



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

ACÚMULO DE COBRE E ZINCO EM SOLOS CULTIVADOS COM Videira NO MEIO OESTE DE SANTA CATARINA

Janaina Heinzen⁽¹⁾; Tadeu Luis Tiecher⁽²⁾; Eduardo Girotto⁽³⁾; Bruno Salvador Oliveira⁽¹⁾; Carlos Alberto Ceretta⁽⁴⁾; Alcione Miotto⁽⁵⁾; George Wellington Bastos de Melo⁽⁶⁾; Gustavo Brunetto⁽⁷⁾

⁽¹⁾Acadêmica do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Departamento de Engenharia Rural (ENR), CEP: 88034-000, Bairro Itacorubi, Florianópolis (SC). Bolsista de Iniciação Científica do Pibic/CNPq. E-mail: heinzen6@gmail.com. ⁽²⁾Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), UFSM, Centro de Ciências Rurais (CCR), Departamento de Solos (DS), Caixa Postal 221, CEP: 97105-900, Santa Maria (RS), Bolsista de Iniciação Científica do Pibic/CNPq; ⁽³⁾Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Pós-Doutorando do Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo (PPGCS) da UFSM, UFSM, CCR, DS, Caixa Postal 221, CEP: 97105-900, Santa Maria (RS), Bolsista da Capes; ⁽⁴⁾Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor do PPGCS da UFSM, UFSM, CCR, DS, Caixa Postal 221, CEP: 97105-900, Santa Maria (RS), Bolsista em Produtividade do CNPq; ⁽⁵⁾Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Ciência do Solo do PPGCS da UFSM, UFSM, CCR, DS, Caixa Postal 221, CEP: 97105-900, Santa Maria (RS), Bolsista da Capes; ⁽⁶⁾ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Rua Livramento 515, Caixa Postal 130, CEP: 95700-000, Bento Gonçalves (RS); ⁽⁷⁾Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e do ENR da UFSC, CCA, ENR, UFSC, CEP: 88034-000, Bairro Itacorubi, Florianópolis (SC).

Resumo – As aplicações sucessivas de fungicidas e caldas via foliar em videiras para o controle preventivo de doenças fúngicas, aumenta o teor de cobre (Cu) e zinco (Zn) nas camadas mais superficiais do solo. O trabalho objetivou avaliar os teores de Cu e Zn no perfil de solos com textura argilosa e com histórico de aplicação de fungicidas cúpricos na região Meio Oeste de SC. Em outubro de 2010, foram selecionados três vinhedos com idades de 4, 6 e 10 anos de idade, no município de Água Doce (SC). Em novembro de 2010 foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-40 cm. Também foi coletado solo em uma área de mata nativa, adjacente aos vinhedos. Os solos foram secos, moídos, passados em peneira e submetidos as análises de Cu e Zn extraídos pelos métodos de EDTA ($\text{Na}_2\text{-EDTA}$ $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ + acetato de amônio $1,0 \text{ mol L}^{-1}$) com pH ajustado para 7,0. Os teores de Cu e Zn extraídos por HCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e EDTA foram maiores nas camadas superficiais do solo, especialmente, no vinhedo mais antigo, onde o Cu migrou até 20 cm e o Zn até 15 cm.

Palavras-Chave: fungicidas cúpricos; metais de transição; contaminação ambiental; *Vitis vinifera*

INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina (SC) possui a quinta maior área cultivada com videira do Brasil e os solos da região Meio Oeste tem sido incorporados ao sistema de produção de uvas. O clima de região é Mesotérmico úmido com verões brandos (Cfb), com precipitação média anual de, aproximadamente, 1.500 mm e com chuvas frequentes durante o período vegetativo e produtivo. Assim, acontece a formação de uma lâmina da água sobre a superfície das folhas, permitindo a colonização delas por fungos, como o míldio (*Plasmopara viticola*). Com isso, surge a necessidade de aplicações sucessivas de caldas, como a bordalesa, que é uma suspensão coloidal obtida pela mistura de

