

Teores totais e disponíveis de cobre e zinco no perfil de solos em vinhedos no Meio oeste de Santa Catarina⁽¹⁾

Marcel Pires de Moraes⁽²⁾; Janaína Heinzen⁽³⁾; Djalma Eugênio Schmitt⁽⁴⁾; Arcângelo Loss⁽⁵⁾; Jucinei José Comin⁽⁶⁾; Gustavo Brunetto⁽⁷⁾

⁽¹⁾ 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 (Fapesc).

⁽²⁾ Estudante de Agronomia; Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis, SC; marcelpmoraes@gmail.com; ⁽³⁾ Engenheira Agrônoma; ⁽⁴⁾ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do solo; Universidade do Estado de Santa Catarina; ⁽⁵⁾ Professor do Departamento de Engenharia Rural; Universidade Federal de Santa Catarina; ⁽⁶⁾ Professor do Departamento de Engenharia Rural; Universidade Federal de Santa Catarina; ⁽⁷⁾ Professor do Departamento de solos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria.

RESUMO: Aplicações sucessivas de fungicidas foliares em videiras pode provocar o acúmulo de Cu e Zn no perfil de solos de vinhedos. O trabalho objetivou avaliar os teores totais e disponíveis de Cu e Zn no perfil de solos em vinhedos. Em outubro de 2010, no município de Água Doce (SC) foram selecionados três vinhedos com 4, 6 e 10 anos de idade, mais uma área de campo natural. 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, 10 anos de cultivo.

Termos de indexação: *Vitis vinifera*; elementos-traço; contaminação ambiental.

INTRODUÇÃO

As doenças fúngicas em videiras podem diminuir a produção de uva e depreciar a qualidade química do seu mosto e, por consequência, do vinho. Para evitar isso, são realizadas aplicações continuadas e foliares de calda bordalesa [(CuSO₄.5H₂O + Ca(OH)₂)] e fungicidas, como o Mancozeb [(C₄H₆MnN₂S₄)_x(Zn)]. Assim, ao longo dos anos se espera incremento do teor de elementos-traço no solo, entre eles o Cu e o Zn.

O Cu e o Zn possuem baixa mobilidade no solo, porque podem ser complexados na matéria orgânica do solo ou sorvidos a grupos funcionais de partículas reativas inorgânicas (Toselli et al., 2009; Fernández-Calviño et al., 2012). Somado a isso, solos de vinhedos normalmente não são revolvidos e, portanto se espera acúmulo de Cu e Zn nas camadas mais superficiais do solo. Porém, ao longo dos anos com o incremento de Cu e Zn no solo, derivado das aplicações foliares, espera-se a saturação de parte dos grupos funcionais de

partículas inorgânicas e orgânicas reativas. Com isso, pode ocorrer migração dos dois elementos-traço no perfil de solos, potencializando, por exemplo, a contaminação de águas subsuperficiais (Fernández-Calviño et al., 2012); mas caso os maiores teores permaneçam na superfície do solo, podem incrementar o potencial de toxidez para as videiras e espécies que coabitam os vinhedos (Nagajyoti et al., 2010).

A quantificação dos teores de Cu e Zn no perfil de solo pode ser realizada por diversos métodos isolados de análise química, entre eles, o método 3050B da USEPA (USEPA, 1996), que permite a obtenção do teor total. Mas também agentes quelantes como o EDTA (Schramel et al., 2000), podem ser usado para estimar o teor disponível, que em alguns casos possui boa correlação com a quantidade absorvida pelas plantas.

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

MATERIAL E MÉTODOS

O solo de três vinhedos e de um campo natural foi coletado no município de Água Doce, região do Meio Oeste de SC. O solo foi classificado como Cambissolo Húmico. O clima da região é classificado como mesotérmico úmido (Cfb), com temperatura média anual de 16,6°C e precipitação anual média de 1900 mm. No vinhedo 1, implantado em 2007 foi cultivada a variedade Merlot, enxertada sobre o porta-enxerto P1103, na densidade de 2299 plantas por hectare. No vinhedo 2, implantado em 2005 foi cultivada a variedade Malbec, enxertada sobre o porta-enxerto P1103, na densidade de 2299 plantas por hectare. No vinhedo 3, implantado em 2001 foi cultivada a variedade Merlot, enxertada sobre o porta-enxerto SO4, na densidade de 2463 plantas por hectare. Antes da implantação de cada um dos vinhedos foi aplicado calcário na superfície e incorporado até a camada de 0,00-0,20 cm, para elevar o pH em água até 6,0. Todos os vinhedos

possuíam histórico de aplicação de fungicidas, entre eles, calda bordalesa. A área do campo natural foi adjacente aos três vinhedos e não possuía histórico de aplicações de fertilizantes e fungicidas.

