



Produtividade de grãos, nodulação e teor de nitrogênio em plantas de soja adubadas com composto de lodo de esgoto no Cerrado

João Pedro Milan^(1*); Vitor Fernandes Perroni⁽¹⁾; Luciano Ricardo Taveira e Silva⁽¹⁾; Fernando dos Santos Marques da Costa⁽¹⁾; Adrielle Rodrigues Prates⁽¹⁾; Felipe Bertacine⁽¹⁾; Thiago Assis Rodrigues Nogueira⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000. (*apresentador, jmp1milan@gmail.com).

RESUMO: Objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito da adição do composto de lodo de esgoto na produtividade de grãos, na nodulação, no índice SPAD e nos teores de N em plantas de soja cultivadas em solo da região de Cerrado de baixa altitude. Para tal, foi instalado um experimento em condições de campo, em Selvíria-MS, tendo como planta-teste o cultivar de soja BMX Potência RR, que está sendo cultivado no ano agrícola de 2017/2018. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram originados de esquema fatorial $4 \times 2 + 2$, sendo: quatro doses de CLE (5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 t ha⁻¹, base úmida), dois modos de aplicação (área total e nas entrelinhas das culturas) e dois tratamentos controles (sem aplicação do composto e com adubação mineral convencional). A aplicação do CLE em área total favorece o aumento do número de nódulos, a massa seca dos mesmos e o teor de N foliar, contribuindo para o aumento na produtividade de grãos da cultura da soja cultivada no Cerrado.

Termos de Indexação: *Glycine max* L.; Nitrogênio; Resíduo Urbano.

INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto (LE) contém considerável percentual de matéria orgânica e nutrientes de plantas, podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais. A utilização como biofertilizante, substituindo os fertilizantes minerais, evita gastos econômicos e energéticos próprios da atividade de fertilização do solo. Outra vantagem para o tratamento do LE é a compostagem, que se constitui em ótima alternativa de tratamento desses resíduos com finalidade agrônômica, sendo que este processo permite o controle de microrganismos patogênicos e pode produzir um insumo agrícola de boa qualidade (NOGUEIRA et al., 2007).

O Nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais limitantes à produção de cereais nas regiões de clima tropical, e sua fixação biológica (FBN) é importante para a produção vegetal. A relação simbiótica da soja com *Bradyrhizobium* spp é uma das principais responsáveis pela assimilação de N

na planta, essa simbiose é caracterizada pela formação de nódulos na sessão radicular das leguminosas. Estima-se que o processo biológico contribua com cerca de 65% de todas as entradas de N, sendo o maior provedor desse nutriente para a manutenção de vida na Terra (HUNGRIA, 2007).

Na cultura da soja, a aplicação do lodo de esgoto pode interferir na FBN devido a diversos fatores que podem ser encontrados em sua composição, entre eles os teores de metais pesados. Por outro lado, o LE compostado e utilizado como fonte de micronutriente – menor quantidade de elementos tóxicos aplicados ao solo – ainda não foi avaliado, principalmente, para o cultivo da soja em solo de região de Cerrado. Desse modo, objetivou-se com este estudo, avaliar o efeito da adição do composto de lodo de esgoto na produtividade, na nodulação e no acúmulo de N em plantas de soja cultivadas em solo da região de Cerrado de baixa altitude.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, na safra 2017/18, no município de Selvíria/MS. O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso (**Tabela 1**). Utilizou-se como o cultivar de soja BMX Potência RR. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram originados de esquema fatorial $4 \times 2 + 2$, sendo: quatro doses de composto de lodo de esgoto – CLE (5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 t ha⁻¹, base úmida), dois modos de aplicação (área total e nas entrelinhas das culturas) e dois tratamentos controle (sem aplicação do composto e com adubação mineral convencional). O CLE foi obtido na empresa Tera Ambiental Ltda, localizada em Jundiá, SP (**Tabela 2**). A semeadura da soja se deu mecanicamente, sendo que, antes da semeadura, as sementes foram tratadas com fungicidas e inoculadas com *Bradyrhizobium* spp (2 mL por kg de semente). Por ocasião do estágio R2 (florescimento) de desenvolvimento da cultura, foram coletados aleatoriamente 30 trifólios com



