

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

EFEITOS DO SELÊNIO E DO SILÍCIO NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM PLANTAS DE PFAFFIA GLOMERATA EXPOSTAS AO CÁDMIO¹

Marcelo Vielmo Afonso², Aline Soares Pereira³, Athos Odin Severo Dorneles⁴, Katieli Bernardy⁵, Liana Veronica Rossato⁶, Luciane Almeri Tabaldi⁷.

¹ Projeto de pesquisa realizado no mestrado em Agrobiologia da UFSM com apoio CAPES.

² Biólogo, MSc em Agrobiologia.

³ Bióloga, Mestranda em Agrobiologia, UFSM.

⁴ Msc em Agrobiologia, Doutorando em Fisiologia Vegetal, UFPEL.

⁵ Bióloga, Mestra em Agrobiologia, UFSM

⁶ Pós Doc. do Departamento de Biologia, UFSM.

⁷ Prof^a Dra do Departamento de Biologia, UFSM.

INTRODUÇÃO

A poluição do ambiente por metais tem se tornado um problema ambiental em escala global (ALI et al., 2013), devido aos problemas que tem causado diretamente a humanidade. Tal problema tem se agravado principalmente devido às atividades antrópicas, especialmente a industrialização, queima de combustíveis fósseis, mineração e a fundição de minérios metálicos, resíduos urbanos, fertilizantes, pesticidas e esgotos (GUO-LI et al., 2008). No Brasil, os problemas relacionados com o aumento da concentração de metais pesados em solos também têm relação com as atividades agrícolas e industriais (KAVAMURA; ESPOSITO, 2010), especialmente no Rio Grande do Sul. Por exemplo, a contaminação dos solos agrícolas por cádmio (Cd) tornou-se uma séria ameaça para a produtividade das plantas cultivadas. O mesmo apresenta alta mobilidade no ambiente (TANG et al., 2015), sendo absorvido pelas raízes e transportado para a parte aérea de muitas espécies de plantas (HE et al., 2011). Assim, torna-se necessário desenvolver estratégias que busquem reduzir a absorção e a toxicidade desse elemento em plantas, e com isso reduzir os riscos relacionados à introdução do mesmo nas cadeias alimentares. O Cd inibe a absorção de nutrientes essenciais para as plantas, o equilíbrio homeostático e o desenvolvimento de plantas (TANG et al., 2015). Dentre as alternativas buscadas para solucionar os problemas com os metais tóxicos no crescimento de plantas está o uso de elementos benéficos, que quando utilizados em concentrações baixas podem aliviar os efeitos danosos destes elementos. O Selênio e o Silício entram na cadeia alimentar através das plantas e especialmente através das espécies cultivadas e medicinais, as quais são parte da dieta tanto de consumidores primários como secundários (LONGCHAMP et al., 2015). A *P. glomerata* é uma planta medicinal conhecida como ginseng brasileiro devido ao formato de suas raízes, as quais são de grande interesse comercial na produção de fitomedicamentos e suplementos alimentares, em razão de suas propriedades antitumorais, antidiabéticas, tônicas e estimulantes (FERNANDES, et al., 2015). Esta espécie pode ser encontrada naturalmente em ambientes de mata ciliar, campos inundáveis à beira de rios e em orlas de matas de galeria, sendo que no Brasil ocorre principalmente no estado do Paraná e Mato Grosso do Sul (MAGALHÃES et al., 2000). A produtividade da fáfia está ligada a alta umidade do solo e a elevados teores de cálcio e matéria orgânica (FERNANDES, et al., 2015). Sua ocorrência é maior em solo arenoso e rico em matéria orgânica, apesar de

