

COBRE E ZINCO NO SOLO E NA FITOMASSA NO DÉCIMO ANO DO USO DE SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO ASSOCIADOS A FONTES DE NUTRIENTES¹

Milton da Veiga², Carla Maria Pandolfo³, Alvadi Antonio Balbinot Junior⁴

INTRODUÇÃO

O preparo do solo geralmente provoca alterações nas características químicas e físicas deste, tanto pelo seu efeito sobre a erosão do solo, como pelo revolvimento ou não da camada preparada (Veiga et al., 2006). Esses autores determinaram que a manutenção dos resíduos na superfície (plantio direto), a semi-incorporação (preparo mínimo) e a incorporação dos mesmos (preparo convencional) resultam em diferentes distribuições dos nutrientes no perfil do solo. A queima e a retirada dos resíduos, por sua vez, determinam um menor acúmulo de nutrientes no solo.

Pesquisas têm indicado que a aplicação dos esterco tem um impacto significativo nas características químicas, físicas e biológicas do solo, cuja magnitude depende da sua composição química e física, da dose aplicada e do modo, época e frequência de aplicação. Os esterco são fontes de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e de alguns micronutrientes, podendo ser utilizados em substituição aos adubos solúveis (Scherer & Bartz, 1984; Scherer et al., 1984), desde que considerados os aspectos econômicos de sua aquisição e/ou distribuição. No entanto, os esterco podem conter teores consideráveis de metais pesados, como o Cu e o Zn, encontrados nos dejetos de suínos (Scherer et al., 1996), que podem se acumular nas camadas superficiais do solo e serem perdidos por escoamento superficial, aderidos às partículas do solo (Giroto et al., 2010) ou absorvidos pelas culturas (Rangel et al., 2006). O aumento na absorção e acúmulo de metais nas folhas e nos grãos das culturas resulta em risco de sua transferência na cadeia alimentar, onde podem causar expressivo impacto sobre a fauna e a flora e sobre a saúde humana.

Este trabalho tem por objetivo determinar o teor de Cu e Zn disponíveis em um Nitossolo Vermelho Distrófico no décimo ano de uso de cinco sistemas de manejo de solo (preparo e resíduos de colheita), associados a cinco fontes de nutrientes, bem como os teores desses nutrientes na fitomassa de aveia preta + ervilhaca comum e nas folhas de milho cultivados no décimo ano de experimentação.

MATERIAL E MÉTODOS

Serão apresentados resultados obtidos no décimo ano de em um experimento que constava de cinco sistemas de manejo do solo associados a cinco fontes de nutrientes, alocados respectivamente em faixas longitudinais e transversais de 6 x 30m, com três repetições em blocos ao acaso. Os tratamentos de manejo do solo foram: 1) resíduos mantidos na superfície/ semeadura direta (SD); 2) resíduos semi-incorporados/preparo

¹ Trabalho conduzido com recursos do Projeto Microbacias/BIRD, Fapesc e Epagri.

² Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Epagri, Estação Experimental de Campos Novos. BR 282, km 338, Trevo, 89620-000, Campos Novos, SC. E-mail: milveiga@epagri.sc.gov.br.

³ Eng. Agr., Dra., Pesquisadora da Epagri, Estação Experimental de Campos Novos. E-mail: pandolfo@epagri.sc.gov.br.

⁴ Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Embrapa Soja. E-mail: balbinot@cnpsa.embrapa.br.

com escarificador (PE); 3) resíduos incorporados/preparo convencional (PC); 4) resíduos queimados/preparo convencional (PQ) e; 5) resíduos retirados/preparo convencional (PR). Os tratamentos de fontes de nutrientes foram: 1) testemunha, sem adubação (TT); 2) 5 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria úmida de cama de aviário (CA); 3) 60 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de dejetos líquido de bovinos (DB); 4) 40 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de dejetos líquido de suínos (DS) e; 5) N, P e K de fontes solúveis para manutenção das culturas. O delineamento experimental foi em faixas, aplicadas em blocos casualizados, com três repetições. Todas as fontes de nutrientes foram aplicadas a lanço, com incorporação através de gradagem, exceto no SD. Os tratamentos de manejo do solo e de fontes de nutrientes foram aplicados por ocasião da implantação das culturas comerciais de primavera/verão. As culturas de invernos foram implantadas através de semeadura direta, após a queima ou retirada dos resíduos de colheita nas respectivas faixas.

