

Foto: George W. B. Melo.



A Calagem Pode Mitigar os Efeitos da Fitotoxicidade do Cobre em Aveia (*Avena sativa*)?

George Wellington Melo¹

Janes Mezacasa²

Jovani Zalamena³

Paula Duarte de Oliveira⁴

Rafael Fernando Freitas⁵

Renan Dal Magro⁶

Introdução

A vitivinicultura tem grande importância econômica para o país, principalmente para o estado do Rio Grande do Sul. Segundo dados do IBGE (2010), a produção de uvas do Rio Grande do Sul representa mais da metade da produção brasileira (54,7%), sendo que, dos 81.259 hectares (ha) de área colhida no Brasil, 48.747 ha foram no estado gaúcho. A produção total de uvas no estado em 2010 foi de 692.901 toneladas (t) e a produção nacional de 1.351.160 t. Esse valor representa uma redução de cerca de 1% em comparação ao ano anterior, em virtude de problemas climáticos ocorridos no estado (MELLO, 2010). O setor vitivinícola do Rio Grande

do Sul é responsável por 1% do PIB (Produto Interno Bruto) do estado, sendo responsável, ainda, por 90% da produção nacional de vinhos e 55% da produção de uvas (SETOR ..., 2011).

A Serra Gaúcha, localizada no Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, é a maior região vitícola do país, com cerca de 40 mil hectares de vinhedos (IBRAVIN, 2013). Devido às condições de clima do local, há grande incidência de doenças fúngicas e, com isso, existe a necessidade de realização do controle fitossanitário. Entre os produtos, o mais antigo e utilizado é a calda bordalesa [$\text{CuSO}_4 + \text{Ca(OH)}_2$], que

¹ Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. E-mail: wellington.melo@embrapa.br.

² Eng. Agrôn., Ex-estagiária da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

³ Pós-Doutorando Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS.

E-mail: jovani.zalamena@colaborador.embrapa.br.

⁴ Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS. E-mail: poulduarte@hotmail.com.

⁵ Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Bento Gonçalves, RS. E-mail: rfernadofreitas@yahoo.com.br.

⁶ Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Bento Gonçalves, RS. E-mail: renandalm@yahoo.com.br.

é uma mistura de sulfato de cobre e cal diluídos em água, utilizada para o controle de doenças fúngicas (FELIX, 2005).

Uma das doenças que mais atacam a cultura da videira é o míldio, causado pelo fungo *Plasmopara viticola* (FELIX, 2005). No sistema Agrofit do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estão registrados vários produtos para controle do míldio em videira. Entre os princípios ativos registrados, encontram-se captan, mancozebe, clorotalonil, folpete, hidróxido de cobre e metalaxil-M. Porém, o produto mais utilizado ainda é a calda bordalesa, de forma preventiva.

O uso continuado da calda bordalesa para a prevenção do míldio em videiras tem causado a elevação dos teores de cobre tanto nas camadas superficiais do solo como nos tecidos vegetais. Esse excesso de cobre tem se tornado um problema comum entre os produtores de videira da Serra Gaúcha, que, devido às constantes aplicações da calda bordalesa, já adicionaram ao solo quantidades consideráveis do elemento (SCHAFER et al., 2003). Altos índices de cobre no solo também foram encontrados nas regiões produtoras de uva na Itália e nos demais países europeus (FELIX, 2005; MARTINS, 2005).

A elevação dos teores de cobre no solo pode causar o aumento da sua disponibilidade para as plantas, e, com isso, a possibilidade de fitotoxicidade aumenta. Essa toxidez 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 inibirem o crescimento, interferem em processos celulares, como a fotossíntese e a respiração. Além disso, devido ao fato de o cobre participar do metabolismo de carboidratos, do nitrogênio, da síntese de lignina e de clorofila, a alteração dos seus níveis na planta também pode causar alterações nesses processos.

A produção de videiras jovens em solos com excesso de cobre causa uma menor produção de matéria seca e a diminuição do acúmulo de cobre, nitrogênio, fósforo e potássio nas diferentes partes da planta, 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 podem ser influenciadas 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 em caso de percolação do elemento (FELIX, 2005).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito de diferentes níveis de pH para a diminuição da fitotoxicidade de cobre exercida sobre plantas de aveia (*Avena sativa*), que é a principal planta de cobertura usada em cultivos de videira.

