

Taxa fotossintética e acúmulo de matéria seca e nutrientes em videiras jovens na Serra Gaúcha cultivadas em solos com excesso de cobre

Gustavo Brunetto¹
George Wellington Bastos de Melo²
Alencar Schäfer Junior³
João Kaminski⁴
Carlos Alberto Ceretta⁴

Introdução

No Rio Grande do Sul, o uso continuado de fungicidas cúpricos em vinhedos tem aumentado os teores de cobre no solo (GIOVANNINI, 1997; MARTINS, 2005) acima do estabelecido como crítico pela CQFS-RS/SC (2004). Isso pode causar o aparecimento da toxidez deste elemento nas plantas, principalmente onde a acidez do solo não foi corrigida pela calagem (GIMENEZ et al., 1992; BRUNETTO et al., 2005).

O excesso de cobre no solo, em geral, aumenta sua quantidade no vegetal, a sua translocação dos tecidos velhos para os

tecidos jovens, altera o transporte de elétrons na fotossíntese e o número e o volume de cloroplastos, o que reduz a taxa fotossintética (URIBE; STARK, 1982; PANOU-FILOTHEOU et al., 2001; SANTOS et al., 2004). Além disso, diminui o crescimento de raízes (FAUST; CHRISTIANS, 2000), o que altera a absorção de nutrientes essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio. Entretanto, no Rio Grande do Sul, Estado com a maior área cultivada com videira do Brasil, estudos desta natureza são escassos.

O presente trabalho objetivou avaliar como a taxa fotossintética máxima e o

¹ Eng. Agrôn., Mestre em Ciência do Solo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Professor Substituto do Departamento de Solos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Bolsista do CNPq-Brasil, e-mail: brunetto.gustavo@gmail.com

² Eng. Agrôn., Doutor em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, e-mail: george@cnpuv.embrapa.br

³ Técnico em Nível Superior em Viticultura e Enologia, CEFET-BG, e-mail: alencarsj@hotmail.com

⁴ Eng. Agrôn., Doutor em Ciência do Solo, Professor do Departamento de Solos da UFSM, Bolsista do CNPq, e-mail: jk@smail.ufsm.br, carlosceretta@smail.ufsm.br

acúmulo de matéria seca e nutrientes em porta-enxertos jovens podem ser alterados quando a videira é cultivada em solos com diferentes níveis de cobre.

Descrição do experimento

O trabalho foi realizado na Embrapa Uva e Vinho, no município de Bento Gonçalves, RS. O porta-enxerto de videira Paulsen 1103 foi cultivado durante um ano em bandejas com substrato. Em seguida, as mudas do porta-enxerto foram transplantadas para vasos e cultivadas

durante 60 dias em casa de vegetação em um solo Cambissolo Húmico e num Neossolo Litólico (EMBRAPA, 1999) com os atributos apresentados na Tabela 1. Os solos foram coletados no Horizonte A, camada 0-20 cm, em área não cultivada, coberta com pastagem natural, no município de Bento Gonçalves, RS. Depois da coleta, os solos foram secos ao ar, passados em peneira com malha de 2 mm, adubados e submetidos à calagem conforme recomendação da CQFS-RS/SC (2004) para a videira.

Tabela 1. Atributos físicos e químicos na camada 0-20 cm dos solos Cambissolo Húmico e Neossolo Litólico submetidos ao cultivo de videiras do porta-enxerto Paulsen 1103, em casa de vegetação.

Atributo	Valor	
	Cambissolo Húmico	Neossolo Litólico
Argila, g kg ⁻¹ (1)	446	440
Silte, g kg ⁻¹ (1)	345	370
Areia, g kg ⁻¹ (1)	209	190
M O, g kg ⁻¹ (2)	61	36
pH - H ₂ O (2)	4,9	4,9
Índice SMP (2)	4,7	4,9
Al trocável, cmol _c kg ⁻¹ (3)	6,0	6,4
Mg trocável, cmol _c kg ⁻¹ (3)	1,61	1,00
Ca trocável, cmol _c kg ⁻¹ (3)	5,42	4,30
P disponível, mg kg ⁻¹ (4)	2,5	0,4
K trocável, mg kg ⁻¹ (4)	77	76
Cu disponível, mg kg ⁻¹ (5)	1,6	3,2

(1) Método da pipeta (EMBRAPA, 1997); (2) determinado segundo Tedesco et al. (1995); (3) extraído por KCl 1 mol L⁻¹ (Tedesco et al., 1995); (4) extraído por Mehlich 1 (Tedesco et al., 1995); (5) extraído por HCl 0,1 mol L⁻¹ (TEDESCO et al., 1995).