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

desenvolver-se bem em solos argilosos (MAGALHÃES, 2000). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a habilidade do selênio (Se) e do silício (Si) em reduzir a absorção e a toxicidade do Cd em plantas de *Pfaffia glomerata* em sistema hidropônico.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Biotecnologia Vegetal, Laboratório de Bioquímica de Plantas e nas casas de vegetação pertencentes ao Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria. As plantas de *P. glomerata* foram propagadas *in vitro* durante 25 dias em meio de cultivo MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose, 0,1 g L⁻¹ de mio inositol e 6 g L⁻¹ de ágar descritas previamente por Nicoloso et al. (2001) e após foram transferidas para bandejas plásticas com capacidade de 17 L contendo solução nutritiva completa, onde foram fixadas por meio de esponjas em placas de poliestireno contendo furos (30 plantas por placa), objetivando a aclimação. A solução nutritiva teve a seguinte composição (em mg L⁻¹): 85,31 de N; 7,54 de P; 11,54 de S; 97,64 de Ca; 23,68 de Mg; 104,75 de K; 176,76 de Cl; 0,27 de B; 0,05 de Mo; 0,01 de Ni; 0,13 de Zn; 0,03 de Cu; 0,11 de Mn e 2,68 de Fe (FeSO₄/Na-EDTA). Após o período de cinco dias de aclimação, os tratamentos foram aplicados, os quais consistiram nas seguintes combinações: Tratamento 1: 0 µM Cd + 0 mM Se e Si; Tratamento 2: 0 µM Cd + 2,5 mM Se; Tratamento 3: 50 µM Cd + 0 mM Se e Si, Tratamento 4: 50 µM Cd + 2,5 mM Se, Tratamento 5: 0 µM Cd + 2,5 mM Si, Tratamento 6: 50 µM Cd + 2,5 mM Si. Após o período de 14 dias, as plantas foram coletadas e separadas em parte aérea e raiz, onde foram avaliados biomassa fresca e seca: Parte aérea e raízes das plantas foram coletadas separadamente e imediatamente pesadas em balança digital de precisão para determinação da biomassa fresca. Em seguida, essas amostras foram colocadas em sacos de papel e levadas para a estufa à 65°C até atingirem a massa constante para determinação da biomassa seca. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado e quatro repetições de 30 plantas por tratamento. Procedeu-se a análise de variância e após, o teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade de erro, utilizando o aplicativo Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados de massa fresca da parte aérea demonstram que houve redução na produção de biomassa (Figura 1A) em todos os tratamentos, quando comparado ao tratamento controle, sendo mais significativo está redução nas plantas expostas ao Cd. Tratamentos onde o Si e o Se estavam presentes na solução conjuntamente com o Cd, apresentaram maior acúmulo de biomassa comparado com o tratamento isolado de Cd. No entanto está tendência de resultados não foi observada para a variável massa seca de parte aérea (Figura 1B).

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXI Jornada de Pesquisa

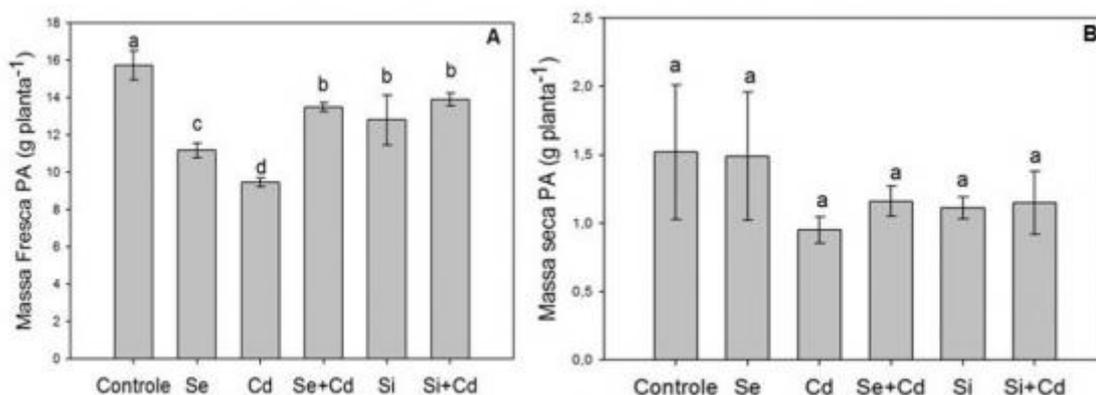
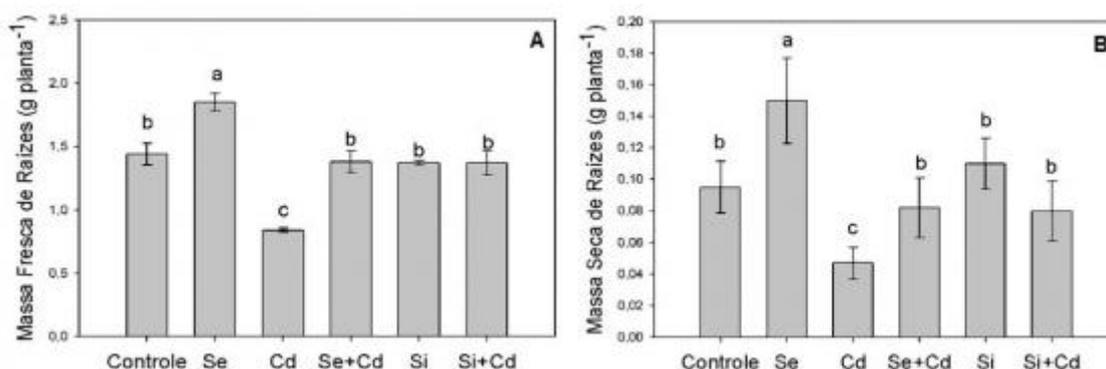


