

## Teores totais e disponíveis de cobre e zinco em vinhedos na região Sul de Santa Catarina<sup>(1)</sup>

**Gustavo Brunetto<sup>(2)</sup>; Marcel Pires de Moraes<sup>(3)</sup>; Ludiana Canton<sup>(4)</sup>; José Henrique Piccoli<sup>(5)</sup>; Monique Souza<sup>(6)</sup>; Lucas Benedet<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapescc).

<sup>(2)</sup> Professor do Departamento de Solos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, RS; brunetto.gustavo@gmail.com; <sup>(3)</sup> Estudante de Agronomia; Universidade Federal de Santa Catarina; <sup>(4)</sup> Estudante de Agronomia; Universidade Federal de Santa Catarina; <sup>(5)</sup> Engenheiro Agrônomo <sup>(6)</sup> Professora Substituta do Departamento de Engenharia Rural; Universidade Federal de Santa Catarina; <sup>(7)</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas; Universidade Federal de Santa Catarina;

**RESUMO:** O uso intensivo de fungicidas foliares em videiras pode causar o acúmulo de Cu e Zn no perfil de solos arenosos em vinhedos. O presente trabalho objetivou avaliar os teores totais e disponíveis de Cu e Zn no perfil de solos cultivados com videira. Em dezembro de 2010, no município de Urussanga (SC) foram selecionados dois vinhedos com 4 e 15 anos de idade, mais uma área de mata nativa. Nos vinhedos e na mata nativa foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20 e 0,20-0,40 m. O solo foi seco, moído e submetido à extração de Cu e Zn pelos métodos do EDTA (disponível) e USEPA 3050B (total). O Cu e o Zn foram acumulados nas camadas mais superficiais dos solos dos vinhedos e, preferencialmente, em maior quantidade no vinhedo com maior idade. Aproximadamente, 72% do Cu total foi extraído pelo método EDTA e, por isso, pode ser considerado disponível para as plantas. Porém, apenas 20% do Zn total foi extraído pelo EDTA.

**Termos de indexação:** fungicidas, elementos-traço, *Vitis vinífera*.

### INTRODUÇÃO

As aplicações foliares de fungicidas contendo cobre (Cu) e zinco (Zn), para o controle de doenças fúngicas e o fornecimento de resíduos orgânicos como fonte de nutrientes ao solo são práticas comuns de manejo em vinhedos de tradicionais regiões vitivinícolas do Mundo (Toselli et al., 2009). Com isso, ao longo dos anos pode ocorrer o incremento dos teores de Cu e Zn, especialmente nas camadas mais superficiais do solo. Isso porque, o solo normalmente não é revolvido e o Cu e Zn são complexados aos grupos funcionais da matéria orgânica e também adsorvidos aos grupos funcionais de argilominerais (Casali et al., 2008). No entanto, com a saturação de parte dos grupos funcionais das partículas orgânicas e inorgânicas reativas do solo, espera-se a migração dos dois

elementos-traço para camadas mais profundas, especialmente, em solos com textura arenosa e com predomínio de argilominerais do tipo 1:1; o que é comum em vinhedos da região Sul de Santa Catarina (SC), potencializando a contaminação de águas subsuperficiais (Banas et al., 2010).

O trabalho objetivou avaliar os teores totais e disponíveis de Cu e Zn no perfil de solos de vinhedos na região Sul de SC.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais do Departamento de Engenharia Rural, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Florianópolis (SC). Em dezembro de 2010, foram selecionados dois vinhedos com idades distintas no município de Urussanga, região Sul de Santa Catarina. Além disso, foi selecionada uma área de mata nativa usada como referencial. O vinhedo 1 foi da cultivar Niágara Rosada, enxertada sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, implantado em 2006, no sistema de condução latada. O vinhedo 2 era formado pela cultivar Niágara Rosada, enxertada sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, implantado em 1995, no sistema de condução latada. Antes da implantação de cada um dos vinhedos foi aplicado calcário na superfície e incorporado até a profundidade de 0,20 m, para elevar o pH em água até 6,0. Os vinhedos possuíam histórico de aplicação foliar de fungicidas cúpricos, entre eles, calda bordalesa. A área de mata nativa encontrava-se adjacente aos vinhedos e não possuía histórico de uso antrópico.

