



Fitoextração e Retenção de Chumbo pelo *Cajanus Cajan*

Rita de Cássia Mendes⁽¹⁾; Talles Rosa das Dores⁽²⁾; Marcos Antônio Gomes⁽³⁾; Igor Fernandes de Abreu⁽⁴⁾; João Luiz Lani⁽⁵⁾; Fábio César Gomes⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Professora da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual de Minas Gerais e Doutoranda do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, rcmendes2006@hotmail.com; ⁽²⁾ Estudante de graduação da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual de Minas Gerais; ⁽³⁾ Professor da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual de Minas Gerais; ⁽⁴⁾ Estudante de graduação da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual de Minas Gerais; ⁽⁵⁾ Professor da Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁶⁾ Engenheiro Florestal.

RESUMO: A fitoextração pode ser considerada uma importante técnica de descontaminação de áreas contaminadas por metais pesados. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho do *Cajanus cajan* na fitoextração e translocação de chumbo em solo contaminado. Sementes de *Cajanus cajan* foram semeadas em recipientes com capacidade para 250 cm³, preenchidos com solo submetido previamente à análise química, deixando-se uma planta por vaso após desbaste. O chumbo foi testado nas concentrações de 0, 200, 500 e 1000 µmol.l⁻¹, adicionando-se aos recipientes 40 mL de solução de Acetato de chumbo, nas diferentes concentrações, em três dias consecutivos, totalizando um volume de 120mL. O experimento foi montado em blocos casualizados, em esquema fatorial de 4 X 1, com três repetições. Decorridos sessenta dias, avaliou-se a massa fresca e seca em cada dosagem e determinou-se o teor de chumbo, na raiz e parte aérea, por espectrometria de absorção atômica. Os dados foram submetidos à análise de variância e aplicou-se o teste Scott-Knott (P < 0,05). Observou-se que à medida que a concentração de chumbo aumentou, houve diminuição de massa fresca e seca, indicando que a limitação do crescimento está associada a esse aumento de chumbo em solução, que levou também a um incremento na concentração deste elemento tanto na parte aérea quanto nas raízes das plantas. Porém, o chumbo absorvido ficou retido predominantemente nas raízes, apresentando baixa translocação. Conclui-se que o *Cajanus cajan* é uma espécie promissora para uso em áreas contaminadas por chumbo, apresentando tolerância a este elemento tóxico nas concentrações utilizadas.

Termos de indexação: metal pesado; fitorremediação; contaminação do solo.

INTRODUÇÃO

A crescente industrialização tem provocado o aumento das preocupações com os efeitos que os poluentes causam no meio ambiente. Entre os

poluentes, os metais pesados têm representatividade como contaminante (Ghoshroy et al., 1998), sendo o Pb (chumbo) um dos elementos mais conhecidos e consolidado como um dos maiores contaminantes do solo (Gratão et al., 2005). O chumbo é um elemento de fácil absorção pelas plantas, podendo se acumular em diferentes partes, mas preferencialmente nas raízes. Essa absorção é regulada por fatores como pH do solo, capacidade de troca catiônica, tamanho das partículas, exsudação, entre outros (Lane & Martin, 1997).

A fitoextração é uma importante técnica utilizada para descontaminar áreas poluídas por metais pesados, como o chumbo. Esse processo se dá por meio de plantas hiperacumuladoras, capazes de se desenvolverem em ambientes contaminados, e acumularem altas concentrações de metais, apresentando, como consequência, redução significativa do seu tamanho (Baker, 1981). Khan et al.(2000) relatam que essas plantas são capazes de tolerar, absorver e translocar altos níveis de metais pesados que seriam tóxicos a qualquer outro organismo. Conseqüentemente, o entendimento das respostas fisiológicas de espécies vegetais com relação à tolerância aos níveis crescentes de contaminantes é fundamental considerando seu possível uso para fitoextração de metais pesados de áreas contaminadas (Romeiro et al., 2007).