Em outubro de 2010, 4, 6 e 10 anos após a implantação dos vinhedos 1, 2 e 3, respectivamente foram abertas seis trincheiras com dimensões de 0,3 x 0,5 x 0,5 m, de modo aleatório na linha de plantio de cada um dos vinhedos. Na área de campo natural as trincheiras foram abertas de forma aleatória. Nos vinhedos e na área de campo natural 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores teores totais de Cu (Cu_{EPA}) e de Zn (Zn_{EPA}) até a profundidade de 0,40 m foram observados no solo do vinhedo 3, com 10 anos de idade, comparativamente ao solo de campo natural e dos vinhedos 1 e 2, com 4 e 6 anos de idade, respectivamente (Figuras 1a b). Os teores totais de Cu_{EPA} e Zn_{EPA} no solo de campo natural, vinhedo 1 e 2 foram similares no perfil do solo. Por outro lado, os maiores teores disponíveis de Cu (Cu_{EDTA}) e Zn (Zn_{EDTA}) foram verificados na profundidade de 0,05 m no solo do vinhedo 3 (Figuras 1c d). Nas demais profundidades, os teores de Cu_{EDTA} e Zn_{EDTA} foram iguais entre os solos de campo natural, vinhedo 1, 2 e 3.

Os maiores teores de Cu e Zn no solo do vinhedo 3, obtido pelo método 3050B da USEPA (USEPA, 1996), Cu_{EPA} e Zn_{EPA} , pode ser atribuído ao maior tempo de cultivo e, por consequência, histórico de aplicação de fungicidas foliares que na sua composição possuem os dois elementos-traço (Mackie et al., 2012). Por outro lado, os maiores teores de Cu_{EPA} , Zn_{EPA} , Cu_{EDTA} e Zn_{EDTA} na superfície do solo (0,05 m), especialmente do vinhedo 3, podem ser atribuído ao não revolvimento do solo ao longo dos anos. Mas também, esse acúmulo pode ser associado à alta afinidade de ligação do Cu e Zn a grupos funcionais de diversas

partículas inorgânicas e orgânicas reativas do solo (Schramel et al., 2000). O Cu possui alta afinidade de ligação aos grupos funcionais da matéria orgânica (Casali et al., 2008), complexando mais o elemento e, conseqüentemente, diminuindo a sua mobilidade e, naturalmente, a migração no perfil. Por outro lado, a maior parte do Zn possui maior afinidade de ligação aos grupos funcionais da fase sólida mineral do solo. Mas, parte do Zn pode estar ligado aos grupos funcionais da fase orgânica (Fernández-Calviño et al., 2012). No entanto, especialmente no vinhedo 3, o Cu_{EPA} e Zn_{EPA} , migraram em profundidade. A migração do Cu e do Zn total pode ter sido facilitada devido a diminuição dos valores de pH em água nas camadas mais profundas do solo, especialmente, no vinhedo 2 e 3 (Dados não apresentados). Baixos valores de pH dificultam a formação de complexos estáveis entre os dois elementos-traço e em relação aos grupos funcionais das frações orgânica e mineral do solo (Giroto et al., 2010). Além disso, o fluxo de água na massa de solo, que ocorre em diversas formas pode proporcionar essa migração (Giroto et al., 2010). Para o Zn, o fluxo de soluto na massa de solo demonstra ser o principal mecanismo, uma vez que uma fração do elemento tende a permanecer na solução do solo na forma livre ou em pares iônicos solúveis (Citeau et al., 2003). Já os teores de Cu livre na solução do solo são baixos, uma vez que o elemento possui alta reatividade com os grupos funcionais de partículas orgânicas (Croué et al., 2003). Assim, a migração de Cu no perfil do solo acontece preferencialmente na forma coloidal (Giroto et al., 2010).

O aumento da disponibilidade de Cu e Zn, especialmente na superfície do solo, diagnosticado pelo EDTA, pode potencializar a toxidez dos dois elementos-traço às videiras (Nagajyoti et al., 2010). Mas também a transferência dos dois elementos-traço na solução escoada na superfície do solo, aumentando a probabilidade de contaminação de águas superficiais próximas aos vinhedos (Fernández-Calviño et al., 2008). Porém, quando a migração ocorre de uma maneira mais acentuada como no vinhedo 3, o potencial de contaminação de águas subsuperficiais se torna maior (Fernández-Calviño et al., 2012).

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, 10 anos de cultivo.



AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

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.

CITEAU, L.; LAMY, I.; VAN OORT, F.; ELSASS, F. Colloidal facilitated transfer of metals in soils under different land use. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical Engineering Aspects*, v.217, p.11-19, 2003.

CROUÉ, J.P.; BENEDETTI, M.F.; VIOLLEAU, D.; LEENHEER, J.A. Characterization and copper binding of humic and nonhumic organic matter isolated from the South Platte River: Evidence for the presence of nitrogenous binding site. *Environmental Science Technology*, v.37, n.2, p.328-336, 2003.