Em outubro de 2010, 4 e 15 anos após a implantação dos vinhedos 1 e 2, respectivamente, foram abertas, aleatoriamente na linha de plantio das videiras, seis trincheiras com dimensões de 0,30 x 0,50 x 0,50 m. Na área de mata nativa as trincheiras foram abertas de forma aleatória. Nos vinhedos e na mata nativa foi coletado solo nas camadas de 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20 e 0,20-0,40 m. As amostras de solo foram

secas ao ar, passadas em peneira com malha de 2 mm e reservadas para as análises. A primeira parte das amostras foi utilizada para análise dos atributos físicos e químicos, determinados nas camadas de 0,00-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m (dados não apresentados).

Os teores totais de Cu ( $Cu_{EPA}$ ) e Zn ( $Zn_{EPA}$ ) foram determinados em todas as amostras de solo pelo método 3050B da USEPA (USEPA, 1996). Os teores disponíveis de Cu ( $Cu_{EDTA}$ ) e Zn ( $Zn_{EDTA}$ ) foram analisados com o uso do extrator EDTA. Foram apresentadas as médias em cada profundidade, com os seu respectivo desvio padrão. E, também, foram apresentadas as correlações entre os teores totais e disponíveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores teores de  $Cu_{EPA}$  na profundidade de 0,05 m foram observados no solo do vinhedo 2 com 15 anos de idade (Figura 1a). Nas profundidades restantes os teores de  $Cu_{EPA}$  se igualaram entre os dois vinhedos; no entanto em todas as camadas os teores foram maiores nos vinhedos 1 e 2, comparativamente a mata nativa. Por outro lado, os teores de  $Zn_{EPA}$ , em todas as profundidades nos solos dos vinhedos 1 e 2 foram maiores que o verificado no solo da mata nativa (Figura 1d). Os maiores teores de  $Zn_{EPA}$  nos solos dos vinhedos foram verificados nas camadas mais superficiais do solo do vinhedo 1. Observou-se nas profundidades de 0,15; 0,20 e 0,40 m maiores teores de  $Zn_{EPA}$ , comparativamente ao solo do vinhedo 2. Os maiores teores de  $Cu_{EDTA}$  foram verificados até a profundidade de 0,15 m no solo do vinhedo 2 (Figura 1b); enquanto os maiores teores de  $Zn_{EDTA}$  foram verificados até a profundidade de 0,10 m no solo do vinhedo 2 (Figura 1e). Até a profundidade de 0,40 m os teores de  $Cu_{EDTA}$  nos dos dois vinhedos foram maiores que os observados no solo de mata nativa. Os maiores teores de  $Cu_{EPA}$  e  $Zn_{EPA}$ , assim como de  $Cu_{EDTA}$  e  $Zn_{EDTA}$  usados como forma de avaliação da mobilidade dos dois elementos no perfil de solos e no caso do EDTA, a disponibilidade dos elementos para as plantas (Brun et al., 2001), pode ser explicado pelas aplicações foliares frequentes e ao longo dos anos de fungicidas para o controle de doenças fúngicas foliares (Mackie et al., 2012). No vinhedo 1, especialmente, em camadas mais profundas (0,10 até 0,40 m), os teores de  $Zn_{EPA}$  superiores aos observados no solo do vinhedo 2 podem ser atribuídos não somente a aplicação de fungicidas contendo Zn, mas também a adição de dejetos de aves, que possuem o Zn na sua composição (Fernández-Calviño et al., 2012).

Os maiores teores de Cu e Zn, especialmente nas camadas superficiais dos solos do vinhedo 1 e 2 pode ser explicado pelo não revolvimento dos solos. Além disso, os dois elementos-traço possuem alta afinidade de ligação à grupos funcionais de diversos constituintes da fase mineral e orgânica (Schramel et al., 2000). Parte do Cu e do Zn migraram em profundidade e isso possivelmente é causado pelo fluxo de água na massa de solo (Giroto et al., 2010). Além disso, a mobilidade do Cu e do Zn pode ter sido facilitada porque o solo do presente trabalho possui textura arenosa, baixos teores de matéria orgânica no perfil do solo e presença de argilomineral do tipo 1:1 (caulinita) (dados não apresentados).

O incremento de Cu e Zn total, mas especialmente de Cu e Zn disponível extraído por EDTA, em especial, nas camadas mais superficiais do solo podem potencializar a toxidez para raízes de plantas (Nagajyoti et al., 2010). Além disso, pode ocasionar a transferência dos dois elementos-traço na superfície do solo pela solução escoada ou adsorvidos no solo (Fernández-Calviño et al., 2012), causando a contaminação de águas superficiais e subsuperficiais adjacentes aos vinhedos.