pecíolos por parcela. Esse mesmo material após seco e moído, foi submetido à digestão sulfúrica e destilação a vapor para a obtenção dos teores de N (MALAVOLTA et al., 1997). Para a variável índice SPAD foi realizada a leitura em 10 folhas quando as plantas estavam no estágio de florescimento. Foram coletadas, aleatoriamente, seis plantas por parcela, sendo três de cada lado das linhas laterais próximas a extremidade. Foi feita separação da parte aérea e das raízes. As raízes foram lavadas sobre peneiras de malha fina para não haver perdas de nódulos no campo. Na sequência foi feita a separação e a contagem de nódulos de todas as plantas para obtenção do número de nódulos por parcela. Esse mesmo material após seco em estufa a 65°C por 72 h, foi pesado para obtenção da massa de nódulos. Os resultados foram submetidos à análise de variância (modo de aplicação), além de estudos de regressão polinomial para as interações significativas, e/ou efeito das doses de CLE aplicadas. A análise estatística foi realizada utilizando o programa estatístico AGROSTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do CLE influenciou de maneira significativa o número de nódulos por planta, em ambos os tratamentos (Figura 1a). Em área total, conforme o aumento da dose, houve um aumento no número de nódulos de 8 para 35, atingindo um ponto de máxima quando aplicado 7,5 t ha⁻¹ do composto. Nas doses superiores de 10 e 12 t ha⁻¹ houve decréscimo significativo na média de nódulos para 33 e 31 nódulos por planta. Dados semelhantes foram obtidos por Lobo et al., (2012). Na aplicação do CLE na entrelinha da cultura verificou-se decréscimo linear no número de nódulos de 15 para 8, se aproximando dos resultados apresentados pelos tratamentos adicionais. Parente et al. (2015) em um estudo feito em região experimental análoga com o mesmo cultivar utilizado, observaram variação de 4 a 12 nódulos por planta de acordo com a dose de nitrogênio aplicado. Com relação a massa seca de nódulos houve significância entre as doses e o modo de aplicação em área total, sendo crescente conforme o aumento das doses de CLE (Figura 1b), todavia, os tratamentos com o composto apresentaram médias inferiores ao controle absoluto, isso ocorre provavelmente pois, como apontado por Moreira e Siqueira (2006) quando aumenta-se o N no solo, seja este mineral ou orgânico, a fixação biológica começa a decair, e pode afetar tanto a fixação biológica, quanto a nodulação, por inibir a formação ou causar senescência dos nódulos já formados nas plantas, apresentando assim, um aumento crescente

no número de nódulos que possuem peso inferior aos poucos encontrados no controle absoluto que, por possuir uma menor concentração de N disponível no solo, são mais desenvolvidos. Os dados obtidos do Índice SPAD não se mostraram significativos, contudo, o desdobramento mostrou interação entre o modo de aplicação na entrelinha (Figura 1c) que se assemelha aos dados do número de nódulos, com ponto de máxima na dose 7,5 t ha⁻¹, indo de 34,79 para 39,11 e, logo após, decréscimo lento com o aumento da dose de CLE. Os teores de N na folha diagnose ajustou-se ao modelo quadrático para a aplicação do CLE em área total tendo um aumento crescente do teor de N de 45 para 47 g kg⁻¹ conforme o aumento da dose até atingir o ponto de máxima da curva com 48 g kg⁻¹ na dose de 10 t ha⁻¹ do composto (Figura 1d). Segundo Raij et al., (1997) os teores foliares adequados de Nitrogênio para cultura da soja variam de 40 a 54 g kg⁻¹, ou seja, todos os tratamentos apresentaram níveis de N adequados. Houve, ainda, incremento na produtividade com a aplicação do CLE em área total (Figura 1e), gerando um crescimento linear da produtividade, com um aumento em média de 386 kg ha⁻¹ comparado a adubação convencional.

CONCLUSÕES

A aplicação do CLE em área total favorece o aumento do número de nódulos, bem como na massa seca dos mesmos e o teor de N foliar, contribuindo para o aumento na produtividade de grãos da cultura da soja cultivada no Cerrado.

