

Tolerância de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. ao Metal Pesado Chumbo

Jeanne Marie Garcia Le Bourlegat¹, Sarita Carneiro Rossi², Carlos Eduardo Chino³,
Marlene Aparecida Schiavinato⁴, Ana Maria Magalhães Andrade Lagôa⁵

Introdução

A contaminação do solo por metais pesados (MP) tem causado sérios problemas ambientais na biosfera devido à rápida industrialização e urbanização [1]. Os altos níveis destes metais são resultado de atividades de mineração, uso indiscriminado de pesticidas e fertilizantes contendo estes compostos [2].

O chumbo (Pb) está entre estes elementos. Seus efeitos tóxicos ocorrem nos processos de fotossíntese, de mitose e absorção de água [3]. O Pb causa inibição de atividades enzimáticas, distúrbios de nutrição mineral, de balanço hídrico, mudanças hormonais e alterações na permeabilidade da membrana celular. Altas concentrações podem levar à morte celular [4].

A remediação de solo contaminado representa uma despesa significativa a muitas empresas e entidades governamentais. Uma tecnologia alternativa emergente para a reabilitação de áreas afetadas é a utilização de plantas para remover contaminantes inorgânicos de solo poluído, chamada fitoextração. Esta técnica é baseada na habilidade da planta em interceptar, absorver e acumular metais pesados [5]. A fitoextração refere-se ao uso de plantas acumuladoras, que conseguem extrair poluentes do solo e transportá-los para a parte aérea. As plantas ideais para fitoextração devem ter o potencial de: acumular o metal a ser extraído, transportar e acumular o MP preferencialmente na parte aérea; tolerar grande concentração do metal no solo; crescimento rápido, grande concentração de biomassa; fáceis cultivo e colheita [6].

A *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., uma leguminosa originária do México, freqüentemente utilizada em sistemas agroflorestais, foi encontrada na China colonizando naturalmente locais com resíduos minerais Pb/Zn [7]. Ela apresenta alta taxa de germinação, crescimento rápido, facilidade de nodulação e rápido crescimento do sistema radicular[8].

O objetivo deste trabalho foi determinar a tolerância de *L. leucocephala* ao chumbo, baseado na investigação dos efeitos deste MP no crescimento inicial das plantas e determinar a influência da nodulação, visando sua possível utilização como fitoextratora.

Material e métodos

Os experimentos foram desenvolvidos no Centro de Ecofisiologia e Biofísica do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e no Departamento de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

As plantas foram cultivadas em casa de vegetação sob temperatura e condições fotoperiódicas naturais durante todo o período experimental.

Plântulas de *L. leucocephala* foram transplantadas para vasos plásticos contendo areia e inoculadas ou não com uma suspensão de estirpes de rizóbios previamente selecionadas. Foram irrigadas com 100mL de solução nutritiva sem nitrogênio[9], modificada por Romeiro [10], contendo concentrações de 0, 100, 400 e 800 $\mu\text{M L}^{-1}$ de Pb utilizando-se uma solução de acetato de chumbo. As plantas foram mantidas nestas condições por trinta e cinco dias.

O desenvolvimento das plantas foi analisado por meio das medidas das massas secas da parte aérea e das raízes.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) por meio do programa computacional Varpc [11]. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, nos resultados significativos.

Resultados e Discussão

Pelos resultados apresentados, as plantas jovens de leucena com as raízes inoculadas ou não com rizóbio, apresentaram diminuição da massa seca de seus órgãos nas concentrações de 400 e 800 $\mu\text{M L}^{-1}$ Pb, indicando que altas concentrações deste MP atrasam o desenvolvimento desta espécie. No entanto, a concentração de 100 $\mu\text{M L}^{-1}$ Pb não alterou esses parâmetros uma vez que os resultados não foram estatisticamente diferentes dos respectivos controles (Fig. 1, 2 e 3), demonstrando que essa espécie, nas condições experimentais utilizadas, é resistente às baixas concentrações de Pb.

