



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo
Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.
Centro de Convenções do SESC

Avaliação e identificação de plantas com potencial de extração de cobre em solos cultivados com videira

Marcus Adames⁽¹⁾; George Wellington de Melo⁽²⁾; Gustavo Brunetto⁽³⁾; Alex Basso⁽⁴⁾; Bruno Vanin⁽¹⁾; Ângela Valéria Casali⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Estagiário da Embrapa Uva e Vinho e graduando do curso de Agronomia, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 CEP; CEP 95020-972, marciusadames@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil, Caixa Postal 130, 95700-000, george@cnpuv.embrapa.br (apresentador do trabalho); ⁽³⁾ Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Florianópolis, SC, Brasil, CEP: 88034-000, brunetto.gustavo@gmail.com ; ⁽⁴⁾ Graduando do curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e estagiário da Embrapa Uva e Vinho, RS, Brasil, Rua Benjamin Constante, 229, Bento Gonçalves, CEP: 95700-000, alex.basso54@hotmail.com. ⁽⁵⁾ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Bolsista REUNI, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Porto Alegre, RS, Brasil, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 90540-000.

RESUMO – A Serra Gaúcha produz 247.135 t de uvas Americanas (*Vitis Labrusca*) e sua principal doença é o Míldio (*Plasmopara viticola*). Um dos principais fungicidas utilizados para as uvas americanas é a Calda Bordalesa [(CuSO₄ 5H₂O + Ca (OH)₂)], o uso indiscriminado deste fungicida causa um aumento da concentração de Cobre no solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial das plantas, que habitam solos sob vinhedo, de mitigar a contaminação por cobre. O trabalho foi realizado em um vinhedo de aproximadamente 0,66 ha localizado na EMBRAPA Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil (Latitude 29° 09' 44" S e Longitude 51° 31' 50" W). O vinhedo foi dividido em duas partes, Neossolo Litólico e Cambissolo Húmico. Em cada um dos diferentes solos foram feitas 10 amostragens (parcelas), de 1m². Após a coleta, as amostras foram analisadas para determinação de Cu. Com as quantidades de Cu na parte aérea e raízes e a massa seca das mesmas foram calculadas as médias das concentrações para cada espécie e foi possível a determinação da quantidade de Cu absorvido pela parte aérea e da raiz. Os resultados mostraram que não foram encontradas plantas hiperacumuladoras na área e todas as plantas têm concentração de Cu acima dos valores ditos como tóxicos. Entre a população de plantas que habitam as áreas, a que mais extrai cobre do solo é a *Setaria* sp., extraindo 0,56 e 0,70 mg, respectivamente no Neossolo e Cambissolo.

Palavras-chave: CONTAMINAÇÃO, METAIS PESADOS, FITORREMEDIAÇÃO.

INTRODUÇÃO - A videira tem o seu centro de

origem no Oriente Médio onde predomina o clima seco, quando introduzida na Serra Gaúcha que tem uma precipitação anual de 1800 mm (MANDELLI, 2009), sendo, portanto, um clima essencialmente úmido que favorece o aparecimento de doenças fúngicas como o Míldio (*Plasmopara viticola*). Trazendo consigo uma série de prejuízos tanto pelas perdas na produção como o gasto em fungicidas. A Serra Gaúcha é a maior produtora de uvas do Brasil tendo uma produção estimada de 557.019 t de uva em 31.364 ha (MELLO, MACHADO, 2008), deste total 247.135 t são de uvas Americanas (*Vitis Labrusca*). Um dos principais fungicidas utilizados para as uvas americanas é a Calda Bordalesa [(CuSO₄ 5H₂O + Ca (OH)₂] em concentração de 0,1% que são feitas diversas aplicações por ano.

O Cobre (Cu) em excesso provoca redução drástica na taxa fotossintética. Diversos estudos comprovam a fitotoxidez do Cobre na videira, mostrando como ele afeta a integridade das membranas celulares e subcelulares, também o papel dele na cadeia transportadora de elétrons na fotossíntese, diminuição da taxa fotossintética pelo provável colapso dos cloroplastos (BRUNETTO et al., 2007; PANOU-FILOTHEU et al., 2001; SANTOS et al., 2004 e URIBE, STARK, 1982).

Para os seres vivos o cobre é um micronutriente essencial, nos seres humanos é estreita a faixa de deficiência e toxicidade isto é, são necessárias pequenas doses para suprir a quantidade necessária e também pequena doses para levar a uma intoxicação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial das plantas, que habitam solos sob vinhedo, de

mitigar a contaminação por cobre.

MATERIAL E MÉTODOS - O trabalho foi realizado em um vinhedo de aproximadamente 0,66 ha localizado na EMBRAPA Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil (Latitude 29° 09' 44" S e Longitude 51° 31' 50" W). O vinhedo da cultivar Isabel, pé-franco, conduzido sobre o sistema latada que é cultivado há mais ou menos 40 anos.

