

Tolerância de três plantas de cobertura do solo ao cobre⁽¹⁾.

Willian Braga dos Santos⁽²⁾; Rodrigo Josemar Seminoti Jacques⁽³⁾; Diogo Vendruscolo⁽⁴⁾; Natielo Almeida Santana⁽⁵⁾; Diego Armando Amaro da Silva⁽²⁾; Francisco de Figueiredo Wesz⁽²⁾.

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos Capes e CNPq; ⁽²⁾Estudante de Agronomia; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, Rio Grande do Sul; email: willianbragadossantos@hotmail.com; diego_matielli@hotmail.com; franciscowesz@gmail.com; ⁽³⁾ Professor do Departamento de Solos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo; Universidade Federal de Santa Maria; email: rodrigo@ufsm.br; ⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo; Universidade Federal de Santa Maria; email: diogovendrus@yahoo.com.br; ⁽⁵⁾ Mestrando Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo; Universidade Federal de Santa Maria; email: natielo_sm@hotmail.com.

RESUMO: O uso contínuo de calda bordalesa no controle de doenças, em áreas de vinhedos na Serra Gaúcha, podem causar um acúmulo de cobre na camada superficial do solo, ultrapassando seus teores crítico e a capacidade de absorção destes solos. O objetivo deste trabalho avaliar a tolerância de três plantas de cobertura do solo ao cobre, visando seu futuro emprego em programas de fitorremediação. Este estudo foi conduzido em casa de vegetação – e os tratamentos foram constituídos de solo coletado da camada de 0-20 cm e contaminado com adição de cobre nas doses de 0, 100, 200 e 400 mg. Kg⁻¹ de solo. Foram testados três genótipos de plantas sendo: pensacola (*Paspalum notatum* L.), (*Crotalaria juncea* L.) e (*Crotalaria spectabilis* Roth.). As plantas foram semeadas em vasos com 4 kg de solo dispostos em um delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições por um período de 90 dias. Após o cultivo, as plantas foram colhidas, separadas em parte aérea e raiz para a determinação da matéria seca. As plantas de *C. juncea*, *C. spectabilis* e pensacola apresentaram tolerância ao cobre até a dose de 200 mg kg⁻¹, demonstrando potencial para serem utilizadas em futuros programas de fitorremediação.

Termos de indexação: Contaminação do Solo, Fitoestabilização, Fitoextração.

INTRODUÇÃO

A contaminação do solo por metais pesados, devido às atividades industriais, agrícolas e pela urbanização, é um problema crescente e é responsável por sérios impactos ao ambiente (Sengupta, 1993). Estes metais acumulam-se frequentemente na camada superficial do solo, sendo então acessíveis para as raízes das plantas. Ao serem remobilizados, podem acumular-se em organismos vivos, com consequências que podem chegar à redução do crescimento ou morte dos seres vivos (Baker, 1994).

Iniciada no Rio Grande do Sul com os imigrantes italianos, a vitivinicultura é uma atividade de grande importância econômica e social para o estado, que

produz aproximadamente 95% do vinho e do suco de uva produzidos no Brasil (Embrapa, 2009). Juntamente com a cultura, foi introduzida a prática da utilização da calda bordalesa (suspensão coloidal obtida pela mistura de 100 g de sulfeto de cobre e 100 g de hidróxido de cálcio em 10 litros de água), eficiente no controle de doenças fúngicas como mildio (*Plasmopara viticola*) e oídio (*Uncinula necator*) (Nogueirol, 2005).

Devido ao uso prolongado de calda bordalesa no controle dessas doenças, vem ocorrendo o acúmulo de cobre na superfície do solo, ultrapassando seus teores crítico e a capacidade de absorção destes solos (CQFS RS/SC, 2004). Estudos recentes indicam que as concentrações de cobre total no horizonte superficial dos vinhedos podem atingir valores de 506 a 718 mg kg⁻¹ (Casali et al., 2008; Mantovani, 2009), sendo que a concentração natural situa-se entre 40 e 50 mg kg⁻¹ (Mantovani, 2009).

Assim, alternativas para remediação destes solos devem ser buscadas como forma de reduzir o risco de contaminação ambiental, e dentre estas técnicas está a fitorremediação, que é o emprego de plantas com o objetivo de remover, transferir, estabilizar ou destruir elementos nocivos em solo ou água (Anselmo & Jones, 2005). Essa tecnologia tem despertado o interesse devido ao seu baixo custo e boa aceitação pela população, pois utiliza plantas em um processo reconhecido como mais “natural” (Nascimento, 2009). Este trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância de três plantas de cobertura do solo ao cobre, visando seu futuro emprego em programas de fitorremediação.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do solo foi realizada em área de mata nativa da Embrapa Uva e Vinho (Bento Gonçalves, RS). O solo foi coletado na camada de 0-20 cm. A correção de pH e adições de NPK foram realizadas de acordo com o Manual de Adubação e Calagem (CQFS RS/SC, 2004). Posteriormente, o solo foi contaminado com adição de cobre nas doses de 0, 100, 200 e 400 mg kg⁻¹ de solo, na forma de cloreto de cobre (33,34% da dose) e sulfato de cobre (66,64% da dose), resultando na disponibilidade Cu

de 1,16; 47,95; 72,29; 218,83; 260,02 e 304,67 mg kg⁻¹ extraído por HCl 0,1 mol L⁻¹.