sulfato de cobre (Cu), hidróxido de cálcio e água. O seu uso continuado pode adicionar ao sistema de produção de uvas de 30 a 65 kg de Cu $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, que pode chegar até a superfície do solo por causa da unidirecionalidade da aplicação na planta, pelo escoamento do cobre das folhas durante as precipitações ou ainda, pela queda das folhas senescentes (Nachigall et al., 2007; Casali et al., 2008). No entanto, além das caldas inúmeros fungicidas, que possuem o zinco (Zn) na sua composição são também aplicados em vinhedos e, como o Cu, podem chegar até a superfície do solo (Magalhães et al., 1985). Assim, ao longo dos anos se espera aumento dos teores de Cu e Zn no solo, como os detectados por extratores ácidos fortes em baixa concentração, entre eles, o HCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ (Tedesco et al., 1995) e complexantes, como o EDTA ($\text{Na}_2\text{-EDTA}$ $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ + acetato de amônio $1,0 \text{ mol L}^{-1}$) com pH ajustado para 7,0 (Chaignon et al., 2009). Os teores desses dois metais de transição acima da capacidade de adsorção dos solos, podem estimular a toxidez para as videiras ou para as plantas que co-habitam os vinhedos, mas também potencializar a transferência para águas superficiais ou subsuperficiais.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os teores de Cu e Zn no perfil de solos com textura argilosa e com histórico de aplicação de fungicidas cúpricos na região Meio Oeste de SC.

MATERIAL E MÉTODOS

Em outubro de 2010, foram selecionados três vinhedos com idades de 4, 6 e 10 anos, correspondente ao Vinhedo 1, 2 e 3, com histórico de aplicação de fungicidas a base de Cu e Zn via foliar, no município de Água Doce (Latitude $26^{\circ}59'52''$ sul Longitude $51^{\circ}33'22''$ oeste), região Meio Oeste de SC. A cultivar dos vinhedos foi Malbec no Vinhedo 1 e Merlot nos vinhedos 2 e 3, enxertadas sobre o porta-enxerto Pausen, com densidade de 2500 plantas por hectare (2,90 m x 1,50 m), conduzidas em sistema de condução espaldeira e cultivadas em um solo Cambissolo. Em uma área de mata nativa, adjacente aos vinhedos foi

coletado solo e os resultados foram usados como referência.

Em novembro de 2010 foram coletadas amostras de solo na linha de plantio das videiras e na área de mata nativa, nas camadas de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-40 cm. O solo foi seco, moído, usando rolo de madeira revestido com plástico, passado em peneira com malha de 2 mm e reservado. Em seguida, uma parte das amostras de solo foram submetidos a análise de atributos químicos, segundo metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). Logo depois, o restante dos solos foram submetidas à extração de Cu e Zn pelo método de HCl 0,1 mol L⁻¹ (Tedesco et al., 1995) e EDTA (Na₂-EDTA 0,01 mol L⁻¹ + acetato de amônio 1,0 mol L⁻¹) com pH ajustado para 7,0 (Chaignon et al., 2004). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de comparação de média Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos do vinhedo 1, 2 e 3, com 4, 6 e 10 anos de idade, respectivamente, bem como o de mata nativa, na camada de 0-20 cm, possuem textura argilosa, teor alto de matéria orgânica e, particularmente, nos solos de vinhedo, os valores de pH são próximos ou acima de 6,0.

Os solos dos vinhedos 1, 2 e 3, tenderam, em todas as camadas, apresentar maiores teores de Cu e Zn extraídos pelos extratores de HCl 0,1 mol L⁻¹ e EDTA, quando comparados aos teores obtidos nas camadas do solo sob mata nativa (Tabela 2). Porém, no vinhedo 3 foram encontrados os maiores teores de Cu e Zn em todas as camadas avaliadas. Isso provavelmente esta associado ao maior histórico de aplicação foliar de fungicidas e/ou caldas a base de Cu e Zn, que foram depositados no solo, concordando com dados obtidos em solos de vinhedos de tradicionais regiões vitivinícolas do Mundo, como na França (Míchaud et al., 2007), na Itália (Toselli et al., 2009) e Austrália (Pietrzak e McPhail, 2004 et al., 2008), mas inclusive no Brasil, como na Serra Gaúcha (Casali et al., 2008) e na Campanha Gaúcha (Giroto, 2010). Por outro lado, convém destacar que no vinhedo 1, 2 e 3 os maiores teores de Cu e Zn extraídos por HCl 0,1 mol L⁻¹ e EDTA foram encontrados nas camadas superficiais do solo, diminuindo em profundidade. Isso ocorre porque, primeiro, os solos cultivados com vinhedos em SC, em geral não são revolvidos para evitar danos físicos as raízes das videiras e segundo, os dois metais de transição possuem alta afinidade de adsorção com os grupos funcionais de partículas reativas do solo, como a matéria orgânica, sendo os seus maiores teores encontrados nas camadas mais superficiais do solo (Tabela 1).

