2, 385-392. 2004.

OKORONKWO, N. E., IGWE J. C., ONWUCHEKWA, E. C., Risk and health implications of polluted soils for crop production, **African Journal of Biotechnology**, v.4, n.13, 1521. 2005

TAN, K.H. **Humic Matter in Soil and the Environment: Principles and Controversies.** New York: Marcel Dekker. 2003. E-book.

TIPPING, E. **Cation binding by humic substances.** Cambridge: University Press, 2002. 434p.

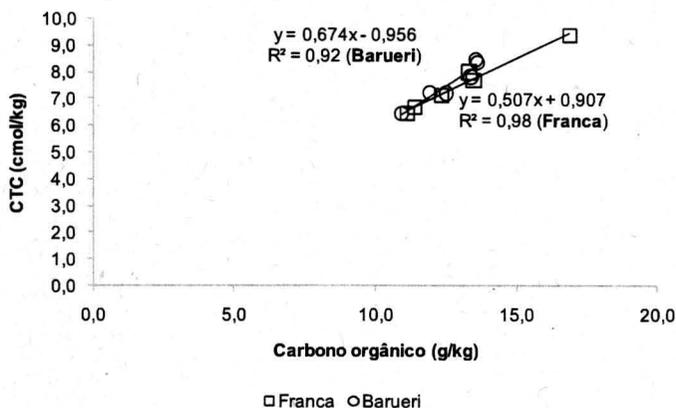


Figura 1. Relação entre teor de carbono no solo e a CTC em função do tipo de lodo aplicado.