Figura 1-Efeito do selênio e do silício (2,5 mM) sobre a massa fresca (A) e massa seca (B) da parte aérea em plantas de *P. glomerata*, cultivadas na presença de cádmio (50 µM). Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott.

A redução da biomassa da parte aérea pelo excesso de Cd pode ser consequência direta da inibição na síntese de clorofila, bem como da fotossíntese (PADMAJA et al., 1990). Estudos tem demonstrado que o Cd também destrói a integridade da membrana celular (FILEK et al., 2009) inibindo a absorção de certos elementos essenciais (ZEMBALA et al., 2010), ocasionando a redução na produção de biomassa, está redução pode ser devido a diminuição do metabolismo de interação do Cd com as enzimas e as reações bioquímicas, ocasionando redução no crescimento geral da planta (ONCEL et al., 2000; SHAFI et al., 2010; ALI et al., 2013). No que se refere a não diminuição da biomassa seca de parte aérea entre os tratamentos (Figura 1C), é que o Cd pode estar diretamente interferindo no acúmulo de água pelos tecidos em maior nível do que interferindo de forma significativa no acúmulo de biomassa (OLIVEIRA, 2001).

Para a massa fresca (Figura 2A) e massa seca de raízes (Figura 2B) somente o tratamento contendo Cd no meio de crescimento promoveu uma redução significativamente expressiva destes parâmetros, comparados com os demais tratamentos. Embora o Se promoveu um aumento na biomassa fresca e seca de raízes, quando comparado com todos os tratamentos, observa-se que os tratamentos com Si e o Se e a interação destes com Cd não diferem significativamente do controle.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

Figura 2-Efeito do selênio e do silício (2,5 mM) sobre massa fresca (A) e massa seca (B) de raízes em plantas de *P. glomerata*, cultivadas na presença de cádmio (50 µg/L). Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott.

Estudos tem evidenciado que o Se tem papel importante na desintoxicação do estresse oxidativo induzido por Cd nas plantas (IQBAL, 2015), podendo aliviar efeitos deletérios de vários estresses ambientais, incluindo metais pesados, secas, radiação ultravioleta e salinidade (LIU, 2015). O Si estimula o crescimento devido ao aumento na extensibilidade da parede celular. Além disso, o efeito benéfico do Se e do Si sobre os parâmetros de crescimento de plantas de *P. glomerata* pode estar relacionado à redução na absorção de Cd (TANG et al., 2015) ou a formação de complexos metal-silicato dentro da planta. Esses complexos são translocados para os vacúolos e acumulados em formas ainda desconhecidas (NEUMANN; NIEDEN, 2001).

Os sintomas de toxicidade observados em plantas submetidas a quantidades excessivas de metais pesados podem ser devido a uma série de interações em nível celular (BENAVIDES, 2005). A toxicidade pode resultar da ligação de metais em grupos sulfídricos de proteínas, levando à inibição da atividade ou à ruptura de estruturas (ROSSI; LIMA, 2001).

