



Atributos químicos do solo e produtividade de milho com aplicação de biofertilizante de dejetos líquido de suínos.

Marcelo Eduardo Bócoli⁽¹⁾; José Ricardo Mantovani⁽²⁾; Douglas José Marques⁽²⁾

⁽¹⁾ Professor; Instituto Federal Sul de Minas, Câmpus de Muzambinho; Muzambinho-MG (E-mail: mebbocoli@milbr.net);

⁽²⁾ Professor; Faculdade de Agronomia, Universidade José do Rosário Vellano/Unifenas, Câmpus de Alfenas-MG.

RESUMO: Materiais orgânicos submetidos a um processo de digestão anaeróbia, por meio de biodigestor, produzem biogás e biofertilizante, que pode ser utilizado na agricultura como fonte de nutrientes. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de biofertilizante de dejetos líquido de suínos em atributos químicos do solo, na produtividade e no teor de nutrientes nas folhas e nos grãos de milho. O experimento foi realizado em condições de campo, e empregou-se delineamento experimental em blocos ao acaso, com 7 tratamentos e 4 repetições, totalizando 28 parcelas. Os tratamentos foram constituídos por doses de biofertilizante de dejetos líquido de suínos em doses de 0; 40; 80; 120; 160; 200 e 240 m³ ha⁻¹, aplicadas na superfície do solo, de uma única vez, no estágio fenológico V₂ do milho. Aos 33 dias após a aplicação do biofertilizante foram coletadas em cada parcela amostras de solo nas profundidades de 0 a 0,1; 0,1 a 0,2 e de 0,2 a 0,4 m. A colheita foi realizada 129 dias após a semeadura do milho. A aplicação de até 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante de dejetos líquido de suínos, em solo com boas condições de fertilidade, não altera os atributos químicos do solo e a produtividade de milho. O uso de biofertilizante de dejetos líquido de suínos não afeta os teores de nutrientes no tecido foliar e nos grãos de milho.

Termos de indexação: adubação orgânica, esterco, resíduo.

INTRODUÇÃO

Na suinocultura, o sistema de criação utilizado pela maioria dos produtores consiste no confinamento dos animais em pequenas áreas, o que proporciona geração de grandes quantidades de dejetos na forma líquida (Giacomini et al., 2014). Os dejetos de suínos são constituídos por fezes, urina, restos de ração, pelos dos animais e quantidades variáveis de água de bebedouros e da limpeza das instalações.

O dejetos líquido de suínos pode ser submetido a um processo de digestão anaeróbia, em biodigestor, e com isso obtêm-se biogás, que é útil como combustível, e efluente de biodigestor, também denominado de biofertilizante, que apresenta características para ser utilizado na agricultura como fertilizante (Silva et al., 2012). No processo de digestão anaeróbia, atuam diversos tipos de

bactérias que transformam compostos orgânicos complexos em componentes com estrutura mais simples (Silva et al., 2012). Com isso, o biofertilizante possui nutrientes mais prontamente acessíveis às plantas, quando comparado com o adubo orgânico antes do processo de digestão.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do biofertilizante de dejetos líquido de suínos em atributos químicos do solo, na produtividade e no teor de nutrientes no tecido foliar e nos grãos de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, no período de novembro de 2012 a abril de 2013, em Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa.

O preparo do solo da área do experimento foi realizado por meio de subsolagem, seguida de uso de grade aradora e de duas gradagens com grade niveladora. Não foi realizado calagem na área, pois a saturação por bases (V%) da camada superficial do solo (0 a 0,2m) estava acima da considerada adequada para a cultura.

Empregou-se delineamento experimental em blocos ao acaso, com 7 tratamentos e 4 repetições, totalizando 28 parcelas. Os tratamentos foram constituídos por doses de biofertilizante de dejetos líquido de suínos, correspondentes a 0; 40; 80; 120; 160; 200 e 240 m³ ha⁻¹.

Cada parcela possuía cinco linhas de 5,0 metros de comprimento e espaçamento de 0,6m entre-linhas, o que resultou em 15 m² de área total. A área útil de cada parcela foi representada pelas três linhas centrais, desconsiderando 1,0 m de cada extremidade, o que totalizou 5,4 m².

O híbrido de milho utilizado foi o Superis Viptera, transgênico, com evento inseticida Bt (*Bacillus thuringiensis*). No experimento, empregou-se população equivalente a 66.667 plantas ha⁻¹, o que correspondeu a 4 plantas por metro linear. Na semeadura, aplicou-se no sulco de plantio de todas as parcelas 20 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando-se como fontes a ureia e o superfosfato simples em grânulos.

