



## ***Atributos químicos do solo com aplicação de composto de lodo de esgoto na cultura da soja no Cerrado***

**Adrielle Rodrigues Prates<sup>(1\*)</sup>; Bruno Gasparoti Miranda<sup>(1)</sup>; Fernanda Ferreira Yuki-mitu<sup>(1)</sup>; Jairo Candido de Matos Júnior<sup>(1)</sup>; Paulo Zander Vieira Girão<sup>(1)</sup>; Vitor Fernandes Perroni<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 (\*apresentador, e-mail: prates.adrielle92@gmail.com).

**RESUMO:** Neste estudo foram avaliados alguns atributos químicos de um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico após aplicação de composto de lodo de esgoto (CLE) e cultivo com a cultura da soja. O experimento foi realizado em condições de campo em Selvíria-MS. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, 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). Em amostras de solo, coletadas no final do ciclo da soja, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, foram avaliados: M.O., pH, CTC, H+Al, Al, SB e V. Não houve interação entre os modos de aplicação e as doses do CLE para os atributos químicos avaliados nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade. O CLE contribuiu para a elevação dos valores de SB, CTC e V na camada superficial do solo. Sugere-se que a aplicação do CLE seja realizada em área total. A aplicação do CLE promove melhorias nas condições químicas de solos de baixa fertilidade, como os da região do Cerrado.

**Termos de indexação:** Resíduo orgânico; Química do solo; Adubação mineral.

### **INTRODUÇÃO**

O lodo de esgoto (LE) é um resíduo orgânico oriundo do tratamento sanitário que pode ser aproveitado na agricultura por ser fonte de nutrientes de plantas e/ou condicionador de solos. A compostagem tem sido uma saída encontrada pelas empresas que gerenciam o lodo de algumas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), visando, principalmente, a continuidade da reciclagem desse produto na agricultura (HARGREAVES; ADL; WARMAN, 2008).

Solos do Cerrado brasileiro são altamente intemperizados, apresentando baixos teores de matéria orgânica e CTC, além de elevada acidez e alta saturação por alumínio (LOPES, 1983).

A utilização de CLE na agricultura pode proporcionar benefícios aos solos, como: elevação dos valores de pH, do teor de C orgânico e da CTC, além do aumento na disponibilidade de nutrientes. Contudo, poucos estudos foram desenvolvidos visando a avaliação de CLE no cultivo da cultura da soja no Cerrado. Neste contexto, objetivou-se com este estudo, avaliar as alterações de alguns atributos químicos do solo, após a aplicação de CLE e cultivo da cultura da soja.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado em condições de campo no município de Selvíria/MS. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, pelo levantamento detalhado (DE-MATTÊ, 1980) e utilizando-se o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SANTOS et al., 2018) (Tabela 1). A cultura implantada foi a soja (*Glycine max* L.), cultivada no ano agrícola 2017/2018, utilizando o cultivar BMX Potência RR.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 10 tratamentos e quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais. 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 (Tabela 2), dois modos de aplicação (área total e nas entrelinhas das culturas), e dois tratamentos controle (sem aplicação do composto e com adubação mineral convencional). Antes da instalação do experimento foi aplicado 2,2 t ha<sup>-1</sup> de calcário para elevar a saturação por bases para 70%. Em seguida, foi aplicação 1,8 t ha<sup>-1</sup> gesso agrícola.



Ao final do ciclo da cultura da soja foi realizada a coleta de cinco subamostras de solo por parcela, aleatoriamente, nas profundidades 0–20 e 20–40 cm. Em seguida, foram avaliados os atributos químicos M.O., pH, CTC, H+Al, Al, SB e V, conforme os protocolos analíticos descritos em Raij et al. (2001).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para fator quantitativo (doses) foram realizados estudos de regressão polinomial para as interações significativas. A análise estatística foi realizada utilizando o programa AGROESTAT.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre o modo de aplicação e as doses do CLE para os atributos químicos avaliados nas camadas de 0–20 cm e 20–40 cm de profundidade (Tabela 3). Em relação ao modo de aplicação do CLE, verificou-se que também não houve diferença para os atributos avaliados nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm. Assim, o modo de aplicação do composto em área total se torna uma alternativa mais viável devido a sua praticidade de aplicação.

Notou-se que, na camada de 0–20 cm de profundidade, a média do fatorial (modo de aplicação e doses de CLE) para a SB, a CTC e o V, foi superior e estatisticamente diferente dos tratamentos adicionais testados (adubação convencional e controle absoluto). Já na camada de 20–40 cm de profundidade, pôde-se observar que apenas a média do fatorial para a M.O. e para o V, diferiu dos tratamentos adicionais. Verificou-se, também, que a aplicação do CLE promoveu maior valor dos atributos analisados quando comparado com os valores obtidos na análise inicial do solo (Tabela 1).

