

A calagem pode mitigar os efeitos da fitotoxicidade do cobre em aveia branca (*Avena sativa* L.)?

George Wellington Melo¹; Janes Mezacasa²; Karine Rodighero³; Paula Duarte de Oliveira⁴; Jean Bressan Albarello⁵; Renan Dal Magro⁶

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. E-mail: wellington.melo@embrapa.br.; ⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo, Ex-estagiária da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. janesmezacasa@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS. E-mail: karodighero@yahoo.com.br; ⁽⁴⁾ Estudante, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. E-mail: pouduarte@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Estudante, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, RS. E-mail: jeanalbarello@gmail.com; ⁽⁶⁾ Estudante, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, RS. E-mail: renandalm@yahoo.com.br

RESUMO: A aveia é uma das plantas mais usada para cobertura de solos cultivados com videira na região da Serra Gaúcha. As constantes aplicações de calda bordalesa em videiras da Serra Gaúcha para a prevenção do míldio, tem causado o aumento dos níveis de cobre nos solos, o que pode interferir no estado nutricional das mesmas, causando problemas como fitotoxicidade, além de gerar grande dificuldade na implantação de novos vinhedos pela diminuição de crescimento de raízes e parte aérea. A disponibilidade do cobre para as plantas é influenciada por fatores do solo, como MO, presença de outros elementos e pH do solo. O presente trabalho teve como objetivo verificar se a elevação dos níveis de pH do solo pode mitigar os efeitos da fitotoxicidade do cobre em plantas. O trabalho foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Uva e Vinho no município de Bento Gonçalves, RS. O delineamento foi blocos casualizados com parcelas subdivididas, com seis solos, cinco doses de calcário (0, 0,5, 1, 1,5 e 2 SMP) e três repetições, com a adição, em todas as amostras, de 50 mg de Cu kg⁻¹ de solo. Foram determinados os teores relativos de clorofilas A e B das folhas e matéria seca. Os resultados apontaram que a elevação do pH do solo através da calagem pode mitigar os efeitos da fitotoxicidade por cobre, além disso, características individuais de cada solo foram responsáveis por melhores resultados na mitigação.

Termos de indexação: metal pesado, Serra Gaúcha, contaminação.

INTRODUÇÃO

A vitivinicultura tem grande importância econômica para o país, principalmente para o estado do Rio Grande do Sul. O setor vitivinícola do Rio Grande do Sul é responsável por 1% do PIB do estado, sendo responsável ainda por 90% da produção nacional de vinhos e 55% da produção de uvas (A força..., 2011).

A Serra Gaúcha, localizada no Nordeste do RS, é a maior região vitícola do país (IBRAVIN, 2013).

Devido às condições de clima do local, há grande incidência de doenças fúngicas, principalmente míldio, e com isso há necessidade de aplicação de produtos fitossanitários. Entre os produtos utilizados para prevenção de míldio, o mais antigo, é a calda bordalesa, que é uma mistura de sulfato de cobre e cal diluídos em água (Felix, 2005).

O uso continuado da calda bordalesa tem causado a elevação dos teores de cobre tanto nas camadas superficiais dos solos quanto nas subsuperficiais. Este excesso de cobre tem se tornado um problema comum entre os produtores de videira da Serra Gaúcha (Schafer et al., 2003). Altos índices de cobre no solo também foram encontrados nas regiões produtoras de uva na Itália e demais países Europeus (Felix, 2005).

A elevação dos teores de cobre no solo pode causar o aumento da sua disponibilidade para as plantas, e com isso aumenta a possibilidade de fitotoxicidade. Esta toxicidade pode se estender na cadeia alimentar, chegando aos animais e homens pelo consumo de alimentos contaminados, além de diminuir a produtividade dos solos, o que pode representar perdas significativas na produção de alimentos. Segundo Marschner (1995), as elevadas concentrações de cobre, além de inibir o crescimento, interferem em processos celulares, como a fotossíntese e a respiração. E, pelo cobre participar dos metabolismos de carboidratos e nitrogênio, da síntese de lignina e de clorofila, a alteração dos seus níveis na planta também pode causar alterações nestes processos.

