



Mobilidade de cobre e zinco no perfil do solo sob plantio direto com aplicação de dejetos líquido bovino em longo prazo ⁽¹⁾.

Felipe Youssef Abboud⁽²⁾; Joyce Cristina da Silva Nascimento⁽³⁾; Gabriel Barth⁽⁴⁾; Nerilde Favaretto⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES e Fundação ABC.

⁽²⁾ Bolsista do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. E-mail: felipe.abboud@gmail.com; ⁽³⁾ Bolsista do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFPR. E-mail: joycecrisnascimento12@gmail.com; ⁽⁴⁾ Pesquisador Fundação ABC. E-mail: gabrielbarth@fundacaoabc.org.br; ⁽⁵⁾ Professora Dra. UFPR. E-mail: nfavaretto@ufpr.br.

RESUMO: A principal prática de disposição de dejetos animais é sua aplicação em áreas agrícolas próximas aos polos produtivos, contudo, o dejetos também desempenha papel importante na transferência de metais pesados para o solo, os quais são adicionados na ração animal a fim de evitar deficiências nutricionais. O objetivo desse trabalho foi de verificar os níveis de Cu e Zn no perfil do solo, sob sistema de plantio de direto, com aplicação de dejetos líquido bovino (DLB) em longo prazo. Os experimentos estão sendo conduzidos em duas estações experimentais da Fundação ABC sobre Latossolos de textura franco arenosa e de textura muito argilosa, nos municípios de Ponta Grossa-PR e Castro-PR respectivamente. Os tratamentos consistem de quatro doses de DLB (0, 60, 120, 180 m³ ha⁻¹ ano⁻¹), aplicadas em duas etapas, metade no plantio de inverno e metade no plantio de verão. As parcelas avaliadas possuem 9 m de comprimento por 3,5 m de largura, totalizando 29,75 m². Foram realizadas amostragens de solos em seis profundidades (0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,3; 0,3-0,4; 0,4-0,5; 0,5-0,6 m) para determinação dos níveis de Cu e Zn. Em ambos os solos não foi observado aumento de Zn em profundidade. O Cu apresentou maior mobilidade no solo de textura franco arenosa com aplicação de DLB, enquanto que no solo de textura muito argilosa não se observou variações no perfil do solo. Doses excessivas de DLB, em longo prazo, podem se tornar uma preocupação para o escoamento via subsuperfície em solos de textura mais arenosa.

Termos de indexação: textura; metais pesados; lixiviação.

INTRODUÇÃO

O estado do Paraná é o terceiro maior produtor de leite do Brasil (IBGE, 2012), sendo que nos últimos anos sua produção vem crescendo de maneira acelerada. Neste contexto, a região dos

Campos Gerais, no Paraná, tornou-se um dos principais polos de produção leiteira no País, onde as cidades de Castro e Carambeí estão colocadas entre as dez maiores bacias leiteiras do Brasil (IBGE, 2012). O gado é manejado em um sistema de confinamento denominado "Free-Stall" (Koehler, 2000), onde o dejetos produzido é comumente empregado na agricultura.

Os benefícios do uso de DLB em longo prazo na melhoria de atributos físicos e químicos do solo foram documentados por diversos autores (Vitosh et al., 1973; Chang et al., 1991; Sommerfeldt et al., 1998; Mellek et al., 2010). Contudo, em regiões com grandes concentrações de animais confinados, o dejetos também desempenha papel importante na transferência de metais pesados para o solo, como o Cu e o Zn, que são adicionados na formulação da ração animal a fim de evitar deficiências nutricionais.

A concentração desses elementos nos dejetos é, em geral, três vezes maior que a presente nas rações animais (Sheppard et al., 2010), isto porque a taxa de absorção animal é muito baixa, sendo excretado nas fezes e urina (Berenguer et al., 2008).

Devido sua capacidade cumulativa no ambiente e nos organismos, os metais pesados apresentam toxicidade e estão relacionados, sobretudo a problemas de saúde humana e animal (Robertson, 2005). Seu acúmulo no solo aumenta a preocupação com a contaminação difusa em corpos d'água via escoamento superficial e em subsuperfície.

