

Cu e Zn em frações físicas de solos de vinhedos no Sul do Brasil

Cu and Zn in soil physical fractions of vineyards in southern Brazil

Cledimar Rogério Lourenzi^{1,*}, Rafael López-Núñez²,
Ángela María Benitez Fernández³ & Heike Knicker²

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia Admar Gonzaga, 1346, 88034-000, Florianópolis, Brasil

² Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC), Avda, Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla, Espanha

³ Universidad de Sevilla, Facultad de Química, Calle Prof. García González, s/n, 41012 Sevilla, Espanha
(*E-mail: lourenzi.c.r@ufsc.br)

<https://doi.org/10.19084/rca.28753>

RESUMO

O cultivo de videiras em regiões com elevadas precipitações pluviométricas, como no sul do Brasil, envolve o uso de fungicidas para o controle das doenças fúngicas foliares. Estes fungicidas, normalmente, contêm em sua composição cobre (Cu) e zinco (Zn), promovendo o acúmulo desses metais no solo. O objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição de Cu e Zn nas frações físicas granulométricas em solos de vinhedos do sul do Brasil. Foram coletadas amostras de solo (0-5 e 10-20 cm) em duas áreas de vinhedos e uma área de mata em três regiões do sul do Brasil, sendo uma no estado de Santa Catarina e duas no Rio Grande do Sul. As amostras da camada de 0-5 cm foram fracionadas em > 50 µm e < 50 µm. Nas amostras de solo e nas frações foram determinados os teores totais de Cu e Zn por fluorescência de raio-X. As áreas de vinhedos do sul do Brasil apresentam grandes variações nos teores totais de Cu e Zn, devido as distintas características dos solos e ao histórico de cultivo. Para o Cu não há distinção entre as frações, mas o Zn acumula, preferencialmente, na fração <50 µm.

Palavras-chave: metais pesados, *Vitis* sp., fluorescência de raio-X.

ABSTRACT

The cultivation of vines in regions with high rainfall, as in southern Brazil, involves the use of fungicides to control foliar fungal diseases. These fungicides normally contain copper (Cu) and zinc (Zn) in their composition, promoting the accumulation of these metals in the soil. The objective of this work was to evaluate the distribution of Cu and Zn in the granulometric physical fractions in soils from vineyards in southern Brazil. Soil samples (0-5 and 10-20 cm) were collected in two areas of vineyards and a forest area in three regions of southern Brazil, one in Santa Catarina and two in Rio Grande do Sul states. Samples from the 0-5 cm layer were fractionated into > 50 µm and < 50 µm. In the soil samples and in the fractions, the total contents of Cu and Zn were determined by X-ray fluorescence. Vineyard areas in southern Brazil show great variations in total Cu and Zn contents, due to different soil characteristics and cultivation history. For Cu, there is no distinction between the fractions, but Zn accumulates, preferentially, in the fraction <50 µm.

Keywords: heavy metals, *Vitis* sp., x-ray fluorescence.

INTRODUÇÃO

A região Sul do Brasil é a principal responsável pelo cultivo de videiras, especialmente de uvas viníferas, com grande destaque para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, responsáveis por, aproximadamente, 66% da produção nacional de uvas. O cultivo de videiras em regiões com elevadas precipitações pluviométricas, como ocorre no sul do Brasil, envolve o uso de fungicidas para o controle das doenças fúngicas foliares, como o míldio (*Plasmopara viticola*) (Jermini *et al.*, 2010; Brunetto *et al.*, 2016).

Alguns dos principais fungicidas utilizados na viticultura possuem em sua composição elementos metálicos como cobre (Cu), na calda bordaleza $[\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CuSO}_4]$, e Zinco (Zn), no Mancozeb ($\text{C}_8\text{H}_{12}\text{MnN}_4\text{S}_8\text{Zn}$). Estes fungicidas são aplicados com elevada frequência durante um único ciclo de produção e, ao longo dos anos, esses produtos acabam sendo transportados para a superfície do solo, promovendo incremento nos teores de Cu e Zn nos solos (Couto *et al.*, 2015; Tiecher *et al.*, 2017).

No solo, o Cu e o Zn são retidos por ligações físico-químicas e sua labilidade é dependente do ligante. O teor máximo de Cu e Zn de um solo está relacionado com a sua capacidade de sorção que depende de diversos componentes. Em geral, a capacidade de sorção é maior quanto maior for o conteúdo de argilominerais, óxidos e hidróxidos de Fe, Al e Mn, carbonatos e matéria orgânica. O pH, a capacidade de troca de cátions (CTC) e a qualidade da MOS são importantes fatores que regulam a sorção de Cu e Zn no solo (Brunetto *et al.*, 2018).