A leguminosa *Cajanus cajan* (L.) Millsp, tem sido indicada para utilização em programas de revegetação de áreas degradadas, corroborado pelo fato de serem naturalmente encontradas nessas áreas (Araújo et al., 2005). Entretanto, pouco se sabe sobre os mecanismos de tolerância dessa espécie quando exposta ao chumbo.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho do *Cajanus cajan* na fitoextração e translocação de chumbo em solo contaminado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, em condições semi-controladas de luz



e temperatura, nas dependências da Universidade do Estado de Minas Gerais, campus João Monlevade – MG. Foram utilizadas sementes colhidas de plantas matrizes localizadas na zona rural do município de Barão de Cocais - MG. Em doze recipientes com volume de 250 cm³ cada, foram semeadas seis sementes de *Cajanus cajan*, a 0,5 cm de profundidade, em solo submetido previamente a análise química, para determinação da umidade, do teor de matéria orgânica, pH, cátions metálicos totais trocáveis e acidez trocável, para posterior cálculo da capacidade de troca catiônica efetiva (Embrapa, 1999). O solo para preenchimento dos vasos foi retirado de uma localidade onde foi anteriormente descrito um perfil, sendo classificado como argissolo vermelho. Após a emissão da folha primária foi feito o desbaste, deixando-se uma planta por vaso, irrigando-os diariamente. Foram mantidos três recipientes como testemunha, sem adição de Acetato de Chumbo. Os recipientes restantes foram divididos igualmente para receberem as dosagens com diferentes concentrações (200, 500 e 1000 µmol.l⁻¹). Posteriormente foram adicionadas dosagens de 40 mL de Acetato de Chumbo em cada tratamento durante três dias consecutivos, totalizando um volume de 120mL. Decorridos sessenta dias, as plântulas foram retiradas dos vasos, higienizadas para remoção das impurezas, retirando-se a água remanescente da superfície das plantas com chumaço de algodão seco. Posteriormente, as plantas foram separadas em raiz e parte aérea e pesadas determinando-se a biomassa fresca das mesmas. Após secagem em estufa de circulação forçada, até massa constante, obteve-se a matéria seca das plantas em cada dosagem. Em seguida, as amostras foram moídas e foi feita a digestão com 10 mL de uma solução 3:1 de ácido nítrico e ácido perclórico em bloco digestor a 150°C, aumentando-se a temperatura gradativamente até 220°C, para completa digestão do tecido vegetal. Foi feita a determinação do teor de chumbo, na raiz e parte aérea, por espectrofotometria de emissão atômica com plasma.

Análise estatística

. Os dados foram submetidos à análise de variância e aplicou-se o teste Scott-Knott (P < 0,05). Para análise dos dados foram utilizados os programas SAEG e Sigma Plot 11.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se efeito significativo das diferentes concentrações de Acetato de chumbo quanto à biomassa fresca e seca das plantas de *Cajanus cajan*. Houve uma redução da biomassa fresca e seca, à medida que aumentou a concentração do chumbo em solução (**Tabela 1**), indicando que a limitação do crescimento vegetacional pode estar associada ao aumento da concentração de chumbo que causa restrições no transporte radicular, prejudicando a absorção de água e nutrientes. Resultados semelhantes foram encontrados por Chantachon et al.(2004), em que a biomassa das plantas de *Vetiver zizanioides* e *V. nemoralis* diminuiu com o aumento da concentração de PB aplicada. No entanto, apesar das diferenças, as plantas submetidas à concentração de 200 µmol.l⁻¹ ainda permaneceram vigorosas. Segundo Punz & Sieghardt (1993), altas concentrações de metais pesados nas plantas podem interferir no crescimento e na produção de biomassa e causar sintomas de fitotoxicidade como murchamento, amarelecimento e mesmo queda das folhas.