Os teores de  $Cu_{EDTA}$  de todas as profundidades dos solos da mata nativa, vinhedo 1 e do vinhedo 2 apresentaram relação linear com os teores de  $Cu_{EPA}$  (Figura 1c). A inclinação da reta (0,72) indica que 72% do  $Cu_{EPA}$  foi extraído pelo EDTA, que é disponível para as plantas. Os teores de  $Zn_{EDTA}$ , também em todas as profundidades, apresentaram relação linear com os teores de  $Zn_{EPA}$ ; mas a inclinação da reta (0,20) sugere que apenas 20% do  $Zn_{EPA}$  foi extraído pelo EDTA (Figura 1f). Alguns estudos, por exemplo, realizados com Cu e em solos ácidos ou calcários, relatam que o EDTA pode extrair menos de 10% até 95% do Cu total (Schramel et al., 2000; Toselli et al., 2009). Normalmente, a quantidade de Cu e Zn extraída com EDTA apresenta forte correlação com a quantidade total, mas nem sempre é correlacionada com a quantidade absorvida pelas plantas (Chaignon & Hinsinger, 2003).

## CONCLUSÕES

O Cu e o Zn foram acumulados nas camadas mais superficiais dos solos dos vinhedos e, preferencialmente, em maior quantidade no vinhedo com maior idade. Aproximadamente, 72% do Cu total foi extraído pelo método EDTA e, por isso, pode ser considerado disponível para as plantas, mas, apenas 20% do Zn total foi extraído pelo EDTA.



### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Processo N<sup>o</sup>. 471671/2010-0) e a Fapesc (Termo de outorga N<sup>o</sup>. 11.339/2012-5), pelo suporte financeiro. Ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao primeiro autor.

USEPA, UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Method 3050B. Acid digestion of sediments, sludges, and soils.1996. Disponível em: <http://www.epa.gov/wastes/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3050b.pdf> . Acesso em: 23 agosto. 2012.

### REFERÊNCIAS

BANAS, D.; MARIN, D.; SKRABER, S.; CHOPIN, E.I.B.; ZANELLA, A. Copper mobilization affected by weather conditions in a stormwater detention system receiving runoff waters from vineyard soils (Champagne, France). *Environmental Pollution*, v.158, p.476–482, 2010.

BRUN, L.A.; MAILLET, J.; HINSINGER, P.; PÉPIN, M. Evaluation of copper availability to plants in copper-contaminated vineyard soils. *Environmental Pollution*, v.111, p.293-302, 2001.

CASALI, C.A.; MOTERLE, D.F.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G.; CORCINI, A.L.M.; KAMINSKI, J.; MELO, G.W.B. Formas e dessorção de cobre em solos cultivados com videira na Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.4, p.1479-1487, 2008.

CHAIGNON, V.; HINSINGER, P. A biotest for evaluating copper bioavailability to plants in a contaminated soil. *Journal of Environmental Quality*, v.32, p.824-833, 2003.

FERNÁNDEZ-CALVIÑO, D.; PATEIRO-MOURE, M.; NÓVOA-MUÑOZ, J.C.; GARRIDO-RODRIGUES, B.; ARIAS-ESTÉVEZ, M. Zinc distribution and acid–base mobilisation in vineyard soils and sediments. *Science of the Total Environment*, v.414, p.470-479, 2012.

