Artigo científico

Classificação e distribuição de micronutrientes e metais pesados em solos cultivados com a cultura da videira no Planalto Norte Catarinense

Classification and distribution of micronutrients and heavy metals in soils cultivated with grapevines on the northern plateau of Santa Catarina State

Douglas André Wurz [(1)]
Alcemir Nabir Kowal [(2)]
Jefferson Schick [(1)]

Resumo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a classificação de micronutrientes e metais pesados nos solos com cultivo de videira na região do Planalto Norte Catarinense. Neste trabalho foram amostrados os solos de pomares de videira, de 20 diferentes produtores rurais, nos municípios de Bela Vista do Toldo (2), Canoinhas (3), Campo Alegre (1), São Bento do Sul (1), Rio Negrinho (1), Porto União (3), Irineópolis (1), Itaiópolis (3), Mafra (1), Papanduva (2), Monte Castelo (1) e Major Vieira (1). A seleção dos produtores contou com o apoio dos extensionistas locais da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), que priorizaram aspectos como distribuição geográfica, representatividade e produção comercial. As análises químicas determinadas ou calculadas foram: Boro (B), Zinco (Zn), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Cobre (Cu) e Enxofre (S). Os dados foram analisados pela estatística descritiva clássica, por meio da média, e com auxílio do software Microsoft Excel 2010, foram gerados gráficos para apresentação dos dados obtidos. Os solos com cultivo de videira na região do Planalto Norte Catarinense apresentam deficiência de Boro. Além disso, apresentam elevados índices de Ferro e Cobre. Os níveis de enxofre, manganês, zinco foram considerados altos, e adequados para a cultura da videira. Conclui-se que há a necessidade da realização de adubação bórica em grande parte dos vinhedos, além da necessidade da adoção de práticas para minimizar efeitos dos altos índices de cobre e ferro no solo, como a utilização de plantas de cobertura. **Palavras-chave:** Viticultura, adubação, plantas de cobertura, adubação bórica

Abstract. The aim of this study was to evaluate the classification of micronutrients and heavy metals in soils cultivated with grapevines in the Planalto Norte region of Santa Catarina. Soils were sampled from vine orchards belonging to 20 different rural producers in the municipalities of Bela Vista do Toldo (2), Canoinhas (3), Campo Alegre (1), São Bento do Sul (1), Rio Negrinho (1), Porto União (3), Irineópolis (1), Itaiópolis (3), Mafra (1), Papanduva (2), Monte Castelo (1) and Major Vieira (1). The producers were selected with the support of local extension workers from the Agricultural Research and Rural Extension Company of Santa Catarina (EPAGRI), who prioritized aspects such as geographical distribution, representativeness and commercial production. The chemical analyses determined or calculated were: Boron (B), Zinc (Zn), Iron (Fe), Manganese (Mn), Copper (Cu) and Sulphur (S). The data was analyzed using classic descriptive statistics, using the mean, and graphs were generated using Microsoft Excel 2010 software to present the data obtained. The soils used to grow grapes in the Planalto Norte region of Santa Catarina are deficient in boron. They also have high levels of iron and copper. The levels of sulphur, manganese and zinc were considered high and suitable for grape growing. The conclusion is that there is a need for boron fertilization in a large part of the vineyards, as well as the need to adopt practices to minimize the effects of the high levels of copper and iron in the soil, such as the use of cover crops. **Keywords:** Viticulture, fertilization, cover crops, boric fertilization.

[(1)] Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Canoinhas, Santa Catarina. Avenida dos Expedicionários, 2150, Bairro Campo da Água Verde.
Engenheiro Agrônomo, docente de Produção Vegetal do IFSC Campus Canoinhas. e-mail: douglas.wurz@ifsc.edu.br
[(2)] Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Canoinhas, Santa Catarina. Avenida dos Expedicionários, 2150, Bairro Campo da Água Verde.
Engenheiro Agrônomo, egresso do Curso Superior Bacharelado em Agronomia.

(Recebido em: 16 jun. 2025; aceito em: 15 dez. 2025)

❶ Introdução

O Brasil possui uma área destinada ao cultivo da videira de 74.798 hectares, com produção total de 1.450.805 toneladas de uva, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor. O estado de Santa Catarina apresenta destaque no cultivo, com uma área de 3.873 hectares, e uma produção total de 56.560 toneladas (IBGE, 2024), predominando o cultivo de uvas de origem americana e híbridas, com grande potencial de crescimento.

Segundo Kowal et al. (2023), verifica-se a necessidade de expansão da atividade vitícola em novas regiões, em função da crescente demanda por uvas, vinhos e sucos. Nesse sentido, Wurz; Jastrombek (2022), destacam a região do Planalto Norte Catarinense como um polo emergente e de grande potencial no estado de Santa Catarina para o cultivo da videira. No entanto, verifica-se como prática comum de produtos rurais a adubação dos seus vinhedos sem levar em conta a capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo, bem como as reais necessidades das plantas, ocasionando desequilíbrios nutricionais com reflexos na produção (TERRA et al., 2003; TECCHIO et al., 2007)., visto que as recomendações para adubação na cultura da videira nem sempre são seguidas (BORDALLO et al., 2021).

