



## Teores de Cobre e Zinco extraídos por $\text{CaCl}_2$ após aplicações sucessivas de dejetos suínos<sup>(1)</sup>

**Bruna Franciny Kamers<sup>(2)</sup>; Lucas Benedet<sup>(3)</sup>; Elano dos Santos Junior<sup>(2)</sup>; Matheus Ademir dos Santos<sup>(2)</sup>; Cledimar Rogério Lourenzi<sup>(4)</sup>; Jucinei José Comin<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos de Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água – TSGA, Petrobrás Ambiental.

<sup>(2)</sup> Estudante de Graduação do Curso de Agronomia; Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina, CEP: 88034-000; E-mail: [brunakamers@gmail.com](mailto:brunakamers@gmail.com);

<sup>(3)</sup> Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (PGA), UFSC;

<sup>(4)</sup> Professor do Departamento de Engenharia Rural, UFSC;

<sup>(5)</sup> Professor Titular do Departamento de Engenharia Rural, UFSC.

**RESUMO:** As aplicações sucessivas de dejetos suínos podem incrementar os teores disponíveis de Cu e Zn no solo, potencializando sua biodisponibilidade e mobilidade. O trabalho teve como objetivo avaliar os teores de Cu e Zn extraídos por  $\text{CaCl}_2$  em Argissolo após 10 anos de aplicações de dejetos suínos. O experimento foi conduzido em uma propriedade suinícola no município de Braço do Norte, região Sul de Santa Catarina. Os tratamentos consistiram em sem adubação (SA), adubação com 90 e 180 kg N  $\text{ha}^{-1}$  na forma de dejetos líquidos de suínos (DL90 e DL180) e adubação com 90 e 180 kg N  $\text{ha}^{-1}$  na forma de cama sobreposta de suínos (CS90 e CS180). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições. Em 2013, após 10 anos de condução do experimento, trincheiras foram abertas em cada parcela coletadas amostras de solo na camada de 0-10 cm. Os teores de Cu e Zn disponíveis foram extraídos por  $\text{CaCl}_2$  (0,01 mol  $\text{L}^{-1}$ ) e determinados em espectrofotômetro de absorção atômica (EEA). Os maiores teores de Cu foram observados no solo adubado com CS180. Com relação ao Zn, o maior teor foi observado no solo com adição de DL180. A utilização de dejetos suínos sem a adoção de critérios técnicos pode incrementar os teores de Cu e Zn no solo e se tornar um agravante em áreas agrícolas.

**Termos de indexação:** suinocultura; elementos-traço; biodisponibilidade.

### INTRODUÇÃO

Na região Sul do Brasil a suinocultura destaca-se como fonte de renda em propriedades com mão de obra familiar, apresentando elevado plantel de suínos e, como consequência, produzindo grandes volumes de dejetos (Ceretta et al., 2010; Giroto et al., 2010a; Scherer et al., 2010).

Embora os dejetos de suínos sejam importantes fontes de nutrientes para as culturas agrícolas, apresentam em sua composição níveis

consideráveis de elementos-traço, como Cu e Zn (Berwanger et al., 2008). Portanto, as aplicações sucessivas dos dejetos podem promover o acúmulo desses elementos no solo (Giroto et al., 2010a).

Os elementos-traço em condições naturais no solo estão adsorvidos às frações orgânica, inorgânica e residual, com alta energia de ligação e, assim, encontram-se pouco disponíveis na solução (Giroto et al., 2010a). Essa capacidade de adsorção depende, principalmente, do tipo de argilominerais e qualidade da matéria orgânica, além da força iônica, da associação com outras espécies iônicas solúveis e da concentração e condição geoquímica da solução do solo (Giroto et al., 2010b). No entanto, quando adicionados via dejetos, o Cu e Zn tendem a distribuir-se em formas pré-existentes, com menor energia de adsorção, incrementando a sua biodisponibilidade e mobilidade no solo (Tiecher et al., 2013).