O biofertilizante foi obtido por meio de digestão anaeróbia em biodigestor de fluxo contínuo, modelo tubular, de dejetos líquido de suínos e água de limpeza das instalações. Em amostra desse adubo



orgânico determinou-se o pH, o teor de água, e na matéria seca foi analisado a composição química (Tedesco et al., 1995), cujos valores são apresentados na **Tabela 1**.

Tabela 1. Teor de água, pH e composição química da matéria seca do biofertilizante de dejetos de suínos.

Parâmetros	Valores
Umidade (%)	98,9
pH	8,1
C-org. (g Kg ⁻¹)	106,8
N (g Kg ⁻¹)	19,6
Relação C/N	5,5
P (g Kg ⁻¹)	23,6
K (g Kg ⁻¹)	159,1
Ca (g Kg ⁻¹)	27,7
Mg (g Kg ⁻¹)	12,2
S (g Kg ⁻¹)	11,4
B (mg Kg ⁻¹)	235
Cu (mg Kg ⁻¹)	30
Fe (mg Kg ⁻¹)	303
Mn (mg Kg ⁻¹)	110
Zn (mg Kg ⁻¹)	177

Foi realizada uma única aplicação de biofertilizante, cinco dias após o desbaste das plantas, de maneira uniforme na superfície do solo, por meio de regador, no estádio fenológico V2. Em função do alto teor de água do adubo orgânico, para evitar variações no teor de umidade do solo de cada parcela, logo após a aplicação das doses de biofertilizante o solo recebeu água, por meio de regador, em quantidade suficiente para garantir o mesmo volume de líquido (biofertilizante + água) em todas as parcelas.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no estádio fenológico V₄, em todas as parcelas, sendo empregados 90 kg ha⁻¹ de N, como sulfato de amônio.

Aos 33 dias após a aplicação do biofertilizante foram coletadas, na área útil de cada parcela, amostras compostas de solo nas profundidades de 0 a 0,1; 0,1 a 0,2; e de 0,2 a 0,4 m, por meio de sonda. Nas amostras de solo foram realizadas análises químicas de rotina e dos micronutrientes Cu e Zn (Silva, 1999).

Quando cerca de 50% das plantas de milho estavam pendoadas, realizou-se em 25 plantas da área útil de cada parcela, coleta de folhas da base da espiga, para determinação dos teores de macronutrientes e de Cu e Zn no tecido vegetal (Tedesco et al., 1995).

Avaliou-se na área útil de cada parcela, a produtividade de grãos, com correção da umidade para 12,5%; o comprimento e o diâmetro de espigas; o número de grãos por espiga; e, o peso de

1.000 grãos. Amostras de 200 gramas de grãos de cada parcela foram moídas para determinação de teores de macronutrientes e de Cu e Zn nos grãos (Tedesco et al., 1995).

Os resultados referentes às análises de solo, dentro de cada profundidade, os teores de nutrientes no tecido foliar e nos grãos, a produtividade de grãos e os componentes da produção foram submetidos à análise de variância, por meio do teste F, e análises de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atributos de fertilidade do solo

A aplicação de biofertilizante de dejetos líquidos de suínos na superfície do solo, em doses de até 240 m³ ha⁻¹, não alterou de forma significativa (p>0,05) o pH em CaCl₂, os teores de MO, P-Mehlich, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cu e Zn do solo nas três profundidades avaliadas, 0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,4m (**Tabelas 2 e 3**). Os demais atributos químicos do solo avaliados, acidez potencial (H+Al) e saturação por bases (V%) também não foram afetados com a aplicação do efluente de biodigestor.

Não houve melhora na fertilidade do solo com a aplicação do biofertilizante de dejetos de suínos, devido ao alto teor de água (98,9%) do material empregado, que provocou diluição na concentração dos nutrientes presentes no adubo orgânico. No presente experimento, não foi possível o emprego de doses maiores do que 240 m³ ha⁻¹ de biofertilizante pela dificuldade de aplicação de doses elevadas com regador; pela possibilidade de escorrimento superficial do efluente, que poderia provocar contaminação de parcelas adjacentes; e, por possível lixiviação de nutrientes para camadas de solo abaixo das avaliadas no experimento.

Na camada de 0-0,1m de profundidade os teores médios de P-Mehlich, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cu e Zn foram, respectivamente, 14 mg dm⁻³; 1,8; 27; 12 mmol_c dm⁻³; 2,0 e 4,4 mg dm⁻³, valores classificados como bom, médio, muito bom, bom, alto e alto (Cfsemg, 1999). Na camada de 0,1-0,2m os teores médios desses mesmos nutrientes foram, respectivamente, 8 mg dm⁻³; 1,6; 24; 10 mmol_c dm⁻³; 2,0 e 2,7 mg dm⁻³, valores classificados como médio, médio, bom, bom, alto e alto (Cfsemg, 1999).