O Cu tende a ser preferencialmente adsorvido em grupos funcionais de constituintes orgânicos, por causa da sua configuração eletrônica, sendo o Zn, adsorvido, preferencialmente, em constituintes minerais (Croué *et al.*, 2003; Brunetto *et al.*, 2018). Somado a isso, o acúmulo de Cu e Zn no solo depende da interação competitiva dos mesmos pelos sítios de adsorção, bem como pelas demais espécies químicas presentes no meio (Tiecher *et al.*, 2017). O objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição de Cu e Zn nas frações físicas granulométricas em solos de vinhedos do sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram selecionadas áreas de vinhedos no Vale da Uva Goethe (VUG), no estado de Santa Catarina (SC), e nas regiões da Serra Gaúcha (SG) e Campanha Gaúcha (CG), no estado do Rio Grande do Sul (RS) (Figura 1).

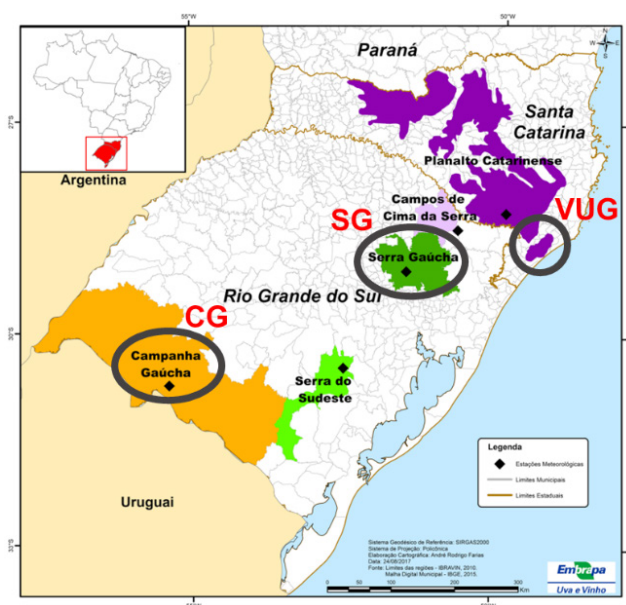


Figura 1 - Região Sul do Brasil e indicação das regiões onde estão inseridas as áreas de vinhedos estudados.

O VUG está localizado em altitude média de 49 m, com médias anuais de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar de 1.540 mm, 19,2°C e 81,5%, respectivamente. A região da SG está localizada em altitude de 600 a 800 m, com médias anuais de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar de 1.700 mm, 17,2°C e 76%, respectivamente. Já a região da CG está localizada em altitude de 100 a 300 m, com médias anuais de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar de 1.370 mm, 18,4°C e 75%, respectivamente. Os solos do VUG, SG e CG são classificados como Cambissolo Húmico, Neossolo Litólico e Argissolo Vermelho (Santos *et al.*, 2018), e Inceptisol, Entisol e Alfisol (Soil Survey Staff, 2006), respectivamente.

Em cada região foram selecionadas duas áreas de vinhedos (V), com diferentes históricos de cultivo, além de uma área de mata (M) adjacente aos

vinhedos, utilizada como referência às condições naturais do solo. O solo foi coletado na linha de cultivo das videiras, em triplicata, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, sendo que para o presente trabalho foram utilizadas as camadas 0-5 e 10-20 cm. Nas regiões da Serra Gaúcha e Campanha Gaúcha, também foram realizadas coletas nas entrelinhas das videiras do vinhedo com maior histórico de cultivo. As amostras foram secas ao ar, moídas e passadas em peneiras de 2 mm.

As amostras de solo, da camada de 0-5 cm, foram fracionadas com base no método "Par-Den 5", conforme Poeplau *et al.* (2018). Para isso, 20 g de solo foram dispersadas com 100 mL de água destilada e esferas metálicas de 5 mm de diâmetro durante 16 h, em um agitador a 200 rpm. Posteriormente, a suspensão do solo foi peneirada a 50 µm, sendo separada em fração > 50 µm e < 50 µm, e secas a 105°C por 24 horas.