A determinação dos teores totais torna-se então incapaz de prever o verdadeiro potencial fitotóxico de Cu e Zn nos solos, sendo necessária a utilização de extratores capazes de correlacionar os teores desses elementos no solo e os assimiláveis pelas plantas (Feng et al., 2005). Assim, a utilização de extratores como o sal  $\text{CaCl}_2$  é comumente realizada para determinar a disponibilidade desses elementos-traço, já que podem quantificar os teores de Cu e Zn prontamente disponíveis na solução do solo (Melo et al., 2006).

O trabalho teve como objetivo avaliar os teores de Cu e Zn extraídos por  $\text{CaCl}_2$  em Argissolo após 10 anos de aplicações de dejetos suínos.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade suinícola situada no município de Braço do Norte (Latitude 28° 14' 20.7" S e Longitude 49° 13' 55.5" W, altitude de 300 m acima do nível do mar e clima subtropical úmido - Cfa), região Sul do Estado de Santa Catarina.



O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (Embrapa, 2013) e antes da implantação do experimento apresentava, na camada de 0-10 cm, os seguintes atributos: argila  $330 \text{ g kg}^{-1}$ ; matéria orgânica  $33 \text{ g kg}^{-1}$ ; pH em água 5,1; Índice SMP 5,5; P disponível  $19 \text{ mg dm}^{-3}$  e K trocável  $130 \text{ mg dm}^{-3}$  (extraídos por Mehlich  $^{-1}$ ); Al trocável  $0,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , Ca trocável  $3,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e Mg trocável  $0,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  (extraídos por KCl  $1 \text{ mol L}^{-1}$ ).

O experimento foi instalado em dezembro de 2002 utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados com cinco tratamentos e três repetições, em parcelas de  $4,5 \times 6 \text{ m}$ , totalizando  $27 \text{ m}^2$ . Os tratamentos aplicados anualmente de 2003 a 2012 consistiram em: sem adubação (SA); adubação de 90 e  $180 \text{ kg N ha}^{-1}$  com dejetos líquidos de suínos (DL90 e DL180) e adubação de 90 e  $180 \text{ kg N ha}^{-1}$  com cama sobreposta de suínos (CS90 e CS180). Durante a condução do experimento foi utilizado uma sucessão de culturas com milho (*Zea mays*) e aveia preta (*Avena strigosa*) em sistema de plantio direto. As aplicações, em superfície, de dejetos líquidos foram realizadas aos 15, 51 e 95 dias após a semeadura do milho e 15 dias após a semeadura da aveia preta, sendo realizadas 40 aplicações de DL durante a condução do experimento. As adubações com cama sobreposta foram realizadas apenas uma vez ao ano, 15 dias antes da semeadura do milho, totalizando 10 aplicações no decorrer do experimento.

Em junho de 2013 foram abertas trincheiras em cada parcela e coletadas amostras de solo na camada de 0-10 cm de profundidade. Após a coleta, as amostras de solo foram encaminhadas ao Laboratório de Solo, Água e Tecidos Vegetais do Departamento de Engenharia Rural (ENR) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), secas em estufa com circulação de ar forçado a  $40^\circ\text{C}$ , moídas em gral e reservadas para a análise.

Os teores de Cu e Zn disponíveis foram extraídos por  $\text{CaCl}_2$  ( $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ ), conforme metodologia proposta por Novozamsky et al. (1993). Para a análise foi pesado  $1,0 \text{ g}$  de solo e adicionado em tubos do tipo Falcon ( $15 \text{ mL}$ ) com  $10 \text{ mL}$  da solução extratora  $\text{CaCl}_2$  ( $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ ) e agitou-se por duas horas. Ao final, as amostras foram centrifugadas por 15 minutos a  $3200 \text{ rpm}$ , filtradas em papel e os teores determinados em espectrofotômetro de absorção atômica (EEA).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett, sendo que os valores de Cu ajustados de acordo com a equação  $\log(x+1)$  e submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, por meio do programa computacional ASSISTAT 7.7 Beta. Em

seguida as médias foram submetidas à análise de variância ANOVA e, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de Cu e Zn extraídos por  $\text{CaCl}_2$  ( $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ ) apresentaram incrementos significativos, principalmente no solo adubado com as maiores doses de cama sobreposta e dejetos líquidos (**Figura 1**).