No vinhedo 3 o Cu extraído por HCl 0,1 mol L⁻¹ e EDTA migrou até a profundidade de 20 cm (Tabela 2). Por outro lado, o Zn, também extraído pelos mesmos métodos, migrou até 15 cm de profundidade. Essa migração do Cu Zn no perfil do solo ocorreu possivelmente pela saturação parcial dos grupos funcionais das partículas reativas do solo, localizadas mais na superfície do solo.

CONCLUSÕES

1. Os teores de cobre e zinco extraídos por HCl 0,1 mol L⁻¹ e EDTA foram maiores nas camadas superficiais do solo, especialmente, no vinhedo com maior histórico de aplicação de fungicidas ou caldas.

2. No vinhedo com maior histórico de aplicação de fungicidas o cobre migrou até 20 cm e o zinco até 15 cm.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento e pela bolsa de Iniciação Científica (Pibic/CNPq) concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- CASALI, C.A.; MOTERLE, D.F.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G.; CORCINI, A.L.M.; KAMINSKI, J. Copper forms and desorption in soils under grapevine in the Serra Gaúcha of Rio Grande do Sul. R. Bras. Ci. Solo, v 32 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. 824-33, 2003. copper-based fungicides. Soil Science, Baltimore, v. 169, n. 11, p. 796-805, 2004.
- GIROTO, E. Alterações fisiológicas e bioquímicas em plantas cultivadas em solos com acúmulo de cobre e zinco. 2010. f (Doutorado em Ciência do Solo) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- MAGALHÃES M.J., et al, Copper and zinc in vineyards of central Portugal. Water, Air, and Soil Pollution, v 26, p 1-17 1985.
- MICHAUD, A.M.; BRAVIN, M.N.; GALLEGUILLOS, M.; HINSINGER, P. Copper uptake and phytotoxicity as assessed in situ for durum wheat (*Triticum turgidum durum* L.) cultivated in Cucontaminated, former vineyard soils. Plant and Soil, 298:99-111, 2007.
- NACHTIGALL, G.R.; NOGUEIROL, R.C.; ALLEONI, L.R.F. Formas de cobre em solos de vinhedos em função do pH e da adição de cama-de-frango. Pesq. Agropec. Bras., 42: 427-434, 2007.
- PIETRZAK, U.; MCPHAIL, D.C. Copper accumulation, distribution and fractionation in vineyard soils of Victoria, Australia. Geoderma, 122:151-66, 2004.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEM, H.; VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995.17
- TOSELLI, M.; SCHIATTI, P.; ARA, D.; BERTACCHINI, A.; QUARTIERI, M. The accumulation of copper in soils of the Italian region Emilia-Romagna. Plant Soil Environ., 55:74-79, 2009.

Tabela 1. Atributos físicos e químicos, na camada de 0-20 em solos de mata nativa e cultivados com vinhedos na região Meio Oeste de Santa Catarina.