A disponibilidade de micronutrientes pode ser limitada, em função do pH do solo (PERALTA-VIDEA et al., 2002). Além disso, em muitos casos, os micronutrientes encontram-se nos solos como resultado da aplicação de pesticidas e fertilizantes ou de outras práticas adicionais durante a época de crescimento (IBAÑEZ et al., 2008, RUYTERS et al., 2013). Na viticultura brasileira são utilizados fungicidas a base de zinco e cobre, que para o controle preventivo de doenças fungicidas, especialmente o míldio, podendo causar a complexação e adsorção destes elementos no solo (GIROTTO et al., 2016; BRUNETTO et al., 2017; TIECHER et al., 2017; CESCO et al., 2021), aumentando seu conteúdo no solo (BRUNETTO et al., 2018).

Diversos trabalhos realizados em diferentes cultivares de videira demonstraram que a absorção de micronutrientes como Fe, Mn, B, Zn e Cu apresentam uma elevada variabilidade (SCHREINER et al., 2006), e que têm uma mobilidade diferente dependendo de cada metal específico e do estado nutricional da planta e das condições ambientais (MARSCHNER 2002, VYSTAVNA et al., 2015).

Cada micronutriente tem função específica na planta e, em muitos casos, as deficiências são mais problemáticas que os excessos, embora concentrações elevadas possam também produzir toxicidade em alguns casos (RAMOS; ROMERO, 2016). Nesse contexto, tem-se como objetivo deste trabalho realizar a avaliar a classificação de micronutrientes e metais pesados nos solos com cultivo de videira na região do Planalto Norte Catarinense

❷ Materiais e métodos

O presente trabalho foi realizado no Planalto Norte Catarinense (PNC). A região é constituída por 13 municípios: Bela Vista do Toldo, Campo Alegre, Canoinhas, Irineópolis, Itaiópolis, Mafra, Major Vieira, Monte Castelo, Papanduva, Porto União, Rio Negrinho, São Bento do Sul e Três Barras (DUTRA et al., 2019).

De acordo com a classificação de Köppen, predomina no PNC o clima tipo Cfb, caracterizado como clima temperado propriamente dito (temperatura média do mês mais frio menor que 18ºC – mesotérmico), com verões frescos (temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C), com ocorrência de precipitação em todos os meses e inexistência de estação seca definida (SANTA CATARINA, 1994; WREGE et al. 2012). Na região, os dados anuais de precipitação, umidade relativa e insolação variam, respectivamente, entre 1.400 a 1.600 mm, 78 a 86% e 1.440 a 2.040 h (WREGE et al. 2012).

Neste trabalho foram amostrados os solos de pomares de videira, de 20 diferentes produtores rurais, nos municípios de Bela Vista do Toldo (2), Canoinhas (3), Campo Alegre (1), São Bento do Sul (1), Rio Negrinho (1), Porto União (3), Irineópolis (1), Itaiópolis (3), Mafra (1), Papanduva (2), Monte Castelo (1) e Major Vieira (1). A seleção dos produtores contou com o apoio dos extensionistas locais da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), que priorizaram aspectos como distribuição geográfica, representatividade e produção comercial. Dos solos amostrados, 70% eram compostos por Cambissolos (solo predominante na região), 25% Neossolos e 5% por Gleissolos.

Em relação aos solos da região, estão presentes na região as seguintes classes de solos, associadas principalmente aos seguintes relevos: Latossolos ocorrendo em relevos suaves onduladas (nas partes mais altas e estáveis do relevo); Nitossolos e Argissolos em relevos ondulados; Cambissolos em relevos ondulados a fortemente ondulados; Gleissolos e Organossolos nas calhas e áreas de influência dos rios Iguaçu, Negro, Canoinhas e Paciência; Neossolos nas porções mais dissecadas da região, principalmente nos relevos fortes onduladas e montanhosos (SANTA CATARINA, 1996; POTTER et al., 2004; SANTOS et al., 2018).

No mês de junho de 2021 os solos foram amostrados, conforme a metodologia proposta por CQFS-RS/SC (2016), nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade. As análises de solos foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), localizado em Chapecó (SC). O laboratório da Epagri é integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC - Rolas.

As análises químicas determinadas ou calculadas foram: Boro (B), Zinco (Zn), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Cobre (Cu) e Enxofre (S). Detalhes referentes aos protocolos dos procedimentos analíticos relacionados constam em a metodologia proposta por Camargo et al. (1986).

Os dados foram analisados pela estatística descritiva clássica, por meio da média, e com auxílio do software Microsoft Excel 2010, foram gerados gráficos para apresentação dos dados obtidos. A classificação dos teores obtidos nas análises de solo foi realizada de acordo com Manual de calagem e adubação para Solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016).

❸ Resultados e discussão

A classificação dos teores de Boro nos solos com cultivo de videira na região do Planalto Norte Catarinense são apresentados na Figura 1. Observou-se que 50% dos vinhedos apresentam teores baixos para esse micronutriente ($\leq$ 0,1 mg/dm^3), enquanto 40% das amostras avaliadas apresentam valore considerados médios (0,2 - 0,3 mg/dm^3), e apenas 10% apresentaram teres altos de Boro no solo (> 0,3 mg/dm^3).

Verifica-se no presente trabalho que em função dos dados observados, há a necessidade dos viticultores realizaram adubação de correção nos vinhedos, reduzindo efeitos adversos da deficiência do Boro. O micronutriente Boro é essencial para crescimento e desenvolvimento da videira (FORTUNATI et al., 2006), sendo fundamental na síntese de açúcares, diferenciação celular, alongamento radicular, regulação de níveis hormonais (MARSCHNER, 1995), e sua deficiência pode resultar em desavinho, reduzindo produtividade do vinhedo (Christensen et al., 2016; Fortunati, 2006).