A produção de videiras jovens em solos com excesso de cobre causa uma menor produção de matéria seca e diminuição do acúmulo de cobre, nitrogênio, fósforo e potássio nas diferentes partes da videira, principalmente em solos com menor teor de matéria orgânica (melo et al., 2008).

A mobilidade e a disponibilidade do cobre e demais metais pesados para as plantas pode ser influenciada por fatores como pH, matéria orgânica, CTC e demais minerais presentes no solo, assim, pH próximo ou acima de 6, níveis elevados de matéria orgânica e minerais aumentam a adsorção do elemento, o que pode diminuir a fitotoxicidade e

possíveis contaminações do lençol freático no caso de percolação do elemento (Felix, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de pH do solo sobre a produção de massa seca e teores de clorofilas nas plantas de aveia (*Avena sativa*) cultivadas em solos com alto nível de cobre.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Uva e Vinho, localizada no município de Bento Gonçalves, RS. Utilizaram-se amostras de seis solos, provenientes da Serra Gaúcha, com diferentes classes de solo (3 argissolos, 2 cambissolos e 1 neossolo) e vegetação.

Os solos, depois de coletados, foram secados ao ar e passados em peneira de malha de 2 mm. Após, acondicionou-se 400 ml de solo em vasos com capacidade de 500 ml, permaneceram incubadas, durante 90 dias, com cinco doses de carbonatos de cálcio e magnésio, relação 3:1, as quais consistiram de 0, 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 vezes a recomendação para atingir pH6,0 recomendada pela CQFS-RS/SC, (Manual..., 2004). Após o período de incubação, em cada vaso, foi adicionado 50 mg kg⁻¹ de cobre, mais adubação de correção, conforme recomendações CQFS-RS/SC (Manual..., 2004), de fósforo com 200 kg P₂O₅ ha⁻¹ e potássio com 90 kg K₂O ha⁻¹ aplicados na forma de fosfato de potássio. No dia da semeadura foi aplicada solução de ureia contendo 40 kg N ha⁻¹ e aos 8 dias após o desbaste, em forma de solução, foi aplicado 10 kg N ha⁻¹ tendo como fonte a ureia.

A planta teste foi a aveia branca (*Avena sativa*), que foi semeada, 10 sementes de por vaso, irrigados posteriormente até 80% da capacidade de campo. A partir de então, a água passou a ser adicionada no prato dos vasos para manter a umidade do solo.

Passados sete dias da semeadura foi realizado o desbaste das plantas, deixando-se apenas 4 delas por vaso.

Após 38 dias da semeadura, foram determinados os teores relativos de clorofilas A e B das folhas. O procedimento foi realizado com Clorofilômetro, CFL1030 da Falker, fazendo-se três leituras em cada vaso.

Aos 39 dias após a semeadura foi realizada a coleta da parte aérea, que foi colocada em estufa com ar forçado a 65°C, para secagem e avaliação de matéria seca. Posteriormente foram moídas e preparadas para as análises de cobre conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

O delineamento experimental foi blocos ao acaso

com parcelas subdivididas, com três repetições, sendo que as parcelas consistiram de amostras de seis tipos de solos e as subparcelas de cinco doses de calcário (0, 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 SMP). Os dados obtidos das variáveis foram analisados estatisticamente utilizando o software SAS Institute Inc., SAS 9.1.3, (2003) com o auxílio do procedimento PROC GLM e, quando o teste F foi significativo, submeteu-se ao teste de Tukey a 95% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os resultados obtidos para a produção de massa seca e de clorofilas A e B ocorreu interação significativa entre as doses de calcário e o tipo de solo, o que indica as plantas tiveram resposta às doses de calcário dependente do tipo de solo. Observa-se na **Tabela 1** que, para os solos 1 e 4, o aumento da dose de calcário não aumentou a produção de massa seca. Para os demais solos, quando houve diferença, ela só foi significativa em relação à dose 0 (zero). Isso pode ser um indicativo de que para mitigar a possível fitotoxicidade causada pelo cobre adicionado aos solos, basta aplicar 50% da dose de calcário recomendada. Para os solos que não houve diferença significativa a dose de cobre aplicada não teve efeito fitotóxico, pois a fitotoxicidade varia conforme o tipo de solo e o tempo de cultivo (Rusjan et al., 2007; Daoust et al., 2006). Efeitos do cobre sobre a matéria seca em plantas de aveia também foram descritas por Santos et al., (2004), em Argissolo acinzentado.

