



Avaliação do desenvolvimento inicial da espécie arbórea nativa *Myracrodruon urundeuva* em solo contaminado por zinco⁽¹⁾.

Daniela Aparecida Freitas⁽²⁾; Anarely Costa Alvarenga⁽³⁾; Izabelle de Paula Sousa⁽⁴⁾; Marcos Antônio Neris Coutinho⁽⁴⁾; Agda Loureiro Gonçalves Oliveira⁽⁴⁾; Regynaldo Arruda Sampaio⁽⁵⁾.

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

⁽²⁾ Estudante de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Montes Claros, Minas Gerais, daniela13_ita@hotmail.com; ⁽³⁾ Doutoranda em Produção vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, engagronoma@hotmail.com ⁽⁴⁾ Estudante de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da UFMG, izabelinhasousa@hotmail.com, marcos_eafsal@hotmail.com, agdaloureiro@gmail.com; ⁽⁵⁾ Professor da UFMG, rsampaio@ufmg.

RESUMO: A fitorremediação é uma técnica que consiste na utilização de plantas para a recuperação de solos contaminados e, especialmente com metais pesados, essa é uma técnica de elevada eficiência. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial de *Myracrodruon urundeuva* em argissolo com textura franco-siltosa contaminado com diferentes doses de zinco (0, 300, 375, 450, 900 mg kg⁻¹) a fim de evidenciar o potencial da espécie para recuperação de solos contaminados pelo referido elemento químico. O experimento foi realizado em casa de vegetação em delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 8 repetições. O solo foi contaminado de acordo com o tratamento, logo após sendo transferido para as unidades experimentais, onde foram umedecidos, com água destilada e incubados por período de sete dias. Passado esse, procedeu-se o plantio de 3 sementes por unidade experimental. A germinação *M. urundeuva* não foi afetada pelas diferentes concentrações de Zn. Avaliação feita aos 120 dias comprovou que o elemento químico em estudo não afetou o desenvolvimento inicial das mudas de aroeira, sendo que essas acumulam maiores teores do contaminante nas raízes, em detrimento da parte aérea. Portanto, a espécie estudada apresenta grande potencial para ser usada nos processos de recuperação ambiental de áreas contaminadas com altas concentrações de Zn.

Termos de indexação: Fitorremediação, metal pesado, recuperação.

INTRODUÇÃO

A fitorremediação é uma técnica que consiste na utilização de plantas para recuperação de solos contaminados por poluentes orgânicos ou inorgânicos. Em especial, no caso de metais pesados essa prática mostra-se de elevada eficiência. Pois, a recomposição vegetacional de uma área contaminada promove o decréscimo nas

taxas de contaminantes, além de evitar que haja erosão e lixiviação desses (Caires et al., 2011).

A capacidade de sobrevivência em condições adversas, fácil propagação e alta produção de biomassa e ciclo de vida longo são características que potencializa a utilização de espécies arbóreas nativas em programas de recuperação de solos contaminados com metais pesados. Tais aspectos permitem a minimização dos efeitos adversos dos referidos contaminantes de forma menos onerosa, principalmente se a revegetação se der através do plantio de sementes, diretamente nessas áreas.

A espécie arbórea nativa *Myracrodruon urundeuva* Fr. All, conhecida popularmente como Aroeira do sertão é nativa do cerrado e caatinga, sua ampla ocorrência em solos derivados de rochas basálticas, normalmente abundantes em metais como Fe, Mn, Zn, Co, Ni, sugere um nível de tolerância da espécie a esses metais (Paiva, 2001).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de germinação e desenvolvimento inicial de *M. urundeuva* em argissolo com textura franco-siltoso, contaminado com diferentes doses de Zn 0, 300, 375, 450, 900 mg kg⁻¹, a fim de evidenciar o potencial da espécie para recuperação de solos contaminados por Zn.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de Dezembro/2013 a Julho/2014, em casa de vegetação no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG). O trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 8 repetições.

O solo utilizado foi coletado na fazenda experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro-ICA-UFMG. Sendo esse classificado como argissolo com textura franco-siltosa (Embrapa, 1997). 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.