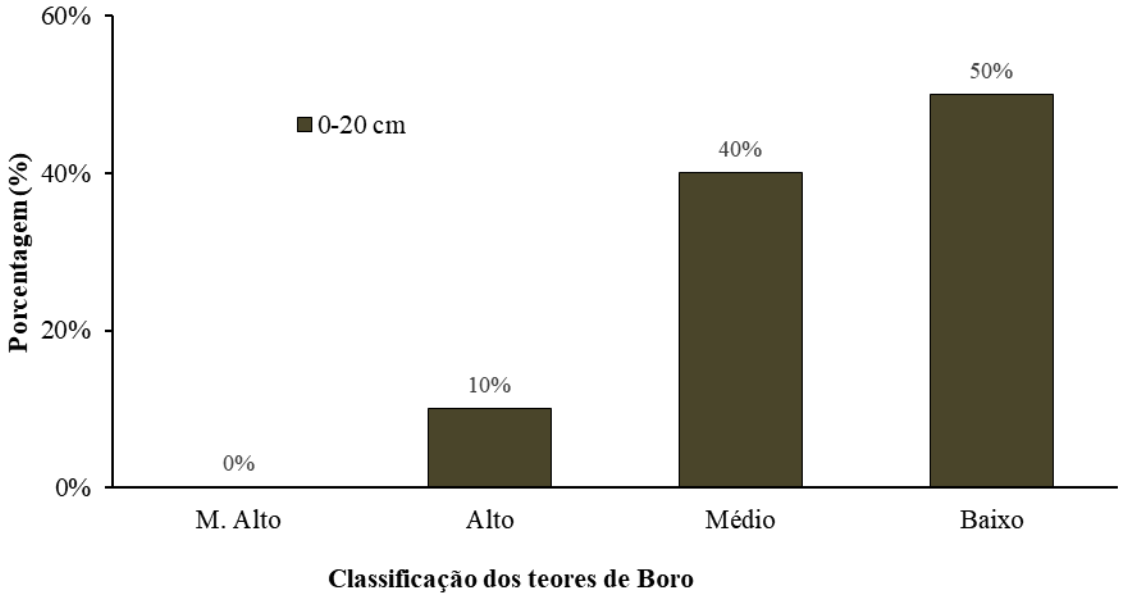

Figura 1. Classificação e distribuição (%) dos teores de Boro nos solos cultivados com videira no Planalto Norte Catarinense.

Em relação aos teores de Cobre no solo, verificou-se que 80% das amostras de solo avaliadas apresentaram valores considerados altos (> 0,4 mg/dm^3), enquanto 15% das amostras foram classificadas como muito alta (> 0,5 mg/dm^3). Além disso, observou-se que 5% dos vinhedos apresentaram teores médios para o Cobre (0,2 – 0,4 mg/dm^3), conforme descrito na Figura 2.

Embora o cobre seja um micronutriente essencial para crescimento e desenvolvimento vegetativo, concentrações excessivas e acumuladas no solo, podem resultar em toxidez, tendo impacto direto na produtividade (MIOTTO et al., 2013; BRUNETTO et al., 2016; HENDGEN et al., 2018), principalmente na cultura da videira, sendo necessário adotar estratégias de manejo para atenuar os problemas ocasionados pelo excesso de cobre (CESCO et al., 2021).

A toxicidade do cobre na videira é expressa por uma diminuição e modificação do seu sistema radicular, através de uma diminuição da produção de matéria seca, uma modificação da absorção de nutrientes pelas plantas (principalmente P e K), cloroses foliares e uma diminuição dos teores de clorofila (AMBROSINI et al., 2018; CESCO et al, 2021).

Parte do cobre aplicado nos vinhedos acaba tendo contato direto com solo, além disso, parte do micronutriente depositado sobre as folhas sobre ação das precipitações, resultando em escorrimento para o solo (Casali et al., 2008). Esse contato do cobre no solo, pode afetar a biologia do solo, numa meta-análise, Karimi et al. (2021) mostra que aplicações sequenciais de fungicidas à base de cobre diminuíram a atividade microbiana do solo microbiana do solo em 30%.

