



Avaliação morfofisiológica de Feijão - Caupí (*Vigna unguiculata* L.) submetidos a doses de Chumbo (Pb)⁽¹⁾

Janderson do Carmo Lima⁽²⁾; Danilo Silva dos Santos⁽²⁾; Anacleto Ranulfo dos Santos⁽³⁾; Uasley Caldas de Oliveira⁽²⁾; Girlene Santos de Souza⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho desenvolvido no campus experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. ⁽²⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB; Cruz das Almas, Ba; Janderson_ufrb@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor Titular Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. ⁽⁴⁾ Professora Associada do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Cruz das Almas – Cruz das Almas – BA – Brasil, CEP: 44380-000.

RESUMO: O Chumbo é um dos elementos não essenciais ou tóxicos mais nocivos às plantas e a saúde humana. É amplamente distribuído no mundo devido às práticas industriais e o uso indiscriminado de defensivos agrícolas. Sua extração do ecossistema depende de técnicas engenhosas de alto custo. A fitoextração ou Fitorremediação fornece uma alternativa para a remoção do Pb alocado no solo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características morfofisiológicas de plantas de feijoeiro submetidas a doses de chumbo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação com uso de vasos de polietileno com capacidade para 1 dm³ contendo substrato (areia lavada e vermiculita) 1,5 : 0,5. O Delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos sendo: 0; 25,9; 51,8; 103,6; 207,2 e 414,4 mg L⁻¹, e 5 repetições. Para a constituição dos tratamentos foi utilizado o acetato de chumbo. As plantas foram submetidas à aplicação dos tratamentos durante um período de 30 dias. Foram realizadas coletas das seguintes variáveis: altura, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar. Os resultados foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$), e foram submetidos à regressão polinomial, utilizando o programa estatístico Sisvar. O aumento das doses de Pb promoveu diminuição do número de folhas e no volume de raiz do feijão vigna. Não foi observada limitação na altura da planta, na área foliar e no diâmetro do caule para as doses de Pb estudadas. As plantas não apresentaram sinais de fitotoxicidade na presença de Pb. A espécie *Vigna unguiculata* L. (Feijão – Caupí) apresenta promissor potencial fitorremediador para áreas contaminadas com Pb.

Termos de indexação: fitorremediação, metais pesados, nutrição de plantas.

INTRODUÇÃO

O acelerado processo de industrialização mundial e o uso indiscriminado de pesticidas e fertilizantes contendo metais pesados (MPs) ocasionaram a poluição de solos e recursos hídricos por estes compostos. Uma das principais preocupações com a poluição do meio ambiente está relacionada com a deposição de MPs. Isto se deve ao impacto gerado sobre a saúde humana e pela alta capacidade de persistir no meio ambiente (Piechalaka et al., 2002). As atividades antropológicas especialmente relacionadas com a mineração; disposição ou vazamento de resíduos industriais; uso de lodo de esgoto; fertilizante e pesticidas na cadeia de produção agrícola são os principais responsáveis pela contaminação do meio ambiente (Malavolta, 1994). Os principais elementos considerados não essenciais ou tóxicos são o Cd, Cr, Hg e o Pb, que são elementos prejudiciais às plantas (Gonçalves; Pessoa, 2002). Devido a sua alta toxicidade o chumbo (Pb) se configura-se como um dos maiores poluentes de ecossistemas, mesmo em baixas concentrações (Pierangeli, 1999). O aumento dos níveis de Pb no solo pode induzir uma série de efeitos adversos no crescimento e no metabolismo das plantas (Singh et al., 1997; Sharma & Dubey, 2005). Tais efeitos podem inibir as atividades enzimáticas (Islam et al., 2008; Xiao et al., 2008a; Gupta et al., 2009), mudanças nas taxas de fotossíntese (Xiao et al., 2008a), reduz a absorção de água, nutrientes minerais e da transpiração, interferindo diretamente no crescimento (Wierzbicka, 1995; SINHA et al., 2006; Islam et al., 2008), mudanças no status hormonal (Sharma & Dubey, 2005) e aumento da peroxidação lipídica (Xiao et al., 2008b; Gupta et al., 2009). Algumas espécies leguminosas apresentam capacidade acumuladora de realizar a chamada fitoextração ou fitorremediação, que consiste em captar, absorver, translocar e acumular metais pesados preferencialmente nas partes superiores do vegetal sem que seu crescimento ou desenvolvimento