Em relação aos teores extraídos de Cu, observou-se maior incremento no solo com adição de CS180 (**Figura 1a**). O solo com os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si. Estes resultados podem ser explicados devido à cama sobreposta apresentar maiores teores de nutrientes em comparação ao dejetos líquidos (Guardini et al., 2012), o que resulta em maiores adições de Cu no solo. Adicionalmente, a maior relação C/N presente na cama promove uma mineralização mais lenta (Giacomini & Aita, 2008), o que pode reduzir as perdas por escoamento e lixiviação.

O maior teor extraído de Zn foi verificado no solo adubado com DL180, em comparação aos demais tratamentos (**Figura 1b**). As aplicações com CS180 apesar de teores extraíveis de Zn menores que em DL180, também promoveram incrementos em relação ao solo SA. Este aumento nos teores de Zn, principalmente no solo adubado com DL180, pode estar relacionado, sobretudo, aos valores de pH presentes no solo. Apesar das aplicações com CS180 promover maiores adições de nutrientes, como ressaltado anteriormente, o valor de pH obtido no solo foi elevado (6,42), enquanto no solo adubado com DL180 foi de apenas 5,50. Portanto, o pH mais elevado em CS180 pode ter favorecido a maior adsorção de Zn, principalmente, aos grupos funcionais dos argilominerais em comparação a DL180, resultando em maiores teores disponíveis no solo adubado com dejetos líquidos. Segundo Sodré (2001) em condições com pH acima de 6,0 a retenção desses metais é favorecida, enquanto em ambientes ácidos determina a sua maior mobilidade no solo.

Os teores extraíveis de Zn no solo adubado com CS90 foram semelhantes aos encontrados no solo SA, enquanto que os teores obtidos em DL90 foram até mais baixos. A presença de teores semelhantes de Cu e Zn, principalmente, nos solos com DL90 e CS90, em relação ao SA, pode ser explicada pela adsorção dos elementos-traço aos grupos funcionais e componentes do solo, como no caso o Cu influenciado, principalmente, pela fração



orgânica e o Zn pela fração mineral (Giroto et al., 2010a; Tiecher et al., 2013), o que impediu o incremento dos teores disponíveis.

### CONCLUSÃO

As aplicações sucessivas de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos, principalmente nas doses mais elevadas DL180 e CS180, respectivamente, promoveram maior incremento nos teores disponíveis de Cu e Zn no solo.

A utilização de dejetos suínos sem a adoção de critérios técnicos, pode se tornar um agravante em áreas agrícolas, por incrementar os teores de elementos-traço no solo, potencializando a sua mobilidade, biodisponibilidade e, por consequência, podendo ocasionar toxidez às plantas.

### AGRADECIMENTO

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Pesquisa Científica e Tecnológica – PIBIC/CNPq e ao Projeto da Petrobrás Ambiental em Tecnologias Sociais para a Gestão da Água – TSGA.

### REFERÊNCIAS

BERWANGER, A. L.; CERETTA, C. A.; SANTOS, D. R. Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:2525-2532, 2008.

CERETTA, C. A.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G.; GIROTTO, E.; GATIBONI, L.C.; LOURENZI, C.R.; TIECHER, T.L.; DE CONTI, L.; TRENTIN, G.; MIOTTO, A. Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45:593-602, 2010.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 3.ed. Brasília, 353p, 2013.

FENG, M.-H.; SHAN, X.-Q.; ZHANG, S. & WEN, B. A comparison of the rhizosphere based method with DTPA, EDTA, CaCl<sub>2</sub>, and NaNO<sub>3</sub> extraction methods for prediction of bioavailability of metals in soil to barley. *Environmental Pollution*, 137:231-240, 2005.

GIACOMINI, S. J. & AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(1):195-205, 2008.

GIROTTO, E.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; SANTOS, D. R.; SILVA, L. S.; LOURENZI, C. R.; LORENSINI, F.; RENAN VIEIRA, C. B.; SCHMATZ, R. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos.

*Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34(3):955-965. 2010a.