Este trabalho teve como objetivo verificar os níveis de Cu e Zn no perfil do solo, em duas áreas experimentais, com aplicação de DLB em longo prazo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos estão sendo conduzidos em duas estações experimentais da Fundação ABC, sendo uma em Ponta Grossa-PR sobre Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura franco arenosa com 13% de declividade e a outra em



Castro-PR, sobre Latossolo Bruno Distrófico típico, textura muito argilosa com 10% de declividade (EMBRAPA/FUNDAÇÃO ABC, 2001). A instalação dos experimentos foi realizada em novembro de 2005 e maio de 2006, em Ponta Grossa e Castro respectivamente, em área sob sistema de plantio direto estabelecido há mais de 15 anos com rotação de culturas de aveia e trigo no inverno e soja e milho no verão.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro doses de DLB (0, 60, 120, 180 m³ ha⁻¹ ano⁻¹), sendo o dejetado aplicado em duas etapas, metade no plantio de inverno e metade no plantio de verão, com uso de regadores. A adubação mineral é feita conforme as necessidades da cultura. As parcelas avaliadas possuem 9 m de comprimento por 3,5 m de largura, totalizando 29,75 m², delimitadas por chapas de zinco de 0,1 m de altura enterrada a 0,05 m no solo.

Foi feita uma coleta de solo em setembro de 2014, em cada experimento, em seis profundidades (0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,3; 0,3-0,4; 0,4-0,5; 0,5-0,6 m) com trado calador para análise de solo. Os teores de Cu e Zn foram extraídos por DTPA (Rajj et al., 2001) e determinados por leitura no espectrofotômetro de absorção atômica. Os teores totais de Cu e Zn no DLB aplicado nas parcelas experimentais foram determinados desde a implantação dos experimentos. As quantidades totais aportadas de Cu e Zn nas áreas experimentais, pela aplicação de DLB, desde a implantação dos experimentos foram calculadas, e estão presentes na **tabela 1**.

Tabela 1 – Aporte de Cu e Zn nas áreas experimentais com aplicação de DLB (m³ ha⁻¹).

	Dose DLB	Cu (g)	Zn (g)
Castro	60	3537	20292
	120	7074	40584
	180	10611	60876
Ponta Grossa	60	9403	18836
	120	18806	37672
	180	28209	56508

Foi realizado o teste de Tukey para comparação de médias avaliando as doses de DLB com a concentração de cobre e zinco no solo, utilizando o programa ASSISTAT 7.7, e para a geração dos gráficos foi utilizado o programa SIGMA PLOT 12.0®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Latossolo de textura franco arenosa o comportamento do Cu é indicado na **figura 1**. Não foi observada diferença significativa entre as doses de DLB na camada superficial. Esse fenômeno pode estar relacionado ao aumento do teor de C orgânico e pH na superfície do solo pela aplicação de DLB, em função de o Cu apresentar elevada força de adsorção pela matéria orgânica, sendo ela intensificada pela elevação do pH (Meurer et al., 2006). Foi verificado aumento significativo nos teores de Cu em profundidade com a aplicação de DLB até a profundidade de 0,4 m, possivelmente devido a maior quantidade de Cu aplicada na área quando comparado com o experimento de Castro, além disso, a textura mais arenosa do solo permitiu essa maior mobilidade do Cu em profundidade.

A **figura 2** indica o comportamento do Cu no Latossolo de textura muito argilosa, onde seus teores não variaram entre as doses de dejetado em todas as profundidades avaliadas. Esse resultado pode ser explicado pela textura do solo, em que elementos de sua matriz, como óxidos de Fe e Al, junto a matéria orgânica, são capazes de reter fortemente metais pesados (Pierangeli et al., 2004), e nessa área, as quantidades de Cu adicionadas no solo pelo DLB foram menores, quando comparadas com as adicionadas na área de Ponta grossa.

Em ambos os solos (**Figura 1 e 2**), o Zn mostrou comportamento similar em relação a sua mobilidade, que foi até a camada de 0,2 m. Nas demais profundidades os teores de Zn foram baixos e alguns não foram detectados, demonstrando sua alta capacidade de adsorção na matriz do solo, refletindo na sua baixa mobilidade.

Muitos trabalhos tem mostrado que metais pesados como o Cu e o Zn apresentam baixa mobilidade no perfil do solo, indicando reduzido potencial de perdas por lixiviação (Bertol et al., 2010). No entanto, o Cu apresentou maior mobilidade no perfil do solo de textura franco arenosa, mostrando que doses excessivas de DLB, em longo prazo, podem se tornar uma preocupação para perdas via subsuperfície.

