

Cobre e zinco no solo e no tecido vegetal após nove anos de uso de fontes de nutrientes associadas a sistemas de manejo em um Nitossolo Vermelho¹

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

Resumo – A aplicação de nutrientes de diferentes fontes pode alterar a disponibilidade de micronutrientes no solo, a qual também pode ser afetada pelo sistema de manejo do solo. Para estudar esses aspectos, foram avaliados os efeitos do uso, durante nove anos, de fontes orgânicas e minerais de nutrientes associadas a sistemas de manejo do solo sobre os teores de Cu e Zn disponíveis em um Nitossolo Vermelho Distrófico, em amostras coletadas no final do nono ano de experimentação nas camadas de até 5, 5 a 10, 10 a 20 e 20 a 40cm de profundidade. Também foram avaliados os teores dos nutrientes na fitomassa aérea do consórcio de aveia-preta + ervilhaca comum e nas folhas-índice do milho, em amostras coletadas por ocasião da floração das culturas cultivadas no décimo ano. Maiores teores de Cu e Zn foram observados nas camadas superficiais do solo com a aplicação de dejetos líquidos de suínos, principalmente nos sistemas de manejo com pequeno revolvimento do solo. Houve aumento no teor de Zn na fitomassa do consórcio de aveia-preta + ervilhaca-comum e nas folhas-índice do milho com a aplicação de dejetos líquidos de suínos, assim como houve correlação positiva entre o teor disponível desse nutriente no solo e o teor total no tecido vegetal.

Termos para indexação: Semeadura direta, cama de aviário, dejetos de bovinos, metais pesados, dejetos de suínos.

Zinc and copper in the soil and in the crop biomass after nine years of the use of nutrients sources associated to soil management systems in an Hapludox

Abstract – The application of nutrients from different sources can alter their availability in the soil, and the soil can also be affected by the management system. To study these aspects, we evaluated the effects of the use, along nine years, of five nutrient sources (test – without fertilization, soluble fertilizers, poultry litter, cattle slurry, and swine slurry) associated with five soil management systems (no-till, reduced tillage and conventional tillage, the last one with crop residues kept on the soil, burned or removed), on the available Cu and Zn content in a Typic Hapludox in samples collected in layers of up to 5, 5 to 10, 10 to 20 and 20 to 40cm deep at the end of the ninth year of experimentation. We also evaluated the levels of the nutrients in the biomass of the intercropping of black oat + common vetch and in the index leaves of corn in samples collected at the time of flowering in the tenth year. The content of available Cu and Zn increased in the surface layers of soil with the application of pig slurry, especially in management systems with little soil disturbance. In crops growing during the tenth year of experimentation there was an increase in Zn content in the aboveground biomass of the intercropping of black oat + common vetch and in the index leaves of corn with the application of pig slurry, as well as a positive correlation between the content of this nutrient in the soil and in plant tissue.

Key words: Direct sowing, poultry litter, cattle slurry, heavy metals, pig slurry.

Introdução

Pesquisas têm indicado que a aplicação de dejetos animais tem impacto significativo nas características químicas, físicas e biológicas do solo, e a magnitude desse impacto dependerá da composição química e física do solo, da dose aplicada e do modo, época e frequência de aplicação. Os dejetos animais 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 ou distribuição. No entanto, os dejetos animais podem apresentar teores consideráveis de metais pesados, como o Cu e o Zn (Scherer et al., 1996), que também são considerados micronutrientes essenciais às plantas. Esses elementos podem acumular-se nas camadas superficiais do solo e ser perdidos por escoamento superficial (Giroto et al., 2010) ou, ainda,

absorvidos pelas culturas (Rangel et al., 2006). O aumento na absorção e no acúmulo de metais nas folhas e nos grãos das culturas resulta em risco de sua transferência pela cadeia alimentar (Rangel et al., 2006; Barros et al., 2003), podendo causar impacto sobre a fauna e a flora do solo e mesmo sobre os animais que consomem essa biomassa.

O preparo do solo, por sua vez, geralmente altera suas características químicas e físicas, e a manutenção dos resíduos na superfície (semeadura direta), a semi-incorporação (preparo ►

Aceito para publicação em 30/5/12.

