

Desenvolvimento inicial de *Cedrella fissilis* Vell em solo contaminado com diferentes doses de Zinco⁽¹⁾.

Paulo Henrique Silveira Cardoso⁽²⁾; Bruno Guilherme Gonçalves⁽³⁾; Anarely Costa Alvarenga⁽⁴⁾; Fernanda Vieira de Oliveira⁽⁵⁾; Adelaide Cristielle Barbosa da Silva⁽⁵⁾; Reginaldo Arruda Sampaio⁽⁶⁾.

⁽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, Instituto de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG); Montes Claros – MG; paulohenrique.sc@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante de graduação em Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG); ⁽⁴⁾ Estudante de doutorado em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES); ⁽⁵⁾ Estudante de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG); Montes Claros – MG; ⁽⁶⁾ Professor Associado 4, Instituto de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG).

RESUMO: A elevada utilização do Zn, nos processos agrícola e industriais, tem ocasionado incrementos expressivos na concentração desse elemento químico no solo, podendo alcançar níveis prejudiciais. Diante desse fato, o trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de germinação, desenvolvimento inicial e acúmulo de Zn pela espécie arbórea nativa *Cedrella fissilis* Vell em solos contaminados com diferentes doses do referido elemento traço (300, 375, 450 e 900 mg kg⁻¹). O experimento foi realizado em casa de vegetação no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais no ano de 2014. Em delineamento inteiramente casualizado, com 8 repetições. As diferentes doses de Zn não afetaram o processo germinativo das sementes. Durante todo o período experimental, as mudas não apresentaram sintomas visuais que indicasse fitotoxidez ocasionada pelo Zn. Altura, diâmetro do coleto, massa seca e fresca da parte aérea e massa seca e fresca das raízes não foram afetadas pelas concentrações de Zn. Esses resultados demonstram que a espécie em estudo pode ser usada em programas de recuperação de solos contaminados com Zn, fitoestabilizando esse contaminante.

Termos de indexação: Elementos traços, fitoestabilização, espécie nativas.

INTRODUÇÃO

Os solos agrícolas apresentam, normalmente, baixas concentrações de elementos traços, provenientes das rochas que lhe deram origem. No entanto, atividades agrícolas e industriais, realizadas de maneira desordenada, pode ocasionar o acréscimo nos teores desses elementos, podendo estes chegarem a níveis prejudiciais.

Alguns elementos traços, como o Zn, são elementos essenciais, requeridos na nutrição de plantas e animais. No entanto, em altas concentrações no solo, este passa a ter efeito adverso, intoxicando plantas, afetando a atividade dos microrganismos do solo, e por consequência decréscimo da produtividade agrícola (Hassan & Aarts, 2011). O Zn, em excesso, acumula-se ao longo da cadeia trófica, podendo causar vários tipos de desordens metabólicas nos seres humanos (Hess & Schmid, 2002).

A extensão dos solos contaminadas com Zn tem se elevado mundialmente, devido a ampla utilização desse elemento nos processos agrícolas e industriais, além da mineração. A recuperação desses solos poluídos são uns dos maiores desafios da humanidade.

Atualmente, a maioria das técnicas usadas para descontaminação de solos possuem como inconvenientes alto custo e/ou causar outro tipo de poluição secundária.

Atualmente, tem-se buscado por técnicas inovadoras para limpezas dessas áreas. Dentre essas o plantio de espécie arbóreas nativas, tem se destacado. Pois, algumas espécies possuem elevada capacidade de sobrevivência em condições adversas, evitando a dispersão de contaminante, além de melhorar as condições físicas e químicas do solo, através do aporte de matéria orgânica. Devido as espécies arbóreas apresentarem grande produção de biomassa, esses podem sequestrar elevadas concentrações de Zn.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de germinação, desenvolvimento inicial e acúmulo de Zn pela espécie nativa *Cedrella fissilis* Vell, em solos contaminados com diferentes doses do referido elemento traço.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de dezembro/2013 à julho/2014, em casa de vegetação no Instituto de Ciências Agrárias (ICA/UFMG) na cidade de Montes Claros.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos consistiram em solos contaminado Zn ($ZnSO_4 \cdot H_2O$), perfazendo uma contaminação de 300; 375; 450; 900 mg kg^{-1} de Zn no solo, e a testemunha solo sem contaminação. A escolha dessas dosagens foram baseadas nos valores de alerta e intervenção preconizados pela Resolução CONAMA nº420 (BRASIL, 2009). De cada tratamento houve 8 repetições, perfazendo 40 unidades experimentais.

