

Capacidade de sobrevivência inicial de *Myracrodruon urundeuva* em solos contaminados com Cromo ⁽¹⁾

Izabelle de Paula Sousa ⁽²⁾; Paulo Henrique Silveira Cardoso ⁽³⁾; Anarely Costa Alvarenga ⁽⁴⁾; Daniela Aparecida Freitas ⁽⁵⁾; Maria da Piedade Leite Pereira ⁽⁶⁾; Reginaldo Arruda Sampaio ⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Fapemig.

⁽²⁾ Estudante de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Montes Claros, Minas Gerais, iza-belinhasousa@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da UFMG, Montes Claros, Minas Gerais; ⁽⁴⁾ Doutoranda em Produção vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo; ⁽⁵⁾ Estudante de graduação em Engenharia Florestal da UFMG, Montes Claros, Minas Gerais; ⁽⁶⁾ Estudante de graduação em Agronomia da UFMG, Montes Claros, Minas Gerais; ⁽⁷⁾ Professor Associado 4 da UFMG, Montes Claros, Minas Gerais.

RESUMO: A fitorremediação é uma técnica de baixo custo e de grande eficiência, sobretudo na minimização dos efeitos adversos ocasionados pelas altas concentrações de metais pesados no solo. O objetivo do trabalho foi avaliar a capacidade de germinação, desenvolvimento inicial e absorção do Cr pela espécie *M. urundeuva* em Argissolo, textura franco-siltosa, contaminado com diferentes doses de Cr. A fim de evidenciar o potencial da espécie em programas de fitorremediação de solos contaminados com o referido contaminante. O experimento foi realizado em casa de vegetação e em delineamento inteiramente casualizado, por um período de 120 dias em solos contaminados com doses crescentes de Cr (0, 50, 100, 150, 300 mg kg⁻¹). Foram avaliadas a altura, diâmetro do coleto, produção de matéria seca de raiz e parte aérea das plantas e a capacidade de absorção do metal na parte aérea e radicular. Foi constatado que os parâmetros altura, diâmetro e matéria seca apresentaram redução significativa com o aumento das doses do metal e os teores de Cr na parte aérea da planta superiores à 4 mg kg⁻¹ podem ser considerados fitotóxicos. Conclui-se que a espécie estudada é capaz de germinar e desenvolver em solos contaminados com Cr, no entanto o metal em altas concentrações, acima de 150 mg kg⁻¹, é capaz de prejudicar seu desenvolvimento inicial.

Termos de indexação: aroeira, fitorremediação, desenvolvimento inicial.

INTRODUÇÃO

O acúmulo de metais pesados no solo vem impactando negativamente o ecossistema (Vamerali et al., 2010). Nas últimas décadas, as concentrações de cromo nos ambientes aquáticos e terrestres aumentaram expressivamente devido a intensificação de atividades antrópicas (Saha &

Orvig, 2010). Podendo este fato estar relacionadas à mineração, emissões industriais, a aplicação de lodo de esgoto, adubos, fertilizantes e pesticidas em solos agrícolas (Basso et al., 2012).

Devido ao potencial de toxicidade e alta persistência do Cromo, a contaminação dos solos por esse, é um problema ambiental que exige uma solução eficaz e acessível (Nascimento & Xing, 2006). Segundo Gratão et al. (2005), a introdução de plantas em ambiente que lhes permite assimilar esses contaminantes vem ganhando destaque por ser uma tecnologia ecologicamente correta e de baixo custo.

As espécies arbóreas nativas tropicais utilizadas nos programas de fitorremediação apresentam ainda, potenciais de sequestro de carbono, contribuindo com a diminuição do efeito-estufa (Caires et al., 2011).

A espécie *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae) é promissora para ser utilizada em programas de fitorremediação, além de ser nativa do Brasil. Alguns dados de literatura relatam a ocorrência da referida espécie em locais contaminados por despojos de mineração. Esse fato é um forte indicativo da tolerância da espécie a certos metais (Gomes et al., 2013).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a capacidade de germinação, desenvolvimento inicial e absorção do Cr pela espécie *M. urundeuva* em Argissolo, contaminado com diferentes doses de Cr. A fim de evidenciar o potencial da espécie em programas de fitorremediação de solos contaminados com o referido contaminante.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, durante os quatro primeiros meses de 2014. Em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com cinco



tratamentos e oito repetições, perfazendo 40 unidades experimentais.