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no período de outubro a janeiro de 2012, na área experimental do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, onde foram testados três genótipos de plantas sendo eles: pensacola (*Paspalum notatum* L.), (*Crotalaria juncea* L.) e (*Crotalaria spectabilis* Roth.). As unidades experimentais foram compostas por vasos com capacidade para cinco litros, preenchidos com 4 kg de solo, dispostos em um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. As sementes foram semeadas na densidade de 10 sementes por vaso, sendo que o desbaste foi realizado oito dias após a germinação, deixando-se três plantas por vaso até o final do experimento.

Noventa dias após a semeadura as plantas foram colhidas, cortando-se a parte aérea rente ao solo. As raízes foram separadas do solo manualmente e lavadas em água corrente, com EDTA 0,02 mol L⁻¹ e água destilada, respectivamente. Para determinar a quantidade de massa seca, a parte aérea e as raízes foram secas em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C até peso constante.

Os dados foram submetidos à análise de regressão a 1% de probabilidade de erro, por meio do programa Table Curve 2D for Windows v. 5.01 (SYSTAT Software Inc).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de matéria seca (MS) da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) diminuiu, na maioria dos tratamentos, com o aumento da concentração de Cu no solo, fato ocorrido principalmente na dose de 400 mg kg⁻¹ para todas as plantas testadas.

A *C. juncea* diminuiu a produção de MS com o aumento das concentrações de cobre (**Figura 1**). O efeito mais significativo foi na dose de 400 mg de cobre kg⁻¹ onde houve redução de 70,49% na produção de matéria seca da parte aérea comparado a testemunha (0 mg kg⁻¹). A produção de matéria seca do sistema radicular apresentou o mesmo comportamento, havendo redução de 75,74% de produção de matéria seca comparando com a testemunha. A *C. spectabilis* apresentou comportamento semelhante a *C. juncea* já que a matéria seca da parte aérea diminuiu a medida que as doses de cobre aumentaram (**Figura 1**). Porém na dose de 100 mg de cobre kg⁻¹ houve uma produção de matéria seca da raiz maior em relação a testemunha. Este fato pode ser explicado pela diferença na tolerância das plantas ao excesso de

Cu, resultados semelhantes foram encontrados por Zanqueta et al. (2011).

A utilização da pensacola nos testes de tolerância ao cobre é motivada pela presença comum desta espécie nos vinhedos, por ser uma das principais componentes das pastagens nativas do RS. Esta espécie também apresentou uma queda mais acentuada na produção de matéria seca na dose de 400 mg kg⁻¹, no entanto na dose de 100 mg kg⁻¹ obteve uma produção de matéria seca da parte aérea maior em relação a testemunha (**Figura 1**). Os resultados encontrados demonstram que há diminuição de produção de matéria seca, principalmente da parte aérea, nas maiores doses de cobre adicionadas ao solo, resultados semelhantes aos encontrados na literatura (Santos et al., 2004; Andrezza, 2009; Zancheta et al., 2011).

Quando em altas concentrações no solo o cobre proporciona severas alterações nos tecidos vegetais, em nível bioquímico e fisiológico (Santos et al., 2004). Estas alterações podem estar associadas ao efeito direto do metal no metabolismo da planta e à interferência do metal na absorção e transporte de outros nutrientes (Monni et al., 2000; Andrezza, 2009). Além disso, o excesso de cobre na planta pode induzir a produção de espécies reativas de oxigênio de forma excessiva, tanto nas raízes como na parte aérea das plantas, o que gera o estresse oxidativo nas plantas (Benavide et al., 2005).

Portanto, mesmo havendo redução na quantidade de MS produzida, todas as plantas apresentaram comportamento semelhante à testemunha nos tratamentos de 100 e 200 mg kg⁻¹ de Cu e nestas doses as plantas não apresentaram sintomas visuais de toxidez por Cu (dados não apresentados).

CONCLUSÕES

As plantas de *C. juncea*, *C. spectabilis* e pensacola tolerância ao cobre até a dose de 200 mg kg⁻¹ de solo.

REFERÊNCIAS

- ANSELMO, A. L. F.; JONES, C. M. Fitorremediação de solos contaminados – o estado da arte. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ENEGEP, 2005.
- ANDREAZZA, R. **Potencial do uso de bactérias e plantas para a remediação de cobre em áreas de vitivinicultura e de rejeito de mineração de cobre no Rio Grande do Sul**. 2009. 125 f. Tese (Doutorado em



Ciência do Solo)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

BAKER, A. J. M. et al. The possibility of in situ heavy metal decontamination of polluted soils using crops of metal accumulating plants. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 11, p. 41-49, 1994.

CASALI, C. A. et al. Formas e dessorção de cobre em solos cultivados com videira na Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p.1479-1487, 2008.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

EMBRAPA. **Produção de vinho e mosto de uva em 2009**. Disponível em: http://www.cnpuv.embrapa.br/prodserv/vitivinicultura/producao/2005_2009_rs.html. Acesso em: jun. 2012.