A concentração de Pb na raiz e na parte aérea aumentou com o aumento da sua concentração na solução (**Figura 1**), indicando que a concentração de Pb nos tecidos das amostras depende da disponibilidade do metal no solo. Observa-se também que, em relação ao conteúdo de Pb encontrado na raiz, houve um aumento da quantidade do elemento com o aumento da concentração do Pb em solução. O mesmo não ocorreu para a presença de Pb na parte aérea, em que as doses de acetato de concentrações crescentes não provocaram aumento da quantidade de Pb presente neste órgão (**Tabela 2**). A alta concentração de chumbo nas raízes em contraste com a baixa concentração encontrada na parte aérea demonstra que este elemento ficou, provavelmente, retido nos vacúolos dos tecidos radiculares, sendo reduzida a sua translocação para a parte aérea, o que pode explicar a manutenção do vigor de *Cajanus cajan* quando exposta a concentrações baixas de Pb (200 µmol.l⁻¹). Jarvis & Leung (2002); Romeiro (2005) e Tsen et al. (2002) relatam haver forte habilidade das raízes em reter quantidades significativas de Pb, restringindo simultaneamente a translocação para a parte aérea. Aldrich et al. (2004), trabalhando com *Prosopis* spp. e Yuruk & Bozkurt (2006), estudando plantas de feijão também encontraram maiores acúmulos de chumbo nas raízes que na parte aérea das plantas. Verkleij & Prast (1989), afirmam que as espécies tolerantes ao Pb acumulam maiores concentrações nas raízes, mostrando que essas plantas não evitam a absorção do metal, mas limitam sua translocação para a parte aérea. Garbisu & Alkorta (2001) relatam que alguns



metais, em especial o chumbo, são acumulados nas raízes provavelmente devido a barreiras fisiológicas que impedem o transporte destes metais para a parte aérea.

CONCLUSÕES

O *Cajanus cajan* é uma espécie promissora como fitoextratora e fitoretentora de chumbo, apresentando tolerância ao elemento tóxico nas concentrações utilizadas, e, portanto, com potencial para uso em áreas contaminadas por este elemento.

REFERÊNCIAS

- ALDRICH, MV.; ELLZEY, JT.; PERALTA-VIDEA, JR.; GONZALEZ, JH.; GARDEA-TORRESDEY, JL.. Lead uptake and the effects of EDTA on lead-tissue concentrations in the desert species mesquite (*Prosopis* spp.). International Journal of Phytoremediation, Texas, v.6, n.3, p.195-207, 2004.
- ARAÚJO, F. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; LANI, J. L.; PIRES, I. E. Florística da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG. Revista Árvore, v.29, n.6, p.107-116, 2005.
- BAKER, A. J. M. Accumulators and excluders strategies in the response of plants to heavy metals. J. Plant Nutrition, 3:643-654, 1981.
- CHANTACHON, S.; KRUATRACHUE, M.; POKETHITYOOK P.; UPATHAM S.; TANTANASARIT S.; SOONTHORNSARATHOOL, V. Phytoextraction and accumulation of lead from contaminated soil by vetiver grass: Laboratory and simulated field study. Water Air and Soil Pollution, Dordrecht, v. 154, p.37-55, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999.
- GARBISU, C. & ALKORTA, I. Phytoextraction: a cost effective plant-based technology for the removal of metals from the environment. Bioresource Technology, v.77, p. 229 – 236, 2001.
- GHOSHROY, S. et al. Inhibition of plant viral systemic infection by non-toxic concentrations of cadmium. The plant Journal, v.12, p. 591 – 602, 1998.
- GRATÃO, P. L.; PRASAD, M. N. V.; CARDOSO, P. F.; LEAD, P. J.; AZEVEDO, R. A. A. Phytoremediation: green technology for the clean up of toxic metals in the environment. Brazilian Journal of Plant Physiology, Campinas, v.17, n.1, p.53-64, 2005.
- JARVIS, M. D. & LEUNG, D. W. M. Chelated lead transport in *Pinus radiata*: an ultrastructural study. Environmental and Experimental Botany, Oxford, v.48, n.1, p. 21-32, 2002.
- KHAN, A. G.; KUEK, C.; CHAUDHRY, T. M.; KHOO, C. S.; HAYES, N. J. Role of plants, mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation. Chemosphere, Oxford, v.41, p.197-207, 2000.
- LANE, S. D. & MARTIN, E. S. A histochemical investigation of lead uptake in *Raphanus sativus*. New Phytologist, London, v.79, p.281-286, 1977.
- PUNZ, W.F. & SIEGHARDT, H. The response of roots of herbaceous plant-species to heavy metals. Environmental and Experimental Botany, Paris, v.33, p.85-98, 1993.
- ROMEIRO, S.; LAGÔA, A. M. M. A.; FURLANI, P. R.; ABREU, C. A.; PEREIRA, B. F. F. Absorção de chumbo e potencial de fitorremediação de *Canavalia ensiformes* L. Bragantia, v.26, n.2, p.327-334, 2007.
- ROMEIRO, S. Potencial de *Ricinus communis* L. *Helianthus annuus* L. e *Canavalia ensiformes* L. como extratoras de chumbo em solução nutritiva. 2005, 84f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, 2005.
- TSEN, JENGHORNG, SU, CHIACHUN; KING, VAE, TSEN, JH; SU, CC. Absorption of various heavy metals by hydroponic water spinach. Journal of Agriculture and Forestry, Taipei, v.50, n.4, p.1-11, 2002
- YURUK. A. & BOZKURT, M. A. Heavy metal accumulation in different organs of plants grown under high sewage sludge doses. Fresenius Environmental Bulletin, Berlin, v.15, n.2, p.107–112, 2006.

