

Nodulação da soja em função de diferentes doses de lodo de esgoto compostado e irrigação com água potável e residuária ⁽¹⁾.

Ana Carolina Barbosa Kummer⁽²⁾; Rodolpho Artur de Souza Lima⁽³⁾; Thomaz Figueiredo Lobo⁽⁴⁾; Helio Grassi Filho⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da UNESP – Pós Graduação em Irrigação e Drenagem e CNPq.

⁽²⁾ Doutoranda em Agronomia – Irrigação e Drenagem; Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho – FCA/UNESP; Botucatu, SP; ackummer@hotmail.com; ⁽³⁾ Mestrando em Agronomia – Irrigação e Drenagem; FCA/UNESP; ⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo, Pós-Doutorado em Agronomia; ⁽⁵⁾ Engenheiro Agrônomo, Professor, Doutor; FCA/UNESP.

RESUMO: O reaproveitamento de águas residuárias e o tratamento e a disposição final do lodo de esgoto, ganharam expressão nas últimas décadas, devido ao aumento do número de estações de tratamento de esgotos – ETEs e à necessidade de se atender às exigências ambientais. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de lodo de esgoto compostado (em substituição à adubação convencional) e utilização de água residuária (AR) e água potável (AP), na nodulação da soja. O lodo de esgoto compostado foi proveniente da ETE de Jundiaí/SP e a água residuária da ETE de Botucatu/SP. A soja (Monsoy 7211 RR) foi semeada em vasos, dispostos em casa de vegetação não climatizada. O delineamento experimental foi o de parcelas subdivididas, constituído por 2 parcelas (AR e AP), 5 subparcelas e 10 repetições assim definidos: T0 = sem adubação nitrogenada; T1 = 100% de adubação com lodo de esgoto compostado – LE; T2 = 150% adubação com LE; T3 = 200% adubação com LE; e T4 = 250% adubação com LE. O número de nódulos de cada planta de soja foi determinado através de simples contagem. Os dados foram submetidos à análise de variância e na presença de significância foi realizada análise de regressão e as médias comparadas pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. Concluiu-se que o aumento na dose de lodo de esgoto compostado em substituição à adubação convencional promoveu inibição na nodulação da soja.

Termos de indexação: raiz, reúso, resíduo.

INTRODUÇÃO

No Brasil, reaproveitamento de águas residuárias e o tratamento e a disposição final do lodo de esgoto, ganharam expressão nas últimas décadas, devido ao aumento do número de estações de tratamento de esgotos – ETEs e à necessidade de se atender às exigências ambientais.

A disposição final dos resíduos dos sistemas de tratamento de água e esgoto representa um grande problema de âmbito mundial, por razões técnicas, econômicas (Prosab, 2010) e sociais, que muitas

vezes exige a interface com outras áreas de conhecimento.

Dentre as diversas alternativas existentes para a disposição final do lodo de esgoto, aquela para fins agrícola e florestal apresenta-se como uma das mais convenientes, pois, como o lodo é rico em matéria orgânica e macro e micronutrientes para as plantas, é recomendada sua aplicação como condicionador do solo e ou fertilizante (Bettiol & Camargo, 2006).

Para Santos (2001), o uso agrícola de lodo se destaca por sua economicidade e adequação ambiental. Entretanto devem ser observados critérios ambientais e sanitários, com controle de agentes patogênicos, contaminantes químicos e micropoluentes orgânicos a fim de garantir a qualidade do lodo, que por sua vez, está relacionado com sistema que o gerou.

Na cultura da soja, a aplicação de lodo de esgoto pode interferir na fixação biológica de nitrogênio por causa de diversos fatores, tais como presença de metais pesados e sais solúveis (Araujo, 2003).

Segundo Fagan et al. (2007), os processos fisiológicos envolvendo fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja são bastante complexos, com diversas interações entre a planta e a bactéria fixadora. A eficiência da nodulação é mediada por fatores internos (fitohormônios e disponibilidade de fotoassimilados) e externos como temperatura radicular, teor de oxigênio no nódulo, disponibilidade hídrica, disponibilidade de nutrientes, que necessitam ser melhor compreendidos num sistema de cultivo, quando se busca alta produtividade e baixo custo.

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de lodo de esgoto compostado (em substituição à adubação convencional) e utilização de água residuária e água potável, na nodulação da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Recursos Ambientais e Ciência do Solo, da

Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCA/UNESP, Botucatu-SP.

Descrição do experimento

O estudo foi conduzido no período de novembro de 2012 a março de 2013, em vasos com capacidade de 43L, dispostos em estufa plástica. Antecedendo a instalação deste experimento, foram cultivados 2 ciclos de trigo e 1 de soja, consecutivos, com aplicações de lodo de esgoto compostado.

