



## Estado nutricional de plantas de arroz adubadas com composto de lodo de esgoto no Cerrado: efeito nos teores de macronutrientes

Fernando dos Santos Marques da Costa<sup>(1\*)</sup>; Felipe Bertacine<sup>(1)</sup>; Vitor Fernandes Perroni<sup>(1)</sup>; Beatriz Souto Freitas<sup>(1)</sup>; João Pedro Milan<sup>(3)</sup>; Guilherme Benassi<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. (\*[fermarquescosta@gmail.com](mailto:fermarquescosta@gmail.com)).

**RESUMO:** Objetivou-se, com este estudo, avaliar a viabilidade agrônômica do uso de composto de lodo de esgoto (CLE) como fonte de nutrientes para a cultura de milho cultivada 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 o arroz, cultivado no verão (safra). 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). A aplicação do CLE em solo de Cerrado de baixa fertilidade natural, promove teores adequados de macronutrientes, melhorando a nutrição da cultura do arroz, indicando que esse produto pode ser uma fonte alternativa de fertilizante para essa cultura.

**Palavras chave:** *Oryza sativa* L.; Biossólido; Resíduo Orgânico.

### INTRODUÇÃO

A tendência atual do sistema de exploração agrícola tem sido aumentar a produtividade das culturas associada às reduções nos custos de produção. Para isso, é necessário que as práticas culturais relacionadas aos tratamentos fitossanitários e às adubações sejam eficientes. O conhecimento sobre o conteúdo de nutrientes nas plantas é importante para avaliar a capacidade de remoção de nutrientes de cada cultura. Esta informação pode ser utilizada na definição das recomendações econômicas de adubação.

Lodos de esgoto são resíduos semissólidos, predominantemente orgânicos, com teores variáveis

de componentes inorgânicos, provenientes do tratamento de águas residuárias domiciliares ou industriais. Sua destinação racional se faz necessária diante dos problemas ambientais que podem ser causados pelo seu acúmulo. Nesse aspecto, surge como promissora a sua utilização em solos agrícolas uma vez que a decomposição do lodo de esgoto no solo permite um melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas, em decorrência da lenta liberação dos mesmos por meio do processo de mineralização da matéria orgânica (BERTON; NOGUEIRA, 2010; ALBUQUERQUE et al., 2015). Todavia, poucos estudos foram desenvolvidos visando a avaliação do lodo de esgoto compostado como fornecedor de nutrientes, especialmente, para a cultura do arroz de terras altas cultivada em solo de Cerrado.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo, avaliar o estado nutricional (teores de P, K, Ca, Mg e S na folha diagnose) da cultura do arroz adubada com composto de lodo de esgoto em solo de Cerrado de baixa fertilidade.

### 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 ( $2,2 \text{ t ha}^{-1}$ ) objetivando elevar a saturação por bases a 70% e, em seguida, aplicação de  $1,8 \text{ t ha}^{-1}$  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 do Boletim 100. A irrigação e o manejo fitossanitário da cultura durante a safra foram realizados de acordo com as necessidades e as recomendações técnicas para a cultura na região. Para avaliar o estado nutricional das plantas, por ocasião do estágio R2 (florescimento) de desenvolvimento da cultura, foram coletados aleatoriamente 50 folhas bandeiras por parcela, conforme recomendações de Cantarella, Raij e Camargo (1997). Esse mesmo material foi submetido à digestão por via úmida, com ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e ácido perclórico ( $\text{HClO}_4$ ) (MALAVOLTA et al., 1997) para a obtenção dos teores de P, K, Ca, Mg e S.

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.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao estado nutricional das plantas, não houve interação entre modo de aplicação e as doses de CLE (**Tabela 3**). Também, não foram verificados aumento dos teores de macronutrientes na planta em função das doses de CLE aplicadas. Todavia, dependendo do modo de aplicação do CLE, foi verificado efeito significativo com ajuste quadrático para os teores de P na folha diagnose ( $P > 0,05$ ;  $R^2 = 0,87$ ;  $Y = 0,009x^2 - 0,665x + 0,675$ ) quando o composto foi aplicado nas entrelinhas da cultura e para os teores de S na folha diagnose ( $P > 0,01$ ;  $R^2 = 0,84$ ;  $Y = 0,019x^2 - 0,345x + 1,449$ ) quando o composto foi aplicado em área total da cultura. Também notou-se que os teores de K na folha diagnose aumentam de forma linear ( $P > 0,05$ ;  $R^2 = 0,58$ ;  $Y = 0,189x + 14,89$ ) com a distribuição do composto em área total (dados não apresentados).