O vinhedo foi dividido em duas partes, por se encontrar sobre dois diferentes tipos de solo, na parte superior esta sobre um Neossolo Litólico e a parte inferior está sobre um Cambissolo Húmico (EMBRAPA, 2006). Em cada um dos diferentes solos foram feitas 10 amostragens (parcelas), totalizando 20 m² de área amostrada. A coleta das espécies e do solo foi feita em fevereiro, durante o verão para se quantificar as espécies de verão. Foram feitas parcelas de 1 m² em que foi utilizado como unidade amostral um quadro (1,0 x 1,0 m), lançando-se 10 quadros aleatoriamente dentro de cada área de estudo (método do quadrado inventário) onde foram identificadas, contadas e coletadas as plantas que estavam dentro da parcela. Após a identificação e contagem das espécies presentes, foi coletada uma ou duas plantas inteiras (parte aérea e raízes), conforme o tamanho, para realizar a análise nutricional. Elas foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados com o nome da espécie e colocadas em uma sacola plástica com o número da parcela.

Após a coleta, as amostras foram levadas ao Laboratório de Análise de Solos e Tecidos (LAST) da EMBRAPA, onde foram lavadas com HCl 0,5 mol/L e água destilada e separadas, manualmente, em raiz e parte aérea. As partes das plantas foram levadas a estufa com ar forçado a 60 °C até massa constante que foram pesadas, moídas e preparadas para análise de cobre, das raízes e da parte aérea, conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Com as quantidades de Cu na parte aérea e raízes e a massa seca das mesmas, foram calculadas as médias das concentrações para cada espécie e foi possível a determinação da quantidade de Cu absorvido pela parte aérea e da raiz, através dos seguintes cálculos:

Quantidade de Cu absorvido pela Parte Aérea (PA) = Massa Seca (MS) PA de uma planta x Concentração ([]) de Cu na Parte Aérea x 1000⁻¹.

Quantidade de Cu absorvido pela Raiz (R) = MS Raiz de uma planta x [] de Cu na Raiz x 1000⁻¹.

Total de Cu absorvido/planta = Quantidade de Cu absorvido pela Parte Aérea + Quantidade de Cu absorvido pela Raiz.

Todas essas quantidades foram expressas em mg (miligramas).

Também foram calculados duas relações, a Relação Cu Absorvido pela PA e Cu Absorvido pela Raiz e Relação Translocação do Cu da PA pela Raiz, que foram calculados da seguinte forma:

Relação Cu Absorvido pela PA e Cu Absorvido pela Raiz = Cu Abs. Pela Parte aérea (mg) x (Cu Absorvido Pela Raiz)⁻¹.

Dentro de cada parcela foi coletada uma amostra de solo, camada 0-20cm, e levadas ao LAST onde foram secas ao ar, moídas e passadas por uma peneira com malha de 2 mm e submetidas a análise de cobre conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). As propriedades químicas do solo se encontram na Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - Nas amostragens, nos dois solos foram encontradas as famílias, Asteraceae composta pelas espécies *Bidens pilosa* e *Synedrella nodiflora*, Commelinaceae com a espécie *Commelina benghalensis*, Convulvaceae com a espécie *Ipomoea indica*, Euphorbiaceae com a *Euphorbia heterophylla*, Malvaceae com a *Sida rhombifolia* e a família Poaceae representada pela espécie *Setaria* sp. conforme mostra a tabela 2. No Neossolo Litólico, com relação a massa seca da parte aérea e da raiz, a *Euphorbia heterophylla* apresentou maior massa seca, 8,57 e 0,53g para a parte aérea e raiz, respectivamente. A *Setaria* sp. apresentou 6,72 e 0,15g, a *Ipomoea indica* 4,71 e 0,16g, a *Bidens pilosa* 4,30 e 0,42g, a *Synedrella nodiflora* 2,38 e 0,14g e a *Commelina benghalensis* 2,34 e 0,16g.

As espécies *Sida rhombifolia* e *Commelina benghalensis* apresentaram maior concentração de Cu na parte aérea, cujo valor foi 122 mg kg⁻¹, nas raízes a maior concentração foi observada na espécie *Bidens pilosa*, 109mg.Kg⁻¹. A *Euphorbia heterophylla* apresentou 38 e 80mg.Kg⁻¹ na parte aérea e raiz, respectivamente; a *Ipomoea indica* com 50 e 70mg.Kg⁻¹, a *Synedrella nodiflora* com 42 e 38 mg Kg⁻¹, e *Setaria* sp. com 83 e 86mg.Kg⁻¹.