FERNÁNDEZ-CALVIÑO, D.; PATEIRO-MOURE, M.; LÓPEZ-PERIAGO, E.; ARIAS-ESTÉVEZ, M.; NÓVOA-MUÑOZ, J.C. Copper distribution and acid-base mobilization in vineyard soils and sediments from Galicia (NW Spain). *European Journal of Soil Science*, v.59, p.315-326, 2008.

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.; 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*, v.34, p.955-965, 2010.

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, 2000.

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.

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: 13 abr. 2012.

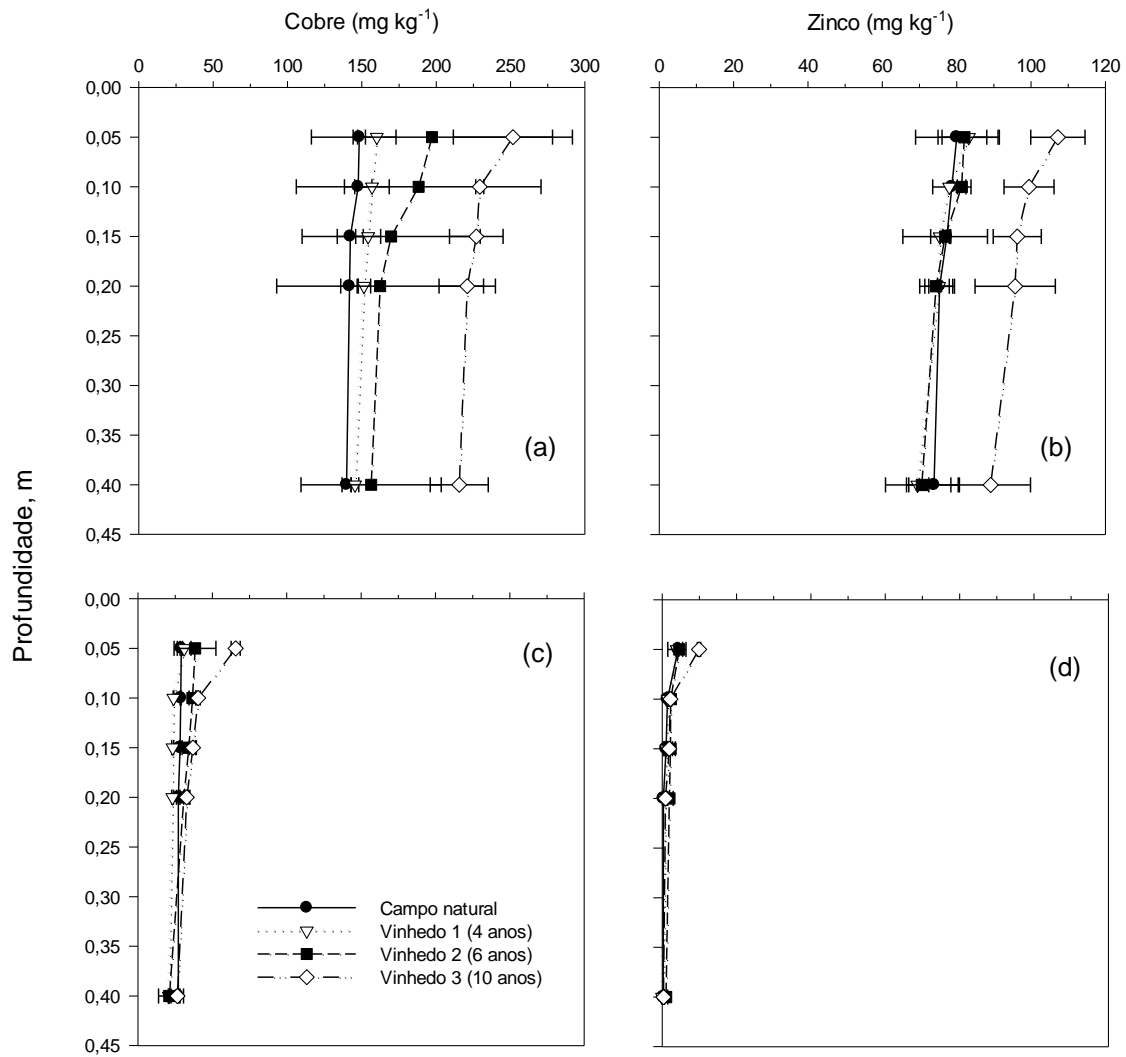


Figura 1- Teor de cobre total (Cu_{EPA}) (a), zinco total (Zn_{EPA}) (b), cobre disponível (Cu_{EDTA}) (c) e zinco disponível (Zn_{EDTA}) (d), em três vinhedos e uma área de campo natural.