Os tratamentos constaram da aplicação de 0; 16,6; 33,3 e 66,6 mg de Cu kg⁻¹ de solo. As quantidades de cobre foram moídas em

gral de porcelana, aplicadas em 3 kg de solo, homogeneizado e acondicionado em vasos. Em seguida, foi aplicado água

na superfície dos vasos para elevar a umidade até 80% da capacidade de campo, que foi corrigida diariamente por pesagem.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. Aos 45 dias de cultivo foi determinada a taxa fotossintética das videiras com medidor portátil LI 6400. As leituras foram realizadas, ao longo do dia, na segunda folha do ramo do ano, contando da base para a ponta, em todas as plantas de cada tratamento. Foram realizadas curvas de resposta à intensidade de luz, usando câmara fechada com fonte de radiação fotossintética ativa (LI 6400 – 02B), onde foram programadas as seqüências de radiação nos pontos 2.500, 1.300, 1.000, 810, 270, 90, 30 e 0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Com os dados obtidos foi calculada a fotossíntese máxima em cada tratamento. Aos 60 dias de cultivo as plantas de videira do porta-enxerto foram colhidas, separadas em folhas e ramos. O solo dos vasos foi passado em peneira com malha de 2 mm para a separação das raízes, as quais foram lavadas com HCl 0,5 mol L⁻¹ e água destilada para a retirada de resíduos de solo. Todas as partes das plantas foram secas em estufa com ar forçado a 65°C, determinada a matéria seca, cortadas manualmente, moídas e preparadas para as análises de cobre, nitrogênio, fósforo e potássio, segundo metodologia proposta por Tedesco et al. (1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando os efeitos foram significativos, foram ajustadas equações de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático pelo teste F, escolhendo-se aquele com significância maior que 95%.

Resultados obtidos

A taxa fotossintética máxima dos porta-enxertos cultivados no solo Cambissolo Húmico não foi afetada pelo cobre aplicado, porém no solo Neossolo Litólico essa diminuiu de forma linear com o aumento da dose de cobre (Figura 1). Isso deve ter ocorrido porque o solo Neossolo Litólico apresenta maiores teores de cobre disponíveis, pelo extrator HCl 0,1 mol L⁻¹ (CQFS-RS/SC, 2004), para as mesmas aplicações, quando comparado ao solo Cambissolo Húmico (Figura 2), o que reflete no aumento linear do cobre nas folhas (Tabela 2). Como o cobre afeta a integridade das membranas celulares e subcelulares, mas também tem importante papel na cadeia transportadora de elétrons na fotossíntese, há expectativa que os cloroplastos possam entrar em colapso pelo excesso de cobre, refletindo na diminuição da taxa fotossintética, como relatado por Uribe & Stark (1982), Panou-Filotheou et al. (2001) e Santos et al. (2004).