A semeadura da soja foi realizada em 26/11/2012, com a cultivar Monsoy (Msoy) 7211RR, utilizando 8 sementes por vaso, as quais foram inoculadas imediatamente antes da semeadura com GELFIX 5, inoculante para soja da Natural Urbana. Sete dias após a emergência (DAE) foi realizado o desbaste restando 3 plântulas por vaso. Durante o desenvolvimento da soja foram realizadas análises destrutivas, restando somente 1 (uma) planta por vaso ao final do ciclo da cultura.

A recomendação de adubação foi baseada nas análises químicas do solo, realizadas para cada um dos tratamentos estudados.

Análise estatística

O delineamento experimental adotado foi em parcelas subdivididas, constituído por 2 parcelas (uso de água residuária - AR e água potável - AP) e 5 subparcelas e 10 repetições assim definidos:

- T0 = sem adubação nitrogenada;
- T1 = 100% de adubação com lodo de esgoto compostado – LE;
- T2 = 150% adubação com LE;
- T3 = 200% adubação com LE; e
- T4 = 250% adubação com LE.

O lodo de esgoto compostado foi proveniente da estação de tratamento de esgotos – ETE, da cidade de Jundiaí/SP. Foi realizada análise química do resíduo (Lanarv, 1988), cujos resultados são apresentados na **tabela 1**.

As quantidades de lodo de esgoto empregadas em cada tratamento foram calculadas considerando 30% de nitrogênio mineralizado (Conama, 2006), com base na análise química do lodo. A **tabela 2** apresenta as quantidades de lodo utilizadas em cada vaso, bem como a extrapolação desses valores para toneladas/ha (dose).

A irrigação se deu através de sistema localizado, por gotejamento, utilizando água residuária e água potável (parcelas).

Amostragens

A colheita da soja foi realizada 97 DAE, separando-se parte aérea das raízes. Estas foram acondicionadas em recipiente contendo uma solução de 30% álcool e 70% água, a fim de conservar as mesmas até o momento da avaliação. Assim o número de nódulos de cada planta foi determinado através de simples contagem. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. Para as subparcelas, ou seja, para os tratamentos onde foram empregados doses de lodo, adotou-se a análise de regressão, na presença de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 3** são apresentados os resultados da análise de variância para o número de nódulos por planta. Observa-se que o número de nódulos foi significativo para a interação entre os tipos de água (residuária e potável) e as doses de lodo de esgoto.

O maior número de nódulos foi observado quando se utilizou água residuária no tratamento sem adubação nitrogenada – T0 (**Tabela 4**), mostrando que a quantidade de nitrogênio fornecida pela água residuária não foi suficiente para promover a inibição na formação de nódulos da planta.

Em geral as médias foram maiores para os T0, mostrando que o aumento na dose de lodo compostado em substituição à adubação mineral promoveu um decréscimo no número de nódulos, ou seja, o lodo provavelmente teve efeito inibitório sob a formação de nódulos na planta (**Figura 1**).

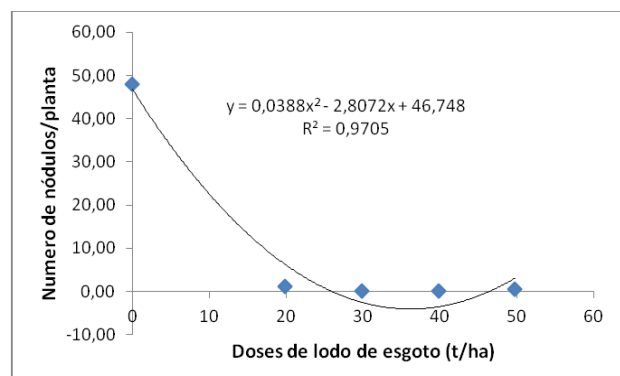


Figura 1 – Número de nódulos por planta em função de diferentes doses de lodo compostado e irrigação com água residuária.

Isto pode ser explicado pelo fato de que, quando aumentamos o N no solo, seja este mineral ou orgânico, a fixação biológica começa a decair (Moreira & Siqueira, 2006).



Souza et al. (2009) estudaram os efeitos da aplicação do lodo produzido em ETE na nodulação e rendimento de grãos da soja e em atributos biológicos do solo, trabalhando com doses que variaram de 1,5 a 6,0 t ha⁻¹ de lodo. Os autores concluíram que a aplicação de lodo de esgoto em doses de até 6 t ha⁻¹ não afetou significativamente a nodulação da soja, ou seja, uma dosagem bem menor das utilizadas neste experimento.