CONCLUSÕES

O zinco apresentou baixa mobilidade no perfil de ambos os solos estudados, com aplicação de DLB em longo prazo.

Não foi observado mobilidade do Cu em profundidade no solo de textura franco-argilosa com aplicação DLB em longo prazo, em contrapartida, no solo de textura franco-arenosa verificou-se aumento de Cu até a profundidade de 0,4 m.



REFERÊNCIAS

- BERENQUER, P.; CELA, S.; SANTIVERI, F.; BOIXADER, J. & LLOVERAS, J. Copper and zinc soil accumulation and plant concentration in irrigated maize fertilized with liquid swine manure. *Agronomy Journal*, 100:1056-1061, 2008.
- BERTOL, O. J.; FEY, E.; FAVARETTO, N.; LAVORANTI, J.; RIZZI, N. E. Mobilidade de P, Cu e Zn em colunas de solo sob sistema de semeadura direta submetido às adubações mineral e orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:1841-1850, 2010.
- CHANG, C.; SOMMERFELDT, T. G. & ENTZ, T. Soil Chemistry after Eleven Annual Applications of Cattle Feedlot Manure. *Journal of Environmental Quality*, 20:475-480, 1991.
- EMBRAPA – Fundação ABC. Mapa do levantamento semidetalhado de solos: Município de Castro. Elaborado por FASOLO, P. J.; CARVALHO, A. P.; BOGNOLA, I. A. & POTER, R. O. EMBRAPA – Fundação ABC, 2001.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. Produção da Pecuária Municipal. vol. 40. Rio de Janeiro, 2012. 71 p. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2012/ppm2012.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2014.
- KOEHLER, J.C. Caracterização da bovinocultura de leite no Estado do Paraná. Curitiba: Seab, 2000. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/deral/cultura3.pdf>>. Acesso em: 18 de maio de 2014.
- MELLEK, J. E.; DIECKOW J.; SILVA, V. L.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F. M. & SOUZA, J. L. M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambissol of Southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, 110:69-76, 2010.
- MEURER, E. J.; RHENHEIMER, D. & BISSANI, C. A. Fenômenos de Sorção em Solos. In: *Fundamentos da Química do Solo*, 2.ed. Porto Alegre, 2006. p.117-162.
- PIERANGELI, M. A. P.; GUILHERME, L. R. G.; CURI, N.; ANDERSON, S. J. & LIMA, J. M. Adsorção e dessorção de cádmio, cobre e chumbo por amostras de Latossolos pré- tratadas com fósforo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:377-384, 2004.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.
- ROBERTSON, W. O. Intoxicação crônica: Metais e outros oligoelementos. In: GOLDMAN, L. & AUSIELLO, D. Cecil: *Tratado de medicina interna*. 22.ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2005. 1280p.
- SHEPPARD, S. C.; LONG, J. M. & SANIPELLI, B. Verification of radionuclide transfer factors to domestic-animal food products, using indigenous elements and with emphasis on iodine. *Journal of Environmental Radioactivity*, 101:895-901, 2010.
- SOMMERFELDT, T. G.; CHANG, C. & ENTZ, T. Long-term annual applications increase soil organic matter and nitrogen, and decrease carbon to nitrogen ratio. *Soil Science Society of American Journal*, 52:1668-1672, 1998.
- VITOSH M. L.; DAVIS J. F. & KNEZEK B. D. Long-term effects of manure, fertilizer, and plow depth on chemical properties of soils and nutrient movement in a monoculture corn system. *Journal of Environmental Quality*, 2:296-299, 1973.