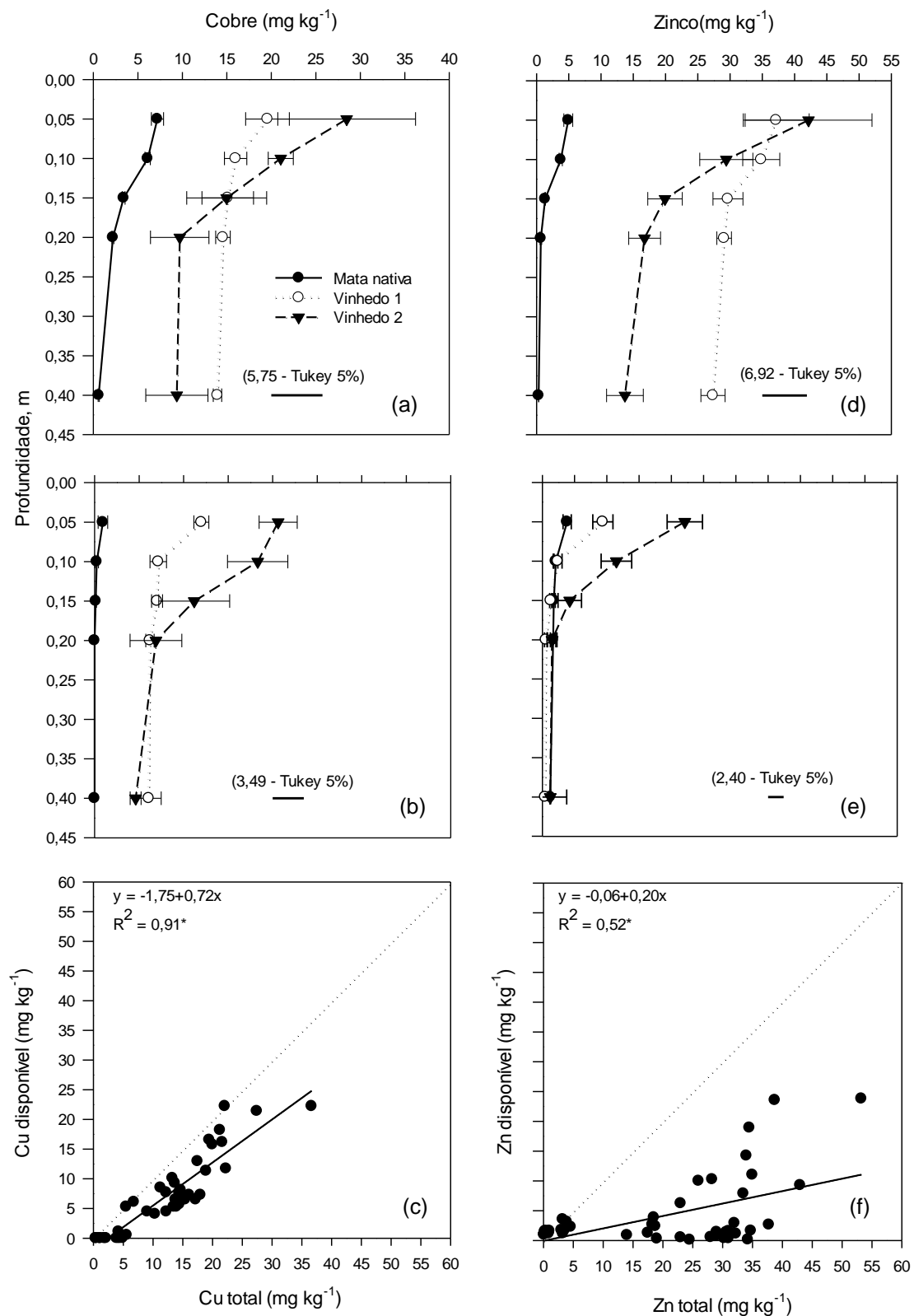
GIROTTO, E. Alterações Fisiológicas e Bioquímicas em Plantas Cultivadas em solos com Acúmulo de Cobre e Zinco. 2010. 147f. Doutorado em Ciência do Solo-Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, 2010.

MACKIE, K.A.; MÜLLER, T.; KANDELER, E. Remediation of copper in vineyards - A mini review. *Environmental Pollution*, v. 167, p.16-26, 2012.

NAGAJYOTI, P.C.; LEE, K.D.; SREEKANTH, T.V.M. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. *Environmental Chemistry Letters*, v.8, p.199-216, 2010

SCHRAMMEL, O.; MICHALKE, B.; KETTRUP, A. Study of the copper distribution in contaminated soils of hop fields by single and sequential extraction procedures. *The Science of The Total Environment*, v.263, p.11-22, 2002.

TOSELLI, M.; SCHIATTI, P.; ARA, D.; BERTACCHINI, A.; QUARTIERI, M. The accumulation of copper in soils of the Italian region Emilia-Romagna. *Plant, Soil and Environment*, v.55, p.74-79, 2009.



**Figura 1-** Teor de cobre total ( $\text{Cu}_{\text{EPA}}$ ) (a), cobre disponível ( $\text{Cu}_{\text{EDTA}}$ ) (b), correlação entre o  $\text{Cu}_{\text{EPA}}$  e  $\text{Cu}_{\text{EDTA}}$  em todas as profundidades ( $n=45$ ) (c); zinco total ( $\text{Zn}_{\text{EPA}}$ ) (d), zinco disponível ( $\text{Zn}_{\text{EDTA}}$ ) (e) e correlação entre o  $\text{Zn}_{\text{EPA}}$  e  $\text{Zn}_{\text{EDTA}}$  em todas as profundidades ( $n=72$ ), no solo de mata nativa, vinhedo 1 (4 anos) e vinhedo 2 (15 anos) (\*= significativo a 5% de probabilidade).