FERREIRA, D.F. **SISVAR (Sistema para análise de variância para dados balanceados)**. Lavras, UFLA, 1992, 79p.

MANTOVANI, A. **Composição química de solos contaminados por cobre: formas, sorção e efeito no desenvolvimento de espécies vegetais**. 2009. 165 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

NASCIMENTO, C. W. A. do et al. Fitoextração de metais pesados em solos contaminados: avanços e perspectivas. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 6, p. 461-4495, 2009.

NOGUEIROL, R. C. et al. Distribuição dos teores de cobre em profundidade em diferentes tipos de solos com vinhedos no Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30, 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBCS, 2005.

SENGUPTA, M. **Environmental impacts of mining: monitoring, restoration, and control**. Boca Raton, Lewis, 1993. 494 p.

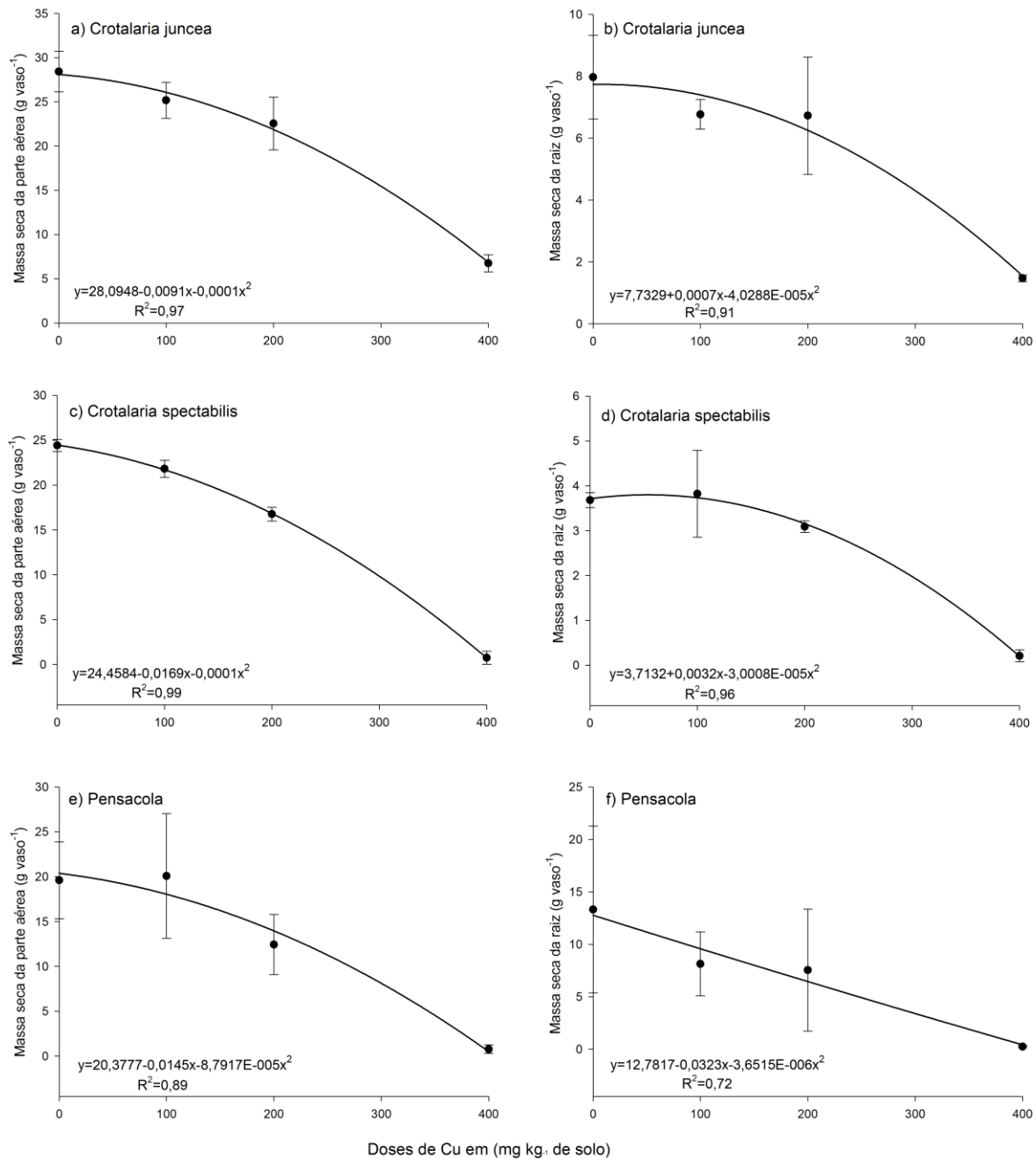


Figura 1 – Produção de matéria seca (g vaso⁻¹) da parte aérea e sistema radicular, respectivamente, de *C. juncea* (a, b), *C. spectabilis* (c, d) e pensacola (e, f) em solo contaminado com doses de Cu de 0, 100, 200 e 400 mg kg⁻¹. ** significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste de scott-knott.