Para o cobre absorvido por planta a espécie que mais absorveu foi a *Setaria* sp com 0,56 e 0,013.mg na parte aérea e raiz, respectivamente. A que menos absorveu foi a *Synedrella nodiflora* com 0,11 e 0,005.mg, as outras espécies absorveram as seguintes quantidades: *Sida rhombifolia* com 0,15 e 0,007mg, *Ipomoea indica* com 0,24 e 0,011mg, *Commelina benghalensis* 0,29 e 0,011mg, *Euphorbia heterophylla* com 0,42 e 0,32mg e *Bidens pilosa* 0,39 e 0,046mg de Cu.

No Cambissolo Húmico, a massa seca da parte aérea e da raiz, as massas variam da mesma forma como no Neossolo Litólico. A maior concentração de Cu na parte aérea e raiz das plantas expressado em mg.Kg⁻¹ de massa seca foi a encontrada na espécie *Synedrella nodiflora*, 133 e 61mg.Kg⁻¹ e menor na

espécie *Euphorbia heterophylla*, com 25 e 66mg.kg⁻¹ na parte aérea e raízes, respectivamente. As outras concentrações mostradas na tabela são as seguintes: *Ipomoea indica* com 51 e 77mg.Kg⁻¹, *Bidens pilosa* com 77 e 61mg.Kg⁻¹, *Sida rhombifolia* com 85 e 22 mg Kg⁻¹, *Setaria* sp. com 105 e 49 mg Kg⁻¹ e *Commelina benghalensis* com 122 e 57 na parte e aérea e raiz respectivamente.

Para o cobre absorvido por planta a espécie que mais absorveu cobre foi a *Setaria* sp. com 0,70 e 0,007mg na parte aérea e raiz respectivamente e a que menos absorveu foi a *Sida rhombifolia* com 0,10 e 0,004mg, nas outras espécies foram encontradas as seguintes quantidades: *Euphorbia heterophylla* com 0,21 e 0,035mg, *Ipomoea indica* com 0,24 e 0,012mg, *Commelina benghalensis* 0,29 e 0,009mg, *Synedrella nodiflora* com 0,29 e 0,009mg e *Bidens pilosa* 0,33 e 0,026mg de Cu.

As quantidades de Cu nas raízes e partes aéreas, as tabelas 3 e 4 mostram que as médias das concentrações, a massa seca e a quantidade que cada espécie consegue extrair do solo, no Neossolo Litólico e no Cambissolo Húmico respectivamente. Estes resultados indicam que a planta que teve a maior capacidade de extrair cobre do solo é a *Setaria* sp. Onde uma planta consegue extrair 0,56mg no Neossolo e 0,70mg, no Cambissolo, de Cu do solo. Como se pode observar ela não foi a planta com a maior concentração de Cobre na parte aérea e sim a *Commelina benghalensis* e a *Sida rhombifolia* no Neossolo e no Cambissolo foram as espécies *Synedrella nodiflora* e *Commelina benghalensis*, mas ela foi a planta que mais absorveu Cu as outras duas citadas absorveram pouco Cu, extraindo pouco Cu do solo. Isto mostra que as plantas sobre os dois tipos de solo tiveram um comportamento muito semelhante pois para os dois solos a mesma planta pode ser usada para a fitorremediação, no caso a *Setaria* sp.. A espécie *Euphorbia heterophylla* foi a que mais produziu massa seca, mas em compensação, foi a que obteve a menor concentração de Cobre na parte aérea do Neossolo, quanto que a espécie *Synedrella nodiflora* teve uma diferença acentuada em comparação aos dois solos, pois no Neossolo ela foi a que menos extraiu Cu e no Cambissolo foi a terceira maior extração conforme os valores das tabelas 3 e 4.

Todas as plantas encontradas apresentam concentrações de Cu acima daquela citada por Monte Serrat e Reismann (2004) que é de 3 a 7mg.Kg⁻¹. Não foram encontradas espécies hiperacumuladoras, conforme Baker e Brooks (1989) a concentração de Cu na planta deve ser de no mínimo 0,1% de sua massa seca para ser

considerada hiperacumuladora. Este termo proposto por estes autores se baseia apenas na concentração do metal pesado na planta e não leva em conta a sua produção de massa seca, que para este tipo de estudo é muito importante, pois uma planta que tem uma alta concentração de metal pesado, mas tem uma baixa produção de massa seca não é uma planta eficiente para ser usada na fitorremediação.

Na literatura foram encontradas poucas espécies com potencial hiperacumulador de Cu como relatou Brooks (1977) a espécie *Haumaniastrum katangense* com a concentração de 8356mg.Kg⁻¹. Gonzalez (2008) em uma área afetada por escórias de fundição no Chile, onde a planta *Oenothera affinis* teve a concentração na PA de 614mg.Kg⁻¹, mas o autor não considerou a sua massa seca, considerando apenas a sua rusticidade dispensando práticas agrônômicas.

