

Utilização de Lodo de Esgoto como Fonte de Fósforo na Cultura de Soja

A aplicação de lodo de esgoto na agricultura tem se tornado uma forma racional e promissora de utilização, uma vez que ele é um composto rico em nutrientes para as plantas, principalmente fósforo (P) e nitrogênio (N). Os estudos conduzidos com lodo de esgoto têm se restringido a um número restrito de culturas e, pelo menos no Brasil, os trabalhos com leguminosas de grãos, fixadoras de nitrogênio, como a soja, praticamente não existem. A cultura da soja, embora exporte cerca de 150 kg ha⁻¹ de N, não necessita receber fertilizante nitrogenado, porque o N pode ser



Foto: Clibas Vieira

todo fornecido pela associação simbiótica da planta com os rizóbios. Para que esse processo simbiótico seja eficiente, é indispensável uma adubação fosfatada adequada, devido à forte influência deste elemento no metabolismo energético. Alguns estudos realizados fora do Brasil têm demonstrado que aplicação de lodo à cultura da soja aumenta tanto a fixação de N₂ quanto a sua nodulação. A utilização de lodo, todavia, pode apresentar alguns problemas potenciais. Ele pode conter materiais tóxicos aos rizóbios do solo, como sais solúveis, metais pesados e compostos orgânicos sintéticos.

Trabalhos realizados pela Embrapa Meio Ambiente avaliaram o efeito da aplicação do lodo de esgoto, como fonte de P, na cultura da soja, em substituição ao fertilizante fosfatado. O experimento foi conduzido a campo em Latossolo vermelho distroférrico, textura areia/argilosa, com a seguinte composição química: pH (CaCl₂) 4,4; P 8 mg dm⁻³ (método da resina); K 1,2 mmol_c dm⁻³; Ca 11 mmol_c dm⁻³; Mg 6 mmol_c dm⁻³; H + Al 58 mmol_c dm⁻³; CTC 76,2 mmol_c dm⁻³; V 24 (%) e MO 28 g dm³. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e os seguintes tratamentos: ausência de adubação química ou lodo de esgoto (testemunha); adubação química completa (AQ); inoculação mais dose 0 de lodo (I + L0); inoculação mais dose 1 de lodo (I + L1); inoculação mais dose 2 de lodo (I + L2); inoculação mais dose 3 de lodo (I + L3); inoculação mais adubação química, exceto a nitrogenada (I + AQ). O P (superfosfato simples) e o K (cloreto de potássio) foram aplicados, respectivamente, nas doses de 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 60 kg K₂O ha⁻¹. A uréia foi aplicada, na dose de 40 kg N ha⁻¹ aos 20, 40 e 60 dias após a semeadura da soja. A adubação foi feita de acordo com a análise de solo e as recomendações feitas pelo Instituto Agrônomo de Campinas, SP (Raij, 1996). As doses de lodo foram calculadas tomando-se como base o teor de P no lodo de esgoto e a dose recomendada para a cultura, como a seguir: dose de lodo (kg ha⁻¹) = P recomendado (kg ha⁻¹) / P contido no lodo de esgoto (kg kg⁻¹). As doses 1, 2 e 3 de lodo corresponderam a 1,5; 3,0 e 6,0 t ha⁻¹ (base seca). A segunda dose, 3 t ha⁻¹ (dose 2) forneceria a quantidade de P adequada para a produção da soja neste solo, ou seja, 80 kg P₂O₅ ha⁻¹. A primeira dose, 1,5 t ha⁻¹ (dose 1) e a terceira dose, 6 t ha⁻¹ (dose 3) foram, respectivamente, a metade e o dobro da dose 2. O lodo de esgoto foi proveniente da Estação de Tratamento de Lodo de Barueri (SP), que além

Jaguariúna, SP
Junho, 2004

Autores

Rosana Faria Vieira

Engenheira Agrônoma,
Doutora em Solos e
Nutrição de Plantas,
Embrapa Meio Ambiente,
Caixa postal 69 - Cep.
13820-000 - Jaguariúna, SP.
rosana@cnpma.embrapa.br

Célia M. M. Souza Silva

Bióloga, Doutora em
Microbiologia Aplicada
Embrapa Meio Ambiente,
Caixa postal 69 - Cep.
13820-000 - Jaguariúna, SP.
celia@cnpma.embrapa.br

Tabela 1. Características químicas do lodo de esgoto oriundo da Estação de Tratamento de Lodo de Barueri, SP.

Parâmetros	Unidades	Valores
Fósforo	g kg ⁻¹	11,5
Potássio	g kg ⁻¹	8,3
Sódio	g kg ⁻¹	4,0
Cádmio	mg kg ⁻¹	9,2
Chumbo	mg kg ⁻¹	151
Cobre	mg kg ⁻¹	707
Cromo total	mg kg ⁻¹	597
Níquel	mg kg ⁻¹	268
Zinco	mg kg ⁻¹	2314
pH		7,0
Umidade	%	76,7
Nitrogênio Kjeldahl	g kg ⁻¹	40,7
Boro	mg kg ⁻¹	9,0
Enxofre	g kg ⁻¹	11,7
Manganês	mg kg ⁻¹	168
Ferro	g kg ⁻¹	22,9
Magnésio	g kg ⁻¹	2,5
Alumínio	g kg ⁻¹	9,51
Cálcio	g kg ⁻¹	17

de esgotos domésticos recebe também esgotos industriais (Tabela 1). Em decorrência do baixo teor de K no lodo, as parcelas que receberam as doses 1 e 2 também receberam cloreto de potássio para atingir 60 kg ha⁻¹ de K₂O. O lodo foi distribuído uniformemente na superfície do solo e incorporado à profundidade de 0-20 cm. A soja (cv. IAC-22) foi cultivada durante dois anos agrícolas seguidos, com a aplicação do lodo de esgoto sendo realizada somente no primeiro ano.