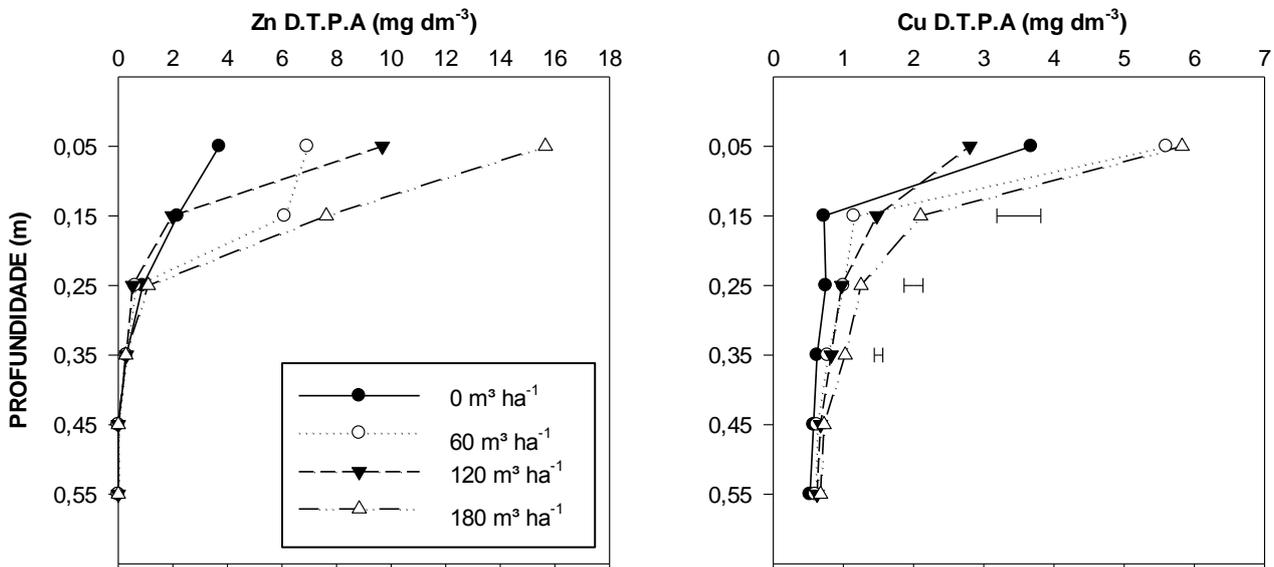


Figura 1 - Teores de Cu e Zn em profundidade nos diferentes tratamentos extraídos por D.T.P.A em Latossolo de textura franco arenosa. A barras horizontais são o DMS.

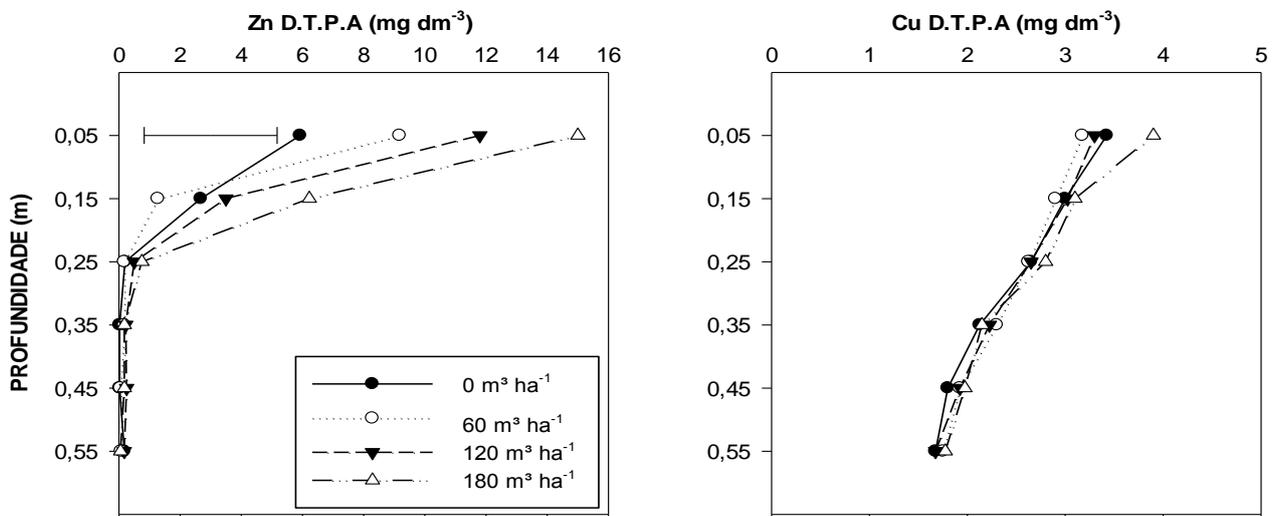


Figura 2 - Teores de Cu e Zn em profundidade nos diferentes tratamentos extraídos por D.T.P.A em latossolo de textura muito argilosa. A barra horizontal é o DMS.