As culturas foram semeadas em um sistema de rotação de três anos, envolvendo espécies para produção de grãos (soja, milho e feijão) no período primavera/verão e plantas de cobertura do solo (triticale ou centeio, ervilhaca comum e aveia preta) no período de outono/inverno. No décimo ano foi semeado o consórcio de ervilhaca comum e aveia preta (respectivamente 75 e 25% da população recomendada para cada cultura) e milho híbrido duplo (4,5 plantas m⁻¹ linear, com 0,7 m entre linhas).

Os teores de Cu e Zn disponíveis no solo foram determinados em amostras coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade, ao final do nono ano de experimentação. Os teores de Cu e Zn no tecido vegetal foram determinados em amostras da fitomassa aérea do consórcio aveia + ervilhaca e de folhas-índice do milho (primeira abaixo da espiga principal), ambas coletadas por ocasião da floração plena das culturas. Tanto os teores no solo como no tecido vegetal foram determinados utilizando-se metodologias descritas em Tedesco et al. (1995). A análise estatística constou da análise da variância e, quando constatada diferença significativa pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05). Quando constatada interação entre as fontes de variação, foram desdobrados os graus de liberdade para comparação de médias de uma fonte dentro de cada tratamento da outra. Também foram determinadas as correlações entre os teores disponíveis no solo e os determinados no tecido vegetal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas interações entre os sistemas de manejo do solo e as fontes de nutrientes para os teores de Cu e Zn disponíveis no solo, razão pela qual a comparação entre médias foi realizada para os tratamentos de manejo do solo dentro de cada fonte de nutrientes e vice-versa (Tabela 1). O teor de Cu apresentou diferenças entre os sistemas de manejo para todas as fontes, exceto CA, com maiores valores no PR, o que pode estar associado à menor adição de matéria orgânica ao sistema, uma vez que o acúmulo de Cu no solo ocorre principalmente associado a algumas frações desta (Giroto et al., 2010). Foram observadas diferenças significativas no teor de Zn no solo entre sistemas de manejo quando aplicados DB e DS, respectivamente com menor valor no SD e no PQ, mas sem grande diferenciação entre eles.

Com relação às fontes de nutrientes, os maiores teores de Cu e Zn disponíveis no solo foram observados com a aplicação de DS, independente do sistema de manejo do solo (Tabela 1). O acúmulo desses elementos no solo com a aplicação de DS está relacionado com as elevadas concentrações encontradas nos dejetos de suínos (Scherer et al., 1996), em função da adição dos mesmos na ração com o objetivo de manter a

sanidade e atuar como promotor de crescimento dos animais. O menor teor de Cu observado no CA pode estar relacionado com o aumento do pH verificado nesse tratamento (Veiga et al, 2006), em função da presença de óxido de cálcio no material, reduzindo sua disponibilidade. Acúmulo de Cu e Zn nas camadas superficiais do solo com a aplicação de DS na superfície também foi determinado por Giroto et al. (2007) e por Veiga et al. (2008).

Não foram observadas diferenças entre os sistemas de manejo do solo nos teores de Cu e de Zn na fitomassa aérea do consórcio de aveia + ervilhaca e nas folhas-índice de milho (dados não mostrados). O teor de Cu na fitomassa não variou entre as fontes de nutrientes (Figura 1), nem tampouco houve regressão significativa entre os teores disponíveis no solo e no tecido vegetal (Figura 2). Com relação aos teores de Zn, observaram-se diferenças entre as fontes de nutrientes em ambas as culturas, com maiores teores com a aplicação de DS (Figura 1) e regressão linear significativa entre o teor no solo e na fitomassa aérea do consórcio aveia + ervilhaca e na folha-índice do milho (Figura 2). Aumento no teor de Zn em folhas de milho também foi observado por Rangel et al. (2006), em função de aplicações sucessivas de doses de lodo de esgoto. Esses autores determinaram maior incremento percentual da concentração de Cu nos grãos da cultura em relação às folhas, mas nestas as concentrações encontradas foram muito superiores. Em estudo com a aplicação de resíduos industriais em um solo do Cerrado, Barros et al. (2003) determinaram grande variação na concentração de metais pesados entre compartimentos da planta de milho, sendo que o Cu apresentou a sequência raiz>grão>colmo>folha>pendão e o Zn pendão>grão>colmo>folha>raiz. No entanto, os autores não detectaram concentrações de metais que atinjam níveis de toxidez às plantas.

