



Teores de micronutrientes na parte aérea da cultura do arroz em resposta a aplicação de composto de lodo de esgoto

Paulo Zander Vieira Girão^(1*); Luciano Ricardo Taveira e Silva⁽¹⁾; Guilherme Benassi⁽¹⁾; Fernanda Ferreira Yukimitu⁽¹⁾; Jairo Candido de Matos Júnior⁽¹⁾; Bruno Gasparoti Miranda⁽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 (*paulozvieira@gmail.com).

RESUMO: Neste experimento foram avaliados os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea da cultura do arroz de terras altas cultivado em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico após aplicação de composto de lodo de esgoto (CLE). O experimento foi realizado no ano agrícola 2017/2018, em condições de campo, no município de Selvíria, MS. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram originados de esquema fatorial 4 x 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). O aumento das doses de CLE afeta de maneira distinta os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea da cultura. Assim, nota-se efeito principalmente para os teores de Cu nos dois modos de aplicação e para os teores de Zn quando o CLE é aplicado em área total. Dessa forma, verifica-se que o CLE aplicado em área total pode ser considerado uma fonte alternativa de micronutrientes para a cultura do arroz de terra altas cultivada em solo de Cerrado.

Termos de indexação: Adubação orgânica, reciclagem de nutrientes, Resíduo urbano.

INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz de terras altas é uma alternativa agrícola e econômica de grande potencial em relação a outras culturas de verão. O cereal há muito tempo é utilizado como solução para áreas de abertura de Cerrado e vem contribuindo na rotação de culturas no país. Mesmo pouco exigente em insumos e tolerante à solos ácidos, o correto manejo da adubação, promove resultados satisfatórios no estado nutricional das plantas e, conseqüentemente, pode aumentar em até 40% a produtividade do arroz de terras altas (FARINELLI et al., 2004, FAGERIA et al., 2017). Ademais, 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.

A exploração intensiva por meio do cultivo de variedades com alto potencial de rendimento, acompanhada de calagens e uso crescente de fertilizantes de alta concentração (menores quantidades de micronutrientes como impurezas), está levando a deficiência dos micronutrientes no solo (GALRÃO, 2004). Por outro lado, a elevação do consumo e do custo dos fertilizantes minerais tem preocupado o setor agrícola mundial, incentivando a busca pelo uso de fontes alternativas de micronutrientes, como o lodo de esgoto, a fim de reduzir a demanda por fertilizantes inorgânicos. Nesse sentido, o LE, resíduo semissólido resultante do tratamento dos esgotos ou das águas servidas – fonte de matéria orgânica e de nutrientes de plantas – vem sendo estudado como fonte alternativa na adubação, podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais e, com isso, desempenhar um importante papel na produção agrícola. Os benefícios da aplicação do LE 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).

Embora existam avanços nas pesquisas de nutrição de plantas, os estudos relativos aos micronutrientes ainda são restritos, principalmente, quanto às fontes alternativas desses elementos. O mesmo pode-se dizer para os estudos realizados com o LE, sendo, em sua maioria, relacionados com o fornecimento de N e P ou com os seus efeitos no ambiente, descartando a possibilidade de utilização desse resíduo como fornecedor de micronutrientes para as culturas agrícolas e florestais. Neste contexto, objetivou-se com este estudo, avaliar a viabilidade agrônômica do CLE como fonte de micronutrientes para plantas de arroz de terras altas cultivadas em solo de Cerrado.

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⁻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 Jundiaí, SP (**Tabela 2**). Com base nos resultados da avaliação da fertilidade do solo, foi realizada a calagem (2,2 t ha⁻¹) objetivando elevar a saturação por bases a 70% e, em seguida, aplicação de 1,8 t ha⁻¹ 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 das culturas durante a safra foram realizados de acordo com as necessidades e as recomendações técnicas para a cultura na região.