Quanto ao conteúdo de Clorofila, para todos os solos, o aumento da dose de calcário não alterou o teor de clorofila A, no entanto para a clorofila B e clorofila total, nos solos 2 e 3, o teor foi menor na dose 0 (zero), não havendo diferença entre as demais doses (tabela 3). O aumento no conteúdo de clorofila B é um indicativo de que a calagem pode contribuir para aumentar a eficiência na absorção de luz menos intensa (Whatley; Whatley, 1982), e também um possível aumento de espectro de ação da fotossíntese (Mitchell, 1979). A redução de conteúdos de clorofila nas folhas, por consequência, irá causar uma redução da taxa fotossintética, sendo que a clorofila é responsável pela absorção da energia luminosa, que irá desencadear o processo da fotossíntese (Rego; Possamai, 2006).

Ao analisar separadamente os seis solos obtiveram-se diferenças significativas entre eles, concluindo-se assim que diferenças entre os próprios solos influenciam na toxicidade do cobre. Esta diferença entre tipos de solos e sua influência



na absorção de cobre também foi notada por Santos et al. (2004), em experimento realizado para avaliar o excesso de cobre em dois solos, um cambissolo e outro argissolo, sendo que o solo cambissolo foi o que teve os menores resultados de fitotoxicidade por apresentar maior quantidade de MO.

CONCLUSÕES

A concentração de cobre no solo que causa fitotoxicidade na videira varia de solo para solo.

O uso da calagem pode ser uma ferramenta para ser utilizada na mitigação da toxicidade de cobre nas plantas de videira

Necessitam-se mais pesquisas para estabelecer até que nível de cobre nos solos a calagem pode ter efeito mitigador.

REFERÊNCIAS

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC (CQFS-RS/SC). Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004. 400p.

Daoust, C.M., Bastien, C. & Deschênes, L., 2006. Influence of soil properties and aging on the toxicity of copper on compost worm and barley. *Journal of environmental quality*, 35(2), pp.558–67. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16510700> [Accessed June 9, 2011].

FELIX, F. F. Comportamento do cobre aplicado no solo por calda bordalesa. 2005. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

IBRAVIN. Instituto Brasileiro do Vinho; A força do vinho brasileiro. Informativo Saca Rolhas. Ano 2, Nº 4, Setembro de 2011.

IBRAVIN. Instituto Brasileiro do Vinho; Regiões Produtoras. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/regioesprodutoras.php>> Acesso em: 15 jan. 2013.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MELO, G. W.; BRUNETO, G.; SCHÄFER Jr, A.; KAMINSKI, J.; FURLANETTO, V. Matéria seca e acumulação de nutrientes em videiras jovens cultivadas em solos com diferentes níveis de cobre. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 14, n.4, p.72-76, out./dez. 2008.

MITCHELL, R.L. *Crop Growth and Culture*. Ames, The Iowa State University Press, 1979, 349p.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. *Pesquisa Florestal Brasileira*. Colombo, PR n. 53, p. 179-194, jul./dez. 2006.