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 sete solos, provenientes da Serra Gaúcha, com diferentes classes de solo e vegetação. A relação dos solos, sua localização, classe de solo e tipo de vegetação estão dispostos na Tabela 1, enquanto que os atributos físicos e químicos podem ser observados na Tabela 2.

Os solos, depois de coletados, foram secados ao ar e passados em peneira de malha de 2 mm. Depois disso, foram acondicionados 400 mL de solo em vasos com capacidade de 500 mL, que permaneceram incubados durante noventa dias, com cinco doses de carbonatos de cálcio e magnésio, em relação 3:1. Estas consistiram de 0, 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 vezes a recomendação para atingir pH 6,0 recomendada pela CQFS-RS/SC (MANUAL..., 2004).

Tabela 1. Localização, classe de solo e vegetação das amostras de solo utilizadas para a realização do experimento.

Solo	Tipo de solo	Localização	Vegetação
1	Cambissolo	Garibaldi	Mata
2	Neossolo	Farroupilha	Eucalipto
3	Argissolo	Caxias do Sul	Eucalipto
4	Cambissolo	Mote Belo do Sul	Capoeira
5	Argissolo	Cotiporã	Mata
6	Neossolo	Bento Gonçalves	Capoeira
7	Argissolo	Garibaldi	Capoeira

Tabela 2. Características gerais dos solos utilizados.

Solo	Argila	pH (1:1)	P	K	M.O - PPI	Al	Ca	Mg	CTC (mmol _c .L ⁻¹)
	(g.kg ⁻¹)		(mg.dm ⁻³)	(g.kg ⁻¹)	(mmol _c .dm.kg ⁻³)				
1	310	4,8	4,3	92	21	13,3	27,0	12,0	164
2	300	4,6	9,3	117	29	52,7	5,0	7,0	289
3	350	4,3	4,2	67	69	61,7	3,6	3,0	282
4	290	5,0	2,5	208	21	4,7	95,3	30,4	131
5	450	4,5	4,5	50	21	46,6	9,8	11,0	22
6	280	5,1	4,5	90	20	19,8	25,9	7,0	35
7	460	4,6	3,6	67	29	50,0	16,5	9,3	28

As doses de carbonatos aplicadas e os valores de pH atingidos após a encubação estão na Tabela 3. Após o período de encubação, em cada vaso, foram adicionados 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, oito dias após o desbaste, em forma de solução, foram aplicados 10 kg N.ha⁻¹, tendo como fonte a ureia.

A planta teste foi a aveia branca (*Avena sativa*), semeando-se dez sementes por vaso, irrigados posteriormente até 80% da capacidade de campo. A partir de então, a água passou a ser adicionada nos pratos dos vasos, para manter a umidade do solo.

Três dias após a semeadura, já foi possível notar a emergência das primeiras plantas de aveia. Passados sete dias da semeadura, foi realizado o desbaste, deixando-se apenas quatro plantas por vaso. Após trinta e oito 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.

Com trinta e nove dias, foi realizada a coleta da parte aérea das plantas, com o corte feito a um centímetro da superfície do solo e com a colocação das mesmas 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, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, conforme metodologia descrita por Tedesco et al., 1995.

O delineamento experimental foi feito por blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com três repetições, sendo que as parcelas consistiram em amostras de sete 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-se o software SAS Institute Inc., SAS 9.1.3., com o auxílio do procedimento PROC GLM e, quando o teste F foi significativo, foi realizado o teste de Tukey a 95% de significância.

Tabela 3. Dose de carbonatos (Mg.ha⁻¹) aplicados e pH atingido em cada solo.