sejam afetados (Xiong, 1998). As metodologias atuais utilizadas na extração de MPs se apoiam em processos de engenharia com alto custo e de difícil aplicação (Accioly & Siqueira, 2000). O uso desta técnica de remediação se configura como alternativa na recuperação de áreas que apresentam altos níveis de Pb. O feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) constitui-se como um dos principais componentes da dieta alimentar nas regiões Nordeste e Norte do Brasil. Esta espécie leguminosa pode apresentar um potencial para a fitoextração de MPs, no entanto não existem estudos que caracterizem o comportamento fitoextrator do feijoeiro em presença de chumbo. Para tanto foi desenvolvido um trabalho científico com objetivo de caracterizar os efeitos do chumbo sobre os aspectos morfofisiológicos do *Vigna unguiculata*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da UFRB, Campus Cruz das Almas (12°40' S; 39°06' W; 226 metros de altitude), sendo a temperatura média diurna foi de 29°C e a noturna de 21°C, no período de abril a junho de 2015.

Foram utilizadas plantas de feijão (*Vigna unguiculata*), as mudas foram produzidas a partir de sementes, em bandejas de polietileno, utilizando como substrato areia lavada. O transplante das mudas de feijão foi realizado para vasos de polietileno com capacidade para 1 dm³ de areia lavada e ocorreu quando as plantas atingiram uma altura média de \pm 10 cm e formação do primeiro par de folhas.

O experimento foi distribuído em delineamento inteiramente casualizado e os tratamentos foram constituídos de cinco doses de Pb, utilizando-se como fonte o acetato de chumbo [Pb (CH₃COO)₂ · 3H₂O] P.A., nas concentrações de 0; 25,9; 51,8; 103,6; 207,2 e 414,4 mg.L⁻¹ do elemento em solução, com cinco repetições, totalizando 30 unidades experimentais com duas plantas em cada vaso.

Após o transplante, as plantas receberam água e nutrientes na forma de solução nutritiva, aplicada diariamente em uma quantidade de 100 ml em cada vaso com o objetivo de repor a água perdida pela evapotranspiração. A aplicação dos tratamentos se deu durante um período de 30 dias e foi realizada juntamente com a reposição de água e nutrientes. A solução nutritiva utilizada foi a sugerida por Hoagland e Arnon (1950), modificada seguindo os tratamentos. O pH da solução foi verificado

utilizando potenciômetro Denver Instrument UP- 25 e ajustado para 5,6 (\pm 1), com o uso de HCl 0,01 M ou NaOH 0,01 M. A condutividade elétrica da solução foi de 3,4 mS cm⁻¹, medida com o condutivímetro de bancada modelo Digimed CD-20. As leituras de pH e condutividade elétrica foram realizadas antes da adição das doses de chumbo, com o intuito de evitar a contaminação dos aparelhos.

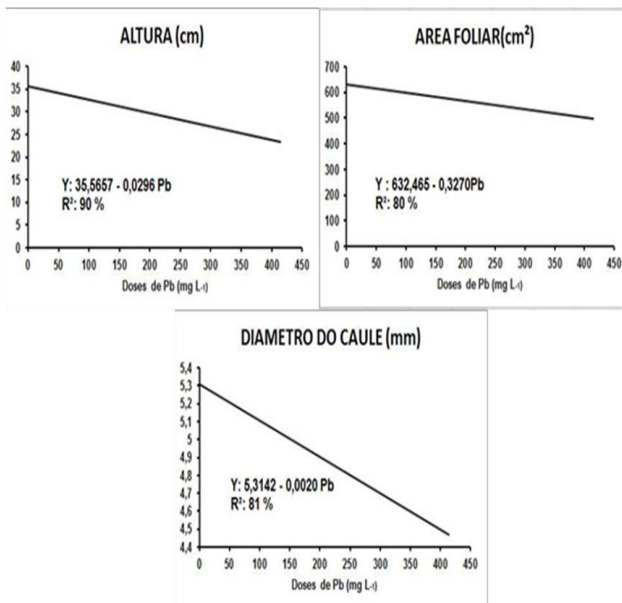
Aos 30 dias após o início da aplicação dos tratamentos foram coletados dados de crescimento, sendo constituídos das seguintes variáveis: altura da planta (cm) , diâmetro do caule (mm), número de folhas e área foliar (cm²).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (p<0,05), posteriormente, os dados significativos foram submetidos ao estudo de regressão polinomial, utilizando o programa estatístico Sisvar® 5.3 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas medidas de Altura, Área foliar e Diâmetro do caule das plantas expostas ao Pb por 30 dias, não houve diferenças significativas quando comparadas ao tratamento testemunha, bem como em função das doses aplicadas nos demais tratamentos (Figura 1). Por se acumular preferencialmente nos espaços intercelulares, paredes celulares e nos vacúolos (Wierzbicka, 1987; Antosiewicz & Wierzbicka, 1999; Seregin et al., 2002; Sharma & Dubey, 2005), o Pb não causa efeitos deletérios para a planta (Singh et al., 1997). Com isso, não foi observado sinais de fitotoxicidade na parte superior da planta, tais como, amarelecimento, murchamento, necrose e posterior queda de folhas mesmo quando submetidas à dose de 414,4 mg.L⁻¹. Apesar de não ter apresentado diferenças significativas, é possível perceber uma tendência na redução dos valores apresentados, na medida em que se aumentam as doses do elemento no substrato.