Para a cultura do arroz, os teores adequados de macronutrientes variam de ( $\text{g kg}^{-1}$ ): P = 1,8-3,0, K = 13-30, Ca = 2,5-10,0, Mg = 1,5-5,0 e S = 1,4-3,0 (RAIJ et al., 1997). Considerando o modo de aplicação e as doses de CLE, verificou-se que os

teores macronutrientes obtidos na folha diagnose variam de ( $\text{g kg}^{-1}$ ): P = 2,48-2,58; K = 15,59-17,40; Ca = 2,88-3,58; Mg = 1,75-1,90 e S = 2,78-3,00. Dessa forma, pôde-se notar bom estado nutricional da cultura do arroz de terras altas.

Em relação ao modo de aplicação do CLE, verificou-se que não houve diferença para os demais teores de macronutrientes na folha diagnose (**Tabela 3**). Porém, de modo geral, os maiores teores de macronutrientes foram encontrados no modo de aplicação em área total. Entende-se que em função da não diferença entre o modo de aplicação, sugere-se que o composto deva ser distribuído em área total. Verificou-se, também, que a interação entre a média dos tratamentos adicionais e a média do fatorial não foi significativa para nenhum elemento estudado, sendo que, de modo geral, os maiores valores foram obtidos para as médias do fatorial.

## CONCLUSÕES

A aplicação do CLE em solo de Cerrado de baixa fertilidade natural, promove teores adequados de macronutrientes, melhorando a nutrição da cultura do arroz, indicando que esse produto pode ser uma fonte alternativa de fertilizante para essa cultura.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, H. C.; ZUBA JUNIO, G. R.; SAMPAIO, R. A.; FERNANDES, L. A.; ZONTA, E.; BARBOSA, C. F. Yield and nutrition of sunflower fertilized with sewage sludge. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19: 553–559, 2015.
- 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. FEPAP: Botucatu, 2010. p. 31–50.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: 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 Agronômico de Campinas, 1997. p. 45–47.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS, 1997. 212 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- 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.



**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
<i>m</i>	%	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 nos teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) na folha diagnose da cultura do arroz.

Tratamentos	P	K	Ca	Mg	S
Modos de Aplicação (MA)					
Área total	2,55	16,54	3,27	1,90	2,87
Entrelinhas	2,52	16,10	3,23	1,79	2,88
Teste F	0,70 <sup>NS</sup>	1,78 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	2,73 <sup>NS</sup>	0,06 <sup>NS</sup>
Doses de CLE (base úmida)					
5,0 t ha <sup>-1</sup>	2,54	15,93	3,33	1,90	2,78
7,5 t ha <sup>-1</sup>	2,58	16,38	3,58	1,90	2,85
10,0 t ha <sup>-1</sup>	2,55	15,59	2,88	1,75	3,00
12,5 t ha <sup>-1</sup>	2,48	17,40	3,23	1,84	2,88
Teste F	1,29 <sup>NS</sup>	5,62 <sup>NS</sup>	6,39 <sup>NS</sup>	1,22 <sup>NS</sup>	3,38 <sup>NS</sup>
Tratamentos Adicionais (TA)					
Controle absoluto	2,50	14,68	3,13	1,83	2,90
Adubação convencional	2,53	16,85	3,53	1,90	2,90
Teste F	0,11 <sup>NS</sup>	10,71 <sup>**</sup>	3,04 <sup>NS</sup>	0,34 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>NS</sup>
(TA) x [(MA) X (CLE)]					
Média dos Tratamentos Adicionais	2,51	15,76	3,33	1,86	2,90
Média do Fatorial	2,53	16,32	3,25	1,85	2,88
Teste F	0,27 <sup>NS</sup>	2,27 <sup>NS</sup>	0,34 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>
Teste F (MA) x (CLE)					
Média Geral	2,53	16,21	3,27	1,85	2,88
CV (%)	4,18	5,80	9,94	9,82	4,00