¹Trabalho executado com recursos do Projeto Microbacias/BIRD II e da Fapesp.

²Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Estação Experimental de Campos Novos, C.P. 116, 89620-000 Campos Novos, SC, e-mail: milveiga@epagri.sc.gov.br.

³Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri / Estação Experimental de Campos Novos, e-mail: pandolfo@epagri.sc.gov.br.

⁴Engenheiro-agrônomo, Dr., Embrapa / Centro Nacional de Pesquisa de Soja, e-mail: balbinot@cnpso.embrapa.br.

reduzido) e a incorporação desses resíduos (preparo convencional) resultam em diferentes distribuições dos nutrientes no perfil do solo (Veiga et al., 2006; Cunha, 2009). A queima e a retirada dos resíduos podem determinar menor ou maior acúmulo de alguns nutrientes no solo.

Este trabalho tem por objetivo determinar os teores de Cu e Zn disponíveis no solo após nove anos de uso de fontes orgânicas e minerais de nutrientes associadas a sistemas de manejo do solo, assim como os teores desses nutrientes na fitomassa aérea do consórcio aveia-preta + ervilhaca-comum e nas folhas-índice de milho, cultivados no décimo ano.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Epagri/Estação Experimental de Campos Novos, situada nas coordenadas geográficas 27°24' sul e 51°13' oeste, e altitude de 970m, em um Nitossolo Vermelho Distrófico e clima do tipo Cfb, de acordo com a classificação de Köppen.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com os tratamentos alocados em faixas, totalizando 25 combinações, com três repetições alocadas em unidades experimentais de 5 x 5m. Nas faixas longitudinais, de 25 x 5m, foram alocados os sistemas de manejo do solo e de resíduos culturais (Figura 1A), aplicados anualmente antes da semeadura das culturas de

primavera/verão: semeadura direta (SD); preparo reduzido (escarificação + gradagem) (PR); preparo convencional (aração + gradagem) (PC); PC com resíduos culturais queimados (CQ); e PC com resíduos culturais retirados das parcelas (CR). A escarificação do solo foi realizada com equipamento contendo cinco hastes, com profundidade de ação de aproximadamente 25cm, enquanto a aração foi realizada com arado de discos em profundidade de ação de aproximadamente 15cm e a gradagem com gradeniveladora, com profundidade de ação de aproximadamente 10cm. A queima e a retirada dos resíduos culturais foram realizadas após a dessecação das culturas de inverno e da colheita das culturas de verão, nas faixas correspondentes. Todas as culturas de inverno foram implantadas por semeadura direta.

Em faixas transversais aos tratamentos de manejo do solo, com 25 x 5m, foram alocadas as fontes de nutrientes: testemunha, sem adubação (TT); adubação mineral solúvel, aplicada de acordo com as recomendações técnicas para cada cultura de primavera/verão (AS); 5t/ha/ano de cama de aviário, em base úmida (CA); 60m³/ha/ano de dejetos líquidos de bovinos (DB); e 40m³/ha/ano de dejetos líquidos de suínos (DS) (Figura 1B). A aplicação dos fertilizantes foi realizada uma vez por ano, antecedendo as culturas de primavera/verão. Nos tratamentos com revolvimento do solo a aplicação foi realizada entre a operação de aração ou

escarificação e a gradagem.

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, solteiras ou em consórcio) no período de outono/inverno.

Os teores de Cu e Zn disponíveis no solo foram determinados em amostras coletadas nas camadas de até 5, 5 a 10, 10 a 20 e 20 a 40cm de profundidade, no final do nono ano de experimentação, a qual foi constituída por quatro subamostras coletadas em cada parcela. Os teores de Cu e Zn no tecido vegetal foram determinados em amostras da fitomassa aérea do consórcio AP + EC e de folhas-índice do milho (primeira abaixo e no lado oposto em relação à espiga principal), ambas coletadas por ocasião da floração plena das culturas, sendo a primeira em um quadrado de 0,25 x 0,25m no centro da parcela, e a segunda em 10 plantas por parcela. Tanto os teores no solo como no tecido vegetal foram determinados utilizando-se métodos descritos em Tedesco et al. (1995).