Figura 1 – Altura, Área foliar e Diâmetro do caule de feijoeiro (*Vigna unguiculata* L.) submetidos a doses de Pb.



Gráficos das características morfoagronômicas de *V. unguiculata* submetidas a doses de Pb.

No entanto foi observada diferença significativa a 5% do número de folhas vivas nos tratamentos estudados, onde a redução no número de folhas se atenua a medida que se aumenta a dose de Pb, sendo o menor número encontrado no tratamento de maior dose, apresentando aproximadamente 5,58 folhas por planta (Tabela 1). Sharma & Dubey (2005) verificaram que plantas expostas ao Pb apresentaram diminuição da taxa fotossintética por consequência da ruptura da organização dos cloroplastos, inibição da síntese de clorofila, plastoquinona e de carotenóides, obstrução do transporte de elétrons, inibição da atividade enzimática do ciclo de Calvin. Desta forma o Pb afeta tanto as reações fotoquímicas quanto as de carboxilação durante a fotossíntese. Como a fotossíntese é um dos processos metabólicos mais afetados pela presença de Pb (Singh et al., 1997), a produção de fotoassimilados fica deficiente prejudicando a produção vegetal. Deste modo percebe-se a interferência do Pb na fisiologia do vegetal, no que diz respeito à emissão de folhas novas. O volume de Raiz apresentou diferenças significativas a 1% de significância quando em comparação com o tratamento testemunha e os demais. Houve uma redução de 58,29% do volume de raiz da dose máxima em relação a dose zero, respectivamente 12,915 e 22,157 cm² (Tabela 1). Nota-se uma interferência mais efetiva do Pb nesta parte da planta, indicando que os sinais de crescimento podem ser explicados por essa redução radicular da planta quando submetidas a doses maiores do metal.

Tabela 1 – Número de folhas e Volume de Raiz de feijoeiro (*Vigna unguiculata* L.) submetidos a doses de Pb por 30 dias.

Doses de Pb mg.L ⁻¹	Número de folhas vivas *	Volume de Raiz em cm ² **
0,0	7,3171	22,1571
25,9	7,2083	21,5795
51,8	7,0995	21,0019
103,6	6,8819	19,8468
207,2	6,4468	17,5365
414,4	5,5766	12,9159

* Valores obtidos a partir do modelo matemático sugerido pela análise estatística sendo Y: 7,3171 - 0,0042xPb a expressão utilizada. ** Valores obtidos a partir do modelo matemático sugerido pela análise estatística sendo Y: 22,1571 - 0,0223xPb a expressão utilizada.

Como o chumbo é primeiramente captado pelo sistema radicular, seu maior acúmulo é nesse órgão do que em outras partes da planta. Eun et al (2000) relataram que a inibição do crescimento radicular está relacionado com a inibição da divisão celular nas células meristemáticas da raiz. O Pb altera o alinhamento dos microtúbulos e os destroem, impedindo a formação do fuso mitótico na célula em divisão (Yang et al., 2000; Liu et al., 2009). Contudo, a presença de Pb em altas concentrações pode afetar o “status” hídrico e nutricional das plantas promovendo uma redução no crescimento radicular e da parte aérea (Sharma & Dubey, 2005).

CONCLUSÕES

- O aumento das doses de Pb promoveu diminuição do número de folhas e no volume de raiz do feijão vigna.
- Não foi observada limitação na altura da planta, na área foliar e no diâmetro do caule para as doses de Pb estudadas.
- As plantas não apresentaram sinais de fitotoxicidade na presença de Pb.
- A espécie *Vigna unguiculata* L. (Feijão – Caupi) apresenta promissor potencial fitorremediador para áreas contaminadas com Pb.