Várias evidências indicam que alguns microrganismos possuem o potencial de alterar a mobilidade de certos metais, o que causa, conseqüentemente, o aumento do

1. Estagiário do Instituto Agrônomo de Campinas. Av. Barão de Itapura, 1481 Campinas, SP, CEP 13001-970. E-mail: jeanne_glb@yahoo.com.br

2. Aluna de Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical do Instituto Agrônomo de Campinas. Av. Barão de Itapura, 1481 Campinas, SP, CEP 13001-970.

3. Aluno Bolsista- PIBIC do Instituto Agrônomo de Campinas. Av. Barão de Itapura, 1481 Campinas, SP, CEP 13001-970.

4. Professor do Departamento de Fisiologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas. Rua 5 de Junho Campinas, SP, CEP 13084-971.

5. Pesquisadora-científica do Centro de Ecofisiologia e Biofísica, Instituto Agrônomo de Campinas. Av. Barão de Itapura, 1481 Campinas, SP, CEP 13001-970.

potencial que a raiz tem de absorver os metais contidos no solo [5]. Algumas características estruturais e bioquímicas conferem aos microrganismos condições de sobreviverem na presença de concentrações altas de MP, como por exemplo, paredes celulares impermeáveis a determinados elementos, produção de polissacarídeos extracelulares ou excreção de outros metabólitos que imobilizam o metal potencialmente tóxico [12]. Como houve diminuição do crescimento nas plantas inoculadas e desenvolvidas na presença de Pb, sugere-se que os nódulos não devem estar atuando como imobilizadores do Pb.

Segundo Cordeiro [13], na associação simbiótica entre leguminosas e rizóbios com a formação de nódulos radiculares, as primeiras suprem as bactérias com fotoassimilados, principalmente sacarose, que são fonte de energia para a atividade da nitrogenase, enzima responsável pelo processo de fixação do N₂ em amônio. As bactérias, por sua vez, suprem as plantas com amônio que é, posteriormente, utilizado por estas para a produção de compostos nitrogenados. Nos tratamentos realizados sem a presença de rizóbios, todos os parâmetros analisados apresentaram valores bem menores que os seus correspondentes com rizóbios, demonstrando que a inoculação de rizóbios foi eficiente e estes devem ter sido ativos na fixação do N₂, atuando no maior crescimento das plantas. Resultados semelhantes foram encontrados em plantas de sesbania não inoculadas com rizóbios, onde o crescimento em solo contaminado foi bem menor que em plantas com nódulos, comprovando a influência da nodulação no desenvolvimento de plantas em solos contaminados [14].

As leguminosas capazes de estabelecer simbiose eficiente com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (N₂) são espécies promissoras em programas de revegetação de solos degradados e o desenvolvimento de trabalhos de revegetação com leguminosas em solos contaminados requer, entre outros fatores, a obtenção de rizóbios tolerantes à toxicidade de metais pesados [15]. Pelos resultados apresentados, sugere-se que os nódulos utilizados foram resistentes ao Pb, uma vez que, mesmo nas maiores concentrações aplicadas (400 e 800 μM L⁻¹), as plantas inoculadas apresentaram maiores massas que as não inoculadas, nas condições experimentais empregadas.

Considerando-se que, para ser uma boa fitoextratora a planta deve ser tolerante ao metal pesado e, sendo que o desenvolvimento das plantas jovens de leucena com rizóbios foi bem melhor que as sem rizóbios, sugere-se que esta espécie inoculada possa ser promissora no uso para despoluição de solos contaminados com Pb.

No entanto, mais investigações devem ser feitas em condições naturais de solos contaminados, para a certificação desses resultados.

A. Conclusões:

Altas concentrações de Pb afetam o desenvolvimento inicial de plantas de leucena.

O Pb não alterou a ação dos rizóbios.

A linhagem de rizóbio utilizada se mostrou resistente às concentrações de Pb aplicadas.

Plantas inoculadas se desenvolveram melhor na presença de Pb que as não inoculadas.

