







Alterações nos atributos químicos de um latossolo fertirrigado com efluentes da atividade suinícola

Josimar Brito da Silva^{1,*} , Oscarlina Lúcia dos Santos Weber² ,
Cristiane Ramos Vieira³ , Josemy Brito da Silva⁴ 

¹Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Cuiabá, MT, Brasil.

²Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

³Universidade de Cuiabá, Cuiabá, MT, Brasil.

⁴Instituto Matogrossense de Pós-Graduação, Cuiabá, MT, Brasil.

*Autor correspondente: britoptga@gmail.com

Recebido: 16/05/2016; Aceito: 31/12/2018

Resumo: As aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos podem aumentar os teores de nutrientes e de elementos tóxicos no solo. O presente trabalho teve como objetivo verificar alterações químicas em um Latossolo fertirrigado com efluentes de suínos. Foi realizado um experimento em delineamento inteiramente casualizado, em condições de campo, em uma área de agricultura comercial, contendo seis tratamentos, com doses crescentes de efluentes (T1 = 0 m³ ha⁻¹, T2 = 160 m³ ha⁻¹, T3 = 270 m³ ha⁻¹, T4 = 0 m³ ha⁻¹ + adubo químico, T5 = 160 m³ ha⁻¹ + adubo químico, T6 = 270 m³ ha⁻¹ + adubo químico). As amostragens para as análises químicas ocorreram nas camadas de 0 a 5, 5 a 10, 10 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm para as análises de pH, nitrogênio total, zinco e cobre disponíveis. Os resultados indicaram que os atributos químicos do solo tenderam a sofrer alterações ao se adicionar efluentes de suínos, sendo necessário monitorar o perfil do solo, com vistas a minimizar possíveis riscos de contaminação e de poluição do solo e das águas subsuperficiais.

Palavras-chave: fertirrigação; propriedades químicas do solo; adubação orgânica.

Changes in the chemical attributes of a latosol fertirrigation with activity effluents pig

Abstract: Successive applications of liquid manure can increase the levels of nutrients and toxic elements in the soil. This study aimed to verify the chemical changes in a fertirrigated Latossolo with pig waste. An experiment in a completely randomized design was carried out in field conditions, in an area of commercial agriculture, with six treatments with increasing doses of effluent (T1 = 0 m³ ha⁻¹, T2 = 160 m³ ha⁻¹, T3 = 270 m³ ha⁻¹, T4 = 0 m³ ha⁻¹ + compost, T5 = 160 m³ ha⁻¹ + compost, T6 = 270 m³ ha⁻¹ + chemical fertilizer). The sampling for chemical analyzes occurred in layers from 0 to 5, 5 to 10, 10 to 20, 20 to 40 and 40 to 60 cm, for the analysis of pH, total nitrogen, zinc and copper available. The results indicated that the chemical properties of the soil tended to changed by adding pig effluent, being necessary to monitor the soil profile in order to minimize the potential for contamination and pollution of soil and subsurface waters.

Keywords: fertigation; soil chemical properties; organic fertilization.

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira está crescendo de forma significativa e, quando realizada em sistema de confinamento, é considerada uma atividade de alto potencial poluidor (ASSMANN et al., 2007), por acarretar elevadas concentrações de resíduos orgânicos depositados em um único local (ADELI & VARCO, 2001). Esses resíduos, quando lançados ao ambiente sem adequado tratamento, podem tornar-se agentes contaminantes da água e do solo (ASSMANN et al., 2007), trazendo sérios prejuízos ambientais. Porém, se utilizados racionalmente, podem se tornar uma alternativa na adubação de forrageiras (MEDEIROS et al., 2007).

Em princípio, os dejetos de suínos são fontes de matéria orgânica, nutrientes essenciais (N, P e K) e micronutrientes como o Zn, Mn, Cu e Fe para as plantas, todavia, a concentração da aplicação em determinadas áreas pode

torná-lo um problema, pois pode haver um desequilíbrio nas relações entre os nutrientes do solo para a maioria das culturas, bem como do acúmulo de determinados metais pesados (BASSO et al., 2005).

