



## Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn na palhada da cultura do arroz adubado com composto de lodo de esgoto no Cerrado

Vitor Fernandes Perroni<sup>(1\*)</sup>; Beatriz Souto Freitas<sup>(1)</sup>; Luciano Ricardo Taveira e Silva<sup>(1)</sup>; Fernando dos Santos Marques da Costa<sup>(1)</sup>; Felipe Bertacine<sup>(1)</sup>; João Pedro Milan<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. (\*vitorperroni@hotmail.com).

**RESUMO:** O presente estudo foi elaborado visando avaliar os efeitos da adição do composto de lodo de esgoto (CLE) em solo típico de Cerrado (baixa fertilidade), sobre o acúmulo total de B, Cu, Fe, Mn e Zn na palhada residual após a colheita de plantas de arroz. Para tal, foi realizado um experimento em condições de campo, em Selvíria-MS, utilizando-se como planta teste a cultura do arroz de terras altas. O delineamento experimental utilizado foi o de 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 da cultura) e dois tratamentos controles (sem aplicação do composto e com adubação mineral convencional). As doses de CLE não elevou o acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn de forma significativa na palhada do arroz. Porém, há um ligeiro aumento do acúmulo de micronutrientes quando comparado aos tratamentos adicionais. O modo de aplicação do CLE influenciou de forma significativa apenas no acúmulo total de Cu e Mn quando o CLE foi aplicado nas entrelinhas da cultura e em área total, respectivamente. Dessa forma, sugere-se que a aplicação do composto seja realizada em área total. Recomenda-se a realização de estudos para verificar a viabilidade agrônômica do CLE como fornecedor de micronutrientes para a cultura do arroz de terras altas, principalmente, quando cultivada em solo de Cerrado.

**Termos de indexação:** *Oryza sativa* L.; Micronutriente; Resíduo orgânico.

### INTRODUÇÃO

Apesar de ser pouco exigente em insumos e tolerante à solos ácidos, o bom manejo da adubação pode promover melhoria no estado nutricional da cultura do arroz e, conseqüentemente, incrementar em até 40% a produtividade de grãos (FAGERIA et al., 2017). Assim, quando o cultivo do arroz é

realizado na região de Cerrado – solos ácidos e de baixa fertilidade, em especial os micronutrientes – a prática da adubação torna-se imprescindível no processo produtivo. Nesse sentido, o agricultor deve fazer uso de fertilizantes minerais ou orgânico visando o suprimento desses elementos.

Dentre alguns fertilizantes orgânicos, o composto de lodo de esgoto (CLE), por possuir quantidades consideráveis de alguns micronutrientes, pode ser considerado uma fonte alternativa, podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais e, com isso, desempenhar um importante papel na produção de alimentos. Os benefícios da aplicação do CLE em solos de Cerrado vão além do fornecimento dos micronutrientes. Esse material pode contribuir para a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos (BERTON; NOGUEIRA, 2010). Ademais, se este material for utilizado como fonte de micronutrientes, o volume aplicado será muito reduzido. Esse fato será importante para viabilizar o uso de lodos que apresentem na sua composição maiores teores de metais pesados. Essa estratégia deverá ser bem vista por parte das agências de controle ambiental que ainda tem restringido o uso agrícola do lodo e dificultado a aprovação de projetos para esse fim (PARADELO; VILLADA; BARRAL, 2011). Neste contexto, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar os efeitos da adição de CLE em solo típico de Cerrado (baixa fertilidade), sobre o acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn na palhada residual após a colheita de plantas de arroz de terras altas.

### 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 1,8 t ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola. Os tratamentos com CLE foram complementados com o fornecimento de macronutrientes via fertilizante mineral. A adubação foi realizada no momento da semeadura e em cobertura levando em consideração, as análises químicas do solo e as recomendações de Raji et al. (1997). A irrigação e o manejo fitossanitário da cultura durante a safra foram realizados de acordo com a necessidade e as recomendações técnicas para as culturas na região.

A palhada seca das plantas depositadas na superfície do solo foi coletada ao final do cultivo da cultura visando a obtenção do acúmulo de teores dos micronutrientes na palhada. Para tal, foram realizadas quatro coletas ao acaso na área útil da parcela utilizando um quadrado de ferro com dimensões de 50,0 x 50,0 cm (0,25 m<sup>2</sup>), recolhendo-se resíduos vegetais da cultura que estavam sobre o solo (CRUSCIOL et al., 2005). Todo material vegetal amostrado correspondente a cada parcela do campo, foi seco em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C por 72 h, pesado para obtenção da matéria seca, triturado em moinho tipo Willey e armazenados até o momento das análises. Nestas amostras foram determinados os teores de B, Cu, Fe, Mn, e Zn, que foram multiplicados pela matéria seca, obtendo-se assim o acúmulo de micronutrientes na palha residual da cultura do arroz, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). 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.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos efeitos dos tratamentos no acúmulo de micronutrientes na palhada do arroz (**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 no acúmulo de Cu e Mn na palhada, onde notou-se que o acúmulo total de Cu foi maior quando o composto foi aplicado nas entrelinhas da cultura. Já o acúmulo total de Mn, apresentou aumento quando a distribuição do produto foi realizada em área total. Não foi verificado aumento significativo do acúmulo de micronutrientes na palhada residual em função das doses de CLE aplicadas. À interação entre a média dos tratamentos adicionais e a média do fatorial também não foi significativa, embora seja possível observar maiores valores obtidos para as médias do fatorial, evidenciando que o CLE incrementou as quantidades de B, Cu, Mn e Zn, mesmo que de forma não significativa quando comparado aos tratamentos adicionais.