Foram analisados o potencial de germinação da espécie *C. fissilis* Vell, aos 30 dias após o plantio, altura, diâmetro do caule, massa fresca da parte aérea e raiz e massa seca da parte aérea e raiz, e absorção de Zn aos 120 dias, após o plantio.

O solo utilizado foi coletado em região de cerrado, pertencente ao ICA/UFMG. Classificado como Argissolo com textura franco-siltoso (Embrapa, 2006); 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%; 22 Cu 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} (Embrapa, 1997).

O solo foi seco ao ar e passado em peneira de 2 mm, logo após foi feita a contaminação.

Cada parcela experimental era constituída de um vaso plástico, no qual foi alocado 0,3 kg de solo, de acordo com tratamento. Esse foi umedecido na capacidade de campo, permanecendo encubado por um período de sete dias. Depois desse período foi feito o plantio de três sementes de *C. fissilis* em cada parcela, recebendo irrigação diariamente com água destilada, mantendo a capacidade de campo em torno de 70%.

Aos 30 dias de plantio foi feita avaliação da germinação e desbaste, deixado apenas uma muda por vaso. Após 120 dias do plantio as mudas foram levadas ao laboratório de Aproveitamento de Resíduos Sólidos do ICA/UFMG, sendo essas retiradas do solo, lavadas com água de torneira abundante e água destilada. Foi feita 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. A quantificação de Zn nas soluções obtidas acima, foram feitas em aparelho de espectrofotometria de absorção atômica Varian.

Os dados submetidos a análise de variância ($p < 0,05$) utilizando o programa estatístico SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa na taxa de germinação entre a testemunha e demais tratamentos ($p < 0,05$). Os diferentes tratamentos apresentaram taxa média de germinação em torno de 71%. Esses resultados demonstram que elemento químico Zn, mesmo em elevadas concentrações em um argissolo, não é capaz de causar efeitos negativos no processo germinativo da espécie *C. fissilis*. A capacidade de germinação da espécie em solos contaminados com Zn é de grande relevância, pois possibilita a recomposição vegetacional de uma área contaminada de forma econômica. Não necessitando gastos com mão de obra e matérias para a produção e plantio dessas mudas.

As diferentes doses de Zn, não afetaram o desenvolvimento inicial das mudas *C. fissilis*. Avaliação feita aos 120 dias, comprovou que não houve diferença estatística significativa, ($p < 0,05$) para os diferentes parâmetros avaliados, como mostrado na **tabela 1**.

Tabela 1 – Desenvolvimento inicial de *C. fissilis* em diferentes doses de zinco

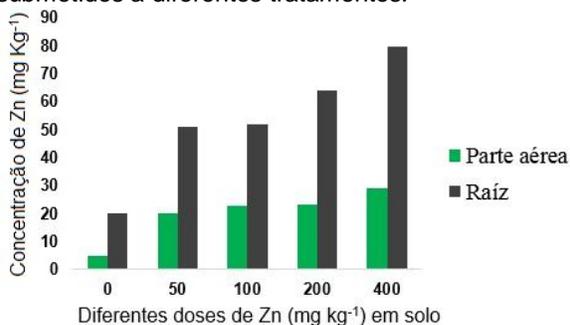
Doses (mg kg^{-1})	ALT (cm)	DIA (mm)	MFR (g)	MFPA (g)	MSR (g)	MSPA (g)
0	9,75	2,199	0,639	1,147	0,245	0,430
300	8,50	2,144	1,145	0,685	0,165	0,231
375	9,55	2,199	0,430	0,777	0,245	0,306
450	9,44	2,363	0,793	1,143	0,273	0,415
900	7,18	1,930	0,660	0,850	0,250	0,230
CV (%)	27,64	26,51	301,05	60,63	45,82	71,30

Não houve diferença significativa entre os tratamentos em nenhum dos parâmetros avaliados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ALT – Altura (cm); DIA – Diâmetro do caule (mm); MFR – Massa fresca da raiz (g); MFPA – Massa fresca da parte aérea (g); MSR – Massa seca da raiz (g); MSPA – Massa seca da parte aérea (g).

Na média geral, entre os tratamentos, no final do período experimental as mudas apresentaram 8,84 cm de altura, 2,1 mm de diâmetro do coleto, massa fresca da parte aérea e raízes 0,92 e 0,73 g respectivamente, massa seca da parte aérea e raízes de 0,32 g e 0,23 g, respectivamente. Marques et al. (2000), comprovaram que mudas da espécie *C. fissilis* apresentam tolerância a altas concentrações de Zn no solo. Esses pesquisadores constataram que mudas, da espécie em estudo, que se desenvolveram em substratos com altos teores do referido micronutriente não apresentaram alteração na altura e produção de massa seca da parte aérea e raízes.