As amostras de solo, de todas as áreas e profundidades, e também as frações > e < 50 µm, da camada de 0-5 cm, foram submetidas a determinação dos teores totais de Cu e Zn por fluorescência de raio-X (Niton XL3t 950s GOLDD+ XRF - Thermo Scientific Inc., Billerica, MA, EUA).

Para a análise estatística as amostras das três regiões de estudo foram agrupadas em mata, vinhedo e entrelinha e as comparações foram realizadas entre os grupos. Além disso, as frações > 50 µm e < 50 µm foram comparadas entre si utilizando todo o conjunto de dados, sem distinção entre as áreas. Para as comparações entre as áreas foi utilizado o teste de Tukey, enquanto para a comparação entre as frações foi utilizado o teste t, ambos ao nível de 0,05. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o IBM® SPSS® Statistics.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores totais de Cu e Zn não apresentaram diferença entre as áreas em nenhuma das camadas avaliadas (Quadro 1). No entanto, devido as características distintas entre as áreas quanto ao tipo de solo, os teores de Cu e Zn apresentaram grandes variações, o que justifica os resultados obtidos. Para a camada de 0-5 cm, por exemplo, área de mata apresentou teores de Cu que variaram de 0 a

61 mg kg⁻¹, enquanto as áreas de vinhedo e entrelinha apresentaram teores de 28,6 a 1672,9 mg kg⁻¹. Já para o Zn, nessa mesma camada, a área de mata apresentou teores de 14,2 a 95,1 mg kg⁻¹, enquanto as áreas de vinhedo e entrelinha apresentaram teores que variaram de 39,7 a 179,6 mg kg⁻¹.

Quadro 1 - Teores totais de Cu e Zn nas amostras de solo de áreas de vinhedos e mata do sul do Brasil

| Área | Cu total | Zn total |
|-------------|---------------------------------|----------|
| | ----- mg kg ⁻¹ ----- | |
| | 0-5 cm | |
| Mata | 28,4 | 47,5 |
| Vinhedo | 464,0 | 100,7 |
| Entrelinhas | 572,4 | 109,0 |
| Sig.* | 0,521 | 0,599 |
| | 10-20 cm | |
| Mata | 31,6 | 39,8 |
| Vinhedo | 115,2 | 60,2 |
| Entrelinhas | 117,6 | 48,6 |
| Sig. | 0,632 | 0,809 |

*Diferença significativa entre as áreas pelo teste Tukey quando valor < 0,05.

Nas frações físicas avaliadas, também não foram observadas diferenças entre as áreas para os teores totais de Cu e Zn (Quadro 2).

Quadro 2 - Teores totais de Cu e Zn nas frações > 50 µm e < 50 µm de amostras de solo de áreas de vinhedos e mata do sul do Brasil

| Área | Cu | Zn |
|-------------|---------------------------------|-------|
| | ----- mg kg ⁻¹ ----- | |
| | > 50 µm | |
| Mata | 21,0 | 33,0 |
| Vinhedo | 784,6 | 92,2 |
| Entrelinhas | 886,2 | 104,1 |
| Sig. | 0,376 | 0,474 |
| | < 50 µm | |
| Mata | 39,0 | 80,4 |
| Vinhedo | 680,6 | 199,4 |
| Entrelinhas | 459,9 | 169,0 |
| Sig. | 0,249 | 0,110 |

*Diferença significativa entre as áreas pelo teste Tukey quando valor < 0,05.

Entretanto, semelhante ao observado para os teores totais do solo, as variações nos teores de Cu e Zn entre as áreas explica os resultados. É importante destacar, no entanto, que as áreas de vinhedos e as entrelinhas apresentam teores totais elevados, especialmente de Cu.

Na comparação entre as frações avaliadas, não foram observadas diferenças para os teores de Cu. No entanto, para o Zn os maiores teores foram observados na fração < 50 µm (Quadro 3).

Quadro 3 - Teores totais de Cu e Zn nas frações > 50 µm e < 50 µm de amostras de solo de áreas de vinhedos e mata do sul do Brasil

| Fração | Cu (mg kg ⁻¹) | p* | Zn (mg kg ⁻¹) | p |
|---------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| < 50 µm | 444,0 | 0,214 | 157,6 | 0,014 |
| > 50 µm | 575,9 | | 76,9 | |

*Diferença significativa entre as áreas pelo teste t quando valor $p < 0,05$.