REFERÊNCIAS

- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro, 2007.
- LOBO, T. F. et al. Crescimento e fixação biológica do nitrogênio em soja cultivada com doses de lodo de esgoto compostado: Growth and nitrogen fixation in soybean treated with doses of composted sewage sludge. *Semina: Ciências* 33:1333-1342, 2012.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2. ed. Lavras, Mg: Editora Ufla, 2006. 730 p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n8/v43n8a15.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2018.
- NOGUEIRA, T. A. R.; SAMPAIO, R. A.; FONSECA, I. M.; FERREIRA, C. S.; SANTOS, S. E.; FERREIRA, L. C.; GOMES, E.; FERNANDES, L. A. Metais pesados e patógenos em milho e feijão caupi consorciados, adubados com lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11: 331-338, 2007.
- PARENTE, T.de L. et al. Adubação nitrogenada em genótipos de soja associada à inoculação em semeadura direta no Cerrado. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 10:249-255, 2015.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo.



Tabela 1 – Atributos químicos⁽¹⁾ e físicos⁽²⁾ das amostras dos solos utilizados no experimento (Média ± desvio-padrão; n = 3).

Atributos	Unidade	Profundidade (cm)	
		0-20	20-40
pH _(CaCl2)	-	4,5 ± 0,06	4,7 ± 0,06
Matéria orgânica	g dm ⁻³	19 ± 1,16	14 ± 0,58
Fósforo	mg dm ⁻³	16 ± 0,58	9 ± 0,00
Potássio	mmol _c dm ⁻³	1,7 ± 0,17	0,7 ± 0,15
Cálcio	mmol _c dm ⁻³	13 ± 0,58	11 ± 0,58
Magnésio	mmol _c dm ⁻³	12 ± 1,00	10 ± 0,00
Alumínio	mmol _c dm ⁻³	4 ± 0,00	2 ± 0,58
H+Al	mmol _c dm ⁻³	37 ± 2,31	32 ± 1,73
SB	mmol _c dm ⁻³	27,0 ± 1,69	22,1 ± 0,72
S-SO ₄	mg dm ⁻³	15 ± 0,58	8 ± 0,58
CTC	mmol _c dm ⁻³	63,7 ± 0,86	54,1 ± 2,45
V	%	42 ± 3,21	41 ± 0,58
Areia (> 0,05 mm)	g kg ⁻¹	553 ± 12,86	
Silte (> 0,002 e < 0,05 mm)	g kg ⁻¹	81 ± 3,21	
Argila (< 0,002 mm)	g kg ⁻¹	372 ± 19,05	

⁽¹⁾ RAIJ, B. van; ANDRANDE, J. C.; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. 1.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

⁽²⁾ EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS, 1997. 212 p.

Tabela 2 – Composição química e microbiológica de amostras do composto de lodo de esgoto (Média ± desvio-padrão; n = 3).

Característica	Unidade	Base úmida	Valor permitido ⁽¹⁾
pH _(CaCl2)	-	7,0 ± 0,10	--
Umidade (60-65 °C)	%	40,96 ± 0,26	--
Nitrogênio Total	g kg ⁻¹	13,85 ± 0,25	--
Fósforo (P ₂ O ₅) Total	g kg ⁻¹	12,25 ± 1,35	--
Potássio (K ₂ O) Total	g kg ⁻¹	6,00 ± 2,20	--
Cálcio (Ca) Total	g kg ⁻¹	19,40 ± 4,40	--
Magnésio (Mg) Total	g kg ⁻¹	5,20 ± 0,50	--
Enxofre (S) Total	g kg ⁻¹	4,75 ± 0,25	--
Sódio (Na) Total	mg kg ⁻¹	3930 ± 32,00	--
Arsênio	mg kg ⁻¹	3,15 ± 1,76	20,0
Cádmio	mg kg ⁻¹	1,00 ± 0,01	3,0
Cobre	mg kg ⁻¹	237 ± 16,54	--
Chumbo	mg kg ⁻¹	18,10 ± 1,60	150,0
Cromo	mg kg ⁻¹	54,25 ± 1,75	--
Níquel	mg kg ⁻¹	26,52 ± 0,50	70,0
Zinco	mg kg ⁻¹	456 ± 8	--
<i>Microbiológica</i>			
Salmonella sp.	NMP/10g	Ausente	
Coliforme Termotolerantes	NMP/g	0	
Ovos viáveis de helmintos	Ovos/g de ST	0,12	

⁽¹⁾IN N°7 MAPA (2006).