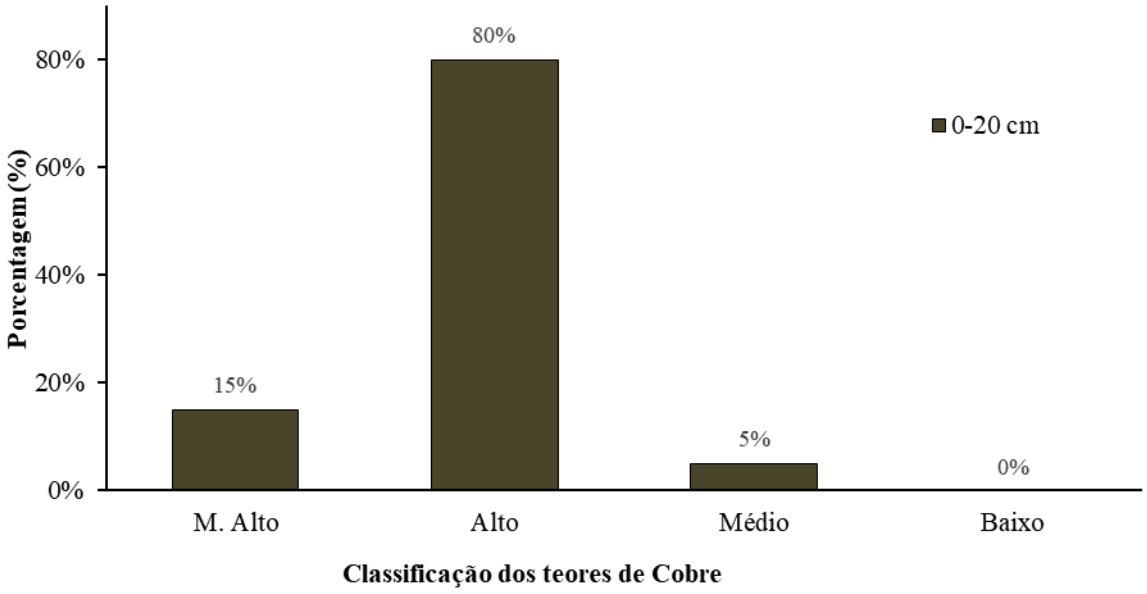

Figura 2. Classificação e distribuição (%) dos teores de Cobre nos solos cultivados com videira no Planalto Norte Catarinense

Na figura 3 são apresentados os dados referentes aos teores de manganês no solo, e observou-se que 95% das amostras de solo avaliadas apresentaram valores classificados como altos (> 5 mg/dm³), enquanto apenas 5% dos vinhedos apresentaram teores baixos para esse elemento (< 2,5 mg/dm³).

Os elevados teores de cobre, manganês e zinco no solo estão relacionados a presença desses nutrientes na formulação dos defensivos utilizados pelos viticultores que, aplicados as folhas (TECCHIO et al., 2012). Tecchio et al. (2007), destaca que os teores de manganês em solos com cultivo da videira na região de Louveira e Jundiaí, estado de São Paulo, são altos em função da aplicação de fungicidas contendo esse elemento em sua composição.

Destaca-se que foi verificado na presente amostra com níveis baixos de manganês, que pode resultar em clorose nas folhas mais jovens, e rapidamente surgem manchas necróticas (RAMOS; ROMERO, 2016).

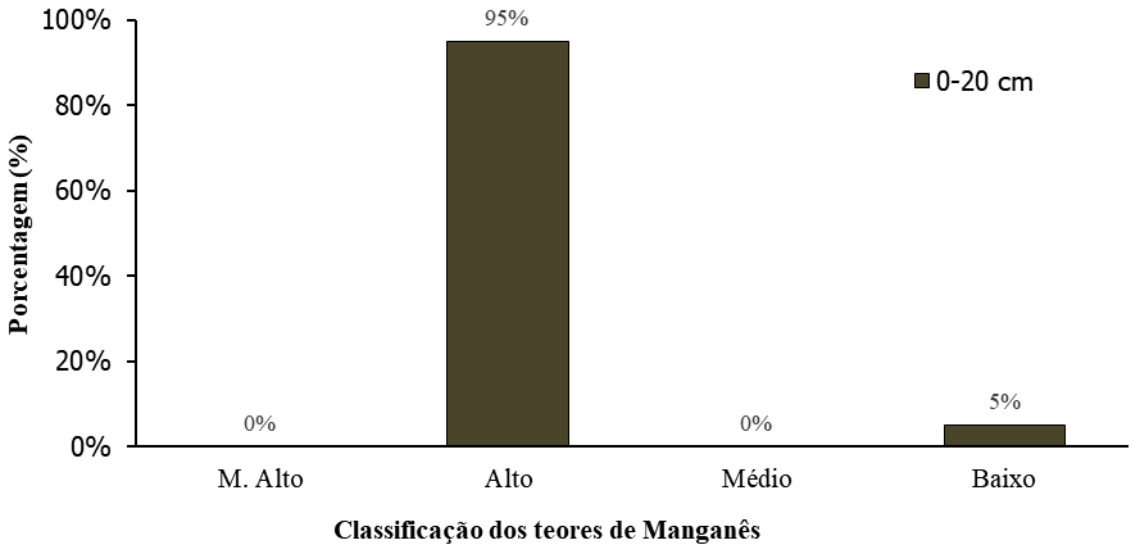

Figura 3. Classificação e distribuição (%) dos teores de Manganês nos solos cultivados com videira no Planalto Norte Catarinense.

Os teores de Ferro nos solos com cultivo de videira estão descritos na Figura 4, e em todas os vinhedos com amostras de solo avaliadas apresentaram valores superiores a 5,0 mg/dm^3, sendo portanto, classificados como teores altos de ferro no solo.

O ferro é um micronutriente essencial para quase todos os organismos vivos, por desempenhar um papel crítico em processos metabólicos, como síntese de DNA, respiração e fotossíntese, assim como é um constituinte de muitas enzimas (ROUTH; SAHOO, 2015). Apesar dos valores observados no presente trabalho serem considerados altos, a toxidez por Fe é reconhecida como a desordem nutricional de maior ocorrência em ambientes alagados (SCHMIDT et al., 2013).