GIROTTO, E.; CERETTA, C.A.; SANTOS D.R.; BRUNETTO, G.; ANDRADE, J. G.; ZALAMENAIV, J. Formas e perdas de cobre e fósforo em água de escoamento superficial e percolação em solo sob aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. *Ciência Rural*, 40(9):1948-1954, 2010b.

GUARDINI, R.; COMIN, J.J.; SCHMITT D.E.; TIECHER, T.; BENDER, M.A.; RHEINHEIMER, D.S.; MEZZARI, C.P.; OLIVEIRA, B.S.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G. Accumulation of phosphorus fractions in typic Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep pig litter in a no-tillage system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 93, 215–225, 2012.

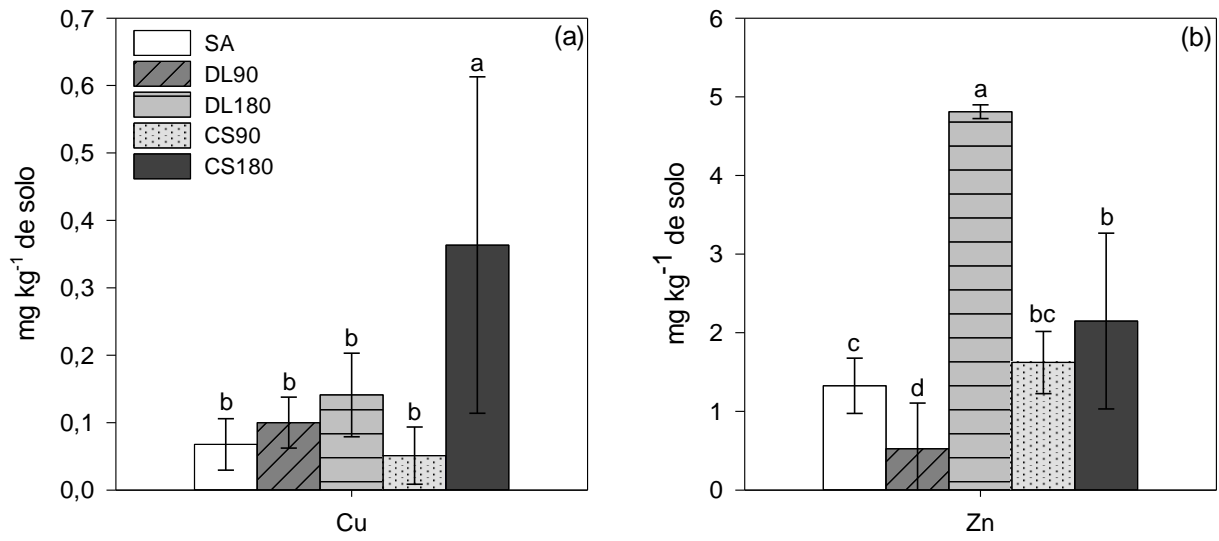
MELO, E. C.; NACIMENTO, C. W. A.; SANTOS, A. C. Q. Solubilidade, fracionamento e fitoextração de metais pesados após a aplicação de agentes quelantes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:1051-1060, 2006.

NOVOZAMSKY, I.; LEXMOND, T.M.; HOUBA, V.J.G. A single extraction procedure of soil for evaluation of uptake of some heavy metals by plants. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 51, 1-4, 1993.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:1375-1383, 2010.

SODRÉ, F. F.; LENZI, E.; COSTA, A. C. Utilização de modelos físico-químicos de adsorção no estudo do comportamento do cobre em solos argilosos. *Química Nova*, São Paulo, 24(3):324- 330, 2001.

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*, 37:812-824, 2013.



**Figura 1.** Teores de Cu (a) e Zn (b) extraídos por CaCl<sub>2</sub> (0,01 mol L<sup>-1</sup>) em amostras de solo submetido a aplicações de 90 e 180 kg N ha<sup>-1</sup> com dejetos líquidos de suínos (DL90 e DL180) e cama sobreposta (CS90 e CS180). Médias seguidas pela mesma letra minúscula não indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Teste Tukey, p<0,05). Barras paralelas indicam o desvio padrão.