Referências

- [1] XIONG, Z.-T. 1998. Lead uptake and effects on seed germination and growth in a Pb hyperaccumulator *Brassica pekinensis* Rupr. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 60: 285-291.
- [2] MISHRA, A.; CHOUDHURI, M.A. 1999. Monitoring of phytotoxicity of lead and mercury from germination and early seedling growth indices in two rice cultivars. *Water, Air and Soil Pollution*, 114: 339-346.
- [3] KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. 1992. *Trace elements in soils and plants*. Boca Raton, CRC Press. 365p
- [4] SERIGIN, I.V.; IVANIOV, V.B. 2001. Physiological aspects of cadmium and lead toxic effects on higher plants. *Russ. J. Plant. Physiol.* 48: 606-630.
- [5] LASAT, M.M. 2002. Phytoextraction of Toxic Metals: A Review of Biological Mechanisms. *J. Environ. Qual.* 31:109-120.
- [6] MARCHIOL, L.; ASSOLARI, S.; SACCO, P.; ZERBI, G. 2004. Phytoextraction of heavy metals by canola (*Brassica napus*) and radish (*Raphanus sativus*) grown on multicontaminated soil. *Environ. Pollution* 132: 21-27.
- [7] MA, Y.; DICKINSON, N.M.; WONG, M.H. 2003. Interactions between earthworms trees, soil nutrition and metal mobility in amended Pb/Zn mine tailings from Guangdong, China. *Soil Biology & Biochemistry*, 35: 1369-1379.
- [8] CORDEIRO, A.; SALATINO, A.; 1995. Efeito do pH na nodulação em leucena (*Leucaena leucocephala* (Lim.) de Wit.). *Revista Brasileira de Botânica*, 18: 191-195.
- [9] FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R. 1988. Composição e pH de soluções nutritivas para estudos fisiológicos e seleção de plantas em condições nutricionais adversas. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo*, 121: 21-26.
- [10] AGRONOMO, S. 2005. *Potencial fitoextrator de Ricinus communis L., Helianthus annuus L. e Canavalia ensiformes L. para o chumbo, em solução nutritiva*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Sub-tropical, IAC, Campinas.
- [11] SODEK, L. *Análise de variância (Varpc)*. Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- [12] ANDRADE, S.A.L. 2001. *Interação de micorriza e chumbo no desenvolvimento da soja e seu efeito na atividade microbiana do solo*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular na área de Microbiologia, UNICAMP, Campinas.
- [13] CORDEIRO, L. 2004. Fixação do nitrogênio. In: KERBAUY, G.B. *Fisiologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p.76-93
- [14] CHAN, G.Y.S.; YE, Z.H.; WONG, M.H. 2003. Comparison of four Sesbania species to remediate Pb/Zn and Cu mine tailings. *Environ. Management*. 32: 246-251.
- [15] MATSUDA, A.; SOUZA, F.M. de; OSWALDO, J. 2002. Tolerância de rizóbios de diferentes procedências ao zinco, cobre e cádmio. *Pesquisa Agropecuária Científica*, 3: 343-355.

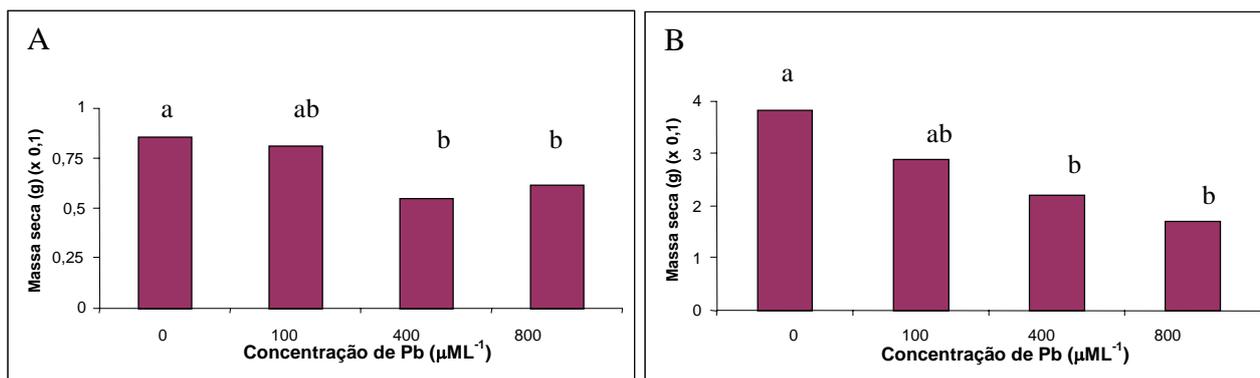


Figura 1. Média das massas secas de folhas de plantas de *L. leucocephala* inoculadas (A) e não inoculadas (B) com rizóbio, desenvolvidas em diferentes concentrações de Pb. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

