



Disponibilidade de Cu e Zn em solo submetido a aplicações sucessivas de dejetos suíno⁽¹⁾.

Andria Paula Lima⁽²⁾; Lucas Benedet⁽³⁾, Cleiton Junior Ribeiro Lazzari⁽⁴⁾, Leoncio de Paula Koucher⁽⁴⁾, Gustavo Brunetto⁽⁵⁾, Jucinei José Comin⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água II – TSGA II.

⁽²⁾ Estudante do Curso de Agronomia; Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); Florianópolis, Santa Catarina; andriapaulalima2@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante de Doutorado; Universidade Federal de Santa Catarina; ⁽⁴⁾ Estudante de Mestrado; Universidade Federal de Santa Catarina; ⁽⁵⁾ Professor Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁶⁾ Professor Universidade Federal de Santa Catarina.

RESUMO: As aplicações sucessivas de dejetos suíno em áreas agrícolas podem incrementar os teores disponíveis desses elementos-traço, como o Cu e Zn no solo, potencializando os riscos de toxicidade para as plantas. O objetivo do trabalho foi avaliar a disponibilidade de Cu e Zn em Argissolo submetido a aplicações sucessivas de dejetos suíno. O experimento foi instalado em 2003 numa propriedade suinícola em Braço do Norte (SC), em um Argissolo Vermelho Amarelo, sendo conduzido em sistema plantio direto com a rotação aveia e milho. Os tratamentos foram implantados em blocos casualizados, com cinco tratamentos e três repetições, sendo eles: testemunha sem adubação (SA), adubação de 90 e 180 kg N ha⁻¹ como dejetos líquidos de suíno (DL90 e DL180) e adubação de 90 e 180 kg N ha⁻¹ como cama sobreposta (CS90 e CS180). Um total de 40 aplicações de DL e dez aplicações de CS foram realizadas de 2003 a 2012. Em 2013 foram coletadas amostras de solo de 0,0-10 cm de profundidade, sendo determinados os teores de Cu e Zn extraídos por EDTA (0,05 mol L⁻¹) em Espectrômetro de Absorção Atômica. Os maiores teores de Cu e Zn disponíveis foram obtidos com a aplicação de cama sobreposta com o dobro da aplicação recomendada (CS180). A utilização de critérios técnicos para a recomendação de doses de dejetos suíno em áreas agrícolas é de grande relevância para o controle dos teores de Cu e Zn disponíveis no solo em níveis adequados.

Termos de indexação: cama sobreposta, dejetos líquidos suíno, elementos-traço.

INTRODUÇÃO

Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina a atividade suinícola é intensiva, caracterizada por pequenas propriedades com elevado número de suínos, o que resulta na produção diária de significativos volumes de dejetos. Nestas propriedades, a utilização dos dejetos para a adubação de pastagens e culturas de grãos, seja na forma de dejetos líquidos ou cama sobreposta, é recomendável devido à ciclagem de nutrientes na propriedade e redução

do uso de insumos externos (Giroto et. al., 2010)

No entanto, os dejetos suínos podem apresentar em sua composição elevados teores de Cu e Zn em decorrência da adição desses elementos-traço na formulação de rações, como promotor de crescimento e inibidor de diarreia, respectivamente (Smanhotto et. al., 2010).

Em solos não contaminados, o Cu e Zn estão, principalmente, adsorvidos às frações orgânicas e mineral, respectivamente, retidas por ligações físicas e químicas com alto grau de energia, não estando prontamente disponíveis na solução do solo (Giroto et. al., 2010). No entanto, as aplicações sucessivas dos dejetos suínos podem aumentar os teores desses elementos-traço no solo, incrementando as formas de maior labilidade e, consequentemente, a sua biodisponibilidade (Tiecher et al., 2013).

O objetivo do trabalho foi avaliar a disponibilidade de Cu e Zn em Argissolo submetido a aplicações sucessivas de dejetos suíno.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental foi instalada no ano de 2002, em uma propriedade suinícola no município de Braço do Norte (Latitude 28°14'20.7"; Longitude 49°13'55.5"), no sul do estado de Santa Catarina (SC). De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região é subtropical úmido (Cfa) com precipitação média anual de 1.471mm e temperatura média anual de 18,7°C.