CONCLUSÕES

Os teores de cobre e de zinco disponível na camada de 0-20 cm do solo aumentaram após nove anos de aplicação de dejetos líquidos de suínos, resultando em aumento no teor de zinco na fitomassa aérea do consórcio de aveia preta + ervilhaca comum e na folha-índice da cultura do milho, cultivados no décimo ano de experimentação. Os sistemas de manejo do solo alteraram moderadamente os teores de cobre e zinco disponíveis na camada de 0-20 cm do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, R.G.; VERA, R.; SANTANA, J. G.; MORAIS, N.R.; LEANDRO, W.M. Compartimentação de metais em plantas de milho adubado com resíduos industriais em solo de cerrado de Goiânia-GO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, XXIX, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto:SBCS, 2003. [CD-ROM].
- GIROTO, E.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G.; LOURENZI, C.R.; VIEIRA, R.C.B.; LORENZINI, F.; TRENTIN, E.C. Acúmulo de cobre e zinco no solo após sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, XXXI, 2007. **Anais...** Gramado: SBCS, 2007, p. 1-5, [CD ROM].
- GIROTO, E.; CERETTA, C.A.; SANTOS, D.R.; BRUNETTO, G.; ANDRADE, J.G.; ZALAMENA, J. Formas de perdas de cobre e fósforo em água de escoamento

superficial e percolação em solo sob aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**. Santa Maria: UFSM, v.40, n.9, p.1948-1954, 2010.

RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A.; BETTIOL, W.; DYNIA, J.F. Efeito de aplicações de lodos de esgoto sobre os teores de metais pesados em folhas e grãos de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa: SBCS, v.30, p.583-594, 2006.

SCHERER, E.E.; BARTZ, H.R. **Adubação do feijoeiro com esterco de aves, nitrogênio, fósforo e potássio**. 2. ed. Florianópolis: EMPASC, 1984. 15p. (Boletim Técnico, 10).

SCHERER, E.E.; CASTILHOS, E.G.D.; JUCKSCH, I.; NADAL, R.D. **Efeito da adubação com esterco de suínos, nitrogênio e fósforo em milho**. Florianópolis: EMPASC, 1984. 26p. (Boletim Técnico, 24).

SCHERER, E.E.; AITA, C.; BALDISSERA, I.T. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região oeste catarinense para fins de utilização como fertilizante**. Florianópolis: Epagri, 1996. 46p. (Boletim técnico, 79).

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análise do solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 188p., 1985. (Boletim técnico de solos, 5).

VEIGA, M., REINERT, D. J., PANDOLFO, C. M. Efeito de sistemas de preparo e de fontes de nutrientes sobre a fertilidade do solo e o crescimento e produção de milho. **Agropecuária Catarinense**. Florianópolis: Epagri, v.19, p. 69-73, 2006.

VEIGA, M.; PANDOLFO, C.M. Perfil de pH e de disponibilidade de nutrientes no solo, após seis anos de aplicação superficial de dejetos líquidos de suínos. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, VI, 2008. **Resumos...** Santa Maria: SBCS-NRS, 2008, p.1-5. [CD ROM]

Tabela 1. Teores de Cu e de Zn disponíveis na camada de 0 a 20 cm de profundidade, em amostras coletadas após nove anos de aplicação de cinco sistemas de manejo do solo associados a cinco fontes de nutrientes.

Fontes de nutrientes	Sistema de manejo do solo					Média
	SD	PE	PC	PQ	PR	
Cobre						
Testemunha	4,7 ab B	4,5 b B	5,6 ab B	5,8 a AB	5,7 a BC	5,2
Adubo solúvel	5,3 ab AB	4,2 b B	5,1 ab B	5,4 a AB	5,8 a BC	5,2
Dejeto bovino	4,8 b B	5,3 ab B	4,8 b B	6,0 a AB	5,9 ab B	5,4
Cama de aviário	4,2 a B	4,3 a B	5,1 a B	5,2 a B	4,8 a C	4,7
Dejeto suíno	6,2 b A	7,0 ab A	6,7 b A	6,4 b A	7,9 a A	6,9
Média	5,0	5,1	5,5	5,8	6,0	
Zinco						
Testemunha	0,8 a C	0,9 a C	1,4 a C	1,2 a B	1,0 a C	1,1
Adubo solúvel	0,9 a C	1,0 a BC	1,2 a C	1,6 a B	1,3 a BC	1,2
Dejeto bovino	0,9 b C	2,2 ab BC	2,0 ab BC	2,3 a AB	2,5 a B	2,0
Cama de aviário	2,7 a B	2,3 a B	3,2 a B	2,3 a AB	2,0 a BC	2,5
Dejeto suíno	6,6 ab A	7,1 a A	6,1 ab A	3,5 c A	5,7 b A	5,8
Média	2,4	2,7	2,8	2,2	2,5	

Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. SD: Semeadura direta; PE: preparo com escarificador; PC: preparo convencional; PQ: PC com resíduos queimados; PR: PC com resíduos retirados;

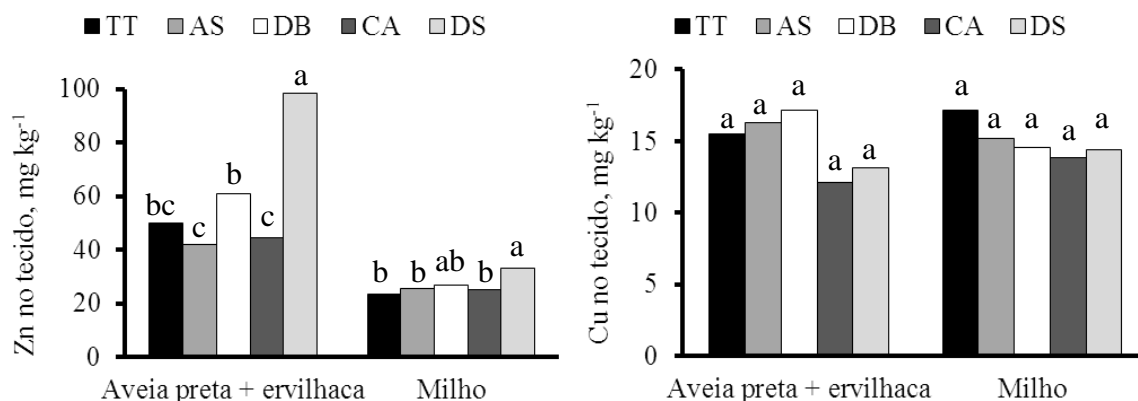


Figura 1. Teores de Cu e Zn na fitomassa do consórcio de aveia preta + ervilhaca comum e nas folhas de milho, cultivados no décimo ano de aplicação de cinco fontes de nutrientes (médias de cinco sistemas de manejo do solo e três repetições). TT: testemunha; AS: adubo solúvel; DB: dejeito líquido de bovinos; CA: cama de aviário; DS: dejeito líquido de suínos. Médias seguidas por letras diferentes, em cada elemento e cultura, diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

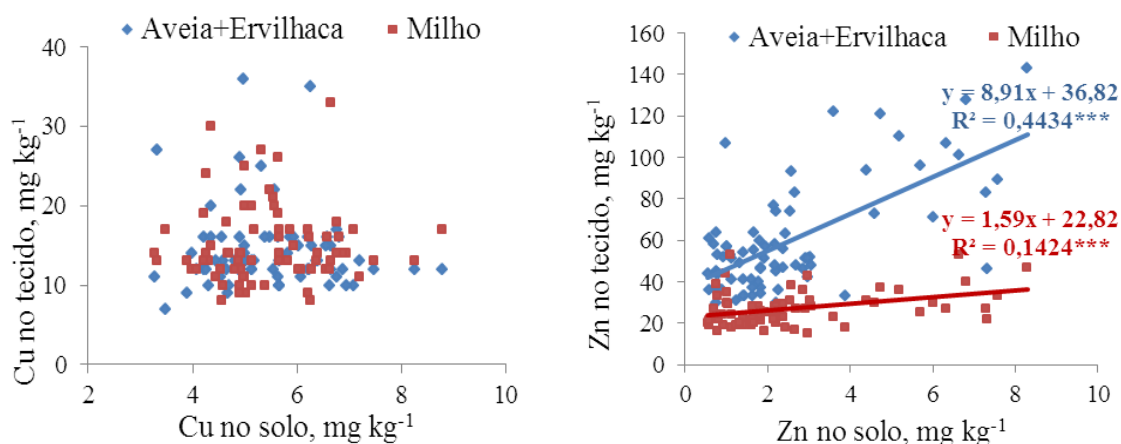


Figura 2. Relação entre os teores de Cu e Zn disponíveis na camada de 0-20 cm do solo e na fitomassa do consórcio de aveia preta + ervilhaca comum ou na folha-índice de milho, cultivados no décimo ano de aplicação de cinco fontes de nutrientes associadas a cinco sistemas de manejo do solo. *** Significância estatística ao nível de 0,01%.