

Desenvolvimento de mudas de paricá em solo contaminado com cádmio e zinco⁽¹⁾.

Deyvison Andrey Medrado Gonçalves⁽²⁾; Antonio Rodrigues Fernandes⁽³⁾; Renato Alves Teixeira⁽²⁾; Milene Moara Reis Costa⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq.

⁽²⁾ Discente do PPG em Agronomia; Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA; Belém - PA; deyvison.medrado@ufr.edu.br; ⁽³⁾ Professor Associado III; Universidade Federal Rural da Amazônia; ⁽⁴⁾ Discente do curso de graduação em Agronomia; Universidade Federal Rural da Amazônia.

RESUMO: Atualmente, os problemas ambientais relacionados à contaminação do solo por metais pesados, recebem atenção mais efetiva, em virtude do potencial tóxico. O objetivo foi avaliar a produção de biomassa de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em solo contaminado com cádmio (Cd) e zinco (Zn). Mudas foram cultivadas por 90 dias e as doses selecionadas de acordo com a resolução nº 420 do CONAMA. Utilizou-se os seguintes níveis: valor de prevenção, valor de investigação e 2x o valor de investigação, nas formas isolada e associada. Após o cultivo, as plantas foram colhidas divididas em folhas, caule e raízes, secas em estufa para obtenção da produção massa seca da parte aérea (MSPA) e raízes (MSR). Houve redução na produção de MSPA e MSR nos tratamentos com contaminação por Zn, tanto na forma isolada como na associada. Os tratamentos submetidos ao Cd, não apresentaram diminuição na produção de MSPA e MSR, o que possivelmente ocorre em função de uma possível tolerância da espécie.

Termos de indexação: Fitorremediação, metais pesados, biomassa.

INTRODUÇÃO

A contaminação do solo é um problema ambiental preocupante em todo o mundo, pois têm efeitos negativos na saúde humana e dos ecossistemas, produtividade do solo e na socioeconomia do local em questão (Conesa et al., 2012).

Os metais pesados podem ser considerados: biologicamente essenciais como, por exemplo, Co, Cu, Mn e Zn (Alloway, 1993) e os chamados de “metais tóxicos” ou elementos não essenciais, tais como Pb, Cd, Hg, As (Kabata-Pendias, 2010). Os metais pesados ocorrem de forma natural nos solos, em função do material parental sobre o qual o solo foi formado, esta relação fica evidenciada quando o processo ocorre *in situ* e reduz sua expressão quando a origem é um material já intemperizado (Fadigas & Sobrinho, 2006). No entanto, os metais

pesados também podem ser adicionados a partir de atividades humanas, como deposição de rejeitos e subprodutos industriais, da exploração mineral e de forma considerável pelo crescimento da agricultura intensiva.

Para remediação de solos as técnicas conhecidas, fundamentam-se em processos físicos, químicos e biológicos. Todas necessitam de um alto nível tecnológico e na maioria das técnicas os custos financeiros são elevados. Os métodos são divididos em dois grupos, de acordo com a localização das ações, ex ou in situ, no entanto todos se baseiam em processos de engenharia com intuito de aumentar a capacidade de extração dos contaminantes do sistema em questão (Huang & Cunningham, 1996). Entre as técnicas de remediação, a fitorremediação se destaca por ser economicamente viável e ambientalmente sustentável, podendo ser utilizada na recuperação de áreas contaminadas e/ou degradadas (Willscher et al., 2009).

Dentro deste contexto, as espécies arbóreas com rápido crescimento têm sido sugeridas como plantas apropriadas para fitorremediação de solos contaminados por metais pesados, em virtude de algumas características como: capacidade de desenvolvimento em solos com baixa disponibilidade de nutrientes, sistema radicular profundo, alta taxa de crescimento e elevada produção de biomassa (Shukla et al., 2011).

Na região Amazônica o paricá, é uma espécie florestal encontrada naturalmente em ecossistemas de floresta primária ou secundária, tanto em áreas de terra firme como várzea alta (Ducke, 1949).

Nos últimos anos vem se destacado como uma alternativa de espécie nativa para utilização em programas de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas e sistemas agroflorestais, com grande potencial. Apresenta rápido crescimento inicial e boa adaptabilidade a diversos sistemas de manejo (Caione et al., 2012).