CONCLUSÃO

O Cd, em altas concentrações reduz a biomassa fresca e seca, apresentando efeitos negativos nas plantas de *P. glomerata*. A adição de Se e do Si no meio de crescimento ameniza os danos causados pela toxidez do Cd, nos parâmetros de massa fresca de parte aérea e raiz, massa seca de raiz.

PALAVRAS-CHAVE: Ginseng brasileiro; Metal tóxico; Elementos benéficos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, H.; KHAN, E.; SAJAD, M.A. Phytoremediation of heavy metals - Concepts and applications. *Chemosphere*, v.91, p.869–881, 2013.
- BENAVIDES, M.P.; GALLEGO, S.M.; TOMARO, M.L. Cadmium toxicity in plants. *Journal of Plant Physiology*, v.17, n.6, p.21–34, 2005.
- FERNANDES, N.F. et al. Supplementation with *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen does not affect androgenic-anabolic parameters in male rats. *Journal of Ethno pharmacology*, v.161, n. 8, p.46–52, 2015.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FILEK, M. et al. The protective role of selenium in rape seedlings subjected to cadmium stress. *Journal of Plant Physiology*, v.165, n.8, p.833-844, 2009.
- GUO-LI, L.; DA-XUE, L.; QUAN-MING, L. Heavy metals contamination characteristics in soil of different mining activity zones. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, v.18, n.12, p.207-211, 2008.
- HE, J. et al. Net cadmium flux and accumulation reveal tissue-specific oxidative stress and detoxification in *Populus x canescens*. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.143, n.1, p.50-63, 2011.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Jornada de Pesquisa

IQBAL, M. et al. Selenium and sulfur influence ethylene formation and alleviate cadmium induced oxidative stress by improving proline and glutathione production in wheat. *Journal of Plant Physiology*, v.173, n.4, p.9–18, 2015.

LIU, W.X. et al. Selenium reduces cadmium accumulation and alleviates cadmium-induced quality degradation in tobacco. *Plant Soil Environ*, v.61, n.10, p.444–450, 2015.

LONGCHAMP, M et al. Variations in the accumulation, localization and rate of metabolization of selenium in mature Zea mays plants supplied with selenite or selenate. *Food Chemistry*, v.182, n. 3, p.128–135, 2015.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, v.15, n.10, p.473-497, 1962.

NEUMANN, D.; ZUR NIEDEN, U. Silicon and heavy metal tolerance of higher plants. *Phytochemistry*, v.56, n.3, p.685-692, 2001.

NICOLOSO, F.T. et al. Micropropagação do Ginseng Brasileiro (*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.3, n.9, p.1118, 2001.

OLVEIRA, J.A. et al. Absorção e acúmulo de cádmio e seus efeitos sobre o crescimento relativo de plantas de Aguapé e de Salvínia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.13, n.3, p. 329-341, 2001.

ONCEL, I., KELES, S.; USTUN, A. S. Effect of temperature and heavy metal stress on the growth and some biochemical compounds in wheat seedlings. *Environmental Pollution*, v.107, n.6, p.315-320, 2000.

PADMAJA, D.D.K.; PRASAD, A.R.K. Inhibition of chlorophyll synthesis in *Phaseolus vulgaris* seedlings by cadmium acetate. *Photosynthetica*, v.24, n.8, p.399–405, 1990.

ROSSI, C; LIMA, G.P.P. Cádmio e a atividade de peroxidase durante a germinação de sementes de feijoeiro. *Scientia Agricola*, v.58 n.1, p. 197-199, 2001.

SHAFI, M. et al. Effect of cadmium and salinity stresses on root morphology of wheat. *Pak. Journal of Botany*, v.42, n.4, p.2747-2754, 2010.

TANG, H. et al. Effects of selenium and silicon on enhancing antioxidative capacity in ramie (*Boehmeria nivea* (L.) Gaud.) under cadmium stress. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 22, n.13, p. 9999-10008, 2015.