Tabela 1 – Biomassa fresca e seca em diferentes dosagens de acetato de chumbo

		Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03	Média	
Dosagem de Chumbo	Controle	Massa Fresca (g)	0,1079	0,0956	0,1100	0,1045
		Massa Seca (g)	0,0387	0,0294	0,0515	0,0399
	200 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	Massa Fresca (g)	0,0860	0,0839	0,0999	0,0899
		Massa Seca (g)	0,0309	0,0274	0,0314	0,0299
	500 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	Massa Fresca (g)	0,0694	0,0636	0,0648	0,0659
		Massa Seca (g)	0,0214	0,0201	0,0194	0,0203
	1000 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	Massa Fresca (g)	0,0340	0,0470	0,0336	0,0382
		Massa Seca (g)	0,0109	0,0135	0,0106	0,0112

Tabela 2 – Quantidade de chumbo presente nas amostras de parte aérea e raiz das plantas de *Cajanus cajans* nas diferentes concentrações de Acetato de chumbo

		Quantidade de PB (mg.kg^{-1})	
		Raiz	Parte Aérea
Controle	Amostra 01	10,80	<0,2
	Amostra 02	14,73	1,95
	Amostra 03	10,60	<0,2
200 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	Amostra 01	142,13	11,40
	Amostra 02	163,20	13,07
	Amostra 03	119,14	9,25
500 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	Amostra 01	177,50	19,80
	Amostra 02	185,17	14,60
	Amostra 03	251,11	23,60
1000 $\mu\text{mol.l}^{-1}$	Amostra 01	551,30	37,35
	Amostra 02	354,30	28,00
	Amostra 03	460,91	38,55

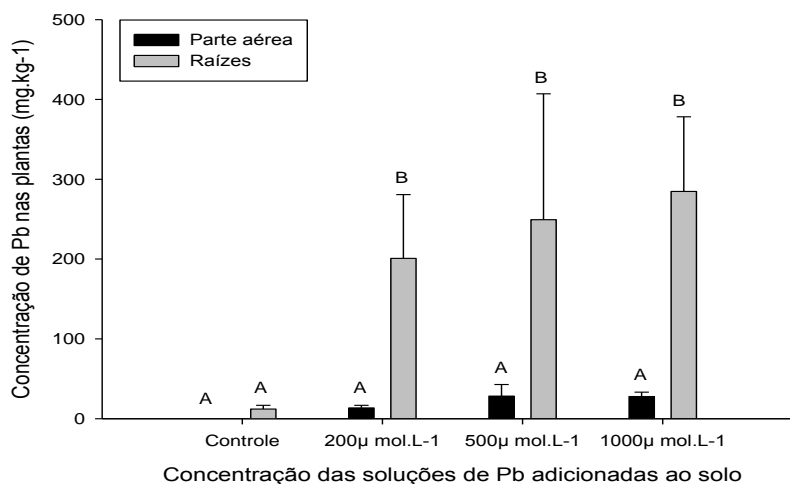


Figura 1 – Concentração de chumbo na parte aérea e raiz das plantas de *cajanus cajans* de acordo com a concentração de chumbo na solução adicionada ao solo.