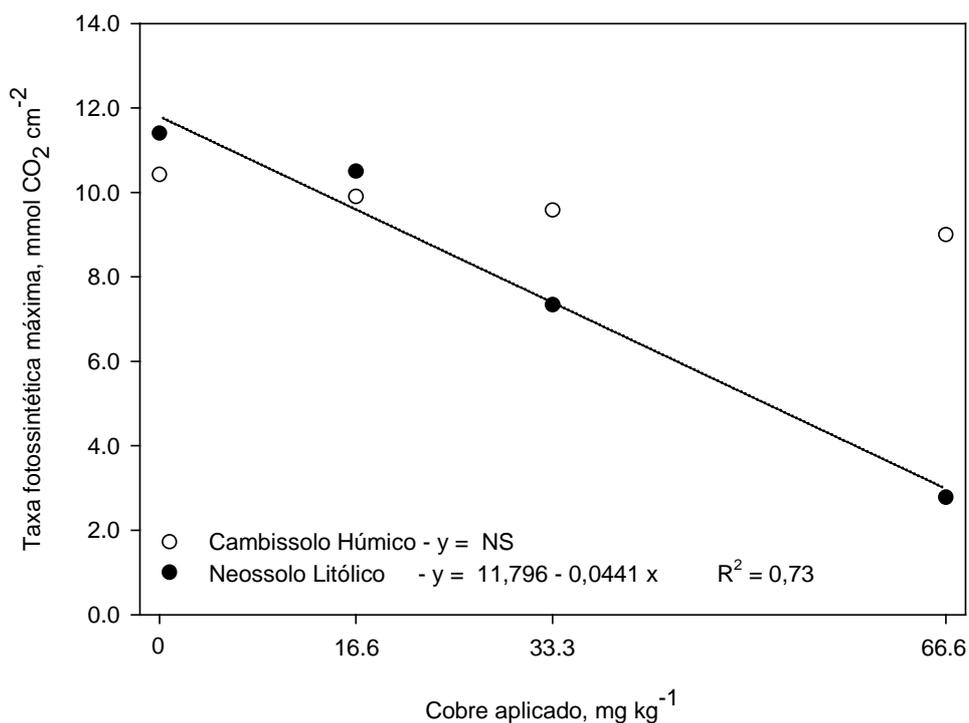


Fig. 1. Taxa fotossintética líquida obtida em radiação PAR radiante em videiras do porta-enxerto Paulsen 1103 submetidas à aplicação de quantidades crescentes de cobre, em casa de vegetação.

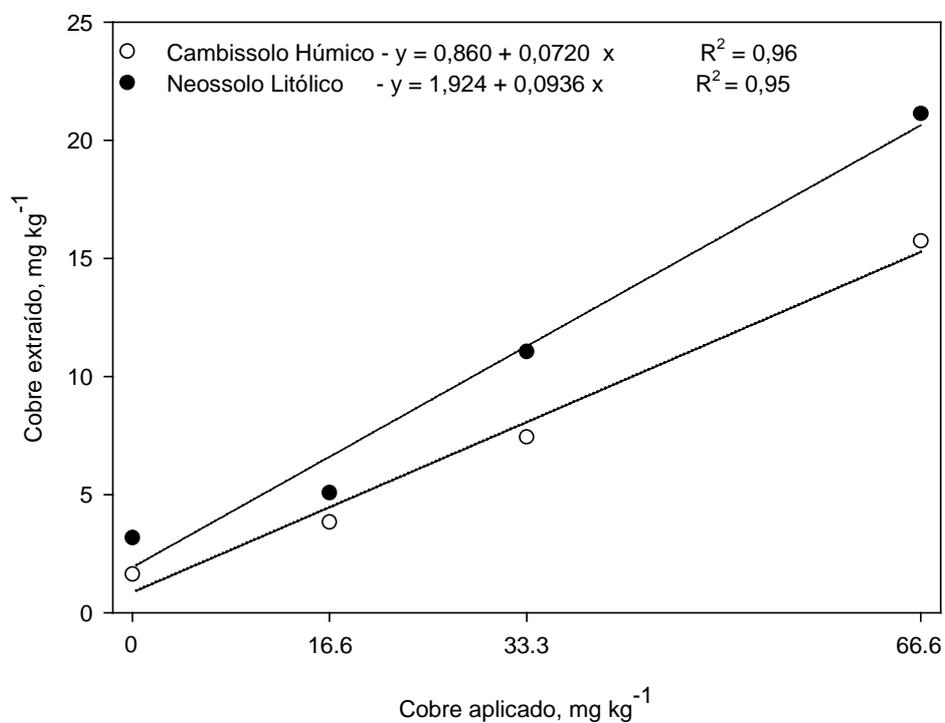


Fig. 2. Teores de cobre no solo extraído com a solução de HCl 0,1 mol L⁻¹ nas amostras coletadas após o cultivo de videiras do porta-enxerto Paulsen 1103 submetidas à aplicação de quantidades crescentes de cobre, em casa de vegetação.

Tabela 2. Produção de matéria seca e cobre acumulado em videiras do porta-enxerto Paulsen 1103 submetidas à aplicação de quantidades crescentes de cobre, em casa de vegetação.