Realizou-se análise da variância considerando o delineamento em faixas (Zimmermann, 2004), e as camadas como subparcelas. Quando constatada diferença significativa entre fontes de variação pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Quando constatadas interações



Figura 1. (A) Aplicação de dejetos líquidos de suínos e (B) vista geral do experimento após a aplicação dos tratamentos de manejo do solo e emergência da cultura de milho

entre os tratamentos de manejo do solo e de fontes de nutrientes com as camadas amostradas, a comparação entre médias foi realizada dentro de cada camada. Também foram determinadas as correlações entre a média ponderada dos teores disponíveis no solo na camada de até 20cm e os teores no tecido vegetal.

Resultados e discussão

Em geral, os teores de Zn foram maiores nas camadas superficiais do solo (até 5 e 5 a 10cm de profundidade) com aplicação de DS e CA, principalmente

na SD e no PR (Tabela 1 e Figura 2), que correspondem aos sistemas de manejo com menor revolvimento do solo. Com relação aos teores de Cu no solo, foi observada a mesma tendência do Zn, mas as variações foram de menor magnitude (Tabela 2 e Figura 2), provavelmente em função de o solo apresentar, originalmente, alto teor desse nutriente, bem como por terem sido aplicadas maiores quantidades de Zn por diferentes fontes. 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 de sua adição na

ração (Mattias, 2006), com o objetivo de manter a sanidade e atuar como promotor de crescimento dos animais.

O menor teor de Cu observado no tratamento CA pode estar relacionado com o aumento do pH do solo verificado nesse tratamento (Veiga et al., 2006) em função da presença de óxido de cálcio no material, alteração que pode resultar na redução da disponibilidade de alguns metais por reações de adsorção específica (Ernani, 2008). Redução na disponibilidade no solo e menor acúmulo de Cu no tecido vegetal com o aumento do pH do solo também foram observados por Balbinot et al. (2010a e 2010b) após a aplicação de doses de resíduo de reciclagem de papel, que apresenta características alcalinas. Adicionalmente, a CA se constituiu na fonte com maior adição de material orgânico recalcitrante (maravalha), que, após sua transformação em húmus estável, pode formar complexos de alta estabilidade com esse metal, reduzindo sua disponibilidade no solo (Silva et al., 2010). Acúmulo de Cu e Zn nas camadas superficiais do solo com a aplicação de DS na superfície também foi determinado por Mattias (2006), Giroto et al. (2007), Veiga et al. (2008) e Cunha (2009), estando relacionado com a baixa mobilidade desses nutrientes no perfil do solo, tanto em função das reações de adsorção específica como da formação de complexos com o húmus do solo.

Foram observadas diferenças nos teores de Zn entre as fontes de nutrientes, tanto na fitomassa aérea do consórcio AP + EC como nas folhas-índice do milho, com maiores teores com a aplicação de DS (Tabela 3). Nos tratamentos DS e DB o teor de Zn na fitomassa aérea do consórcio foi superior ao nível máximo tolerado em alimentos, que é de 50 e 30mg/kg respectivamente para o Zn e o Cu (Anvisa, 1965), apontando para a necessidade de se observar esse aspecto em áreas com aplicação continuada desses dejetos. No entanto, observa-se que o teor está próximo desse teto em todos os tratamentos de fontes de nutrientes, indicando que o teor original do solo já determina acúmulo acentuado no tecido vegetal de algumas culturas.

Foi observada correlação positiva ►

Tabela 1. Teor de zinco disponível (mg/dm³) em quatro camadas de solo, após nove anos de aplicação de cinco fontes de nutrientes associadas a cinco sistemas de manejo, em um Nitossolo Vermelho Distrófico