Rusjan, D. et al., 2007. Copper accumulation regarding the soil characteristics in Sub-Mediterranean vineyards of Slovenia. *Geoderma*, 141(1-2), pp.111–118. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0016706107001565> [Accessed February 28, 2011]. WHATLEY, J.M.;

WHATLEY, J.M.; WHATLEY, F.R. *A luz e a vida das Plantas*. São Paulo: EPU; EDUSP, 1982. 101p. (Temas de Biologia, 30)

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

SAS INSTITUTE INC. 2003. SAS Ver. 9.1.3 SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA.

SCHAFFER JÚNIOR, A.; MELO, G.W.; CÉSARO, A. Influência do excesso de cobre em dois tipos de solo sobre o porta-enxerto paulsen 1103 em casa de vegetação. In. Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, 10. Anais... p.175. 2003.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. *Análise do Solo, Planta e Outros Materiais*, 2a Edição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.



Tabela 1 – Produção de massa seca e teor de clorofila da aveia em resposta à aplicação de doses de calcário.

Calagem (SMP)	Massa Seca(g)	Índice relativo de clorofilas			
		A	B	Total	A/B
Solo 1 - Cambissolo					
0	3,60 A	36,47 A	10,91 A	47,38 A	3,3 A
0,5	3,83 A	39,74 A	12,31 A	52,05 A	3,2 A
1	4,23 A	40,26 A	12,72 A	53,98 A	3,2 A
1,5	3,93 A	39,84 A	12,57 A	52,41 A	3,2 A
2	3,67 A	37,09 A	10,92 A	48,01 A	3,4 A
Média	3,60 A	36,47 A	10,91 A	50,57	3,3
Solo 2 – Neossolo					
0	0,47 A	28,03 A	6,74 A	34,77 A	4,2 A
0,5	2,83 B	38,03 A	11,56 B	49,59 B	3,3 B
1	2,70 B	38,49 A	11,31 B	49,80 B	3,4 B
1,5	2,93 B	37,49 A	10,67 B	48,16 B	3,5 B
2	3,40 B	36,22 A	10,24 B	46,46 B	3,5 B
Média	2,47	35,65	10,1	45,75	3,5
Solo 3 – Argissolo					
0	0,43 A	25,79 A	5,86 A	31,65 A	4,4 A
0,5	3,13 B	35,66 A	10,27 B	45,93 B	3,5 B
1	1,90 B	33,59 A	9,36 B	43,95 B	3,6 B
1,5	2,20 B	35,91 A	10,21 B	46,12 B	3,5 B
2	2,57 B	37,50 A	11,03 B	48,53 B	3,4 B
Média	2,05	33,69	9,34	43,03	3,6
Solo 4 – Cambissolo					
0	4,43 A	37,17 A	10,67 A	47,84 A	3,5 A
0,5	4,33 A	39,08 A	11,72 A	50,80 A	3,3 A
1	4,30 A	39,19 A	11,84 A	51,03 A	3,3 A
1,5	4,33 A	39,53 A	12,10 A	51,63 A	3,3 A
2	4,67 A	38,18 A	11,36 A	49,54 A	3,4 A
Média	4,41	38,63	11,54	50,17	3,3
Solo 5 – Argissolo					
0	1,27 A	30,56 A	8,36 A	38,92 A	3,7 A
0,5	2,43 AB	31,86 A	10,00 A	41,86 A	3,2 A
1	2,60 B	35,16 A	10,09 A	45,25 A	3,5 A
1,5	2,87 B	36,57 A	10,54 A	47,11 A	3,5 A
2	3,10 B	35,46 A	10,31 A	45,77 A	3,4 A
Média	2,45	33,92	9,86	43,78	3,4
Solo 6 - Argissolo					
0	0,73 A	28,77 A	6,81 A	35,58 A	4,2 A
0,5	1,60 AB	31,23 A	7,97 A	39,20 A	3,9 A
1	1,60 AB	32,99 A	8,90 A	41,89 A	3,7 A
1,5	1,97 AB	33,31 A	8,88 A	42,19 A	3,8 A
2	2,33 B	34,20 A	9,28 A	43,48 A	3,7 A
Média	1,65	32,1	8,37	40,47	3,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05\%$)