O objetivo foi avaliar a produção de biomassa de mudas de paricá em solo contaminado com cádmio (Cd) e zinco (Zn).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém – PA. As mudas de paricá foram adquiridas em viveiro comercial, com idade e altura uniformes.

Como substrato utilizou-se um Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa, coletado em área adjacente a rodovia PA - 256 (2°58'49" S e 47°24'32" W), no município de Paragominas, região Nordeste do estado do Pará

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de contaminação com Cd (controle; 1,3; 3,0 e 6,0 mg kg⁻¹), Zn (controle; 300, 450 e 900 mg kg⁻¹) e combinação de Cd + Zn (controle; 1,3 + 300; 3,0 + 450 e 6,0 + 900 mg kg⁻¹). As doses foram determinadas a partir dos valores de prevenção, investigação e duas vezes o valor de investigação, de acordo com a resolução nº 420 do Conama (2009), que dispõe sobre valores orientadores de qualidade do solo.

Baseado na análise preliminar da fertilidade do solo fez-se a correção da acidez pelo método de saturação por bases (V) utilizando calcário dolomítico (PRNT 90%), com objetivo de atingir 60% de saturação por bases. O solo foi umedecido para que fossem preenchidos 70% do volume total de poros, cujo cálculo foi realizado de acordo com Salvador (2011). As unidades experimentais foram contaminadas pela adição de soluções preparadas a base de sal puro para análise de cloreto de cádmio e cloreto de zinco. O conteúdo dos vasos depois de contaminados permaneceu 60 dias em repouso para que as reações entre os metais adicionados e a terra fossem estabilizadas. Após este período foi realizada a adubação de plantio com 10 g/vaso de NPK na formulação 6-30-6. As mudas foram cultivadas por um período de 90 dias, entre os meses de maio e agosto de 2012. Ao final do período de avaliação, as plantas foram colhidas e divididas em folhas, caule e raízes. Procedeu-se secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C e pesados periodicamente até valor constante para obtenção da massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão pelo programa Assistat 7.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas de paricá submetidas à contaminação apresentaram redução na produção de MSPA e MSR, quando expostas as doses de Zn e quando estas foram associadas às de Cd (Figura 1).

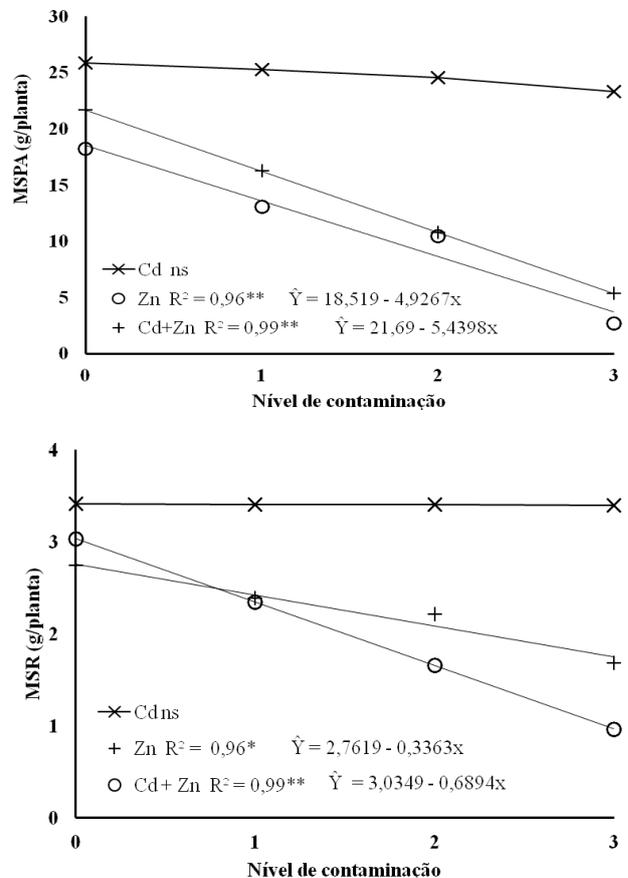


Figura 1 - Matéria seca da parte aérea (MSPA) (A) e da raiz (MSR) (B) em paricá cultivado em solo contaminado com Cd = controle; 1,3; 3,0 e 6,0 mg kg⁻¹, Zn = controle; 300, 450 e 900 mg kg⁻¹ e Cd + Zn = controle; 1,3 + 300; 3,0 + 450 e 6,0 + 900 mg kg⁻¹, nível 0, 1, 2 e 3, respectivamente. ns= não significante, *p<0,05 e **p<0,01.