Na camada 0–20 cm de profundidade, os valores de pH variaram de 5,0 a 5,2 para os tratamentos que receberam o CLE. Já na camada 20–40 cm de profundidade, o valor de pH foi 4,9, independentemente da dose de CLE aplicada. Porém, esses valores são superiores aos encontrados no solo antes da instalação do experimento, 4,5 e 4,7, nas camadas de 0–20 e 20–40 cm, respectivamente. Tal fato pode estar relacionado ao efeito da calagem realizada no solo para elevar o V na instalação do experimento e pela interação química do CLE no solo diminuindo a atividade de íons H<sup>+</sup> (YAN et al, 1996).

Conforme mencionado anteriormente, houve aumento nas médias da CTC, atributo que pode ser explicado pela variação do pH e do acréscimo de carbono orgânico. Dessa forma, a aplicação do CLE torna-se uma alternativa para solos de baixa CTC e

pobres em matéria orgânica, condição que prevalece nas regiões de clima tropical e subtropical. Além disso, observou-se que o pequeno aumento das médias da SB, elevou a saturação por bases na CTC.

Exceto para o Al<sup>3+</sup>, na profundidade de 0–20 cm, notou-se que as doses de CLE aplicadas não alteraram os atributos químicos estudados (Tabela 3). Apenas para a camada subsuperficial (20–40 cm), verificou-se que a acidez ativa (pH) foi menor (4,6) no tratamento controle absoluto e, conseqüentemente, a acidez potencial (H+Al) foi maior (38,0 mmolc dm<sup>-3</sup>) quando os valores foram comparados com o tratamento que recebeu adubação mineral.

## CONCLUSÕES

O CLE contribui para a elevação dos valores de SB, CTC e V na camada superficial do solo. A aplicação do CLE pode ser feita em área total e mesmo com a menor dose de CLE aplicada (5,0 t ha<sup>-1</sup>, base úmida), é possível obter melhoria química em solos com baixa fertilidade da região do Cerrado.

## REFERÊNCIAS

- DEMATTE, J.L.I. Levantamento detalhado dos solos do "Campus Experimental de Ilha Solteira", Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 1980, p. 11-31.
- 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.
- HARGREAVES, J. C., ADL, M.S., WARMAN, P.R. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 123: 1–14, 2008.
- LOPES, A.S. Solos sob "Cerrado": características, propriedades e manejo. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1983. 162 p.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018.
- 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.
- YAN, F.; SCHUBERT, S.; MENGEL, K. Soil pH increase due to biological decarboxylation of organic anions. *Soil Biology and Biochemistry*, 28: 617-624, 1996.

**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
m	%	13 ± 1,00	9 ± 2,31
<i>Distribuição granulométrica</i>		<i>0-40 cm</i>	
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	
Textura	-	Argilosa	

<sup>(1)</sup>Raij 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 permitido <sup>(1)</sup>
pH <sub>(CaCl2)</sub>	-	7,0 ± 0,10	--
Umidade (60-65 °C)	%	40,96 ± 0,26	--
Matéria orgânica Total (Combustão)	g kg <sup>-1</sup>	308,65 ± 9,95	--
Capacidade de troca catiônica	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	520 ± 20,00	--
C/N	-	12 ± 0,81	--
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	--
Arsênio	mg kg <sup>-1</sup>	3,15 ± 1,76	20,0
Cádmio	mg kg <sup>-1</sup>	1,00 ± 0,01	3,0
Chumbo	mg kg <sup>-1</sup>	18,10 ± 1,60	150,0
Cromo	mg kg <sup>-1</sup>	54,25 ± 1,75	--
Mercúrio	mg kg <sup>-1</sup>	0,22 ± 0,09	1,0
<i>Salmonella</i> sp.	NMP/10g		Ausente
<i>Coliforme Termotolerantes</i>	NMP/g		0
Ovos viáveis de helmintos	Ovos/g de ST		0,12

<sup>(1)</sup>IN N°7 MAPA (2006). <sup>(2)</sup>O CLE foi obtido junto a empresa Tera Ambiental Ltda, localizada em Jundiaí-SP.



