



## Desempenho agrônômico da cultura da soja em resposta a aplicação de composto de lodo de esgoto em solo de Cerrado

Guilherme Mattoso Benassi<sup>(1\*)</sup>; Fernando dos Santos Marques da Costa<sup>(1)</sup>; Luciano Ricardo Taveira e Silva<sup>(1)</sup>; Pedro Henrique Batista da Silva<sup>(1)</sup>; Marcela Ribeiro Barufi<sup>(1)</sup>; Beatriz Souto Freitas<sup>(1)</sup>; Thiago Assis Rodrigues Nogueira<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000. (\*gmb.benassi@gmail.com).

**RESUMO:** Objetivou-se, com este estudo, avaliar o desempenho agrônômico da cultura da soja em resposta a aplicação de composto de lodo de esgoto (CLE) como fonte de micronutrientes em solo de Cerrado de baixa fertilidade natural. No ano agrícola de 2017/2018, foi instalado um experimento em condições de campo, em Selvíria-MS, tendo como cultura teste a soja, cultivada na safra de verão. 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<sup>-1</sup>, 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). O aumento das doses de CLE no solo de Cerrado altera de forma distinta as variáveis analisadas, sendo notado melhor resposta na produtividade de grãos quando o composto é aplicado em área total. O fornecimento de CLE contribui para o adequado desempenho agrônômico da cultura da soja quando cultivada em solo de Cerrado de baixa fertilidade natural. Assim, sugere-se que esse produto possa ser utilizado como fonte alternativa de micronutrientes para a cultura da soja.

**Termos de indexação:** *Glycine max* L.; Biossólido; Fertilizantes orgânico.

### INTRODUÇÃO

O composto de lodo de esgoto (CLE) possui quantidades consideráveis de alguns micronutrientes, podendo ser considerado uma fonte alternativa desses elementos, podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais e, com isso, desempenhar um importante papel na produção de alimentos. As vantagens da aplicação do CLE em solos naturalmente inférteis (p.e. os solos da região de Cerrado) vão além do fornecimento dos micronutrientes. Esse produto pode contribuir para a

melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos desses solos (BERTON; NOGUEIRA, 2010).

É importante mencionar que a cultura da soja vem apresentado certa sensibilidade à deficiência de B, Cu, Mn, Mo e Zn (RESENDE, 2003), sendo que na carência de um desses elementos, pode ocorrer uma desorganização nos processos metabólicos do vegetal bem como ocasionar a deficiência de um macronutriente (COELHO; FRANÇA, 2013). O fornecimento do CLE para essa cultura talvez possa substituir, pelo menos parcialmente, as quantidades de micronutrientes aplicados via adubo mineral; pois a liberação lenta e gradual desses elementos oriundos do composto poderá resultar em melhor aproveitamento dos nutrientes por essas plantas.

Neste contexto, objetivou-se, com este estudo, avaliar o desempenho agrônômico da cultura da soja em resposta a aplicação de composto de lodo de esgoto (CLE) como fonte de micronutrientes em solo de Cerrado de baixa fertilidade natural.

### 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**). 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<sup>-1</sup>, 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**). Com base nos resultados da avaliação da fertilidade do solo, foi realizada a calagem (2,2 t ha<sup>-1</sup>) objetivando elevar a saturação por bases a 70%, e, em seguida, aplicação de gesso



agrícola ( $1,8 \text{ t ha}^{-1}$ ). Os tratamentos com CLE foram complementados com o fornecimento de macronutrientes via fertilizante mineral. A adubação foi realizada no momento da semeadura levando em consideração, as análises químicas do solo e as recomendações contidas no boletim 100.

Por ocasião do estádio R2 (florescimento) de desenvolvimento da cultura, foram coletadas aleatoriamente seis plantas, colocadas em estufa com circulação forçada de ar a  $65^\circ\text{C}$  por 72 h e pesadas para avaliação da matéria seca da raiz e da parte aérea. No estádio R8 (maturação fisiológica) de desenvolvimento da cultura, foram coletadas aleatoriamente 10 plantas dentro da área útil de cada parcela, no qual foi analisado: a altura de plantas, a altura de inserção de primeira vagem e a matéria seca da parte aérea. Para estimar a produtividade de grãos, todas as plantas da área útil da parcela foram colhidas manualmente, trilhadas mecanicamente, pesadas, e posteriormente, realizou-se os cálculos com extrapolação para  $\text{kg ha}^{-1}$  e corrigidos para o teor de 13% de umidade (base úmida).