Alterações no ritmo de crescimento que ocasionam diminuição na produção de biomassa de vegetais são geralmente, observadas em plantas submetidas a altos níveis de contaminação por metais pesados (Singh & Agrawal, 2007).

O zinco apesar de ser um elemento essencial para o desenvolvimento vegetal, quando disponível em altas concentrações no solo apresenta efeito tóxico capaz de comprometer o crescimento das plantas. A diminuição da produção de matéria seca da raiz e parte aérea são algumas das variáveis do crescimento afetados por esse metal, podendo levar a morte das plântulas, quando cultivadas em áreas com elevado nível de contaminação (Carneiro et al., 2002; Li et al., 2011; Alexandre et al. 2012).

Em experimento realizado com as espécies da família Caesalpiniaceae: *S. amazonicum*, *Caesalpineia echinata* e *Senna multijuga*, ocorreu redução no crescimento vegetativo, mesmo absorvendo quantidades significativas de metais pesados, ao ponto de serem classificadas como



fitoextratoras para os metais avaliados (Chaves & Santana, 2010).

Mudas de eucalipto cultivadas em solução nutritiva com altas concentrações de Zn apresentaram redução na produção de MSPA e MSR, conforme observado por Junio Ramos et al. (2009). Estudo de Soares et al. (2001), avaliando a toxicidade de Zn no crescimento e nutrição de *Eucalyptus maculata* e *E. urophylla*, em solução nutritiva, também demonstrou redução da produção de MSPA e MSR.

A diminuição no crescimento de espécies vegetais em substrato contaminado por Zn pode estar relacionada à redução das concentrações de outros elementos como o Fe e Ca, visto que a translocação do Fe é altamente inibida em plantas de eucalipto submetidas a altas concentrações de Zn em solução nutritiva (Soares et al., 2001).

Schizolobium parahyba cultivado em solo contaminado com chumbo (Pb), apresentou redução na produção de biomassa da parte aérea, enquanto que as raízes não sofreram com a exposição ao metal (Souza et al., 2012).

As plantas cultivadas em solo com doses de Cd, não apresentaram diferenças significativas de redução da produção de biomassa, em nenhuma das partes avaliadas. Possivelmente, essa resposta está relacionada com mecanismos de defesa desenvolvidos pelo vegetal.

As principais estratégias para evitar o estresse são: a ligação com ácidos orgânicos e a complexação intracelular (quelação), que consiste na síntese de agentes quelantes específicos com baixo peso molecular, que evitam a ligação dos íons metálicos com proteínas importantes para as reações fisiológicas e facilitam o transporte do contaminante para os vacúolos; os principais ligantes do Cd⁺² são os tióis presentes na glutatona e nas fitoquelatinas (Guimarães et al., 2008; Verbruggen; Hermans; Schat, 2009; Souza, Silva & Ferreira, 2011).

Em experimento avaliando cultivares de *Averrhoa carambola*, Dai et al. (2011), observaram que entre 14 cultivares testadas, uma (Wuchuan Sweet), apresentou o maior potencial de extração de Cd em relação as demais, com produção de biomassa da parte aérea de 30 t ha⁻¹, extração de 330 g ha⁻¹ de Cd o que representou 12,8% do total de Cd da camada superficial do solo.

As informações acerca da espécie de paricá ainda são poucas, principalmente em relação à tolerância a metais pesados.

CONCLUSÕES

A contaminação do solo com Zn e a associação com Cd reduziram o desenvolvimento inicial de plantas de paricá.

As doses de Cd não afetaram o crescimento das mudas de paricá, demonstrando uma possível tolerância ao metal.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e a Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

ALLOWAY, B. J. Heavy metals in soils. New York: John Wiley, 1993. 339p.

ALEXANDRE, J.R.; OLIVEIRA, M.L.F.; SANTOS, T.C. et al. Zinco e ferro: de micronutrientes a contaminantes do solo. Natureza on line, v. 10, n. 1, p. 23-28, 2012.