Fonte de nutrientes	Sistema de manejo do solo				
	SD	PR	PC	CQ	CR
Até 5cm					
TT	1,5C a	1,3 D a	1,9 C a	1,3 B a	1,1 A a
AS	1,8C a	2,0CD a	2,1 C a	1,7 B a	1,7BC a
CA	7,3B a	4,3 B bc	5,4 B ab	3,0AB c	3,2BC bc
DB	1,1C b	4,0BC a	3,5BC a	2,9AB ab	3,4 B b
DS	19,5A a	13,6 A bc	15,0 A b	5,0 A d	11,9 A c
5 a 10cm					
TT	0,7 B a	1,1B a	1,6 B a	1,3 B a	0,9 B a
AS	0,7 B a	1,0B a	1,6 B a	1,5AB a	1,2 B a
CA	1,9AB a	2,6B a	3,1AB a	2,6AB a	2,1AB a
DB	1,1AB a	2,5B a	2,3 B a	2,4AB a	2,6AB a
DS	3,2 A b	7,3A a	5,1A ab	3,6 A b	4,2 A b
10 a 20cm					
TT	0,5A a	0,6B a	1,1A a	1,0A a	0,9 B a
AS	0,6A a	0,6B a	0,6A a	1,5A a	1,2 B a
CA	0,8A a	1,1B a	2,2A a	1,7A a	1,4AB a
DB	0,8A a	1,1B a	1,1A a	2,0A a	2,0AB a
DS	1,8A a	3,7A a	2,2A a	2,7A a	3,4 A a
20 a 40cm					
TT	0,6A a	0,5A a	1,3A a	0,7A a	0,6A a
AS	0,8A a	0,6A a	0,6A a	0,4A a	0,4A a
CA	0,7A a	0,6A a	1,0A a	0,6A a	0,5A a
DB	1,5A a	0,6A a	0,9A a	0,8A a	0,6A a
DS	2,3A a	2,5A a	1,6A a	0,7A a	0,9A a

Nota: SD = semeadura direta; PR = preparo reduzido (escarificador + gradagem); PC = preparo convencional (aração + gradagem); CQ = PC com resíduos vegetais queimados; CR = PC com resíduos vegetais retirados; TT = testemunha (sem aplicação de nutrientes); AS = adubo solúvel (ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio); CA = cama de aviário; DB = dejetos líquidos de bovinos; DS = dejetos líquidos de suínos. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de uma mesma camada, não diferem entre si (Tukey, p < 0,05).

Tabela 2. Teor de cobre disponível (mg/dm³) em quatro camadas de solo, após nove anos de aplicação de cinco fontes de nutrientes associadas a cinco sistemas de manejo, em um Nitossolo Vermelho Distrófico

Fonte de nutrientes	Sistema de manejo do solo				
	SD	PE	PC	CQ	CR
Até 5cm					
TT	4,1B a	4,6B a	5,2B a	5,0 B a	5,7B a
AS	5,3B a	4,7B a	5,2B a	5,4AB a	5,9B a
CA	3,8B a	3,9B a	4,2B a	4,7 B a	4,3B a
DB	5,0B a	4,9B a	5,2B a	5,9AB a	6,0B a
DS	9,8A a	8,6A ab	8,7A ab	7,1 A b	8,3A ab
5 a 10cm					
TT	4,6A a	4,3B a	5,3B a	5,9A a	5,8B a
AS	5,6A ab	3,9B b	5,6B ab	5,4A ab	6,6B a
CA	4,3A a	4,5B a	5,1B a	5,3A a	5,0B a
DB	5,0A a	5,0B a	5,2B a	5,7A a	5,2B a
DS	5,7A b	7,2A ab	7,8A a	6,1A b	8,4A a
10 a 20cm					
TT	5,0A a	4,6AB a	5,9A a	6,1A a	5,6 B a
AS	5,1A a	4,2 B a	4,7A a	5,4A a	5,7 B a
CA	4,3A a	4,5AB a	5,4A a	5,4A a	4,9 B a
DB	4,6A a	5,6AB a	4,4A a	6,1A a	6,1AB a
DS	4,8A b	6,0 A ab	5,2A b	6,2A ab	7,5 A a
20 a 40cm					
TT	4,6 B b	4,2A b	6,6 A a	5,4A ab	5,3A ab
AS	4,8AB a	4,1A a	3,9 B a	4,6A a	5,2A a
CA	3,9 B a	4,6A a	5,3AB a	5,6A a	4,9A a
DB	6,3 A a	4,6A ab	4,1 B b	4,9A ab	5,6A ab
DS	4,5 B a	5,7A a	4,4 B a	5,3A a	6,1A a

Nota: SD = semeadura direta; PR = preparo reduzido (escarificador + gradagem); PC = preparo convencional (aração + gradagem); CQ = PC com resíduos vegetais queimados; CR = PC com resíduos vegetais retirados; TT = testemunha (sem aplicação de nutrientes); AS = adubo solúvel (ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio); CA = cama de aviário; DB = dejetos líquidos de bovinos; DS = dejetos líquidos de suínos. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de uma mesma camada, não diferem entre si (Tukey, p < 0,05).