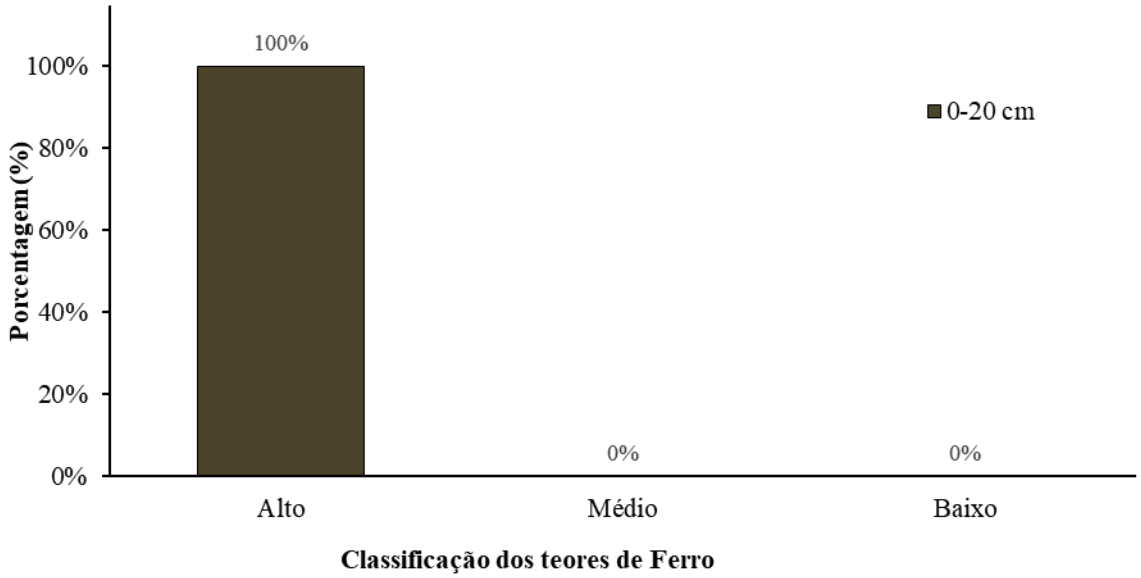

Figura 4. Classificação e distribuição (%) dos teores de Ferro nos solos cultivados com videira no Planalto Norte Catarinense.

Na Figura 5 são apresentados os dados referentes aos teores de enxofre nos solos. Observou-se comportamento similar aos observados com o Ferro, com todas as amostras classificados com teores altos de enxofre no solo (> 10 mg/dm^3), sendo que 50% das amostras apresentaram valore superiores a 20 mg/dm^3 para esse nutriente do solo.

Os elevados índices desse micronutriente está diretamente relacionado a práticas de manejo que são realizadas no vinhedo, e dificilmente haverá deficiência, pois este elemento está presente na composição dos fertilizantes químicos e orgânicos que são incorporados ao solo, bem como em fungicidas que contém enxofre.

.

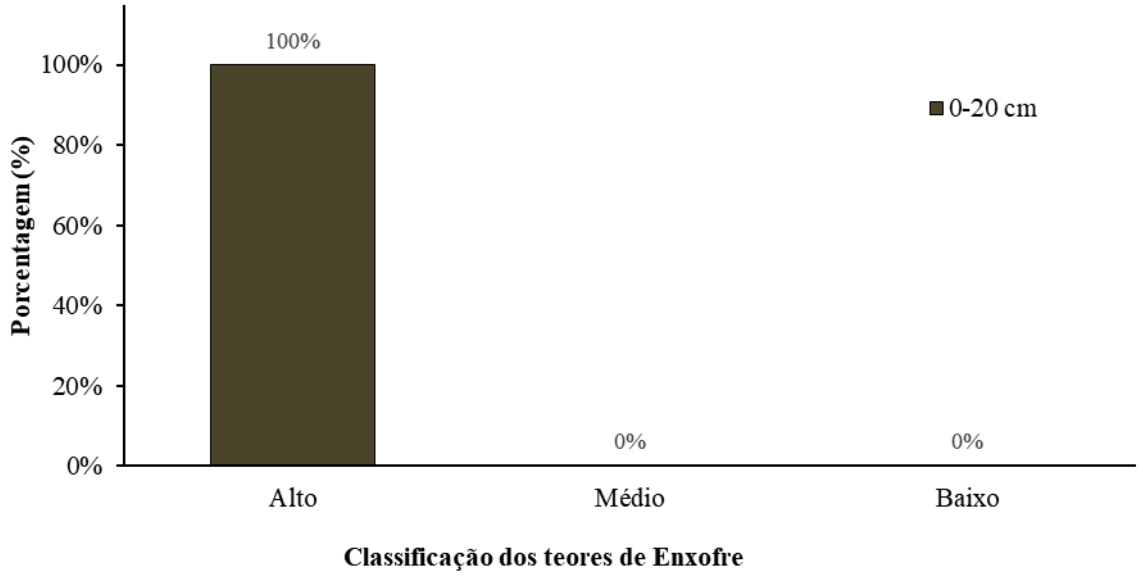

Figura 5. Classificação e distribuição (%) dos teores de Enxofre nos solos cultivados com videira no Planalto Norte Catarinense.

Em relação ao micronutriente Zinco, verificou-se que 100% das amostras apresentaram valores considerados altos (> 0,5 mg/dm^3), conforme apresentado na Figura 5. Trabalhos demonstram que os elevados índices desse micronutriente devem-se provavelmente à utilização de fungicidas que possuem este elemento em suas composições, como o mancozeb (BORDALLO et al., 2021), amplamente utilizados pelos viticultores.