Após esse processo o solo foi contaminado com 4 diferentes doses de Zn (ZnSO₄H₂O), perfazendo uma contaminação de 300; 375; 450; 900 mg Kg⁻¹ do contaminante no solo, e a testemunha solo sem contaminação. A escolha dessas dosagens foi baseada nos valores de alerta e intervenção preconizados pela Resolução CONAMA 420 de 2009.

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 de acordo com capacidade de campo, permanecendo encubado por um período de 7 dias. Depois desse período foi feito o plantio de 3 sementes de *M. urundeuva* em cada parcela, recebendo irrigação diariamente com água destilada, mantendo a capacidade de campo em torno de 70 %.

Aos 30 dias 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 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 foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) utilizando o programa estatístico SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação feita aos 30 dias após o plantio das sementes demonstrou que o elemento químico em estudo não é capaz de afetar o processo germinativo da espécie *M. urundeuva*. Observou-se uma média de 75 % de germinação das sementes, não havendo diferença significativa entre os tratamentos. A capacidade de a espécie germinar em solos contaminados com metais pesados é de grande importância ecológica para avaliação do potencial de tolerância a contaminantes. Alguns estudos supõem que o envoltório da semente é capaz de adsorver os contaminantes, impedindo sua entrada, evitando possíveis danos aos embriões (Di Salvatore et al., 2008). Resultado semelhante foi encontrado por Garcia-Márquez et al. (2013), no qual submetem sementes das espécies *Atriplex halimus* e *Salicornia ramosissima* a diferentes doses de ZnSO₄H₂O (10, 25, 50, 100, 250, 1000 e 2000 µM), não evidenciando alterações na taxa de germinação de nenhuma das espécies estudadas.

Avaliação final realizada aos 120 dias demonstrou que não houve diferença estatística entre os parâmetros avaliados, nos diferentes tratamentos ($p < 0,05$). Em médias, as plantas apresentavam 9,11 cm de altura; 0,75 cm de diâmetro do coleto; 1,17 e 0,24 g de massa fresca e seca da parte aérea, respectivamente; 0,94 e 0,33 g de massa fresca e seca de raízes, respectivamente. Também não foram observados sintomas visuais de fitotoxidez durante todo período experimental (Figura 1).



Figura 1 – Mudanças de *M. urundeuva* aos 120 dias submetidas a diferentes concentrações de Zn, não apresentando nenhum sintoma de fitotoxidez.

Esses resultados divergem dos pressupostos relatados por Mattiazzo-Prezotto (1994), em conformidade com esse autor doses acima de 400 mg kg⁻¹ de Zn afetam o desenvolvimento do *M. urundeuva*, causando efeitos fitotóxicos, comprovados através de clorose foliar e decréscimo no desenvolvimento.

A elevação das doses, nos diferentes tratamentos, foi diretamente proporcional ao



acúmulo de metais na espécie testada. Na parte aérea houve um ligeiro aumento nas concentrações do elemento, exceção para o tratamento com a maior dose do contaminante, 900 mg kg⁻¹, no qual a acumulação do nutriente na parte área foi superior aos demais tratamentos (**Figura 2**).

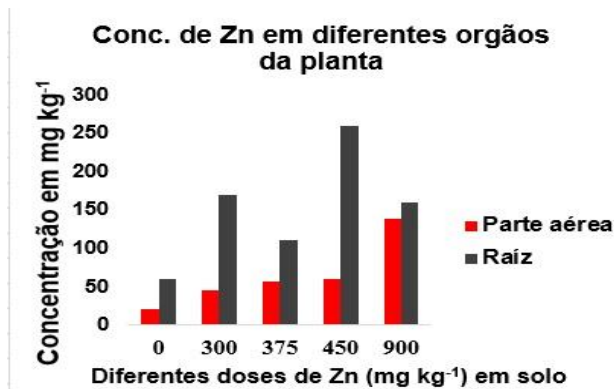


Figura 2 – Concentração de Zn em mudas de *M. urundeuva* aos 120 dias as quais se desenvolveram em solos com diferentes concentrações de Zn.

Gomes et al. (2013) em experimento testando a tolerância da *M. urundeuva* a altas concentrações de zinco, observaram que nas folhas os teores do elemento químico aumentaram à medida que as doses de Zn no substrato também aumentaram.