Utilizou-se solo classificado como Argissolo com textura Franco-Siltosa, de acordo com Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2006). Esse foi escolhido devido a sua ampla ocorrência na região norte de Minas, sobretudo no campus do Instituto de Ciências Agrárias, local onde o material foi coletado na camada de 0-20 cm. Após o processo de coleta, o solo foi previamente seco à sombra e peneirado em malha de 2 mm. Então procedeu-se a análise do material. Esse apresentava as seguintes características químicas e físicas conforme metodologias preconizadas pela Embrapa (1997), pH em água = 6,1; P-Mehlich 1 = 6,4 mg dm⁻³; P-remanescente = 16,7 mg L⁻¹; K = 320 mg dm⁻³; Ca = 4,8 cmolc dm⁻³; Mg = 1,60 cmolc dm⁻³; Al = 0,10 cmolc dm⁻³; H +Al = 2,92 cmolc dm⁻³; soma de bases = 7,22 cmolc dm⁻³; CTC efetiva = 7,32 cmolc dm⁻³; m = 1,36%; CTC total = 10,14 cmolc dm⁻³; V = 71,2%; Cu = 22 mg dm⁻³; Zn = 102 mg dm⁻³; matéria orgânica = 3,21 dag kg⁻¹; areia grossa = 5,60 dag kg⁻¹; areia fina = 14,40 dag kg⁻¹; silte = 38 dag kg⁻¹ e argila = 42 dag kg⁻¹.

Os tratamentos consistiram na aplicação de cinco doses de cromo (0; 50; 100; 150; 300 mg kg⁻¹), aplicados na forma de K₂Cr₂O₇. As referidas concentrações foram escolhidas de acordo com os valores de prevenção e investigação estabelecidos pela resolução Conama 420 (2009).

Cada parcela experimental foi constituída de vaso plástico, com capacidade de 0,3 L, no qual foram alocados os solos contaminados, de acordo com os tratamentos. Este foi umedecido de acordo com capacidade de campo, permanecendo encubado por sete dias. Após esse período foi feito o plantio de três sementes em cada parcela, recebendo irrigação diariamente com água destilada, mantendo a capacidade de campo em torno de 70%. As mudas foram cultivadas por um período de 120 dias, entre os meses de dezembro-abril de 2014.

Aos 15 dias foi feita avaliação da germinação e desbaste, deixado apenas uma muda por vaso, 45 dias após a emergência das plantas foi realizada a avaliação da altura e diâmetro do coleto.

Após 120 dias do plantio as mudas foram levadas ao laboratório de Aproveitamento de Resíduos Sólidos do ICA/UFMG onde foram retiradas do solo, lavadas com água de torneira abundante e água destilada. Em seguida fez-se a mensuração do diâmetro do caule, utilizando paquímetro digital, altura das plantas, utilizando regra graduada, massa fresca e seca das raízes e parte aérea, utilizando uma balança analítica. Após esse processo, o material vegetal foi alocado em estufa com circulação de ar forçada, permanecendo em

temperatura em torno de 65°C, até atingir o peso constante para a determinação da massa seca.

O material seco foi macerado em almofariz de ágata, sendo submetido a digestão nítrica (EPA-3051), em aparelho digestor de micro-ondas Mars 6 para mensuração da concentração de Zn nesses tecidos vegetais. As quantificações do metal nas soluções obtidas acima foram feitas em aparelho de espectrofotometria de absorção atômica Varian.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (p<0,05). Nos casos em que se verificaram diferenças significativas dos efeitos dos tratamentos, os dados foram submetidos à análise de regressão. Todas as análises estatísticas foram efetuadas com o programa estatístico SAEG. Os resultados finais foram ordenados através de gráficos para uma melhor visualização do comportamento da espécie em solo contaminado com cromo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes doses de Cr não afetaram o processo germinativo das sementes de *M. urundeuva*. Esse resultado é de grande importância ambiental. Pois, a capacidade de germinação, de uma determinada espécie, em solos contaminados com Cr é um bom indicativo do seu nível de tolerância a esse contaminante (Peralta et al., 2001).