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 AGROESTAT (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos efeitos dos tratamentos nas variáveis estudadas (**Tabela 3**), verificou-se que não houve interação entre modo de aplicação e as doses de CLE aplicadas. Todavia, o modo de aplicação do CLE influenciou a altura das plantas e a produtividade de grãos, sendo que a altura de plantas foi maior quando o composto foi aplicado nas entrelinhas da cultura e a produtividade de grãos aumentou quando a distribuição do produto foi realizada em área total. Com base nesses resultados, sugere-se que a aplicação do composto possa ser feita em área total. Exceto para a matéria seca da parte aérea no estádio R8, não foi verificado efeito significativo nas variáveis estudadas em função das doses de CLE aplicadas (**Tabela 3**). Nesse sentido, foi verificado decréscimo linear na produção de matéria seca da parte aérea no estádio R8 quando o CLE foi aplicado em área total ( $P > 0,05$ ). O aumento das doses de CLE influenciaram a produção de matéria seca da raiz no estádio R2, sendo notado ajuste quadrático no qual a dose de

$9 \text{ t ha}^{-1}$ , aplicado em área total, foi responsável por promover o maior valor de matéria seca de raiz. Houve aumento linear ( $P < 0,05$ ) para a produtividade de grãos quando o composto foi aplicado em área total, sendo observado uma variação de  $5.257 \text{ kg ha}^{-1}$  na dose de  $5 \text{ t ha}^{-1}$  (base úmida) até  $5.549 \text{ kg ha}^{-1}$  na dose de  $10,0 \text{ t ha}^{-1}$  (base úmida) de CLE. Por outro lado, não foi observado efeito das doses de CLE sobre a aplicação nas entrelinhas da cultura e para os tratamentos adicionais (controle absoluto e adubação convencional). A produtividade de grãos com a aplicação do composto em área total e nas entrelinhas da cultura, superou as médias obtidas para os tratamentos adicionais (dados não apresentados). A interação entre a média dos tratamentos adicionais e a média do fatorial foi significativa apenas para a matéria seca de raiz (R2) e para a produtividade de grãos (**Tabela 3**). Todavia, foi possível observar maiores valores obtidos para as médias do fatorial, evidenciando que o CLE incrementou contribuiu para o desempenho agrônomo da cultura quando comparado aos tratamentos adicionais.

## CONCLUSÕES

A aplicação de composto de lodo de esgoto em solo de Cerrado contribui para o adequado desempenho agrônomo da cultura da soja.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA FILHO, M.P.; CANTARELLA, H.; WIETHÖLTER, S. Arroz, milho e trigo. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. van.; ABREU, C. A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 285–318.
- BERTON, R. S.; NOGUEIRA, T. A. R. Uso de lodo de esgoto na agricultura. In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A. R.; PIRES, A. M. M. Uso agrícola de lodo de esgoto: avaliação após a resolução no 375 do Conama. FEPAF: Botucatu, 2010. p. 31–50.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. Nutrição e adubação do milho. 2013. Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br/milho/deficiencia/deficiencia.html>>. Acesso em: 15 jan. 2017.
- 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.
- 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.
- RESENDE, A. V. Adubação com micronutrientes no Cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 43 p. (Documentos/ Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 80)



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

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

<sup>(1)</sup> Rajj et al. (2001). <sup>(2)</sup> Embrapa (1997).