Não ocorreu formação de nódulos nas raízes das plantas de soja no primeiro ano de cultivo, apesar das sementes terem sido devidamente inoculadas antes do plantio. Após o semeio da soja, que não foi irrigada, ocorreu um forte período de estiagem com temperaturas elevadas, que podem ter prejudicado o processo da nodulação. No segundo ano, as plantas inoculadas apresentaram nódulos, que não foram quantificados devido à dificuldade de retirada das raízes do solo

As produções de soja no primeiro cultivo foram bem menores que as obtidas no segundo cultivo, possivelmente em decorrência das menores incidências de chuvas. As maiores produções neste ano agrícola (2000/2001) foram obtidas com as duas maiores doses de lodo (Tabela 2). Em média, estes tratamentos produziram cerca de 163 kg grãos ha⁻¹ a mais que no tratamento com adubação química completa. Nos tratamentos que não receberam adubos fosfatados (testemunha e I + L0) ou que a receberam em quantidades não suficientes (I + L1) as produções foram menores. No segundo ano de cultivo da soja as produções em todos os tratamentos foram bem maiores, provavelmente devido às intensas precipitações pluviais. Rendimentos maiores de 3000 kg ha⁻¹ foram obtidas nos tratamentos I + AQ, I + L2, e I + L3, que produziram, em média, 403 kg ha⁻¹ de grãos a mais que no tratamento testemunha.

Tabela 2. Produção de grãos de soja (kg ha⁻¹) em solo submetido a diferentes tratamentos.

Tratamentos ¹	Ano agrícola 2000/2001	Ano agrícola 2001/2002
Testemunha	1498 d	2685 b
AQ	1877 ab	2967 ab
I + L0	1554 cd	2472 b
I + L1	1623 bcd	2773 ab
I + L2	2079 a	3099 a
I + L3	2002 a	3118 a
I + AQ	1814 abc	3048 a

¹Testemunha, sem adubação química ou lodo; AQ, adubação química completa; I + L0, inoculação sem aplicação de lodo; I + L1, inoculação mais dose 1 de lodo; I + L2, inoculação mais dose 2; I + L3, inoculação mais dose 3 de lodo; I + AQ, inoculação mais adubação química, exceto a nitrogenada. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si (Duncan, P < 0,05).

Os dados de produção dos dois anos agrícolas demonstraram que tanto a dose 2 como a dose 3 foram suficientes para suprir as demandas da cultura em P. Este efeito se prolongou até o segundo cultivo apesar do lodo ter sido aplicado somente no primeiro ano agrícola. No tratamento I + L1, apesar dos teores de P no solo não terem sido menores que os do tratamento I + AQ, (dados não apresentados) houve uma tendência de menor produção da soja. Isto pode estar relacionado à deficiência de algum outro nutriente ocasionada pela menor aplicação do lodo de esgoto. Verifica-se que mesmo sem produzir nódulos as produções dos tratamentos I + L2 e I + L3, no primeiro ano agrícola, deram, em média, 195 kg de grãos a mais que a média dos tratamentos AQ e I + AQ. Isto demonstra que naqueles tratamentos, apesar das doses de lodo terem sido calculadas tomando-se como base as necessidades de P da cultura, os teores de N também foram suficientes para máxima produção.

Os resultados demonstraram que a fertilização fosfatada na cultura da soja pode ser substituída por pequena dose de lodo de esgoto sem prejudicar o rendimento da cultura. Devido à ocorrência de nódulos somente nas plantas inoculadas, no segundo plantio, independentemente da presença do lodo, acredita-se que a utilização deste composto orgânico não seja prejudicial ao processo simbiótico, conforme já verificado em experimento de casa-de-vegetação (Vieira, 2001).

REFERÊNCIAS

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. F. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1996. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

VIEIRA, R. F. Sewage sludge effects on soybean growth and nitrogen fixation. **Biology and Fertility of Soils**, New York, v. 34, p. 196-200, 2001.

Circular Técnica, 6

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Embrapa Meio Ambiente

Endereço: Rodovia SP-340 - Km 127,5

Tanquinho Velho - Caixa Postal 69

Cep. 13820-000 - Jaguariúna, SP

Fone: (19) 3867-8700

Fax: (19) 3867-8740

E-mail: sac@cnpma.embrapa.br

Comitê de publicações

Presidente: *Geraldo Stachetti Rodrigues*

Secretário-Executivo: *Maria Amélia de Toledo Leme*

Secretário: *Sandro Freitas Nunes*

Membros: *Marcelo A. Boechat Morandi, Maria Lúcia Saito, José Maria Guzman, Manoel Dornelas de Souza, Heloisa F. Filizola, Cláudio C. de A. Buschinelli*

Expediente

Tratamento das ilustrações: *Alexandre R. Conceição*

Editoração eletrônica: *Alexandre R. Conceição*