CONCLUSÕES - Os resultados mostraram que não foram encontradas plantas hiperacumuladoras na área. Todas as plantas têm concentração de Cu acima dos valores ditos como tóxicos.

Entre a população de plantas que habitam as áreas, a que mais extrai cobre do solo é a *Setaria* sp., extraindo 0,56 e 0,70mg, respectivamente no Neossolo e Cambissolo.

REFERÊNCIAS

- BAKER, A.J.M. ; McGRATH, S.P. ; REEVES, R.D ; SMITH, J.A.C. **Metalhyperaccumulator plants : a review of the ecology and physiology of a biological resource for phytoremediation of metal-polluted soils.** – In : Terry, N., Banuelos, G. (Eds.), *Phytoremediation of Contaminated Soil and Water.* Lewis Publishers, Boca Ranton, FL, USA. Chapter 5, pp85-107, 2000.
- BAKER, A.J.M.; BROOKS, R.R. **Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements – a review of their distribution, ecology and phytochemistry.** *Biorecovery*, v.1, p.81-126, 1989.
- GONZÁLEZ, I., MUENA, V., CISTERNAS, M., NEAMAN, A. **Acumulación de cobre en una comunidad vegetal afectada por contaminación minera en el valle de Puchuncaví, Chile central.** *Revista Chilena de Historia Natural* 81: 279-291, 2008
- MELLO, L. M.; PROTAS, J. F.; **Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado,** Sistema de Produção, 4 ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica Jul./2003.
- MONTE SERRAT, B.; REISMANN, C. **Fruteiras de Carço.** 1.ed. Curitiba: UFPR, 2004, 309p.

Tabela 1. Propriedades químicas dos solos Neossolo Litólico e do Cambissolo Húmico na camada de 0-20 cm de profundidade. Bento Golçalves, 2009

Amostra	Argila %	pH 1:1	SMP	P		K	M.O g kg ⁻¹	Al Ca Mg			B mg dm ⁻³	Cu mg dm ⁻³
				mg dm ⁻³				mmol _c dm ⁻³				
Neossolo	27	6,2	6,5	31,7	120	24	0,0	70,2	20,4	0,3	113,82	
Cambissolo	33	6,1	6,4	28,7	85	28	0,0	70,6	19,8	0,5	124,93	

Tabela 2. Relação das Famílias e Espécies. Bento Gonçalves, 2010.

FAMÍLIA	ESPÉCIE
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>
	<i>Synedrella nodiflora</i>
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>
Convolvaceae	<i>Ipomoea indica</i>
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>
Poaceae	<i>Setaria sp.</i>

Tabela 3 – Peso da planta, concentração e cobre absorvido pelas espécies de plantas observadas no Neossolo Litólico. Bento Gonçalves, 2010.

Espécie	Massa seca de uma planta (g)		Concentração de cobre (mg Kg ⁻¹)		Cobre absorvido (mg)		
	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Total
<i>Setaria sp.</i>	6,72	0,15	83	86	0,56	0,013	0,569
<i>Bidens pilosa</i>	4,30	0,42	90	109	0,39	0,046	0,431
<i>Euphorbia heterophylla</i>	8,57	0,53	38	80	0,32	0,042	0,365
<i>Commelina benghalensis</i>	2,34	0,16	122	70	0,29	0,011	0,297
<i>Ipomoea indica</i>	4,71	0,16	50	70	0,24	0,011	0,248
<i>Sida rhombifolia</i>	1,2	0,18	122	38	0,15	0,007	0,154
<i>Synedrella nodiflora</i>	2,38	0,14	48	32	0,11	0,005	0,118

Tabela 4 – Peso da planta, concentração e cobre absorvido pelas espécies de plantas observadas no Cambissolo Húmico. Bento Gonçalves, 2010.

Espécie	Massa seca de uma planta (g)		Concentração de cobre (mg Kg ⁻¹)		Cobre absorvido (mg)		
	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Total
<i>Setaria sp.</i>	6,72	0,15	105	49	0,704	0,007	0,711
<i>Bidens pilosa</i>	4,3	0,42	77	61	0,329	0,026	0,355
<i>Synedrella nodiflora</i>	2,38	0,14	123	61	0,292	0,009	0,301
<i>Commelina benghalensis</i>	2,34	0,16	122	57	0,285	0,009	0,294
<i>Ipomoea indica</i>	4,71	0,16	51	77	0,241	0,012	0,253
<i>Euphorbia heterophylla</i>	8,57	0,53	25	66	0,210	0,035	0,245
<i>Sida rhombifolia</i>	1,2	0,18	81	22	0,097	0,004	0,101