Além disso, esses valores altos para o zinco podem ser resultado de resíduos orgânicos depositados no solo, e outros fertilizantes minerais que possam ter zinco em suas formulações (BORDALLO et al., 2021).

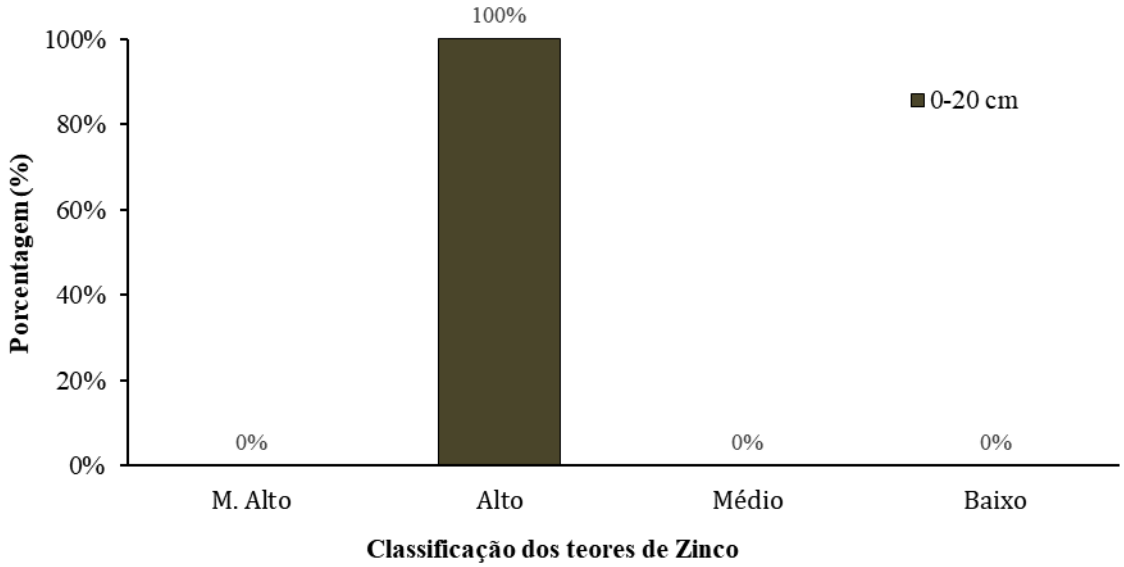

Figura 6. Classificação e distribuição (%) dos teores de Zinco nos solos cultivados com videira no Planalto Norte Catarinense**.**

Ressalta-se que elevadas concentrações de cobre e zinco em solos cultivos com a videira podem aumentar a absorção de manganês (DE CONTI et al., 2019; TRENTIN et al., 2022), alterando a rizosfera através da exsudação de ácidos orgânicos, que pode alterar o pH nessa região, favorecendo a absorção de manganês, que quando em disponível na solução pode ser absorvido, potencializando sintomas de fitotoxidez (TRENTIN et al., 2019).

Em função do potencial fitotóxico desses micronutrientes, especialmente causado pela aplicação de fungicidas, Ferreira et al. (2024), destaca a necessidade da adoção de práticas mais sustentáveis no manejo do vinhedo, como a rotação de ingredientes ativos para evitar acumulação de um único metal no solo, utilizar a dose recomentado, e realizar análise de solo para monitorar os níveis destes elementos em concentrações adequadas.

❹ Conclusões

Conclui-se que os solos com cultivo de videira na região do Planalto Norte Catarinense apresentam deficiência de Boro, sendo recomendado a realização da adubação bórica, e acompanhamento dos níveis desse micronutriente no solo.

Os solos apresentaram elevados índices de Ferro e Cobre, sendo recomendado a adoção de medidas que visam reduzir seus teores no solo, em função do seu potencial tóxico, como por exemplo, a rotação de ingredientes ativo de fungicidas e adoção de plantas de cobertura.

Os níveis de enxofre, manganês, zinco foram considerados altos para a cultura da videira.

Referências

AMBROSINI, V.G.; ROSA, D.; DE MELO, G.W.B.; ZALAMENA, J.; CELLA, C.; SIMÃO, D.G.; DA SILVA, L.S.; DOS SANTOS, H.P.; TOSELLI, M.; TIECHER, T.L. High copper content in vineyard soils promotes modifications in photosynthetic parameters and morphological changes in the root system of 'Red Niagara' plantlets. **Plant Physiology**. Biochemical, v. 128, p. 89–98, 2018.

BORDALLO, S. U.; BUENO, A. C.; FERREIRA, G. W.; DELA BRUNA, E.; SERPA, I. S.; BRUNETTO, G.; COMIN, J. J.; LOVATO, O. E.; LOURENZI, C. R. Soil chemical Properties in vineyard areas in the southern region of the state of Santa Catarina, Brazil. **Pesquisa agropecuária brasileira**., Brasília, v. 56, e01548, 2021.

BRUNETTO, G.; DE MELO, G.W.B.; TERZANO, R.; DEL BUONO, D.; ASTOLFI, S.; TOMASI, N.; PII, Y.; MIMMO, T.; CESCO, S. Copper accumulation in vineyard soils: Rhizosphere processes and agronomic practices to limit its toxicity. **Chemosphere** v. 162, p. 293–307, 2016.