Com a expansão da atividade suinícola, a prática da fertirrigação com efluentes em lavouras tem sido uma nova alternativa para a adubação orgânica de culturas anuais e perenes.

O N é um dos principais constituintes dos efluentes de suínos, cerca de 50% do seu total está na forma mineral (BARCELLOS, 1992). Portanto, ao ser aplicado, tem efeito imediato no crescimento das plantas. Por sua vez, o escoamento superficial e a lixiviação desse elemento no solo podem contaminar mananciais de água, principalmente quando na forma de nitrato.

Os efluentes podem conter ainda altas concentrações de metais pesados, sendo estas superiores inclusive às quantidades existentes nos solos agrícolas e, por isso, o uso contínuo desses resíduos pode aumentar as quantidades totais de Cu, Zn, Pb, Cd, Fe e Mn nos solos (MCBRIDE & CHERNEY, 2004). Além disso, aplicações sucessivas de resíduos orgânicos ao solo podem incrementar as formas lábeis desses elementos (GIUSQUIANI et al., 1992), oferecendo riscos às saúdes humana e animal pela possibilidade de contaminação da cadeia alimentar quando culturas que servem de alimento ao homem e aos animais crescerem nessas condições (DAR & MISHRA, 1994).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar as alterações nos atributos químicos de um solo fertirrigado com efluentes da atividade suinícola.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma propriedade agrícola privada no município de Sorriso, MT, localizada a 12°42'41"S e 55°53'38"W, sob clima subtropical úmido tipo Aw (Köppen), com chuvas concentradas no verão (outubro a abril) e um período seco bem definido nos meses de inverno (maio a setembro). A temperatura média anual é de 24°C, com precipitação de 1.700 a 1.900 mm e solo de textura argilosa, classificado, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (EMBRAPA, 2006), como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, cujas características químicas estão descritas na Tabela 1.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em área de plantio direto de soja, nas safras 2008/2009 e 2009/2010, fertirrigada com efluentes de suínos, cujas características químicas estão descritas na Tabela 2, e adubação química, distribuídos em seis tratamentos nas dosagens de: T1 = 0 m³ ha⁻¹; T2 = 160 m³ ha⁻¹; T3 = 270 m³ ha⁻¹; T4 = 0 m³ ha⁻¹ + adubo químico; T5 = 160 m³ ha⁻¹ + adubo químico; T6 = 270 m³ ha⁻¹ + adubo químico.

A fertirrigação e a adubação química ocorreram oito dias antes da semeadura da soja (23 de outubro) para os anos estudados (2009 e 2010). A adubação química convencional consistiu na aplicação de 450 kg ha⁻¹ de N - P₂O₅ - K₂O (0 - 20 - 20) no sulco da semeadura, já a distribuição dos efluentes (fertirrigação) foi feita com o auxílio de um canhão autopropelido. A amostragem do solo foi realizada após a colheita da soja, nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10, 10 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm, com cinco repetições. As amostras foram secas ao ar, moídas e passadas em peneira de 2,0 mm e submetidas às análises químicas para as variáveis N total, pelo método de Kjeldahl (oxidação úmida); Cu e Zn trocáveis (Mehlich 1) por espectrofotometria de absorção atômica; e o pH em CaCl₂, determinado em pHmetro, segundo metodologia da Embrapa (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, em esquema de parcelas subdivididas (adubação × profundidade de amostragem × ano), e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Características químicas do latossolo vermelho-amarelo distrófico da área experimental.