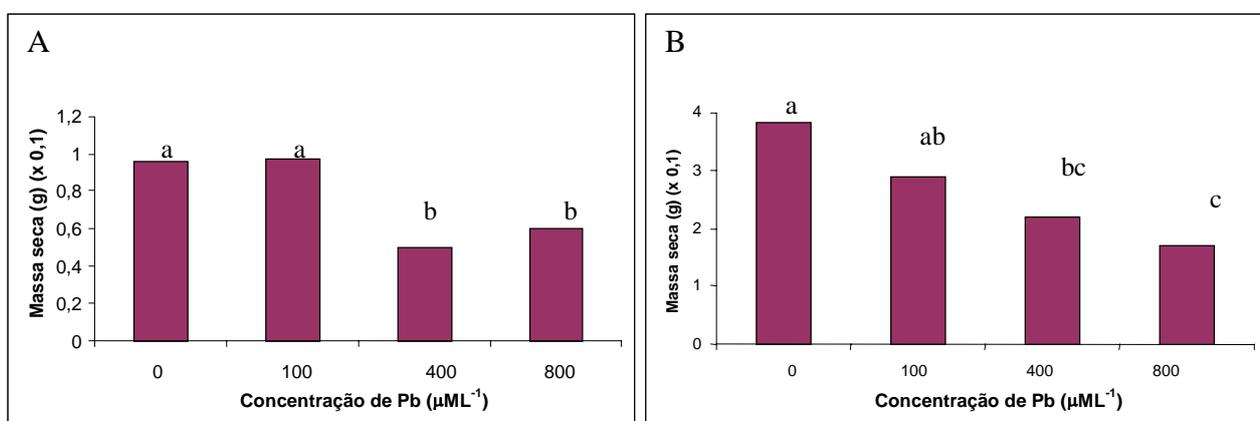


Figura 2. Média das massas secas de caules de plantas de *L. leucocephala* inoculadas (A) e não inoculadas (B) com rizóbio, desenvolvidas em diferentes concentrações de Pb. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

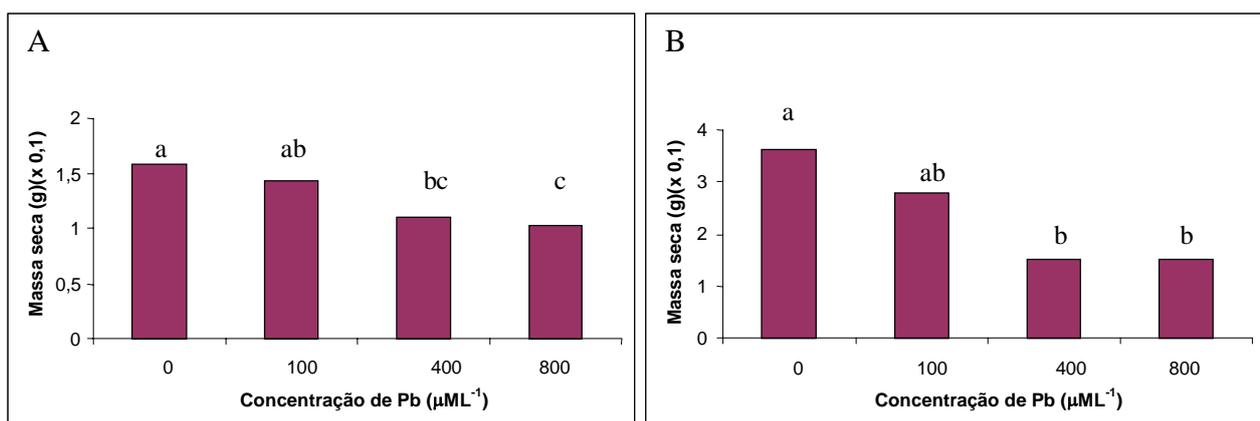


Figura 3. Média das massas secas de raízes de plantas de *L. leucocephala* inoculadas (A) e não inoculadas (B) com rizóbio, desenvolvidas em diferentes concentrações de Pb. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.