Por ocasião do estágio R2 (florescimento) de desenvolvimento da cultura, foram coletados aleatoriamente a parte aérea de seis plantas por parcela. Esse mesmo material foi submetido à digestão por via úmida, com ácido nítrico (HNO₃) e ácido perclórico (HClO₄) (MALAVOLTA et al., 1997) para a obtenção dos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Os resultados qualitativos foram avaliados pela análise de variância por meio do teste F ($P < 0,05$). Também, foram realizados estudos de regressão polinomial para as interações significativas em relação às doses do CLE. A análise estatística foi realizada utilizando o programa AGROESTAT (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre modo de aplicação e as doses de composto de lodo. Porém, pôde-se notar que o modo de aplicação (área total e entrelinha) do CLE influenciou de forma distinta os teores de micronutrientes na parte aérea da cultura do arroz. Assim, observou-se maiores teores de Cu, de Fe e de Zn quando o CLE foi aplicado em área total. Já para os teores de Mn, verificou-se que os teores de Mn foram maiores quando a aplicação do CLE foi realizada nas entrelinhas da cultura (**Figura 1**). Dessa forma, levando-se em conta os resultados obtidos e, se for considerado a praticidade e até mesmo a economia, sugere-se que a aplicação de CLE seja realizada em área total.

Exceto para o Cu e para o Zn, não foi verificado incremento nos teores de micronutrientes na parte aérea das plantas em função do aumento das doses

de CLE aplicadas. Assim, notou-se ajuste quadrático para os teores de Cu quando o CLE foi aplicado em área total e crescimento linear quando o composto foi aplicado nas entrelinhas da cultura. Para os teores de Zn, verificou-se aumento linear ($P > 0,01$) quando o composto foi aplicado em área total (**Figura 2**). Nesse caso, o aumento das doses de CLE proporcionou teores de Zn maiores que os tratamentos adicionais, inclusive nas parcelas que receberam adubação convencional.

CONCLUSÕES

O composto de lodo de esgoto aplicado em área total é fonte de micronutrientes, podendo ser utilizado como fonte alternativa de fertilizante para a cultura do arroz de terra altas cultivada no Cerrado.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. C.; MALDONADO, JUNIOR, W. AGROESTAT - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396 p.
- 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.
- GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 185–226.
- 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/arroz/arvore/CONT000fessmggy502wx5eo0y53mhyvcjcebf.html#>>. Acesso em 27 ago. 2018.
- FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D.; BORDIN, L. Características agrônômicas de arroz de terras altas sob plantio direto e adubação nitrogenada e potássica. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28:447–454, 2004.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.



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
Boro	mg dm ⁻³	0,22 ± 0,04	1,40 ± 0,02
Cobre (DTPA)	mg dm ⁻³	1,8 ± 0,05	7,7 ± 0,10
Ferro (DTPA)	mg dm ⁻³	15 ± 0,58	8 ± 0,58
Manganês (DTPA)	mg dm ⁻³	18,8 ± 0,59	7,3 ± 0,72
Zinco (DTPA)	mg dm ⁻³	0,6 ± 0,06	0,2 ± 0,00
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	
Textura	-	Argilosa	

⁽¹⁾Rajj et al. (2001). ⁽²⁾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 ⁽¹⁾
pH _(CaCl2)	-	7,0 ± 0,10	--
Nitrogênio Total	g kg ⁻¹	13,85 ± 0,25	--
Arsênio	mg kg ⁻¹	3,15 ± 1,76	20,0
Boro	mg kg ⁻¹	94 ± 4,52	--
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	--
Ferro	mg kg ⁻¹	16400 ± 1300	--
Manganês	mg kg ⁻¹	246 ± 37	--
Molibdênio	mg kg ⁻¹	5,26 ± 0,23	--
Níquel	mg kg ⁻¹	26,52 ± 0,50	70,0
Zinco	mg kg ⁻¹	456 ± 8	--
<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