BRUNETTO, G.; FERREIRA, P.A.A.; MELO, G.W.; CERETTA, C.A.; TOSELLI, M. Heavy metals in vineyards and orchard soils. R**evista Brasileira de Fruticultura,** v. 39, e-263, 2017.

BRUNETTO, G.; BENEDET, L.; AMBROSINI, V.G.; COMIN, J.J.; DE MELO, G.W.B.; DOS SANTOS, M.A.; LOURENZI, C.R.; LOSS, A.; BELLI FILHO, P.; SCHMITT, D.E. Copper and Zinc Fractions in the Profile of an Inceptisol Cultivated with Apple in Southern Brazil. **Bragantia,** v. 77, p. 333–347, 2018.

CAMARGO, F. A. O; MUNIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de análise química, mineralógica e física do solo do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas**: IAC, 94p (Boletim técnico, 106), 1986.

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,** Viçosa. v. 32, n. 4, p. 1479-1487, 2008.

CESCO, S.; PII, Y.; BORUSSO, L.; ORZES, G.; LUGLI, P.; MAZZETTO, F.; GENOVA, G.; SIGNORINI, M.; BRUNETTO, G.; TERZANO, R.; VIGANI, G.; MIMMO, T. A Smart and Sustainable Future for Viticulture Is Rooted in Soil: How to Face Cu Toxicity. **Applied Sciences**, v. 11, n. 3, e907, 2021.

CHRISTENSEN, P.; BEEDE, R.H.; PEACOCK, W. Fall foliar sprays prevent boron deficiency symptomps in grapes. **California Agriculture**, v. 60, n. 2, p. 100–103, 2016.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** Santa Maria: Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016.

DE CONTI, L.; CERETTA, C.A.; DE MELO, G.W.B.; TIECHER, T.L.; SILVA, L.O.S.; GARLET, L.P.; MIMMO, T.; CESCO, S.; BRUNETTO, G. Intercropping of Young Grapevines with Native Grasses for Phytoremediation of Cu-Contaminated Soils. **Chemosphere**, v. 216, p. 147–156, 2019.

DUTRA, M.; PETRENTCHUCK, L. W.; PAES, J. P. P. Tipificação de propriedades leiteiras administradas por jovens agricultores na região do Planalto Norte Catarinense. **Desenvolvimento Regional em debate,** v. 9, p. 387-401, 2019.

FERREIRA, G. W.; BORDALLO, S. U.; MEYER, E.; DUARTE, Z. V.; SCHMITT, J. K.; GARLET, L. P.; SILVA, A. A.; MOURA-BUENO, J. M.; MELO, G. W.; BRUNETTO, G.; TIECHER, T.; LOURENZI, C. R. Heavy Metal-Based Fungicides Alter the Chemical Fractions of Cu, Zn, and Mn in Vineyards in Southern Brazil. **Agronomy**, v. 14, n. 5, e969, 2024.

FORTUNATI, P. FoliarelR OK for control of boron deficiency. **Vignevini,** v. 33, p. 54–56, 2006.

GIROTTO, E.; CERETTA, C.A.; ROSSATO, L.V.; FARIAS, J.G.; BRUNETTO, G.; MIOTTO, A.; TIECHER, T.L.; CONTI, L. de; LOURENZI, C.R.; SCHMATZ, R.; GIACHINI, A.; NICOLOSO, F.T. Biochemical changes in black oat (*Avena strigosa* Schreb) cultivated in vineyard soils contaminated with copper. **Plant Physiology and Biochemistry,** v. 103, p. 199-207, 2016.

HENDGEN, M.; HOPPE, B.; D¨ORING, J.; FRIEDEL, M.; KAUER, R.; FRISCH, M.; DAHL, A.; KELLNER, H. Effects of different management regimes on microbial biodiversity in vineyard soils. **Scientific Reports,** v. 8, e.9393, 2018

IBANEZ, J. G.; CARREON-ALVAREZ, A.; BARCENA-SOTO, M.; CASILLAS, N. Metals in alcoholic beverages: A review of sources, effects, concentrations, removal,

speciation, and analysis. J**ournal of food composition and analysis**, v. 21, p. 672-683, 2008.

IBGE. **Produção de uva**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/uva/br. Acesso em: 29 junho 2024.

KARIMI, B.; MASSON, V.; GUILLAND, C.; LEROY, E.; PELLEGRINELLI, S.; GIBOULOT, E.; MARON, P.A.; RANJARD, L. Ecotoxicity of copper input and accumulation for soil biodiversity in vineyards. **Environmental Chemistry Letters**, v. 19, p. 2013-2030, 2021.

KOWAL, A. N.; SCHMIDT, E.; MACIEL, T. A.; ALMEIDA, R. S.; JANSEN, T. A.; FARIAS, E. V.; STEIDEL, O. F.; PALINGUER, R.; DEMETRIO, K. E.; WISNIEWSKI, C. S.; WURZ, D. A. Caracterização físico-química de vinhos de mesa tintos elaborados na região do Planalto Norte Catarinense, safra 2022. **Revista de Ciências Agroveterinárias,** v. 22, n. 4, p. 546-553, 2023.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants. Mineral nutrition of higher plants.** 2nd edition. Academic Press, London, 1995.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2nd Ed. Academic Press, New York, 2002.