Solo	pH CaCl ₂	N	P	K	Na	Al	Cu	Zn
		g/kg		mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	
A	5,1	90,44	51,18	23,48	69,78	0,18	0,03	1,1

Tabela 2. Características químicas do efluente do suíno.

pH CaCl ₂	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn	S	Ca	DE
	-----mg L ⁻¹ -----							g cm ⁻³
8,10	1102	712,51	564,10	0,63	1,60	21,22	55,03	0,97

DE: densidade do efluente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aplicações de doses crescentes de efluentes de suínos, combinadas com adubo químico não proporcionaram alterações significativas nos valores do pH do solo (Tabela 3), provavelmente por causa do poder de tamponamento do solo.

Resultados semelhantes foram observados por Ceretta et al. (2003) durante a condução de um experimento com aplicação de dejetos de suínos sob pastagem, no qual verificaram que, apesar de ocorrida a diferença pelo teste de médias, o pH do solo praticamente não foi alterado.

Da mesma forma, Maggi et al. (2011), avaliando o percolado de lisímetros instalados na cultura da soja sob aplicação de águas residuárias de suínos, constataram que os valores de pH não variaram em função dos tratamentos com adição ou não da adubação química.

Quanto aos teores de NT, as comparações feitas pelo teste de média demonstraram não haver diferenças significativas dos tratamentos em relação à testemunha, porém foram observadas variações nos teores de NT no desdobramento da interação entre a dose e a profundidade do T2 (Tabela 3), no qual as maiores concentrações do nutriente foram observadas nas camadas mais profundas (20 a 60 cm), demonstrando a percolação do N pelo perfil do solo.

Tabela 3. pH, nitrogênio total, cobre e zinco no solo após aplicações de doses crescentes de efluentes de suínos, em função da profundidade.

Tratamentos (m ³ ha ⁻¹)	0–5 cm	5–10 cm	10–20 cm	20–40 cm	40–60 cm
pH (CaCl ₂)					
T1	5,36 aAB	5,36 aAB	5,03 aC	5,21 aBC	5,09 aBC
T2	4,92 aA	5,00 bA	4,92 aA	5,07 abA	5,12 aA
T3	5,21 aA	4,94 bA	5,00 aA	5,13 abA	5,02 aA
T4	5,35 aA	4,90 bB	4,97 aB	5,12 abAB	4,98 aB
T5	4,77 aB	4,89 bAB	4,85 aAB	5,12 abA	4,78 aB
T6	4,79 aAB	4,95 bA	4,91 aA	4,57 bB	4,67 aAB
NT (g kg ⁻¹)					
T1	75,60 aA	76,30 aA	67,06 aA	74,62 aA	61,32 aA
T2	71,40 aAB	63,56 aB	73,36 aAB	80,64 aA	83,72 aA
T3	75,04 aB	78,40 aB	79,52 aA	80,92 aB	83,72 aB
T4	76,16 aA	80,64 aA	81,20 aA	72,52 aA	71,96 aA
T5	80,64 aA	75,60 aA	70,56 aA	71,12 aA	64,68 aA
T6	73,92 aA	71,96 aA	74,20 aA	71,40 aA	64,32 aA
Cu disponível (mg dm ⁻³)					
T1	0,02 bA	0,01 aA	0,05 aA	0,10 aA	0,03 aA
T2	0,10 abA	0,10 aA	0,14 aA	0,15 aA	0,15 aA
T3	0,14abA	0,05 aA	0,07 aA	0,09 aA	0,11 aA
T4	0,18 aA	0,14 aAB	0,13 aAB	0,12 aAB	0,06 aB
T5	0,03 bB	0,11 aAB	0,18 aA	0,14 aAB	0,14 aAB
T6	0,11 abA	0,09 aA	0,04 aA	0,07 aA	0,06 aA
Zn disponível (mg dm ⁻³)					
T1	1,56 aA	2,00 aB	1,29 aBC	2,16 aAB	0,79 aC
T2	1,72 abA	1,59 aA	1,69 Aa	1,93 aA	1,82 aA
T3	1,26 bA	1,14 aA	1,43 aA	1,40 aA	1,77 aA
T4	1,33 bA	1,61 aA	1,09 aA	1,72 aA	1,409aA
T5	1,30 bA	1,33 aA	1,74 aA	1,61 aA	1,32 aA
T6	1,17 bA	1,72 aA	0,91 aA	1,51 aA	1,54 aA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

E isso pode ter sido influenciado pelo teor inicial do elemento no solo, visto que a área experimental possui um histórico de mais de 17 anos de cultivo.