A avaliação realizada 45 dias após a germinação demonstrou que nessa fase o metal não afetou a altura e diâmetro do coleto das mudas. Porém, resultados divergentes foram observados nas análises realizadas após 120 dias de germinação. No qual, constatou-se que houve redução significativa, de forma linear, na altura (**Figura 1**), diâmetro do coleto, massa fresca e seca da parte área, massa fresca e seca da raiz. Barbosa et al, (2007), observaram que doses crescentes de Cr, em solução nutritiva, causaram decréscimo linear na massa seca e fresca da parte aérea da espécie *Genipa americana* L.

Constatou-se um acréscimo no acúmulo de Cr nas raízes da aroeira nas doses 100 e 150 mg kg⁻¹, em detrimento a parte aérea. Já na maior dose do contaminante, 300 mg kg⁻¹, ocorreu uma maior translocação do contaminante para parte aérea (**Figura 2**). De acordo com Shanker et al. (2004), um importante mecanismo de tolerância ao excesso de Cr absorvido é a compartimentalização desses íons nos vacúolos das raízes, tornando-os menos tóxicos para as plantas.

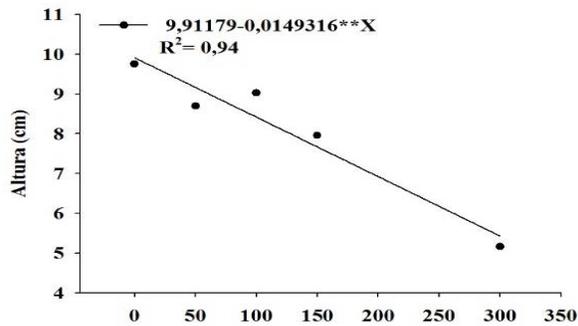


Figura 1- Altura média das mudas da espécie *Myracrodruon urundeuva*.

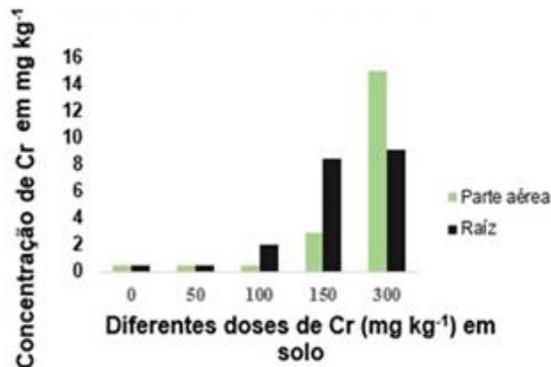


Figura 2- Concentração de Cr na parte aérea e raízes em mudas de *M. urundeuva*, após 120 dias de germinação.

No tratamento utilizando a dose de 300 mg kg⁻¹ foram observados sintomas visuais nítidos que indicavam a intoxicação por Cr. Na referida dose, houve elevada translocação do contaminante para a parte aérea, afetando o desenvolvimento inicial da espécie em estudo (Figura 3).

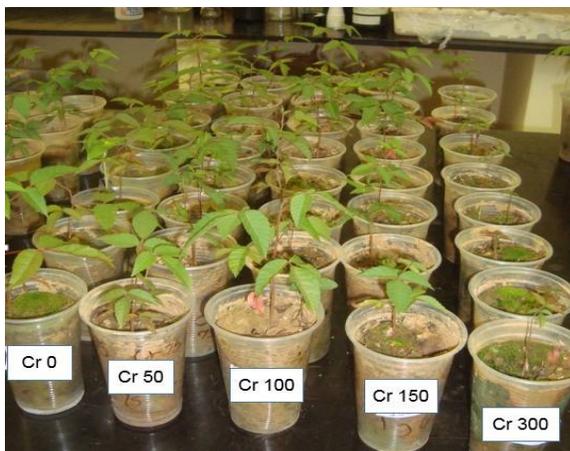


Figura 3- Unidades experimentais aos 120 dias, após a germinação, no qual pode se observar o baixo desenvolvimento das mudas na maior dose de Cr (300 mg kg⁻¹).

Segundo Pulford & Watson, (2003) sob elevadas concentrações do metal a raiz não consegue impedir que quantidades tóxicas de metal se transloque para partes aéreas, causando impacto direto sobre o metabolismo celular da planta. Em concentrações superiores a 5,2 mg kg⁻¹ de Cr nas plantas, causa estresse oxidativo a nível celular, redução na taxa fotossintética, que explica a maioria dos sintomas visuais de fototoxicidade na planta. (Shanker, 2005).