Tabela 3. Teores de zinco e cobre (mg/dm³) na fitomassa aérea do consórcio aveia-preta + ervilhaca-comum e nas folhas-índice de milho, cultivados após nove anos de aplicação de cinco fontes de nutrientes, em um Nitossolo Vermelho Distrófico

Nutriente	Cultura	Fonte de nutrientes				
		TT	AS	CA	DB	DS
Zinco	Milho	23,3 b	25,5 b	25,3 b	26,7 ab	33,3 a
	AP + EC	49,9 bc	42,0 c	44,7 c	61,1 b	98,5 a
Cobre	Milho	17,1 a	15,2 a	13,8 a	14,5 a	14,4 a
	AP + EC	14,2 a	14,3 a	12,1 b	13,0 ab	13,1 ab

Nota: TT = testemunha (sem aplicação de nutrientes); AS = adubo solúvel (ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio); CA = cama de aviário; DB = dejetos líquidos de bovinos; DS = dejetos líquidos de suínos; AP = aveia-preta; EC = ervilhaca-comum. Médias seguidas pela mesma letra na linha, para um mesmo nutriente e cultura, não diferem entre si (Tukey, p < 0,05).

Tabela 4. Teores de zinco e cobre (mg/dm³) na fitomassa aérea do consórcio aveia-preta + ervilhaca-comum e nas folhas-índice de milho, cultivados após nove anos de aplicação de cinco sistemas de manejo do solo, em um Nitossolo Vermelho Distrófico

Nutriente	Cultura	Sistema de manejo do solo				
		SD	PE	PC	CQ	CR
Zinco	Milho	29,5	29,5	26,9	24,7	23,5
	AP + EC	64,7	48,9	60,1	62,3	60,0
Cobre	Milho	14,6	15,3	13,3	16,5	15,3
	AP + EC	12,6	13,0	14,2	13,9	13,1

Nota: SD = semeadura direta; PR = preparo reduzido (escarificador + gradagem); PC = preparo convencional (aração + gradagem); CQ = PC com resíduos vegetais queimados; CR = PC com resíduos vegetais retirados; AP = aveia-preta; EC = ervilhaca-comum. Não houve diferenças entre as médias dos sistemas de manejo do solo (Tukey, p < 0,05).

entre o teor de Zn disponível na camada de até 20cm do solo e o teor na fitomassa aérea do consórcio AP + EC e nas folhas-índice do milho (Figura 3A). Aumento no teor de Zn em folhas de milho também foi observado por Rangel et al. (2006) e Barros et al. (2003) em função de aplicações sucessivas de doses de lodo de esgoto e de resíduo industrial no solo respectivamente. Rangel et al. (2006) determinaram maior incremento percentual da concentração de Zn nos grãos da cultura em relação às folhas, mas nestas as concentrações encontradas foram muito superiores, resultando em maior possibilidade de transferência desse metal para a cadeia alimentar, caso essa parte da planta seja consumida por animais. Barros et al. (2003), por sua vez, determinaram grande variação na concentração de metais pesados entre compartimentos da planta de milho, e o Cu apresentou a sequência raiz > grão > colmo > folha > pendão, e o Zn, pendão > grão > colmo > folha > raiz. No entanto, esses autores não detectaram concentrações de Zn e Cu em níveis que pudessem provocar toxidez às plantas ou acima do nível máximo tolerado em alimentos.