Pesquisadores da área agrônômica trabalhando com a aplicação de doses crescentes de dejetos de suínos em algumas culturas verificaram a percolação do NT em profundidade no perfil do solo (BASSO et al., 2005; AITA et al., 2006; MIYAZAMA et al., 2009).

Um dos problemas causados pela percolação do N é citado por Lucas Júnior (1994). Segundo esse autor, o nitrogênio oxidável está diretamente ligado à concentração de nitratos e nitritos nas águas, responsáveis pela cianose (metahemoglobina), que é uma doença infantil.

A percolação de nitratos ou nitritos em solos de áreas de cultivos agrícolas pode chegar ao lençol freático, contaminando cursos d'água próximos e, por consequência, moradores que, por ventura, possam consumir dessa água.

Os teores de Cu (Tabela 1) foram considerados baixos ($0,34 \text{ mg dm}^{-3}$) para os solos de cerrado, conforme critérios de interpretação de Sousa & Lobato (2002), também sem observar diferença significativa entre os tratamentos. Porém, quando adicionado o efluente de suínos no solo, verificou-se que doses crescentes do efluente com e sem adubo químico (Tabela 3) propiciaram a percolação do Cu para as camadas mais profundas (40 a 60 cm).

Tais médias observadas foram semelhantes às encontradas por Konzen et al. (2003), que verificaram um sério risco de acúmulo de Cu em profundidade dentro do perfil do solo quando da aplicação de doses acima de $135 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

Segundo Scherer et al., citados por Oliveira (1993), entre os metais pesados, o Cu tem sido motivo de maior preocupação, pois vem sendo usado como suplemento dietético em rações e na formulação de antibióticos, aumentando, por isso, os riscos de contaminação ambiental. Quando absorvido pelas plantas, pode entrar na cadeia alimentar humana, acumulando-se no organismo e provocando sérias enfermidades.

Com relação à contaminação e/ou à poluição ambientais devido aos teores de Cu obtidos após a aplicação de doses elevadas de efluentes de suínos, podemos assegurar, conforme os valores de referência estabelecidos pela Resolução Conama nº 420/2009, que tais médias se encontram aquém do que fora regulamentado, pois a referida resolução estabelece a adoção de medida preventiva a partir de teores de $60 \text{ kg de Cu no solo e, no período de estudo, o aporte desse nutriente foi de } 0,34 \text{ kg ha}^{-1}$.

Quanto aos teores de Zn, não foram observadas alterações significativas entre os tratamentos (T2, T3, T4, T5 e T6) e a profundidade (Tabela 3), contudo o elemento foi encontrado em profundidade (40 a 60 cm), indicando que houve percolação do nutriente com os tratamentos aplicados.

A presença do Zn em profundidade provavelmente é atribuída às doses elevadas de efluentes e às altas precipitações na área de estudo (1.700 a 1.900 mm), ocasionando grande fluxo de água para o lençol freático em solos bem permeáveis como os latossolos, propiciando o transporte do metal pesado.

Todavia, a aplicação do efluente não proporcionou o aumento significativo da concentração de Zn no perfil do solo mesmo com a utilização de doses crescentes — tal fato provavelmente esteja relacionado à forte complexação/quelação proporcionada pelos compostos orgânicos do solo.

Do ponto de vista ambiental, assim como para o Cu, as médias para os teores de Zn estiveram abaixo do preconizado pela Resolução Conama nº 420/2009.