AGRADECIMENTOS

Ao grupo de pesquisa Manejo de nutrientes no solo e em plantas cultivadas.

REFERÊNCIAS

a. Periódicos:

ACCIOLY, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R. F.;



- ALVAREZ, V. H. V.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, Brasil, 2000. p. 299 – 352.
- ANTOSIEWICZ, D.; WIERZBICHA, M. Localization of lead in *Allium cepa* L. cells by electron microscopy. **Journal of Microscopy**, New York, v.195, p.139 – 146, 1999.
- EUN, S.; YOUN, H. S.; LEE, Y. Lead disturbs microtubule organization in the root meristem of *Zea mays*. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 110, p.357 – 365, 2000.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.
- GONÇALVES J., A.C.; PESSOA, A.C.S. Fitodisponibilidade de Cádmio, Chumbo e Crômio, em soja cultivada em argilossolo vermelho eutrófico a partir de adubos comerciais. *Scientia Agrária*, Curitiba, v.3, n.1-2, p.19-23, jan./dez. 2002.
- GUPTA, D. K. et al.. Antioxidant defense mechanism in hydroponically grown *Zea mays* seedlings under moderate lead stress. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 172, p. 479 – 484, 2009.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experimental Station, Berkeley, 1950 (Circ. n.347).
- ISLAM, E. et al. Effect of Pb toxicity on leaf growth, physiology and ultrastructure in the two ecotypes of *Elsholtzia argyi*. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 154, p.914 – 926, 2008.
- LIU, D. et al. Pb/Cu effects on the organization of microtubule cytoskeleton in interphase and mitotic cells *Allium sativum* L. **Plant Cell Reports**, New York, v.28, p.695 – 702, 2009.
- PIECHALAK, A. et al. Accumulation and detoxification of lead ions in legumes. **Phytochemistry**, Elmsford, v. 60, p. 212 – 218, 2002.
- PIERANGELI, M. A. P. **Chumbo em latossolos brasileiros: adsorção e dessorção sob efeito de pH e força iônica**. Lavras, 1999. 108 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- SEREGIN, I. V.; PEKHOV, V. M.; IVANIOV, V. B. Plasmolysis as a tool to reveal lead localization in the apoplast of root cells. **Russian Journal of Plant Physiology**, New York, v. 49, p.283 – 285, 2002.
- SINGH, R. P. et al. Response of higher plants to lead contaminated environment. *Chemosphere*, Oxford, v. 34, p.2467 – 2493, 1997.
- SINHA, P. et al. Alteration in uptake and translocation of essential nutrients in cabbage by excess lead. **Chemosphere**, Oxford, v.65, p.651 – 656, 2006.
- SHARMA, P.; DUBEY, R. S. Lead toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Campinas, v 17, n.1, p.35 – 52, 2005.
- WIERZBICKA, M. Lead accumulation and its translocation barriers in roots of *Allium cepa* L. – autoradiographic and ultrastructural studies. *Plant, Cell and Environment*, Oxford, v.10, p.17 – 26, 1987.
- WIERZBICKA, M. How lead loses in toxicity to plants. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, Poland, v.64, p.81 – 90, 1995.
- XIAO, W. et al. Effects of lead on activities of photochemical reaction and key enzymes of carbon assimilation in spinach chloroplast. **Biological Trace Element Research**, USA, v. 126, p.269 – 279, 2008a.
- XIAO, W. et al. Oxidative stress induced by lead in chloroplast of spinach. **Biological Trace Element Research**, USA, v. 126, p.257 – 268, 2008b.
- XIONG, Z. T. Lead uptake and effects on seed germination and plant growth in a Pb hyperaccumulator *Brassica pekinensis* Rupr. B. **Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v.60, p.285 – 291, 1998.
- YANG, Y. et al. Identification of rice varieties with high tolerance or sensitivity to lead and characterization of the mechanism of tolerance. **Plant Physiology**, Rockville, v.124, p.1019 – 1026, 2000.
- b. Livro:**
MALAVOLTA, E. Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados – mitos, mistificação e fatos. São Paulo: Petroquímica, 1994. 153p.
- c. Internet:**
Cultivo de Feijão-Caupi. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHT/ML/Feijao/FeijaoCaupi/>> Acesso em 02 jun. 2015.