Durante todo período experimental, 120 dias, não foram observados sintomas visuais que indicasse efeitos fitotóxicos de Zn sobre as mudas. Nas plantas o efeito da fitotóxicidade de Zn é observado por meio de clorose, necrose, redução da fotossíntese e da produção de biomassa (Cambrolle et al., 2012). Por sua vez, esses resultados podem estar relacionados a disponibilidade do elemento químico no solo utilizado. Como esse apresentava uma textura franco-siltoso, essa característica pode ter contribuído para houvesse a adsorção dos íons do poluente, retirando-os da fração trocável. A biodisponibilidade de uma cátion metálico na solução do solo, entre eles o Zn, é altamente influenciado pela textura, mineralogia e pH do solo (Pigozzo et al., 2008).

Figura 1: Acumulação de Zn na parte aérea e em raízes de *C. fissilis*, aos 120 após plantio, submetidos a diferentes tratamentos.



Houve um ligeiro aumento na concentração de Zn na massa seca da parte aérea, com aumento nas doses de Zn no solo (**Figura 1**). Paiva et al. (2002) observaram que o aumento na translocação do Zn da raiz para a parte aérea em mudas de *C. fissilis* foi altamente influenciada pelas doses de Zn utilizadas. Já em raízes, houve um efeito mais pronunciado no acúmulo de Zn com a elevação das doses. Raízes de mudas que se desenvolveram no tratamento com a dose de 900 mg kg⁻¹ de Zn

acumularam 3,6 vezes mais contaminante, quando comparados a testemunha (**Figura 1**). A concentração de Zn no solo exerce grande influência no acúmulo de Zn nos tecidos vegetais. Espécie como a *C. fissilis* acumulam elevadas concentrações de Zn nas raízes, apresentando baixa translocação desse elemento para parte aérea (Soares et al., 2001).

CONCLUSÕES

A tolerância a elevadas concentrações de Zn, durante o desenvolvimento inicial, apresentada pela espécie *C. fissilis* a potencializar para ser utilizada em programas de que visem a fitoestabilização de solos contaminados com Zn.

A textura do solo utilizado, franco siltoso, pode ter influenciado os resultados encontrados no presente trabalho.

Torna-se necessário a continuação dos estudos, investigando do efeito das altas concentrações de Zn sobre as outras fases fenológicas da espécie *C. fissilis*.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 420 de Dezembro de 2009. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codigo_tipo=3&ano=2009>. Acesso em 04 de Março de 2015.

EPA, Environmental Protection Agency. Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices. Method 3051, 1996.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2ed. Rio de Janeiro. 212p. 1997.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. Ed. Brasília. 306p. 2006.

CAMBROLLÉ, J.; MANCILLA-LEYTÓN, J. M.; MUÑOZ-VALLÉS, S.; LUQUE, T.; FIQUEROA, M. E., Zinc tolerance and accumulation in the salt-marsh shrub *Halimione portulacoides*. Chemosphere, 86:867-874, 2012.

HASSAN, Z.; AARTS, M. G. M., Opportunities and feasibilities for biotechnological improvement of Zn, Cd or



Ni tolerance and accumulation in plants. *Environmental and Experimental Botany*, 73:53-63, 2011.

HESS, R.; SCHMID, B., Zinc supplement overdose can have toxic effects. *Journal of Pediatric, Hematology e Oncology*, 24:582-584, 2002.

MARQUES, T. C. L. L. de S e M.; MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O., Crescimento e teor de metais de mudas de espécies arbóreas cultivadas em solo contaminado com metais pesados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 121-132, 2000.

PAIVA, H. N.; CARVALHO, J. G.; SIQUEIRA, J. O.; CORRÊATEOR, J. B. D., Conteúdo e índice de translocação de nutrientes em mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) submetidas a doses crescentes de zinco, *Ciência Floresta*, Santa Maria, 13:1-10, 2002.

PIGOZZO, A. T. J.; LENZI, E.; LUCA JÚNIOR, J.; SCAPIM, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; COSTA, A. C. S., Reação do solo e disponibilidade de micronutrientes, em solo de textura média, tratado com lodo de esgoto e cultivado com milho do com milho. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, 30:569-579, 2008.

SOARES, C. R. F. S.; ACCIOLY, A. M. A; MARQUES, T. R. L. L de S. M.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S., Acúmulo e distribuição de metais pesados nas raízes, caule e folhas de mudas de árvores em solo contaminado por rejeitos de indústria de zinco. *Revista Brasileira Fisiologia Vegetal*, 13:302-315, 2001.