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

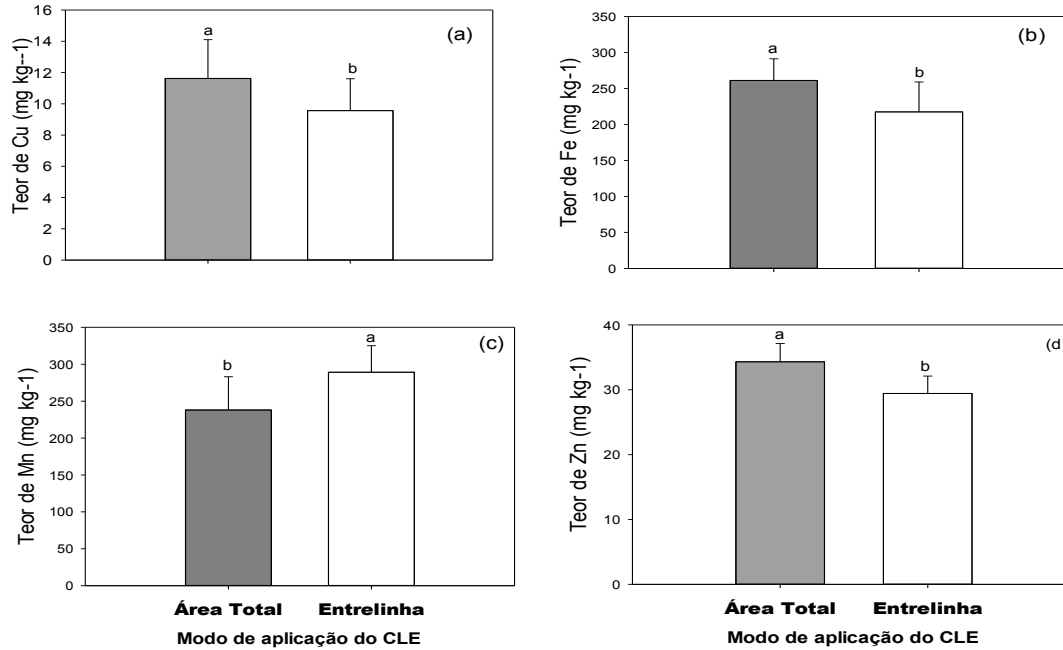


Figura 1 – Efeito do modo de aplicação do composto de lodo de esgoto nos teores de Cu (a), Fe (b), Mn (c) e Zn (d) na parte aérea de plantas de arroz em função dos tratamentos estudados. Média ($n = 4$) \pm o desvio-padrão.

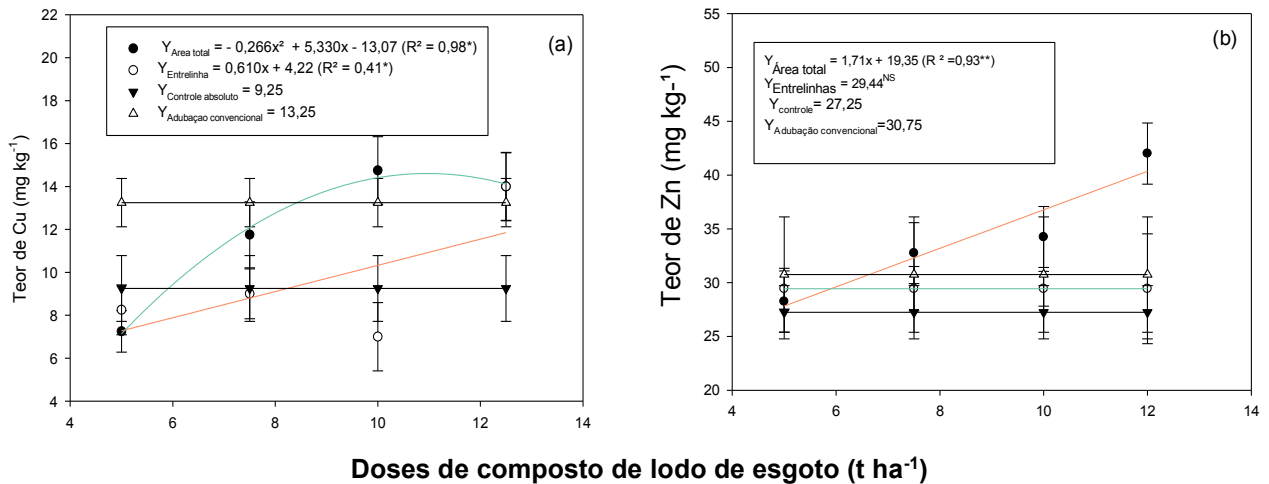


Figura 2 – Efeito das doses de composto de lodo de esgoto nos teores de Cu (a) e Zn (b) na parte aérea de plantas de arroz em função dos tratamentos estudados. Média ($n = 4$) \pm o desvio-padrão.