O teor de matéria orgânica do solo não sofreu alteração com a aplicação do biofertilizante de dejetos líquidos de suínos, devido ao baixo teor de matéria seca desse adubo orgânico, a baixa relação C/N e a presença de C-orgânico de fácil decomposição nos dejetos de suínos, além do provável aumento na atividade microbiana do solo com a aplicação do efluente.



Na literatura há vários relatos de aumento nos teores de nutrientes do solo com o emprego de dejetos líquidos de suínos (Ceretta et al., 2003; Veiga et al., 2012). Contudo, nesses trabalhos utilizou-se adubo orgânico com maior teor de matéria seca do que o biofertilizante empregado no presente experimento. Além disso, nesses trabalhos foram realizadas aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos.

Produtividade e teores de nutrientes no tecido foliar e nos grãos de milho

Os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Cu e Zn do milho não foram afetados ($p > 0,05$) pela aplicação de biofertilizante de dejetos de suínos na superfície do solo. Os teores médios desses nutrientes no tecido foliar foram, respectivamente, 34; 3,0; 25; 4,1 e 2,0 g kg^{-1} ; 12 e 25 mg kg^{-1} , e ficaram dentro da faixa considerada adequada para o milho (Cantarella et al., 1997).

O biofertilizante de dejetos líquidos de suínos não afetou significativamente ($p > 0,05$) a produtividade de grãos e os componentes de produção do milho: comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de grãos por espiga e peso de 1.000 grãos (**Tabela 4**), o que se deve ao fato do efluente de biodigestor não ter proporcionado melhora na fertilidade do solo. A produtividade média de grãos obtida no experimento, 9.656 kg ha^{-1} , foi bem acima da média da região centro-sul do Brasil, na safra de 2013/2014, para milho primeira safra, que foi de 6.230 kg ha^{-1} (Conab, 2014). A alta produtividade de grãos obtida foi devido às boas condições de fertilidade do solo da área, e as condições climáticas adequadas (temperatura e precipitação) que ocorreram durante o transcorrer do experimento.

Os teores de nutrientes nos grãos de milho também não sofreram alterações ($p > 0,05$) com a aplicação de biofertilizante de dejetos líquidos de suínos. Dessa forma, como os atributos avaliados não foram afetados com o uso do biofertilizante de dejetos líquidos de suínos, a principal vantagem na utilização desse efluente foi a reutilização da água de limpeza das instalações da suinocultura.

CONCLUSÕES

A aplicação de até 240 $m^3 ha^{-1}$ de biofertilizante de dejetos líquidos de suínos, em solo com boas condições de fertilidade, não alterou os atributos químicos do solo e a produtividade de milho.

O uso de biofertilizante de dejetos líquidos de suínos não afetou os teores de nutrientes no tecido foliar e nos grãos de milho.

REFERÊNCIAS

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B.van.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. (Ed.). Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, Fundação IAC, 1997. (Boletim Técnico, 100). p.45-71.

CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R.; VIEIRA, F.C.B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38:729-735, 2003.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa: UFV, 1999. 359p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo levantamento, julho/2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_07_09_09_36_57_10_levantamento_de_graos_julho_2014.pdf>. Safra 2013/2014. Acesso em 10 ago. 2014.

GIACOMINI, D.A.; AITA, C.; PUJOL, S.B.; GIACOMINI, S.J.; DONEDA, A.; CANTU, R.R.; DESSBESELL, A.; LUDTKE, R.C.; SILVEIRA, C.A.P. Mitigação das emissões de amônia por zeólitas naturais durante a compostagem de dejetos de suínos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 49:521-530, 2014.

SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 270p.

SILVA, W.T.L. W.T.L. da; NOVAES, A.P. DE; KUROKI, V.; MARTEELI, L.F.A.; MAGNONI JÚNIOR, C. Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbio para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. Química Nova, 35:35-40, 2012.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p.

VEIGA, M. Da; Pandolfo, C.M.; Balbinot Junior, A.A.; Spagnollo, E. Chemical attributes of a Hapludox soil after nine years of pig slurry application. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 47:1766-1773, 2012.



Tabela 2. Valores de pH e teores de matéria orgânico (MO), P e K do solo, nas três profundidades avaliadas, em função da aplicação de biofertilizante de dejetos líquidos de suínos.