CONCLUSÕES

A espécie *M. urundeuva* pode ser utilizada em programas de recuperação de solos contaminados com Cr. Através do plantio de sementes, até uma contaminação de 150 mg kg⁻¹, concentrações de Cr acima desses teores afetam o desenvolvimento inicial da aroeira.

No entanto, são necessários mais estudos que comprovem os efeitos do contaminante em outras fases fenológicas da espécie.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, ao CNPq, e à CAPES pelo apoio financeiro e Cemig pela doação das sementes.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, R. M. T.; ALMEIDA, A. F.; MIELKE, M. S. et al. A physiological analysis of *Genipa americana* L.: A potential phytoremediator tree for chromium polluted watersheds. *Environmental and Experimental Botany*, vol.61, n.3 p. 264-271, 2007.
- BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; FLORES, E. M. M. et al. Teores totais de metais pesados no solo após aplicação de dejetos líquidos de suínos. *Ciências Rurais*, vol.42 n.4, p.653-659, 2012.
- CAIRES, S. M.; FONTES, M. P. F.; FERNANDES, R. B. A. et al. Desenvolvimento de mudas de cedro-rosa em solo contaminado com cobre: tolerância e potencial para fins de fitoestabilização do solo. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.35, n.6, p.1181-1188, 2011.
- CASTILHOS, D. D.; COSTA, C. N.; PASSIANOTO, C.C.; et al. Efeitos da adição de cromo hexavalente no crescimento, nodulação e absorção de nutrientes em soja. *Ciência Rural*, vol.31, n.6, 2001.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.420, de 28 de dezembro e 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 27 Março. 2015.



EMPRAPA, Sistema Brasileiro de classificação de Solos. Rio de Janeiro, RJ. 2 ed., 2006. 206p. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileirode-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

GOMES, M. P.; DUARTE, D. M.; CARNEIRO, M. M. L. et al. Zinc tolerance modulation in *Myracrodruon urundeuva* plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.67, p.1–6, 2013.

GRATÃO, P. L.; PRASAD, M. N. V.; CARDOSO, P. F. et al. Phytoremediation: green technology for the clean up of toxic metals in the environment. *Brazilian Journal of Plant Physiology* v.17, n.1, 2005.

NASCIMENTO, C. W. A.; XING, B. Phytoextraction: a review on enhanced metal availability and plant accumulation *Scientia Agricola* (Piracicaba, Braz.), v.63 n.3, 2006.

PERALTA, J. R.; GARDEA-TORRESDEY, J. L.; TIEMANN, K. J. et al. Uptake and effects of five heavy metals on seed germination and plant growth in alfalfa (*Medicago sativa*) L. *B Environ Contam Toxicol*, vol.66, n.6, p. 727–734, 2001.

PEREIRA, A. C. C.; RODRIGUES, A. C. D.; SANTOS, F. S. et al. Concentração de metais pesados em espécies arbóreas utilizadas para revegetação de área contaminada. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n.4, 2012.

PULFORD, I.D; WATSON, C. Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees a review. *Environment International* vol.29, p.529– 540, 2003.

SAHA, B.; ORVIG, C. Biosorbents for hexavalent chromium elimination from industrial and municipal effluents. *Coordin. Chem. Rev.*, v. 254, n. 23-24, p. 2959-2972, 2010.

SHANKER, A. K.; CERVANTES, C.; LOZA-TAVERA, H. et al. Chromium toxicity in plants, *Environment International*, vol.31, p.739–753, 2005.

SHANKER;A. K; DJANAGUIRAMAN, M; SUDHAGAR, R; et al. Differential antioxidative response of ascorbate glutathione pathway enzymes and metabolites to chromium speciation stress in green gram (*Vigna radiata* (L.) R.Wilczek. cv CO 4) roots. *Plant Science* vol. 166, n. 4, p. 1035–1043, 2004.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. et al. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. 2ª Ed., Porto Alegre: Departamento de Solos/ UFRGS. 174 p. (Boletim técnico, 5), 1995.

Using Phytoremediation to Clean Up Sites. Disponível em: <<http://www.epa.gov/superfund/accomp/news/phyto.htm>>. Acesso em: 19 Março. 2015.