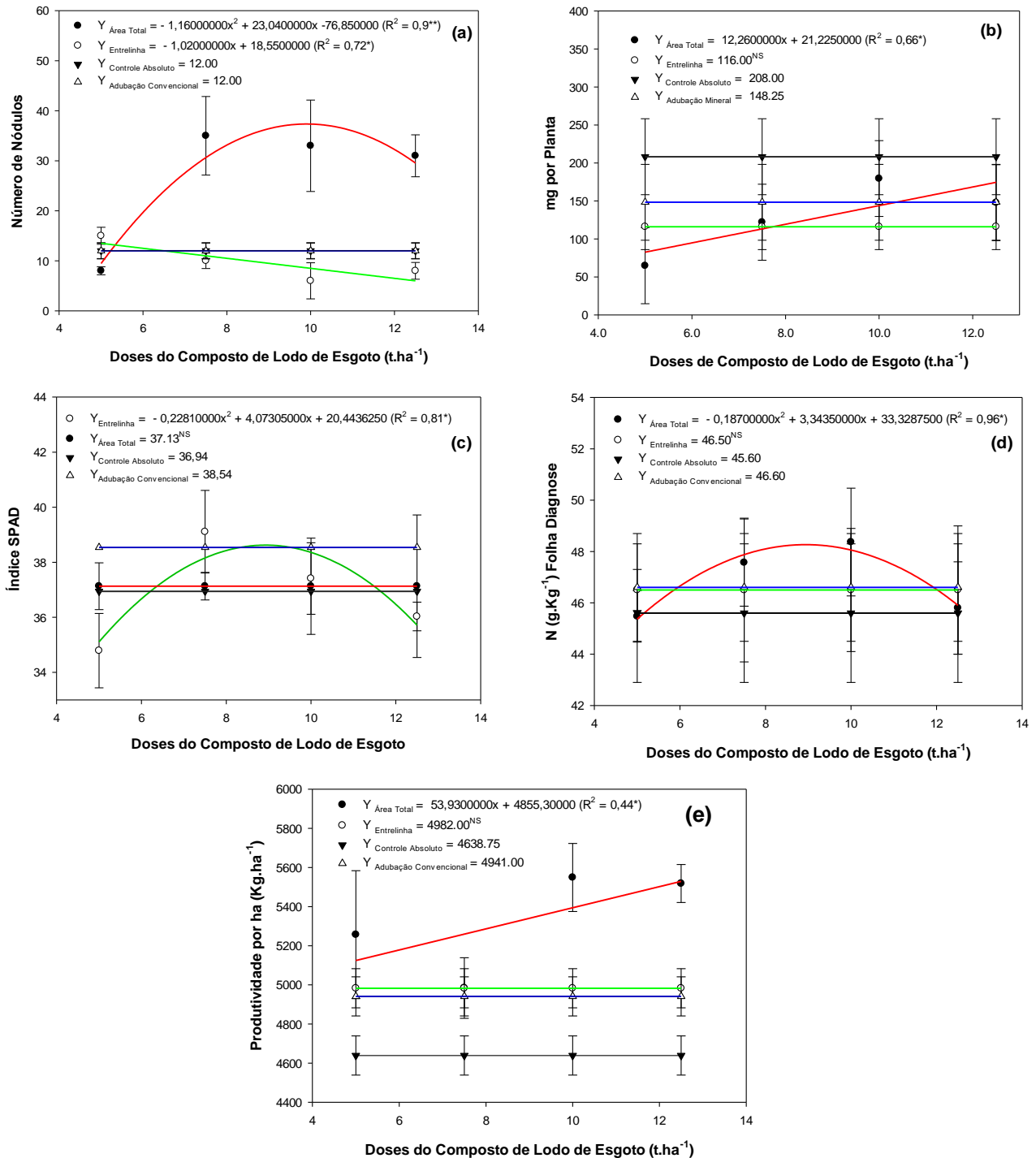


Figura 1 – Efeito das doses de composto de lodo de esgoto no número de nódulos (a), na massa seca de nódulos (b), no índice SPAD (c), no teor de N na folha diagnose (d) e na produtividade de grãos (e) da cultura da soja em função dos tratamentos estudados. Média ($n = 4$) \pm o desvio-padrão.