O teor de Cu nas folhas-índice de milho não variou entre as fontes de nutrientes, tampouco houve correlação significativa entre os teores disponíveis no solo e no tecido vegetal das culturas avaliadas (Figura 3B). Também não foram observadas diferenças nos teores de Cu e de Zn na fitomassa aérea do consórcio AP + EC nem nas folhas-índice de milho entre os sistemas de manejo do solo (Tabela 4).

Conclusões

Maiores teores de cobre e de zinco disponíveis no solo foram observados nas camadas superficiais do solo (até 5 e 5 a 10cm) nos tratamentos com a aplicação de dejetos líquidos de suínos, principalmente nos sistemas com pequeno revolvimento do solo.

Houve aumento no teor de zinco na fitomassa aérea do consórcio de aveia-preta + ervilhaca-comum e nas folhas-índice da cultura do milho com a aplicação de dejetos líquidos de suínos por dez anos consecutivos, assim como

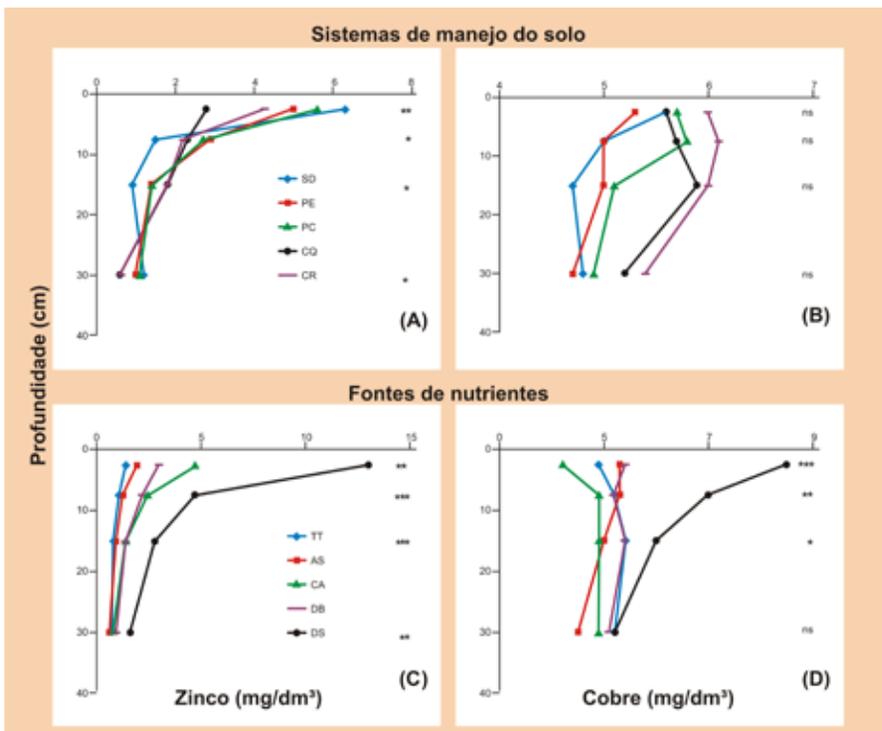


Figura 2. (A e B) Teores de zinco e de cobre disponíveis no perfil de um Nitossolo Vermelho Distrófico após nove anos de aplicação de cinco sistemas de manejo do solo e (C e D) de cinco fontes de nutrientes. SD = semeadura direta; PR = preparo reduzido (escarificador + gradagem); PC = preparo convencional (aração + gradagem); CQ = PC com resíduos vegetais queimados; CR = PC com resíduos vegetais retirados; TT = testemunha (sem aplicação de nutrientes); AS = adubo solúvel (ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio); CA = cama de aviário; DB = dejetos líquidos de bovinos; DS = dejetos líquidos de suínos; ns, * ** e *** = diferenças entre médias não significativas, significativas ao nível de 5, 1 e 0,1% respectivamente.