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

Característica	Unidade	Base úmida	Valor máximo admitido <sup>(1)</sup>
pH <sub>(CaCl2)</sub>	-	7,0 ± 0,10	--
Umidade (60-65 °C)	%	40,96 ± 0,26	--
Nitrogênio Total	g kg <sup>-1</sup>	13,85 ± 0,25	--
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) Total	g kg <sup>-1</sup>	12,25 ± 1,35	--
Potássio (K <sub>2</sub> O) Total	g kg <sup>-1</sup>	6,00 ± 2,20	--
Cálcio (Ca) Total	g kg <sup>-1</sup>	19,40 ± 4,40	--
Magnésio (Mg) Total	g kg <sup>-1</sup>	5,20 ± 0,50	--
Enxofre (S) Total	g kg <sup>-1</sup>	4,75 ± 0,25	--
Sódio (Na) Total	mg kg <sup>-1</sup>	3930 ± 32,00	--
Arsênio	mg kg <sup>-1</sup>	3,15 ± 1,76	20,0
Cádmio	mg kg <sup>-1</sup>	1,00 ± 0,01	3,0
Cobre	mg kg <sup>-1</sup>	237 ± 16,54	--
Chumbo	mg kg <sup>-1</sup>	18,10 ± 1,60	150,0
Cromo	mg kg <sup>-1</sup>	54,25 ± 1,75	--
Níquel	mg kg <sup>-1</sup>	26,52 ± 0,50	70,0
Zinco	mg kg <sup>-1</sup>	456 ± 8	--
<i>Microbiológica</i>			
<i>Salmonella</i> sp.	NMP/10g	Ausente	Ausência em 10 g de MS
<i>Coliforme Termotolerantes</i>	NMP/g de MS	0	1.000,0
Ovos viáveis de helmintos	Ovos/g de ST	0,12	1,0

<sup>(1)</sup> IN SAD nº 7 MAPA (2016). <sup>(2)</sup> O CLE foi obtido junto a empresa Tera Ambiental Ltda, localizada em Jundiaí-SP.



**Tabela 3** - Efeitos dos tratamentos estudados nas variáveis: altura de plantas, altura de inserção de 1ª vagem, matéria seca da parte aérea e da raiz no estágio R2 e matéria seca da parte aérea no estágio R8 e produtividade de grãos de soja.

Tratamentos	Altura de plantas	Altura de inserção da 1ª vagem	MS Parte aérea (R2)	MS Raiz (R2)	MS Parte aérea (R8)	Produtividade
Modos de Aplicação (MA)	cm	cm	g por planta	g por planta	g por planta	t ha <sup>-1</sup>
Área total	122,9	13,3	11,5	1,5	15,6	5,3
Entrelinhas	125,9	13,8	11,7	1,6	15,8	5,0
Teste F	23,89**	0,88 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>	18,18**
Doses de CLE (base úmida)						
5,0 t ha <sup>-1</sup>	125,9	13,2	10,6	1,4	16,8	5,2
7,5 t ha <sup>-1</sup>	123,9	13,8	12,1	1,6	14,8	5,0
10,0 t ha <sup>-1</sup>	124,0	13,8	11,6	1,6	17,1	5,2
12,5 t ha <sup>-1</sup>	123,0	13,4	12,0	1,6	14,2	5,3
Teste F	3,07 <sup>NS</sup>	0,31 <sup>NS</sup>	1,42 <sup>NS</sup>	2,93 <sup>NS</sup>	3,96*	2,29 <sup>NS</sup>
Tratamentos Adicionais (TA)						
Controle	121,0	13,0	10,6	1,2	15,9	4,6
Adução convencional	126,5	12,8	10,0	1,4	18,9	4,9
Teste F	15,86**	0,07 <sup>NS</sup>	0,32 <sup>NS</sup>	3,39 <sup>NS</sup>	4,22*	3,44 <sup>NS</sup>
(TA) x [(MA) X (CLE)]						
Média dos Tratamentos Adicionais	123,8	12,9	10,3	1,3	17,3	4,8
Média do Fatorial	124,2	13,5	11,6	1,5	15,7	5,1
Teste F	0,32 <sup>NS</sup>	1,58 <sup>NS</sup>	3,93 <sup>NS</sup>	14,04**	3,93 <sup>NS</sup>	16,28**
Teste F (MA) x (CLE)	2,24 <sup>NS</sup>	1,07 <sup>NS</sup>	0,30 <sup>NS</sup>	2,18 <sup>NS</sup>	1,49 <sup>NS</sup>	3,60 <sup>NS</sup>
Média Geral	124,1	13,4	11,3	1,5	16,0	5,1
CV (%)	1,6	9,8	14,1	11,2	12,9	4,5

\*\* , \* e <sup>NS</sup> – Significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente. CLE = Composto de lodo de esgoto. MS = Matéria seca.