Parte da videira	Cobre aplicado, mg kg ⁻¹				Equação de regressão	R ²
	0	16,6	33,3	66,6		
Matéria seca, g planta ⁻¹						
Cambissolo Húmico						
Folhas	2,19	2,32	2,42	2,18	ns	-
Ramos	1,34	1,33	1,28	1,23	ns	-
Raízes	2,13	2,16	2,04	2,12	ns	-
Neossolo Litólico						
Folhas	2,47	1,94	1,49	0,65	y = 2,428 - 0,0090 x	0,76*
Ramos	1,37	0,84	0,61	0,34	y = 1,214 - 0,0048 x	0,60*
Raízes	2,53	2,68	1,43	1,46	y = 2,694 - 0,446 x	0,73*
Cobre acumulado, mg kg ⁻¹						
Cambissolo Húmico						
Folhas	9,19	8,60	8,75	8,70	ns	-
Ramos	4,97	4,63	4,65	4,04	ns	-
Raízes	6,94	6,99	7,41	7,36	ns	-
Neossolo Litólico						
Folhas	5,30	6,23	6,90	8,50	y = 5,352 + 0,0157 x	0,81*
Ramos	2,96	5,16	6,41	7,60	y = 3,604 + 0,0220 x	0,75*
Raízes	5,54	6,95	11,40	15,20	y = 5,346 + 0,0506 x	0,88*

ns = não significativo a 5% de probabilidade de erro; * = significativo a 5% de probabilidade de erro.

A maior quantidade de cobre extraído no solo Neossolo Litólico (Figura 2) está associada a menor quantidade de matéria orgânica do solo (Tabela 1), o que diminui a adsorção ou complexação desse elemento pelos grupos funcionais da matéria orgânica, que também foi observado por Pombo e Klampt (1968), Brun et al. (1998), Parat et al. (2002), Arias et al. (2004) e Martins (2005).

No Neossolo Litólico, a produção de matéria seca das folhas, dos ramos e das raízes das videiras diminuiu de forma linear com o aumento do cobre aplicado

(Tabela 2). Contudo, a produção de matéria seca das videiras cultivadas no solo Cambissolo Húmico não foi afetada pelo cobre aplicado (Tabela 2), porque este solo possui alto teor de matéria orgânica, e isso aumenta a adsorção ou complexação de cobre pelos grupos funcionais da matéria orgânica. Assim, as aplicações de fungicidas cúpricos em vinhedos com videiras jovens podem ser realizadas sem prejuízos de toxidez de cobre à cultura da videira, principalmente em solo com pH próximo de 6,0, mas com monitoramento periódico dos seus teores no solo.

A quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio acumulados nas videiras cultivadas no solo Cambissolo Húmico não foi afetada pelo cobre aplicado (Tabela 3), porém no Neossolo Litólico, suas quantidades diminuíram de forma linear nas folhas, nos ramos e nas raízes,

mesma tendência encontrada na produção de matéria seca (Tabela 2). Estes resultados indicam que o excesso de cobre no solo afeta negativamente o crescimento de raízes (FAUST; CHRISTIANS, 2000), repercutindo na menor absorção de nutrientes essenciais.

Tabela 3. Nitrogênio, fósforo e potássio acumulados em videiras do porta-enxerto Paulsen 1103 submetidas à aplicação de quantidades crescentes de cobre, em casa de vegetação.

Parte da videira	Nutrientes	Cobre aplicado, mg kg ⁻¹				Equação de regressão	R ²
		0	16,6	33,3	66,6		
g kg ⁻¹							
Cambissolo Húmico							
Folhas	N	27,21	26,69	25,64	25,38	ns	-
	P	6,42	7,37	7,47	6,17	ns	-
	K	15,68	17,70	17,43	15,84	ns	-
Ramos	N	8,22	8,40	7,96	7,44	ns	-
	P	0,93	0,93	0,89	0,81	ns	-
	K	6,66	6,45	7,32	6,79	ns	-
Raízes	N	7,17	7,26	7,26	7,00	ns	-
	P	0,94	0,88	0,87	0,91	ns	-
	K	15,76	14,37	13,82	13,15	ns	-
Neossolo Litólico							
Folhas	N	23,28	24,07	23,10	7,96	y = 26,620 - 0,0802 x	0,75 [*]
	P	7,88	6,26	5,53	0,69	y = 8,202 - 0,0355 x	0,74 [*]
	K	15,86	16,52	17,80	7,87	y = 18,125 + 0,0411 x	0,51 [*]
Ramos	N	7,26	5,08	4,81	2,80	y = 6,792 - 0,0206 x	0,64 [*]
	P	0,91	0,72	0,63	0,21	y = 0,922 - 0,0034 x	0,65 [*]
	K	11,87	8,99	8,21	1,88	y = 11,982 - 0,0485 x	0,66 [*]
Raízes	N	8,05	7,70	8,05	5,77	y = 8,366 + 0,0111 x	0,52 [*]
	P	1,03	0,97	1,16	0,63	y = 1,112 - 0,0018 x	0,38 [*]
	K	8,11	8,39	8,30	7,00	y = 8,678 + 0,0054 x	0,12 [*]

^{ns} = não significativo a 5% de probabilidade de erro; ^{*} = significativo a 5% de probabilidade de erro.