Variável	Prof. (m)	Doses de biofertilizante ($m^3 ha^{-1}$)							Média	F	CV(%)
		0	40	80	120	160	200	240			
pH	0,0 – 0,1	4,9	4,9	4,9	5,0	4,9	4,8	4,8	4,9	1,71 ^{NS}	2,35
	0,1 – 0,2	4,9	4,9	4,9	5,0	4,8	4,8	4,7	4,9	1,67 ^{NS}	2,97
	0,2 – 0,4	4,9	5,0	4,9	5,0	4,8	4,8	4,8	4,9	1,70 ^{NS}	2,73
MO g dm^{-3}	0,0 – 0,1	27	27	27	27	28	28	29	28	0,71 ^{NS}	8,09
	0,1 – 0,2	24	24	23	25	23	24	23	24	1,57 ^{NS}	5,27
	0,2 – 0,4	16	16	16	16	18	18	16	17	0,38 ^{NS}	14,90
P mg dm^{-3}	0,0 – 0,1	14	12	13	15	14	14	17	14	2,25 ^{NS}	7,46
	0,1 – 0,2	8	7	8	10	8	8	9	8	1,13 ^{NS}	11,28
	0,2 – 0,4	3	3	3	3	4	5	3	3	0,74 ^{NS}	11,07
K mmol _c dm^{-3}	0,0 – 0,1	1,6	1,7	1,8	1,8	1,7	1,8	1,9	1,8	0,16 ^{NS}	14,88
	0,1 – 0,2	1,5	1,9	1,7	1,6	1,1	1,9	1,4	1,6	1,05 ^{NS}	12,99
	0,2 – 0,4	1,5	1,0	1,3	1,1	1,1	1,2	0,9	1,2	1,98 ^{NS}	19,37

Tabela 3. Teores de Ca, Mg, Cu e Zn do solo, nas três profundidades avaliadas, em função da aplicação de biofertilizante de dejetos líquidos de suínos.

Variável	Prof. (m)	Doses de biofertilizante ($m^3 ha^{-1}$)							Média	F	CV(%)
		0	40	80	120	160	200	240			
Ca mmol _c dm^{-3}	0,0 – 0,1	28	27	29	26	29	27	26	27	0,91 ^{NS}	8,33
	0,1 – 0,2	24	24	23	26	23	24	21	24	1,30 ^{NS}	11,19
	0,2 – 0,4	19	20	19	20	21	21	20	20	1,71 ^{NS}	7,60
Mg mmol _c dm^{-3}	0,0 – 0,1	13	12	13	11	12	11	11	12	0,93 ^{NS}	13,82
	0,1 – 0,2	10	10	10	11	9	10	8	10	1,88 ^{NS}	12,45
	0,2 – 0,4	8	8	8	8	8	8	8	8	0,96 ^{NS}	10,44
Cu mg dm^{-3}	0,0 – 0,1	1,9	2,1	2,1	1,9	2,1	2,0	2,0	2,0	1,49 ^{NS}	8,41
	0,1 – 0,2	1,9	2,2	2,1	1,9	2,1	2,0	2,1	2,0	1,13 ^{NS}	10,46
	0,2 – 0,4	1,9	2,1	2,3	1,9	2,1	2,0	2,1	2,1	1,43 ^{NS}	12,24
Zn mg dm^{-3}	0,0 – 0,1	4,0	3,9	4,5	4,1	4,7	4,9	4,8	4,4	1,61 ^{NS}	14,48
	0,1 – 0,2	2,9	2,5	2,4	3,1	2,4	3,1	2,7	2,7	0,68 ^{NS}	14,11
	0,2 – 0,4	1,0	0,9	1,1	0,9	1,3	1,8	1,3	1,2	1,81 ^{NS}	12,19

Tabela 4. Produtividade de grãos e componentes de produção do milho, em função da aplicação de biofertilizante de dejetos líquidos de suínos.

Variável	Doses de biofertilizante ($m^3 ha^{-1}$)							Média	F	CV (%)
	0	40	80	120	160	200	240			
Produtividade (kg ha^{-1})	9.528	9.593	9.650	9.406	9.388	10.302	9.727	9.656	0,44 ^{NS}	9,69
Comprimento de espiga(cm)	14,8	15,9	15,3	15,3	15,5	15,6	15,6	15,4	0,60 ^{NS}	6,13
Diâmetro de espiga (cm)	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4	5,3	3,27 ^{NS}	1,19
N° de grãos espiga ⁻¹	542	561	542	561	549	562	558	554	0,85 ^{NS}	3,51
Peso de 1.000 grãos (g)	313	316	316	313	310	305	311	312	0,69 ^{NS}	3,06