CAIONE, G.; LANGE, A. & LUIZ, E. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. Scientia Florestalis, v. 40, n. 94, p. 213-221, 2012.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O. & MOREIRA, F. M. S. . Comportamento de espécies herbáceas em misturas de solo com diferentes graus de contaminação com metais pesados. Pesq. Agropec. Bras, v. 37, n. 1, p. 1629-1638, 2002.

CHAVES, E.V. & SANTANA, G.P. Eficiência das espécies *Senna multijuga*, *Schizolobium amazonicum* e *Caesalpinia echinata* utilizada para remover metais pesados de solos contaminados. Revista Brasileira de Educação Profissional e Tecnológica. V. 1, n. 1, p. 69-78, 2010.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009.



- CONESA, H. M.; EVANGELOU, M. W. H.; ROBINSON, B. H. & SCHULIN, R. A critical view of current state of phytotechnologies to remediate soils: still a promising tool? *The Scientific World Journal*, v. 2012, p. 173829, 2012.
- DAI, Z.; SHU, W.; LIAO, B.; WAN, C. & LI, J. Intraspecific variation in cadmium tolerance and accumulation of a high-biomass tropical tree *Averrhoa carambola* L.: implication for phytoextraction. *Journal of environmental monitoring*: JEM, v. 13, n. 6, p. 1723-9, 2011.
- DUCKE, A. Notas sobre a flora neotrópica II: as leguminosas da Amazônia brasileira. 2ed. Belém: IAN. 248 p. (IAN Boletim Técnico, 18), 1949.
- FADIGAS, F. & SOBRINHO, N.A. Proposição de valores de referência para a concentração natural de metais pesados em solos brasileiros. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, n. 3, p. 699-705, 2006.
- GUIMARÃES, M. DE A.; SANTANA, T. A. DE; ZENZEN, I.L. & LOUREIRO, M. E. Toxicidade e tolerância ao cádmio em plantas. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 1, n. 3, p. 58-68, 2008.
- HUANG, J.W. & CUNNINGHAM, S.D. Lead phytoextraction: species variation in lead uptake and translocation. *New Phytologist*, v. 134, p 75-84, 1996.
- KABATA-PENDIAS, A. Trace elements in soils and plants. Boca Raton: CRC press, 2010. 505 p.
- JUNIO RAMOS, S.; CASTRO, E. M. DE; CARMO PINTO, S. I. DO; et al. Uso do silício na redução da toxidez de zinco em mudas de eucalipto. *Interciencia*, v. 34, n. 3, p. 189-194, 2009.
- LI, T.; DI, Z.; ISLAM, E.; JIANG, H. & YANG, X. Rhizosphere characteristics of zinc hyperaccumulator *Sedum alfredii* involved in zinc accumulation. *Journal of Hazardous Materials*, v. 185, n. 2-3, p. 818-23, 2011.
- SALVADOR, J.T.; CARVALHO, T. C. & LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.
- SHUKLA, O. P.; JUWARKAR, A. A; SINGH, S. K. et al. Growth responses and metal accumulation capabilities of woody plants during the phytoremediation of tannery sludge. *Waste management (New York, N.Y.)*, v. 31, n. 1, p. 115-23, 2011.
- SINGH, R.P.; & AGRAWAL, M. Effects of sewage sludge amendment on heavy metal accumulation and consequent responses of *Beta vulgaris* plants. *Chemosphere*, 67; 2229-2240, 2007.
- SOARES, C. R. F. S.; GRAZZIOTTI, P. H.; SIQUEIRA, J. O. et al. Toxidez de zinco no crescimento e nutrição de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 2, p. 339-348, 2001.
- SOUZA, E.; SILVA, I. & FERREIRA, L. Mecanismos de tolerância a estresses por metais pesados em plantas. *Revista Brasileira Agrociência*, v. 17, n. 2-4, p. 167-173, 2011.
- SOUZA, S.C.R. DE S.; ANDRADE, S.A.L. DE; et al. Lead tolerance and phytoremediation potential of Brazilian leguminous tree species at the seedling stage. *Journal of environmental management*..., v. 110, p. 299-307, 2012.
- VERBRUGGEN, N.; HERMANS, C. & SCHAT, H. Mechanisms to cope with arsenic or cadmium excess in plants. *Current opinion in plant biology*, v. 12, n. 3, p. 364-72, 2009.