O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (Embrapa, 2013) e antes da instalação do experimento apresentava as seguintes propriedades na camada de 0-10 cm: argila 330 g kg⁻¹; matéria orgânica 33 g kg⁻¹; pH em água 5,1; Índice SMP 5,5; P disponível 19 mg dm⁻³; K trocável 130 mg dm⁻³ (ambos extraídos por Mehlich⁻¹); Al, Ca e Mg trocáveis 0,8, 3,0 e 0,8 cmol_c kg⁻¹ (extraídos por KCl 1 mol L⁻¹).

Antes da instalação do experimento foram aplicados 6 Mg ha⁻¹ de calcário (PNRT de 87,5%) sobre a superfície do solo, sem incorporação, para elevar o pH para 6,0 (CFS-RS/SC, Comissão de Fertilidade



do Solo – 1994). O experimento foi iniciado em dezembro de 2002, sendo conduzido em sistema de plantio direto com sucessão de aveia preta e milho, sem uso de herbicidas.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos foram implantados em janeiro de 2003, consistindo em blocos casualizados, com cinco tratamentos e três repetições, onde cada parcela apresentava dimensões de 4,5 x 6,0 m (47m²). Os tratamentos aplicados anualmente, de 2003 a 2012, foram: testemunha sem adubação (SA), adubação de 90 e 180 kg N ha⁻¹ como dejetos líquidos de suíno (DL90 e DL180) e adubação de 90 e 180 kg N ha⁻¹ como cama sobreposta (CS90 e CS180).

Os tratamentos com DL (DL90 e DL180) foram aplicados na superfície do solo em quatro períodos, equivalentes aos 15, 51 e 95 dias após a semeadura do milho e 15 dias após semeadura da aveia preta. Um total de 40 aplicações foram realizadas de 2003 a 2012. Os tratamentos com CS (CS90 e CS180) foram aplicados de 2003 a 2012 na superfície do solo apenas uma vez ao ano, aos 15 dias antes da semeadura do milho. Houve um total de dez aplicações de CS entre 2003 e 2012. As únicas fontes de nutrientes utilizadas foram na forma de DL e CS.

Em junho de 2013 foram abertas trincheiras em cada parcela e coletadas amostras de solo na camada 0–10 cm de profundidade. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Solo, Água e Tecidos do Departamento de Engenharia Rural na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). As amostras foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 40°C, moídas em gral de porcelana e reservadas para a análise dos teores disponíveis de Cu e Zn extraídos por EDTA (0,05 mol L⁻¹), de acordo metodologia proposta por Chaignon et al. (2009). Para extração foi utilizado uma relação solo/extrator de 1,5:10 (m/v) e os teores foram determinados em Espectrômetro de Absorção Atômica.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett e transformadas de acordo com a equação $\log(x)$. Em seguida as médias foram submetidas à análise de variância ANOVA e ao teste de comparação de médias de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores teores de Cu e Zn extraídos por EDTA foram obtidos no solo adubado com CS180,

em comparação aos demais tratamentos (**Figura 1**). O solo submetido as aplicações com DL180 e CS90, mesmo apresentando teores mais baixos de Cu e Zn que CS180, também foram superiores aos tratamentos DL90 e SA.

De acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo (CFS-RS/SC, 1994) e a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS-RS/SC, 2004), recomenda-se a aplicação de 90 kg de N ha⁻¹ para o cultivo do milho, independente da fonte de N utilizada. Assim, os resultados apresentaram a tendência de promover maiores teores nas aplicações utilizando as doses com o dobro da recomendação (180 kg de N ha⁻¹). Adicionalmente, a presença de maiores teores disponíveis de Cu e Zn no solo com a cama sobreposta se deve, principalmente, pela maior quantidade de nutrientes aplicados com esse dejetos, além da sua maior relação C/N que promove uma mineralização e liberação de nutrientes mais lenta (Giacomini & Aita, 2008; Higarashi, M. M. et. al., 2008), fazendo com que sempre haja disponibilidade desses nutrientes no solo.

A presença de maiores teores disponíveis de Zn em relação ao Cu pode ser explicada através das suas diferentes afinidades às frações mineral e orgânica, respectivamente, que influenciam a dinâmica desses elementos-traço, inclusive nos dejetos. O Zn é adicionado na forma de óxidos na formulação das rações, formas essas consideradas de baixa solubilidade e pouco assimilado no trato digestivo. Já o Cu é fornecido aos suínos na forma de carbonato, cloreto, sulfato e óxido que logo se complexam com compostos orgânicos no trato digestivo dos animais, tendo um maior grau de energia na ligação e se estabilizando antes da aplicação no solo (Giroto et. al., 2010). Assim, como a labilidade do elemento depende do tipo de adsorvente e o grau de energia da ligação, além das condições geoquímicas, os menores teores de Cu disponível ocorreram, pois este elemento está ligado à fração orgânica tanto nos dejetos quanto no solo, ao contrário do Zn que apresenta maior afinidade pelos constituintes minerais, se encontrando em formas mais lábeis no solo.