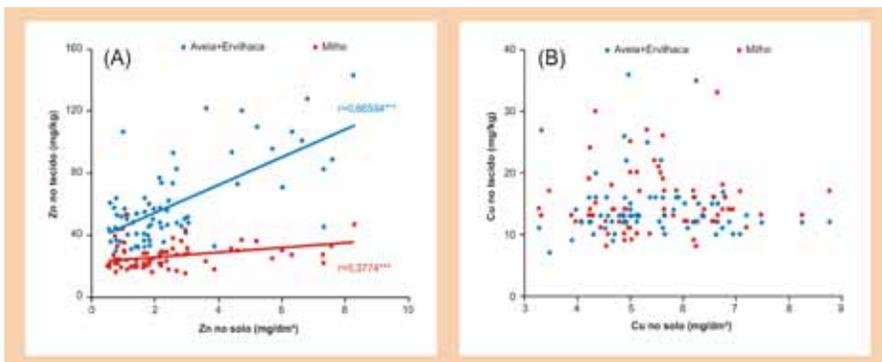


Figura 3. (A) Correlações entre os teores de Zn e Cu disponíveis na camada de até 20cm do solo e no tecido vegetal do consórcio de aveia-preta + ervilhaca-comum (AP + EC) e (B) nas folhas-índice de milho, cultivados após nove anos de aplicação de cinco fontes de nutrientes associadas a cinco sistemas de manejo do solo. *** = significativo ao nível de 0,01%.

correlação positiva entre o teor de zinco disponível no solo e o teor no tecido vegetal.

Literatura citada

1. ANVISA. **Decreto n. 55.871**, de 26 de março de 1965. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/>

decretos/55871_65.htm>. Acesso em: 26 jan. 2012.

2. BALBINOT JUNIOR, A.A.; VEIGA, M.; BACKES, R.L. Aplicação de resíduo de reciclagem de papel em solo ácido: I - Fertilidade e teores de metais pesados no solo. **Agropecuária Catarinense**, v.23, p.60-65, 2010a.

3. BALBINOT JUNIOR, A.A.; VEIGA, M.; BACKES, R.L. Aplicação de resíduo de reciclagem de papel em solo ácido: II - Produtividade das culturas de milho e soja e teores de metais pesados nos grãos. **Agropecuária Catarinense**, v.23, p.66-71, 2010b.

4. BARROS, R.G.; VERA, R.; SANTANA, J.G. et al. 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, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCS, 2003. CD-ROM.

5. CUNHA, J.L. **Impacto ambiental em sistema de pastagem sob aplicações de esterco líquido de suínos**. Tese de Doutorado. Uberlândia/MG, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, 2009.

6. ERNANI, P.R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: Ed. do Autor, 2008. 230p.

7. GIOTTO, E.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G. et al. Acúmulo de cobre e zinco no solo após sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007. **Anais...** Gramado: SBCS, 2007. p.1-5. CD-ROM.

8. GIOTTO, E.; CERETTA, C.A.; SANTOS, D.R. et al. 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.

9. MATTIAS, J.L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suíno em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 164f. Tese de Doutorado. Depto de Solo, UFSM, Santa Maria, RS, 2006.

10. RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A.; BETTIOL, W. et al. Efeito de aplicações de lodos de esgoto sobre os teores de metais pesados em folhas e grãos de ▶

Análise foliar não é bicho de sete cabeças.

- milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa: SBCS, v.30, p.583-594, 2006.
11. 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).
 12. SCHERER, E.E.; CASTILHOS, E.G.D.; JUCKSCH, I. et al. **Efeito da adubação com esterco de suínos, nitrogênio e fósforo em milho**. Florianópolis: Empasc, 1984. 26p. (Boletim Técnico, 24).
 13. 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).
 14. SILVA, L.S.; CAMARGO, F.A.O.; CERETTA, C.A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E.J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p.59-84.
 15. TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análise do solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos / UFRGS, 1985. 188p. (Boletim técnico de solos, 5).
 16. 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.
 17. 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, 6., 2008. **Resumos...** Santa Maria: SBCS/NRS, 2008. p.1-5. CD-ROM.
 18. ZIMMERMANN, F.J.P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 402p. ■



A análise química dos tecidos vegetais é recomendada para a avaliação do estado nutricional das plantas. Fundamental para o manejo de pomares e lavouras, o serviço é oferecido exclusivamente pela Epagri em Santa Catarina.



Laboratório de Ensaio Químico

Fone: (49) 3561-2037

E-mail: eeed@epagri.sc.gov.br

Caçador, SC