MIOTTO, A.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G.; NICOLOSO, F.T.; GIROTTO, E.; FARIAS, J.G.; TIECHER, T.L.; DE CONTI, L.; TRENTIN, G. Copper uptake, accumulation and physiological changes in adult grapevines in response to excess copper in soil. **Plant Soil,** v. 374, p. 593-610, 2013.

PERALTA-VIDEA, J. R.; GARDEA-TORRESDEY, J. L.; GOMEZ, E.; TIEMANN, K. J.; PARSONS, J. G.; CARRILLO, G. Effect of mixed cadmium, copper, nickel and zinc at different pHs upon alfalfa growth and heavy metal uptake. **Environmental Pollution**, v. 119, p. 291-301, 2002.

POTTER, R.O.; CARVALHO, A.P.; FLORES, C.A. & BOGNOLA, I. **Solos do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro:** Embrapa-Solos. CD ROM; mapa color. (Embrapa Solos, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46), 2004.

RAMOS, M. C.; ROMERO, M. P. Effects of soil characteristics and leaf thinning on micronutrient uptake and redistribution in 'Cabernet Sauvignon'. **Vitis,** v. 55, p. 113-120, 2016.

ROUT, G. R.; SAHOO S. Role of iron in plant growth and metabolism. **Reviews in Agricultural Science**, v. 3, p. 1- 24, 2015.

RUYTERS, S.; SALAETS, P.; OORTS, K.; SMOLDERS, E. Copper toxicity in soils under established vineyards in Europe: a survey. **Science of the Total Environment,** v. 443, p. 470-477, 2013.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento - SEPLAN. Subsecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos. **Atlas Escolar de Santa Catarina.** Florianópolis, 1991.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água**: Projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 384p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SCHREINER, R. P.; SCAGEL, C. F.; BAHAM, J. Nutrient uptake and distribution in a mature "Pinot noir" vineyard. **HortScience**, v. 41, p. 336-345, 2006.

SCHMIDT, F.; FORTES, M. Á.; WESZ, J.; BUSS, G. L.; SOUSA, R. O. Impacto do manejo da água na toxidez por ferro no arroz irrigado por alagamento. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. *37*, n. 5, p. 1226-1235, 2013.

TECCHIO, M. A.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; MOURA, M. F. Produtividade e teores de nutrientes da videira Niagara Rosada em vinhedos nos municípios de Louveira e Jundiaí. **Bioscience Journa**l, Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 48-58, 2007.

TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; MOURA, M. F.; PIRES, E. J.; TERRA, M. M. Atributos químicos do solo em vinhedos de 'Niagara Rosada' nas regiões de Jundiaí, São Miguel Arcanjo e Jales. **Revista Ambiência,** v. 8, n. 2, p. 345-359, 2012.

TERRA, M. M. **Nutrição, calagem e adubação.** In: POMMER, C.V. Uva: Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. cap.7, p. 405-476.

TIECHER, T.L.; TIECHER, T.; CERETTA, C.A.; FERREIRA, P.A.A.; NICOLOSO, F.T.; SORIANI, H.H.; DE CONTI, L.; KULMANN, M.S.S.; SCHNEIDER, R.O.; BRUNETTO, G. Tolerance and translocation of heavy metals in young

grapevine (*Vitis vinifera*) grown in sandy acidic soil with interaction of high doses of copper and zinc. **Scientia Horticulturae,** v. 222, p. 203- 212, 2017.

TRENTIN, E.; CESCO, S.; PII, Y.; VALENTINUZZI, F.; CELLETTI, S.; FEIL, S.B.; ZULUAGA, M.Y.A.; FERREIRA, P.A.A.; RICACHENEVSKY, F.K.; STEFANELLO, L.O. Plant Species and PH Dependent Responses to Copper Toxicity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 196, e104791, 2022.

TRENTIN, E.; FACCO, D.B.; HAMMERSCHMITT, R.K.; FERREIRA, P.A.A.; MORSCH, L.; BELLES, S.W.; RICACHENEVSKY, F.K.; NICOLOSO, F.T.; CERETTA, C.A.; TIECHER, T.L. Potential of Vermicompost and Limestone in Reducing Copper Toxicity in Young Grapevines Grown in Cu-Contaminated Vineyard Soil. **Chemosphere**, v. 226, p. 421-430, 2019.

VYSTAVNA, Y.; RÄTSEP, R.; KLYMENKO, N.; DROZD, O.; PIDLISNYUK, V.; KLYMENKO, M. Comparison of soil-to-root transfer and translocation coefficients of trace elements in vines of Chardonnay and Muscat white grown in the same vineyard. **Scientia Horticulturae,** v. 192, p. 89-96, 2015.

WREGE, M. S.; STEINMTEZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R.. A**tlas climático da região Sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.** 2. ed. Brasília DF: Embrapa Informação Tecnológica, 334 p, 2012.

WÜRZ, D. A.; JASTROMBEK, J. M. Caracterização dos Produtores rurais e sistema produtivo da viticultura no Planalto Norte Catarinense. **Revista Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 12, p. 424-235, 2022.

Como citar este artigo científico

WURZ, D.A.; KOWAL, A.N.; SCHICK, J. Classificação e distribuição de micronutrientes e metais pesados em solos cultivados com a cultura da videira no Planalto norte Catarinense. *Scientia Vitae,* vol. 20, n. 51, ano 12, out. nov. dez. 2025, p. 34-45.