Como o Cu tende a ser, preferencialmente, adsorvido aos grupos funcionais de constituintes orgânicos, a separação granulométrica não afetou a

sua distribuição nas frações, enquanto o Zn, por ser adsorvido preferencialmente aos constituintes minerais, apresentou maiores teores nas partículas mais finas que, normalmente, são mais reativas no solo.

CONCLUSÕES

As áreas de vinhedos do sul do Brasil apresentam grandes variações nos teores totais de Cu e Zn, devido as distintas características dos solos e ao histórico de cultivo. No entanto, as áreas de vinhedos apresentam teores elevados desses metais devido as aplicações de fungicidas ao longo dos anos. Para o Cu não há distinção entre as frações, mas o Zn acumula, preferencialmente, na fração <50 µm.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de Pós-Doutorado. Ao Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, por disponibilizar sua infraestrutura para o desenvolvimento do projeto de Pós-Doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brunetto, G.; Melo, G.W.B.; Terzano, R.; Del Buono, D.; Astolfi, S.; Tomasi, N.; Youry P.; Mimmo, T. & Cesco, S. (2016) - Copper accumulation in vineyard soils: Rhizosphere processes and agronomic practices to limit its toxicity. *Chemosphere*, vol. 162, p. 293-307. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.07.104>
- Brunetto, G.; Benedet, L.; Ambrosini, V.G.; Comin, J.J.; Melo, G.W.B.; Santos, M.A.; Lourenzi, C.R.; Loss, A.; Belli Filho, P.; Schmitt, D.E. & Couto, R. (2018) - Copper and zinc fractions in the profile of an Inceptisol cultivated with apple in southern Brazil. *Bragantia*, vol. 77, n. 2, p. 333-347. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2017033>
- Couto, R.R.; Benedet, L.; Comin, J.J.; Belli Filho, P.; Martins, S.R.; Gatiboni, L.C.; Radetski, M.; Valois, C.M.; Ambrosini, V.G. & Brunetto, G. (2015) - Accumulation of copper and zinc fractions in vineyard soil in the midwestern region of Santa Catarina, Brazil. *Environmental Earth Sciences*, vol. 73, n. 10, p. 6379-6386. <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3861-x>
- Croué, J.P.; Benedetti, M.F.; Violleau, D. & Leenheer, J.A. (2003) - 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*, vol. 37, n. 2, p. 328-336. <https://doi.org/10.1021/es020676p>
- Jermi, M.; Blaise, P. & Gessler, C. (2010) - Quantification of the influence of the downy mildew (*Plasmopara viticola*) epidemics on the compensatory capacities of *Vitis vinifera* 'Merlot' to limit the qualitative yield damage. *Vitis*, vol. 49, n. 4, p. 153-160. <https://doi.org/10.5073/vitis.2010.49.153-160>
- Poeplau, C.; Don, A.; Six, J.; Kaiser, M.; Benbi, D.; Chenu, C.; Cotrufo, M.F.; Derrien, D.; Gioacchini, P.; Grand, S.; Gregorich, E.; Griepentrog, M.; Gunina, A.; Haddix, M.; Kuzyakov, Y.; Kühnel, A.; Macdonald, L.M.; Soong, J.; Trigalet, S.; Vermeire, M.L.; Rovira, P.; van Wesemael, B.; Wiesmeier, M.; Yeasmin, S.; Yevdokimov, I. & Nieder, R. (2018) - Isolating organic carbon fractions with varying turnover rates in temperate agricultural soils – A comprehensive method comparison. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 125, p. 10-26. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.06.025>
- Santos, H.G.; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C.; Oliveira, V.Á.; Lumbreiras, J.F.; Coelho, M.R.; Almeida, J.A.; Araújo Filho, J.C.; Oliveira, J.B. & Cunha, T.J.F. (2018) - *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa.
- Soil Survey Staff (2006) - *Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and interpreting Soil Surveys*, 2nd ed. US Government Printing Office, Washington DC.
- Tiecher, T.L.; Tiecher T.; Ceretta, C.A.; Ferreira, P.A.; Nicoloso, F.T.; Soriani, H.H.; De Conti, L.; Kulmann, M.S.S.; Schneider, R.O. & Brunetto, G. (2017) - Tolerance and translocation of heavy metals in younger grapevine (*Vitis vinifera*) grown in sandy acidic soil with interaction of high doses of copper and zinc. *Scientia Horticulturae*, vol. 222, p. 203-212. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.026>