4. CONCLUSÕES

Há tendência de aumento nos teores do N, Cu e Zn nas camadas amostradas dos tratamentos por causa da aplicação de efluentes com e sem adubo químico durante os anos estudados.

Os resultados indicam a necessidade do monitoramento do uso dessa fonte de adubação, principalmente no perfil do solo, de modo que seja assegurada a sustentabilidade agrícola e ambiental desses sistemas de produção.

REFERÊNCIAS

- ADELI, A.; VARCO, J.J. Swine lagoon as a source of nitrogen and phosphorus for summer forage grasses. **Agronomy Journal**, v.93, n.5, p.1174-1181, 2001. <http://doi.org/10.2134/agronj2001.9351174x>
- AITA, C.; PORT, O.; GIACOMINI, S.J. Dinâmica do nitrogênio no solo e produção de fitomassa por plantas de cobertura no outono/inverno com o uso de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.5, p.901-910, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000500016>
- ASSMANN, T.S.; ASSMANN, J.M.; CASSOL, L.C.; DIEHL, R.C.; MANTELI, C.; MAGIERO, E.C. Desempenho da mistura forrageira de aveia-preta mais azevém e atributos químicos do solo em função da aplicação de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.6, p.1515-1523, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000600028>

- BARCELLOS, L.A.R. **Avaliação do potencial fertilizante do esterco líquido de bovinos**. Santa Maria-RS: Universidade Federal de Santa Maria, 1992. 108f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1992.
- BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; POLETTO, N.; GIROTTO, E. Dejeito líquido de suínos: II – perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1305-1312, 2005.
- 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**, v.38, n.6, p.729-735, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2003000600009>
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009. **Diário Oficial da União**. Brasília: DOU, 30 de dezembro de 2009.
- DAR, G.H.; MISHRA, M.M. Influence of cadmium on carbon and nitrogen mineralization in sewage sludge amended soil. **Environmental Pollution**, v.84, n.3, p.285-290, 1994. [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(94\)90140-6](https://doi.org/10.1016/0269-7491(94)90140-6)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 412 p.
- GIUSQUIANI, P.L.; GIGLIOTTI, G.; BUSINELLI, D. Mobility of heavy metals in urban waste-amended soil. **Journal of Environmental Quality**, v.21, n.3, p.330-335, 1992. <https://doi.org/10.2134/jeq1992.00472425002100030004x>
- KONZEN, E. A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. In: Seminário Técnico da Cultura de Milho, 5., 2003, Videira.
- LUCAS JÚNIOR, J. **Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios**. Jaboticabal-SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 1994. 137f. Tese (Livre-Docência), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1994.
- MAGGI, C.F; FREITAS, S.L.; SAMPAIO, S.C.; DIETER J. Lixiviação de nutrientes em solo cultivado com a aplicação de água residuária de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, v.15, n.2, p.170-177, 2011.
- MCBRIDE, M.B.; CHERNEY, J. Molybdenum, sulfur, and other trace elements in farm soils and forages after sewage sludge application. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.35, n. 3-4, p.517-535, 2004. <https://doi.org/10.1081/CSS-120029729>
- MEDEIROS, L.T.; REZENDE, A.V.; VIEIRA, P.F.; CUNHA NETO, F.R.; McBRIDE, M.B.; CHERNEY, J. Molybdenum, sulfur, and other trace elements in farm soils and forages after sewage sludge application. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.35, n. 3-4, p. 517-535, 2004. <https://doi.org/10.1081/CSS-120029729>
- MIYAZAMA, M.; BARBOSA, G.M.C.; PARRA, M.S. Lixiviação do nitrogênio no solo pela aplicação de dejetos de suínos. In: Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais – Uso dos Resíduos da Produção Animal como Fertilizante, 1., 2009, Florianópolis.
- OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMPRAPA/CNPSA, 1993. 188 p. (EMBRAPA/CNPSA, Documentos, 27).
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p.283-315.