Solo	Tipo de Solo	0 SMP		0,5 SMP		1,0 SMP		1,5 SMP		2,0 SMP	
		Dose Calcário	pH atingido								
1	Cambissolo	0	5,4	3,6	6,5	9,1	7,1	10,6	7,2	14,2	7,6
2	Neossolo	0	5,0	10,5	6,7	21,0	7,2	31,5	7,9	42,0	8,2
3	Argissolo	0	4,9	10,5	6,3	21,0	6,6	31,5	7,3	42,0	7,2
4	Cambissolo	0	5,5	2,7	6,4	5,4	6,9	8,1	7,3	10,8	7,5
5	Argissolo	0	4,8	7,6	6,3	15,1	6,8	22,7	7,3	30,2	7,5
6	Neossolo	0	5,0	4,2	6,1	8,3	6,4	12,5	6,7	16,6	7,1
7	Argissolo	0	4,5	8,6	5,8	17,3	6,3	25,9	6,3	34,6	6,8

Resultados e Discussão

Os primeiros sintomas de toxidez por excesso de cobre foram observados cerca de vinte dias após a semeadura. Tais sintomas ficaram mais visíveis nos dias subsequentes, principalmente nos tratamentos em que não foram adicionados carbonatos e que se caracterizaram por déficit de crescimento e clorose nas folhas mais velhas. Observa-se, na Figura 1, planta de aveia com folhas cloróticas. Sintomas de clorose e reduzido tamanho das folhas também foram descritos por Filbin e Hough (1979), em estudos com lentilha d'água (*Lemna minor*) cultivada em meio com excesso de cobre; por Mourato et al. (2009), em tremoço-amarelo (*Lupinus luteus*); e por Panou-filotheou et al. (2001), em orégano (*Origanum vulgare*).

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 que as plantas tiveram resposta às doses de calcário dependendo do tipo de solo (Tabela 4). Observa-se, na Tabela 5, que, para os solos 1, 4 e 6, 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 (50 mg.kg^{-1}), basta aplicar 50% da dose de calcário recomendada.

Para os solos em 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 no tratamento testemunha, não havendo diferença entre as demais doses (Tabela 5). 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, pode causar 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, pois a clorofila é responsável pela absorção da energia luminosa, que irá desencadear o processo da fotossíntese (REGO; POSSAMAI, 2006). A diminuição da clorofila pode ter ocorrido devido ao excesso de cobre afetar a estrutura interna dos cloroplastos, além de diminuir o seu tamanho e quantidade nas folhas (PANOU-FILOTHEOU et al., 2001).

Foto: George W. B. Melo.



Fig. 1. Planta de aveia com sintoma de fitotoxicidade de cobre.

Zengin e Kirbad (2007), avaliando o efeito do cobre em mudas de girassol, concluíram que os teores de clorofila A e B diminuíram progressivamente com o aumento da concentração de cobre. Resultados semelhantes também foram relatados por Panoufilotheou et al. (2001), em orégano (*Origanum vulgare*). Já Devi e Prasad (1998) encontraram diferença apenas no teor de clorofila total e A, sendo que a clorofila B não teve diferença significativa quando comparada ao controle.

Ao analisar separadamente os sete solos, obtiveram-se diferenças significativas entre eles, concluindo-se, assim, que diferenças entre os próprios solos influenciam na toxidez do cobre. Essa 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; o solo cambissolo foi o que teve os menores resultados de fitotoxicidade, por apresentar maior quantidade de MO.

Tabela 4. Resumo da análise de significância para os fatores tipo de solo e dose de calcário submetidos ao teste F.

Variáveis	Fatores		
	Tipo de Solo	Dose de Calcário	Interação: Solo x Calcário
Massa Seca	*	*	*
Clorofila A	*	*	*
Clorofila B	*	*	*

*Significativo ao nível de 1% de significância.

Tabela 5. Produção de massa seca e teor de clorofila da aveia em resposta à aplicação de doses de calcário.

Tratamento	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	36,47	10,91	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	10,10	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

Continuação - Tabela 5. Produção de massa seca e teor de clorofila da aveia em resposta à aplicação de doses de calcário.

Tratamento	Massa Seca (g)	Índice Relativo de Clorofilas			
		A	B	Total	A/B
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 - Neossolo					
0	3,17 A	34,71 A	9,86 A	44,57 A	3,5 A
0,5	3,43 A	36,17 A	10,42 A	46,59 A	3,5 A
1	2,73 A	33,79 A	9,28 A	43,07 A	3,6 A
1,5	3,40 A	34,64 A	9,59 A	44,23 A	3,6 A
2	2,93 A	35,89 A	10,46 A	46,35 A	3,4 A
Média	3,13	35,04	9,92	44,96	3,5
Solo 7 - 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	32,10	8,37	40,47	3,8

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

Conclusões

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

O uso da calagem pode ser uma ferramenta para mitigar a toxicidade de cobre nas plantas de aveia.