## CONCLUSÕES

As doses de CLE não elevaram o acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn de forma significativa na palhada do arroz. Porém, há um ligeiro aumento na quantidade de micronutrientes quando comparado aos tratamentos adicionais. O modo de aplicação do CLE influenciou de forma significativa apenas no acúmulo de Cu e Mn quando o CLE foi aplicado nas entrelinhas da cultura e em área total, respectivamente. Dessa forma, sugere-se que a aplicação do composto seja realizada em área total.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- CRUSCIOL, C.A.C.; COTTICA, R.L.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 40: 161-168, 2005.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; MACHADO, P. L. O. A.; SILVA O F.; ALCANTARA, F. A. Fertilidade do solo. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arvore/CONT000fessmgy502wx5eo0y53mhvycjcebf.html#>](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fessmgy502wx5eo0y53mhvycjcebf.html#>). Acesso em 27 ago. 2018.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- PARADELO, R.; VILLADA, A.; BARRAL, M. T. Reduction of the short-term availability of copper, lead and zinc in a contaminated soil amended with MSW compost. Journal of Hazardous Materials, 188: 96–104, 2011.



RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas, FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e Instituto Agronômico de Campinas, 1997. 285p.

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

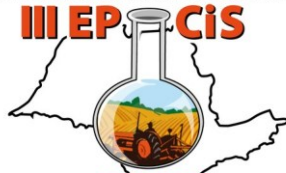
Atributos	Unidade	Profundidade (cm)	
		0-20	20-40
pH <sub>(CaCl2)</sub>	-	4,5 ± 0,06	4,7 ± 0,06
Matéria orgânica	g dm <sup>-3</sup>	19 ± 1,16	14 ± 0,58
Fósforo	mg dm <sup>-3</sup>	16 ± 0,58	9 ± 0,00
Potássio	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,7 ± 0,17	0,7 ± 0,15
Cálcio	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</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> RAIJ, B. van; ANDRANDE, J. C.; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. 1.ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285 p.

<sup>(2)</sup> 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 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	--
<b>Microbiológica</b>			
<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 n° 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 no acúmulo de micronutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) na palhada residual de plantas de arroz de terras altas.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>Modos de Aplicação (MA)</b>					
Área total	1,26	0,08	5,81	1,65	0,23
Entrelinhas	1,20	0,11	6,90	1,36	0,21
Teste F	0,46 <sup>NS</sup>	13,73 <sup>**</sup>	3,97 <sup>NS</sup>	7,12 <sup>*</sup>	2,12 <sup>NS</sup>
<b>Doses de CLE (base úmida)</b>					
5,0 t ha <sup>-1</sup>	1,43	0,09	7,28	1,68	0,23
7,5 t ha <sup>-1</sup>	1,06	0,12	6,20	1,67	0,24
10,0 t ha <sup>-1</sup>	1,22	0,08	6,19	1,15	0,19
12,5 t ha <sup>-1</sup>	1,22	0,09	5,76	1,53	0,23
Teste F	2,95 <sup>NS</sup>	4,48 <sup>NS</sup>	1,42 <sup>NS</sup>	5,12 <sup>NS</sup>	2,05 <sup>NS</sup>
<b>Tratamentos Adicionais (TA)</b>					
Controle absoluto	0,93	0,08	4,48	0,92	0,17
Adubação convencional	1,06	0,09	7,92	1,63	0,20
Teste F	0,53 <sup>NS</sup>	0,26 <sup>NS</sup>	7,80 <sup>NS</sup>	10,56 <sup>NS</sup>	1,36 <sup>NS</sup>
<b>(TA) x [(MA) X (CLE)]</b>					
Média dos Tratamentos Adicionais	0,99	0,08	6,40	1,27	0,19
Média do Fatorial	1,23	0,10	6,35	1,51	0,22
Teste F	5,90 <sup>NS</sup>	3,27 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	3,73 <sup>NS</sup>	4,90 <sup>NS</sup>
<b>Teste F (MA) x (CLE)</b>					
Média Geral	1,18	0,09	6,36	1,46	0,22
CV (%)	21,26	21,92	24,11	20,94	19,55

CLE = Composto lodo de esgoto.