Atributo	Mata Nativa	Vinhedo 1	Vinhedo 2	Vinhedo 3
Argila, g kg ⁻¹	398	420	483	291
Areia, g kg ⁻¹	115	115	104	127
Silte, g kg ⁻¹	490	476	412	582
Matéria Orgânica, g kg ⁻¹	94,6	62,4	62,5	73,6
pH em água	4,26	6,38	5,90	6,12
Índice SMP	4,13	6,21	5,85	5,89
Alumínio trocável, cmol _c kg ⁻¹	6,44	0,00	0,00	0,00
Cálcio trocável, cmol _c kg ⁻¹	0,51	8,32	5,79	7,68
Magnésio trocável, cmol _c kg ⁻¹	0,55	6,61	4,9	4,22
Fósforo disponível, mg kg ⁻¹	0,23	2,26	2,38	5,29
Potássio trocável, mg kg ⁻¹	77,90	85,70	159,20	156,30
Saturação por bases, V%	2,84	74,32	62,46	65,19
CTC _{pH 7,0} , cmol _c kg ⁻¹	38,6	20,0	16,79	17,77
CTC _{efetiva} , cmol _c Kg ⁻¹	7,52	15,49	11,03	12,15

Tabela 2. Acúmulo e distribuição de Cu e Zn no perfil de solo cultivado com videira no meio-oeste Catarinense.

Local	Camada	pH em água	Matéria orgânica	CTC _{pH 7,0}	Cu EDTA	Zn EDTA	Cu HCl	Zn HCl
	cm		g kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	-----mg kg ⁻¹ -----			
Mata nativa	0-5	4,22abC ⁽¹⁾	15,15aA	39,49aB	27,05aB	4,27aB	8,27aAB	6,66aAB
	5-10	4,12bB	9,38bA	39,87aB	28,68aB	1,04bcB	9,54abBA	1,75bBC
	10-15	4,24abB	8,15bA	38,18aA	29,08aAB	1,41bA	9,31abAB	1,25bA
	15-20	4,34aB	7,7bA	38,34aA	28,68aAB	0,33cA	9,28abAB	1,36bA
	20-40	4,36aB	6,91bA	37,11aA	27,05aA	0,28cB	10,00aA	0,69bA
	CV%	1,61	18,53	3,85	2,76	18,98	3,44	33,73
Vinhedo 1	0-5	6,90abA	7,6 aB	21,15aB	31,00aB	4,62aB	7,85aB	3,61aB
	5-10	6,93aA	6,94abA	21,10aB	23,81bB	2,32bA	3,34bB	1,26bC
	10-15	6,80abA	6,43abB	19,96aB	23,28bB	2,23bA	2,77bB	1,05bA
	15-20	6,50bA	6,43abB	18,53aB	23,15bA	1,96bcA	1,78bB	1,15bA
	20-40	5,09cA	5,61bAB	21,34aB	20,73bA	1,05cA	1,41bA	0,63bA
	CV%	2,31	8,00	13,31	8,66	16,33	26,51	18,14
Vinhedo 2	0-5	6,33aB	8,27aB	19,43aB	38,30aB	3,96aB	13,24aA	4,31aB
	5-10	6,14aA	6,47bA	18,36aBC	36,63aA	1,52abAB	11,33bA	2,05bAB
	10-15	6,09abA	6,74abB	15,79aC	34,11aA	1,16abA	12,86abA	1,52bA
	15-20	5,70bA	5,38bcB	16,02aB	30,80aA	0,74abA	13,07aA	0,96bA
	20-40	4,76cAB	3,81cB	19,25aB	21,04aA	0,00bB	13,3 aA	0,40bA
	CV%	2,64	9,60	14,99	26,08	81,86	4,43	31,26
Vinhedo 3	0-5	6,69aA	9,43aA	20,1aA	65,65aA	9,92aA	11,95abA	8,87aA
	5-10	6,46aA	7,42bA	17,27abC	40,36bA	2,20bA	11,25bA	2,57bA
	10-15	5,91bA	6,66bcB	16,27abBC	36,90bcA	1,91bA	14,61abA	2,10bA
	15-20	5,44cA	5,92cB	16,55abB	32,78cA	0,91bA	15,10aA	1,02bA
	20-40	5,24cA	4,36dB	14,33bB	26,41dA	0,38bAB	14,01abA	0,63bA
	CV%	2,79	6,61	10,64	5,36	24,84	9,22	23,35

⁽¹⁾ Médias seguidas por letra minúscula na mesma coluna e local e maiúscula na mesma profundidade entre local, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.