Lobo et al. (2012) estudando o crescimento e fixação biológica do nitrogênio em soja cultivada com doses de lodo de esgoto compostado (0,10, 20,30 e 40 t ha⁻¹), concluíram que aumentando a dose de lodo até 20t ha⁻¹ há um acréscimo no número de nódulos na soja, enquanto que a partir de doses superiores à este valor, a resposta é inversa, ou seja, há um decréscimo no número de nódulos na planta.

Resultados semelhantes foram encontrados nesse trabalho, no entanto, a dose de aproximadamente 20 t ha⁻¹ (19,90 t ha⁻¹) já apresentou inibição sobre o número de nódulos.

Behling (2009) observaram uma redução no número total de nódulos por planta nas doses de 25 e 50 t ha⁻¹ utilizando lodo de estação de resíduos industriais.

O efeito residual do lodo utilizado em ciclos anteriores pode ter influenciado os resultados deste estudo, devido ao fato de que, no lodo, o nitrogênio encontra-se em formas orgânicas e necessita ser mineralizado para que as plantas possam aproveitá-lo (Boeira & Maximiliano, 2004). Dessa maneira, o N é disponibilizado aos poucos ao longo de todo o período de crescimento da planta.

CONCLUSÕES

O Aumento na dose de lodo de esgoto compostado em substituição à adubação convencional promoveu inibição na nodulação da soja.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e ao programa de pós-graduação em irrigação e drenagem da FCA/UNESP, Botucatu-SP, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, F. F. efeito do lodo de esgoto compostado sobre a nutrição, nodulação e doenças da soja. 2003. 99 f. Teses (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP – Campus de Botucatu, São Paulo, 2003.

BEHLING, M., et al. Nodulação, acúmulo de nitrogênio no solo e na planta e produtividade de soja em solo tratado com lodo de estação de tratamento de resíduos industriais. *Bragantia*, 68:453-462, 2009.

BETTIOL, W. & CAMARGO, O. A. Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 349 p.

BOEIRA, R. C., MAXIMILIANO, V. C. B. Determinação da fração de mineralização de nitrogênio de lodos de esgoto: um método alternativo. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 375/2006 <http://www.mma.gov.br/post/conama/legiano/>. 29 set. 2006.

FAGAN, E. B., et al. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja – revisão. *Revista Uruguaiana*, 14:86-106, 2007.

LANARV, Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais. Brasília: Ministério da Agricultura, 1988. 104p.

LOBO, T. F., et al. Crescimento e fixação biológica do nitrogênio em soja cultivada com doses de lodo de esgoto compostado. *Semina: Ciências Agrárias*, 33:1333-1342, 2012.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Fixação biológica de nitrogênio atmosférico. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: UFLA, 2006. cap. 9, p. 449-542.

PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Lodo. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/prosab/lodo.htm>> Acesso em: 10 de nov. 2010.

SANTOS, H. F. Normatização para o uso agrícola dos biossólidos no exterior e no Brasil. In: ANDREOLI, C. V., VON SPERLING, M., FERNANDES, F. *Lodo de esgotos: tratamento e disposição final*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná, 2001. p. 423-462.

SOUZA, C. A., et al. Lodo de esgoto em atributos do solo e na nodulação e na produção de soja. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44:1319-1327, 2009.

Tabela 1 – Características químicas do lodo de esgoto compostado.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Umid	MO	C	Ca	Mg	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn	C/N	pH
													mg kg ⁻¹			
1,10	1,28	0,13	43,63	20,16	11,20	1,56	0,22	1,09	1658	123	179	1439	161	870	10/1	6,20

Tabela 2 – Quantidade de lodo de esgoto compostado empregadas em cada tratamento

Tratamentos	Quantidade de lodo de esgoto	
	g/vaso	t/ha
T0	0	0
T3	250	19,90
T4	375	29,86
T5	500	39,81
T6	625	49,76

g/vaso = grama por vaso; t/ha = tonelada por hectare.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para a o número de nódulos por planta de soja.

FV	GL	QM
		Número de nódulos/planta
Tipos de água	1	479.61
Erro 1	18	604.05
Níveis adubação	4	3184.83
Tipos de água*Níveis adubação	4	1539.73*
Erro 2	72	610.19
Total	99	
CV 1 (%)		314.69
CV 2 (%)		316.27
Média		7.81

*Significativo à 5% de probabilidade.

Tabela 4 – Comparação de médias do número de nódulos presente na raiz da soja, em função de diferentes doses de lodo de esgoto e irrigação com água residuária (AR) e água potável (AP).

Águas	Níveis de adubação				
	T0	T1	T2	T3	T4
AR	48.00 a	1.20 a	0.10 a	0.10 a	0.60 a
AP	12.50 b	6.60 a	6.00 a	0.60 a	2.40 a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.