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

Referências

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - 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. 400 p.

DAOUST, C. M.; BASTIEN, C.; DESCHÊNES, L. Influence of soil properties and aging on the toxicity of copper on compost worm and barley. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 35, n. 2, p. 558–67, 2006. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16510700>>. Acesso em: 9 jun. 2011.

- DEVI, S. R.; PRASAD, M. N. V. Copper toxicity in *Ceratophyllum demersum* L. (Coontail), a free floating macrophyte: response of antioxidant enzymes and antioxidants. **Plant Science**, Limerick, v. 138, n. 2, p. 157-165, 1998.
- FELIX, F. F. **Comportamento do cobre aplicado no solo por calda bordalesa**. 2005. 74 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FILBIN, G. J.; HOUGH, R. A. The effects of excess copper sulphate on the metabolism of the duckweed *Lemna minor*. **Aquatic Botany**, v. 7, n. p. 79-86, 1979.
- IBGE. **Produção agrícola municipal 2010 - culturas temporárias e permanentes**. [S.l.], 2010. v. 37.
- IBRAVIN. **Principais 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.
- MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2010**. Disponível em: <<http://www.cnpqv.embrapa.br/publica/artigos/prodvit2010.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2012.
- MELO, G. W.; BRUNETO, G.; SCHÄFER JUNIOR, 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, 1979. 349 p.
- MOURATO, M. P.; MARTINS, L. L.; CAMPOS-ANDRADA, M. P. Physiological responses of *Lupinus luteus* to different copper concentrations. **Biologia Plantarum**, Prague, v. 53, n. 1, p. 105-111, 2009.
- PANOU-FILOTHEOU, H.; BOSABALIDIS, A. M.; KARATAGLIS, S. Effects of copper toxicity on leaves of oregano (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*). **Annals of Botany**, London, v. 88, n. 2, p. 207-214, 2001.
- REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá-Rosa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 53, p. 179-194, jul./dez. 2006.
- RUSJAN, D; STRLIC, M; PUCKO, D; KOROSKORUZA, Z. Copper accumulation regarding the soil characteristics in Sub-Mediterranean vineyards of Slovenia. **Geoderma**, v. 141, n. 1-2, p. 111-118, 2007. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0016706107001565>>. Acesso em: 28 fev. 2011.
- SANTOS, H. P. dos; MELO, G. W. B.; 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. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado técnico, 49).
- SAS INSTITUTE. **SAS Ver. 9.1.3**. Cary, 2003.
- 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.; SEMINÁRIOS CYTED: INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA VITÍCOLA E VINÍCOLA NA COR DOS VINHOS, 1., 2003, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 175. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 40).
- SETOR vitivinícola produz 1% da riqueza do Rio Grande do Sul. **Informativo Sacas Rolhas**, Bento Gonçalves, v. 2, n. 4, p. 3, set. 2011.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise do solo, planta e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: EPU; EDUSP, 1982. 101 p. (Temas de Biologia, 30).
- ZENGIN, F. K.; KIRBAD, S. Effects of copper on chlorophyll, proline, protein and abscisic acid level of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedlings. **Journal of Environmental Biology**, Vikas Nagar, v. 28, n. 3,

p. 561-566, jul. 2007. Disponível em: <http://www.jeb.co.in/journal_issues/200707_jul07/paper_06.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2012.

Comunicado Técnico, 142

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Uva e Vinho

Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130
95700-000 Bento Gonçalves, RS

Fone: (0xx) 54 3455-8000

Fax: (0xx) 54 3451-2792

<http://www.cnpuv.embrapa.br>

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



1ª edição

Comitê de Publicações

Presidente: Mauro Celso Zanus

Secretária-Executiva: Sandra de Souza Sebben

Membros: Alexandre Hoffmann, César Luís Girardi,
Flávio Bello Fialho, Henrique Pessoa dos Santos,
Kátia Midori Hiwatashi, Thor Vinícius Martins
Fajardo e Viviane Maria Zanella Bello Fialho

Editoração gráfica: Alessandra Russi

Expediente

Normalização bibliográfica: Kátia Midori Hiwatashi