Considerações finais

A possibilidade de ocorrer alterações na taxa fotossintética máxima, na produção de matéria seca e no acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio nas diferentes partes da planta de videira depende das características do solo, especialmente do teor de matéria orgânica, tanto que, a toxidez com cobre nas plantas jovens de videira foi encontrada no Neossolo Litólico. Por isso que, em geral, em solos com baixo teor de matéria orgânica, as aplicações freqüentes de fungicidas cúpricos devem ser usadas com cuidado, uma vez que, isso pode aumentar o teor de cobre no solo, o que potencializa danos ao crescimento e ao desenvolvimento das videiras.

Agradecimentos

Aos laboratoristas Volmir Scanagatta e Alexandre Mussnich (Laboratório de Análise de Solo e Tecido da Embrapa Uva e Vinho), pelo auxílio na execução das análises de tecido e de solo.

Bibliografia Citada

ARIAS, M.; LÓPEZ, E.; FERNÁNDEZ, D.; SOTO, B. Copper distribution and dynamics in acid vineyard soils treated with copper-based fungicides. **Soil Science**, Baltimore, v. 169, n. 11, p. 796-805, 2004.

BRUN, L. A.; MAILLET, J.; RICHARTE, J.; HERRMANN, P.; REMY, J. C. Relationships

between extractable copper, soil properties and copper uptake by wild plants in vineyard soils. **Environmental Pollution**, Oxford, v. 10, p. 151-161, 1998.

BRUNETTO, G.; WENDLING, A.; BANDINELLI, D.; KAMINSKI, J.; CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; MELO, G. W. A toxidez de cobre na aveia em vinhedos é menor em solos com alto teor de matéria orgânica. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2005, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. v. 1, p. 255.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS – Núcleo Regional Sul, UFRGS, 2004. 400 p.

EMBRAPA-CNPS. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMBRAPA-CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

FAUST, M. B.; CHRISTIANS, N. E. Copper reduces shoot growth and root development of creeping bentgrass. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 498-502, 2000.

GIMENEZ, S. M. N.; CHAVES, J. C. D.; PAVAN, M. A.; CRUCES, I. I. Toxidez de cobre em mudas de cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 361-366, 1992.

GIOVANNINI, E. Toxidez por cobre em vinhedos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 115-117, 1997.

MARTINS, S. C. **Adsorção e dessorção de cobre em solos sob aplicação de lodo de esgoto e calda bordalesa**. 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de concentração Solos e Nutrição de plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

PANOUI-FILOTHEOU, H.; BOSABALIDIS, A. M.; KARATAGLIS, S. Effects of copper toxicity on leaves of oregano (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*). **Annual Botanic**, v. 88, p. 207-214, 2001.

PARAT, C.; CHAUSSOD, R.; LÉVÊQUE, J.; DOUSSET, S.; ANDREUX, F. The relationship between copper accumulated in vineyard calcareous soils and soil organic matter and iron. **European Journal of Soil Science**, Madison, v. 53, p. 663-669, 2002.

POMBO, L. C. A.; KLAMT, E. Adsorção de zinco e cobre de dois solos do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, p. 191-194, 1992.

SANTOS, H. P.; MELO, G. W.; LUZ, N. B.; TOMASI, R. J. **Comportamento fisiológico de plantas de aveia (*Avena strigosa*) em solos com excesso de cobre**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. 10 p. (Comunicado Técnico, 49).

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5)

URIBE, E. G.; STARK, B. Inhibition of photosynthetic energy conversion by cupric ion. **Plant Physiology**, Rockville, v. 69, p. 1040-1045, 1982.

Comunicado Técnico, 80

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Uva e Vinho
Rua Livramento, 515 – C. Postal 130
95700-000 Bento Gonçalves, RS
Fone: (0xx)54 3455-8000
Fax: (0xx)54 3451-2792
<http://www.cnpuv.embrapa.br>



1ª edição
1ª impressão (2007): on-line

Comitê de Presidente: Lucas da Ressurreição Garrido
Publicações Secretária-Executiva: Sandra de Souza Sebben

Membros: Luiz Antenor Rizzon, Kátia Midori Hiwatashi, Osmar Nickel e Viviane Zanella Bello Fialho

Expediente Normatização Bibliográfica: Kátia Midori Hiwatashi