**Tabela 3** - Efeitos dos tratamentos estudados em alguns atributos químicos do solo após o cultivo da soja.

Tratamentos	Profundidade (0-20 cm)							Profundidade (20-40 cm)						
	MO	pH	H+Al	Al	SB	CTC	V	MO	pH	H+Al	Al	SB	CTC	V
Modos de Aplicação (MA)	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%
Área total	20,7	5,1	34,3	0,8	47,5	81,8	57,5	17,6	4,8	32,6	1,4	32,7	65,2	50,0
Entrelinhas	21,1	5,1	33,0	0,5	45,3	78,3	57,9	16,9	4,9	33,4	1,3	32,9	66,1	49,3
Teste F	3,21 <sup>NS</sup>	0,61 <sup>NS</sup>	0,76 <sup>NS</sup>	1,05 <sup>NS</sup>	1,38 <sup>NS</sup>	3,23 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>	2,33 <sup>NS</sup>	3,64 <sup>NS</sup>	0,44 <sup>NS</sup>	0,15 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	0,29 <sup>NS</sup>	0,23 <sup>NS</sup>
Doses de CLE (base úmida)														
5,0 t ha <sup>-1</sup>	21,0	5,2	32,8	0,4	47,9	80,6	59,4	16,8	4,9	31,5	1,3	30,8	62,3	49,2
7,5 t ha <sup>-1</sup>	20,6	5,0	35,5	1,4	45,3	80,9	55,1	17,1	4,9	35,1	1,6	31,4	66,5	47,1
10,0 t ha <sup>-1</sup>	21,1	5,1	35,4	0,6	45,3	80,6	56,1	17,1	4,9	31,0	1,3	33,3	64,3	51,8
12,5 t ha <sup>-1</sup>	20,6	5,1	31,0	0,4	46,9	78,0	60,1	18,0	4,9	34,3	1,4	35,3	69,6	50,5
Teste F	0,67 <sup>NS</sup>	0,79 <sup>NS</sup>	2,08 <sup>NS</sup>	3,76*	0,48 <sup>NS</sup>	0,51 <sup>NS</sup>	1,85 <sup>NS</sup>	1,68 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>	2,75 <sup>NS</sup>	0,30 <sup>NS</sup>	2,22 <sup>NS</sup>	3,2 <sup>NS</sup>	1,86 <sup>NS</sup>
Tratamentos Adicionais (TA)														
Controle	20,3	4,9	38	1	36,7	75,0	49,2	16,2	4,6	38,0	2,0	29,3	67,4	43,5
Adubação convencional	19,5	5,0	32	0,8	37,9	70,2	53,8	16,2	5,0	31,8	1,3	30,3	62,0	48,2
Teste F	5,21 <sup>NS</sup>	0,12 <sup>NS</sup>	3,62 <sup>NS</sup>	0,26 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	1,54 <sup>NS</sup>	1,58 <sup>NS</sup>	0,0 <sup>NS</sup>	6,76*	6,53*	1,35 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	2,39 <sup>NS</sup>	2,70 <sup>NS</sup>
(TA) x [(MA) X (CLE)]														
Média dos Tratamentos Adicionais	20,2	5,0	35,1	0,9	37,1	72,6	51,5	16,2	4,8	34,9	1,6	29,8	64,7	45,9
Média do Fatorial	20,8	5,1	33,7	0,7	46,4	80,0	57,7	17,2	4,9	33,0	1,4	32,7	65,7	49,7
Teste F	2,86 <sup>NS</sup>	2,29 <sup>NS</sup>	0,76 <sup>NS</sup>	0,47 <sup>NS</sup>	19,51**	12,0**	9,57**	4,77*	1,02 <sup>NS</sup>	1,94 <sup>NS</sup>	0,48 <sup>NS</sup>	3,62 <sup>NS</sup>	0,26 <sup>NS</sup>	5,47*
Teste F (MA) x (CLE)	2,26 <sup>NS</sup>	5,29 <sup>NS</sup>	5,15 <sup>NS</sup>	6,29 <sup>NS</sup>	14,64 <sup>NS</sup>	7,51 <sup>NS</sup>	10,40 <sup>NS</sup>	1,52 <sup>NS</sup>	0,59 <sup>NS</sup>	2,49 <sup>NS</sup>	0,65 <sup>NS</sup>	0,53 <sup>NS</sup>	0,72 <sup>NS</sup>	1,54 <sup>NS</sup>
Média Geral	20,7	5,1	40,0	0,7	44,6	78,6	56,5	17,0	4,9	33,3	1,4	32,1	65,5	48,9
CV (%)	4,3	4,0	12,6	95,2	11,6	6,9	9,0	6,8	4,2	10,4	64,0	12,0	7,5	8,3

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