Já nas raízes, as concentrações foram proporcionais as doses aplicadas, exceção para maior dose. A maior acumulação foi observada na dose de 450 mg kg⁻¹ (**Figura 2**). Evidenciando que a espécie não consegue evitar o processo de absorção do excesso de Zn, no entanto a planta limita a translocação do excedente do metal para parte aérea, acumulando-o na raiz (Soares et al., 2001). Todos os tratamentos acumularam mais de 100 mg kg⁻¹ de Zn em raízes, exceção apenas para a testemunha. Kabata-Pendias (2011) afirma que concentrações de 100 a 500 mg kg⁻¹ de Zn são consideradas como excessivas ou tóxicas para as plantas.

No entanto, os resultados encontrados podem ter sido influenciados por outros fatores como o pH e textura do solo utilizado. As formas solúveis e trocáveis de Zn são altamente dependentes de pH (Lindsay, 1972). Em valores de pH próximo a 6,5 começa a ocorrer a precipitação dos íons de Zn, limitando absorção desse elemento pelas plantas (Pereira et al., 2007). A textura siltosa do solo pode ter contribuído para adsorção dos cátions de Zn, retirando esses do complexo de troca do solo, prejudicando sua absorção. A disponibilidade do elemento na solução do solo é um dos fatores de grande relevância que influencia o acúmulo de metais nos tecidos vegetais (Marques et al., 2000).

CONCLUSÕES

A espécie estudada apresenta grande potencial para ser usada nos processos de recuperação ambiental de áreas contaminadas com altas concentrações de Zn.

A capacidade das sementes terem germinado e desenvolvidas satisfatoriamente é de grande relevância, tanto do ponto de vista ambiental como econômico. Há uma diminuição dos custos durante o processo de revegetação, pois não é necessário o uso de viveiro e nem do plantio de mudas, conseguindo fazer o semeio em grandes áreas em um curto espaço de tempo. Além do mais, as plantas já germinam nos lugares que vão se desenvolver, diminuindo o stress causado pelo transplântio.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

- 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*, 35:1181-1188, 2011.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 420 de Dezembro de 2009. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegi_tipo=3&ano=2009>. Acesso em 04 de Março de 2015.
- DI SALVATORE, M.; CARAFA, A. M.; CARRATÚ, G. Assessment of heavy metals phytotoxicity using seeds germination and root elongation tests: A comparison of two growth substrates. *Chemosphere*, 73:1461-1464, 2008.
- EPA, Environmental Protection Agency. Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices. Method 3052, 1996.
- EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2. Ed. Rio de Janeiro. 212 p, 1997.
- GOMES, M. P.; DUARTE, D. M.; CARNEIRO, M. M. L. C. et al. Modulação tolerância de zinco em *Myracrodruon urundeuva* plantas. *Bioquímica e Fisiologia Vegetal*, 67: 1-6, 2013.
- GARCÍA-MÁRQUEZ, B.; MÁRQUEZ, C.; SANJOSÉ, I. et al. Os efeitos dos metais pesados sobre as características de germinação e de plântulas em duas



espécies halófitas em pântanos do Mediterrâneo. Boletim Poluição Marinha, 70:119-124, 2013.

KABATA-PENDIAS, H., Trace elements in Soils and Plants, 4^o edition, CRC Press, Boca Ratón, Florida, 534p, 2011.

LINDSAY, W. L. Zinc in Soils and Plant Nutrition. Advances in Agronomy, 24:147-186, 1972.

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

MATTIAZZO-PREZOTTO, M. E. Comportamento de Cu, Cd, Cr, Ni e Zn adicionados à solos de clima tropical em diferentes valores de pH. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 197p. 1994

PEREIRA, N. M. Z.; ERNANI, P. R.; SANGOL, L. Disponibilidade de zinco para o milho afetada pela adição de Zn e pelo pH do solo. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 6:273-284, 2007

PAIVA, H. N.; CARVALHO, R.; SILVA, F. P. et al. Influência de doses de níquel sobre o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) em solução nutritiva. Revista Cerne, 7: 114-121, 2001.

SOARES, C. R. F. S.; AGUIAR, A. M.; MARQUES, T. C. L. L. S. M. et al. Acúmulo e distribuição de metais pesados nas raízes, caules e folhas de mudas de árvores em solo contaminado por rejeitos de indústria de zinco. Revista Brasileira Fisiologia Vegetal, 13:302- 315, 2001.