Para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a CQFS-RS/SC (2004) estabelece que os teores disponíveis de Cu e Zn são considerados altos quando acima de 0,4 e 0,5 mg kg⁻¹, respectivamente. Dessa forma, os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que os teores de Cu e Zn nos tratamentos que receberam aplicações de DL e CS estão muito acima desses níveis estabelecidos, podendo promover a toxidez nas plantas e, por transferência de sedimentos, a contaminação de águas superficiais (Giroto et. al,



2010).

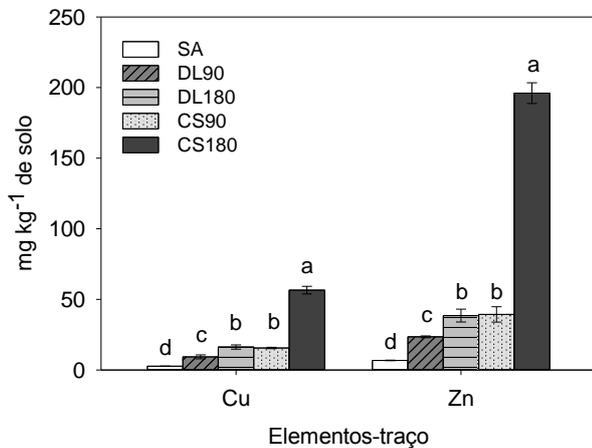


Figura 1 – Teores de Cu e Zn extraídos por EDTA ($0,05 \text{ mol L}^{-1}$) em solo sem adubação (SA) e com adubação de 90 e 180 N kg ha^{-1} na forma de dejetos líquido de suínos (DL) e cama sobreposta (CS).

CONCLUSÕES

Os maiores teores de Cu e Zn disponíveis são oriundos da aplicação de cama sobreposta com o dobro da dose recomendada (CS180).

O teor de Zn disponível no solo é maior em relação ao Cu, pois apresenta maior afinidade com a fração mineral do solo, enquanto que o Cu é aplicado já na forma orgânica e permanece complexado.

O estabelecimento de critérios com embasamento técnico para a aplicação de dejetos suíno é de grande relevância, garantindo eficiência na produção vegetal e a redução da disponibilidade desses elementos-traço no solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio e recursos disponibilizados pelo projeto Tecnologia Sociais para a Gestão da Água II – TSGA II, Petrobrás Ambiental.

REFERÊNCIAS

CHAIGNON, V.; QUESNOIT, M.; HINSINGER, P. Copper availability and bioavailability are controlled by rhizosphere pH in rape grown in an acidic Cu-contaminated soil. *Environmental Pollution*, v. 157, p. 3363-3369, 2009.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC - CFS -RS/SC. Recomendação de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3^o.ed. Passo Fundo, SBSC/NRS/Embrapa/CNPT, 1994. 224p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFS-RS/SC. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10^o.ed. Porto Alegre. 2004. 400 p.

GIACOMINI, S. J. & AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 195-205, 2008.

GIROTTO, E. et. al. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquido de suínos. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 955-965, 2010.

HIGARASHI, M. M. et. al. Concentração de macronutrientes e metais pesados em maravalha de unidade de suínos em cama sobreposta. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, n. 3, p. 311-317, 2008.

PANDOLFO, C. M. & CERETTA, C. A. Aspectos econômicos do uso de fontes orgânicas de nutrientes associadas a sistemas de preparo do solo. *Ciência Rural*, v. 38, n.6, p. 157-1580, 2008.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

SMANHOTTO, A.; SOUSA, A. P. S.; SAMPAIO, S.C.; NÓBREGA, L. H. P.; PRIOR, M. Cobre e zinco no material percolado e no solo com aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v. 30, p. 346-357, 2010.

TIECHER, T. L.; CERETTA, C. A.; COMIN, J. J.; GIROTTO, E.; MIOTTO, A.; MORAES, M. P.; BENEDET, L.; FERREIRA, P. A. A.; LORENZI, C. R.; COUTO, R. R.; BRUNETTO, G. Forms and accumulation of copper and zinc in a sandy typic hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep litter. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, p. 812-824, 2013.