

PRIMEIRA FERRAMENTA BIOLÓGICA PARA MONITORAR ÁREAS CONTAMINADAS POR LÍCIO

Eduarda Dos Santos Vargas¹, Fernando Giovannetti de Macedo¹

¹ Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, *Campus* – Naviraí-MS

eduarda.vargas@estudante.ifms.edu.br, fernando.macedo@ifms.edu.br

Resumo

Por não apresentar um sistema de descarte eficiente, o lítio (Li) proveniente das baterias dos aparelhos eletroeletrônicos em desuso pode contaminar áreas ambientalmente vulneráveis, como os lixões. Por apresentar frequência quase generalizada nos lixões, plantas de mamona tem potencial de serem bioindicadores da presença do elemento, se apresentarem sintomas visuais da contaminação por Li. O objetivo com esse trabalho foi avaliar as alterações visuais e morfológicas da contaminação por Li em plantas de mamona. Plantas de mamona foram cultivadas em ambiente protegido, submetidas a cinco doses de Li 0; 05; 10; 20 e 30 mg dm⁻³. Todas as variáveis avaliadas (SPAD, diâmetro do caule, número de folhas e massa seca das plantas) foram influenciadas pelas doses de Li. Os sintomas visuais da contaminação por Li sugerem o potencial uso da mamona como ferramenta biológica para monitorar áreas contaminadas por Li.

Palavras-chave: *Toxidez, Meio ambiente, bioindicador.*

Introdução

O lítio (Li) é um elemento químico classificado como um metal alcalino, no qual não pode ser encontrado como um elemento puro na natureza, mas sim, na forma de mineral ou como sal estável (BRAGA et al., 2008). Após a utilização do lítio para fabricação de baterias recarregáveis, utilizados em aparelhos eletrônicos (como celulares, laptops) ou até mesmo para carros elétricos, houve grande impulso para o aumento na sua exploração (VALE, 2021).

Estima-se que o mercado global de baterias de íon-lítio (LIBs) atinja cerca de US\$ 95 bilhões até 2025, havendo um crescimento anual composto esperado de aproximadamente 16%, que deverá levar a cerca de 11 milhões de toneladas de Resíduos LIBs gastos gerados até 2030. Presume-se também, que a quantidade de baterias descartadas/gastos aumente em 59%, de 10.700 toneladas em 2012 para 464.00 toneladas em 2025 (ROY et al. 2021).

Apesar deste aumento significativo das LIBs, o descarte adequado deste material não teve o mesmo crescimento. Atualmente, menos de 6% dos resíduos destas baterias são reciclados em todo o mundo, enquanto a maioria deles acaba em aterros ou lixões a céu aberto, causando preocupações ambientais (ROY et al., 2021).

Uma peculiaridade destes lixões a céu aberto é a presença de plantas de mamona (*Ricinus communis*). Isto ocorre devido

sua adaptação a ambientes com a alta concentração de matéria orgânica, na qual necessita para seu desenvolvimento, o que é comum em lixões, pois é proveniente da decomposição de resíduos urbanos, principalmente os domiciliares e poda de árvores (FAUSTINO et al., 2020).

Devido a frequência generalizada da mamona em espaços destinados a lixões, somada aos inúmeros estudos positivos do potencial fitorremediador da espécie (SILVA et al., 2019), bem como sua resposta visual à variação de nutrientes, torna-se oportuno a identificação de sintomas visuais de contaminação por Li nestas plantas, para possível validação como ferramenta biológica indicativa de áreas contaminadas pelo elemento.

O principal objetivo com este trabalho é determinar os sintomas visuais e características agrônômicas das plantas de mamona quando submetidas a doses de Li.

Metodologia

O experimento foi conduzido em vasos plásticos, dispostos em casa de vegetação no período de outubro a dezembro de 2021, na área experimental do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - Campus Naviraí - MS. Foram utilizadas sementes de mamona coletadas da vegetação local. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos, sendo eles 0 mg dm³ (controle), 5 mg dm³, 10 mg dm³, 20 mg dm³ e 30 mg dm³ de Lítio e cinco repetições. Cada vaso contendo duas plantas foi considerado uma unidade experimental.

As mudas utilizadas para o experimento foram preparadas por meio de semeadura em bandeja plástica com substrato (Maxfertil®) no dia 02 de outubro, seguidamente foram irrigadas diariamente com água deionizada, adubadas semanalmente e mantidas em ambiente arejado.

Após 33 dias da semeadura, as plantas foram transferidas para seus vasos definitivos de polietileno com capacidade de 3 dm³. Estes recipientes foram devidamente higienizados, revestidos com sacos plásticos, identificados com números de 1 a 25 e preenchidos com uma mistura de areia lavada e Vermiculita Expandida. Após o transplante de duas plantas por vaso, os mesmos foram mantidos na casa de vegetação e irrigados diariamente com água deionizada.

A aplicação dos tratamentos foi efetuada 22 dias após o transplante das mudas para os vasos definitivos, por meio solução contendo cloreto de Li (63 mmol L⁻¹) com aplicação

de volume proporcional a cada tratamento. Foram avaliados índice SPAD, diâmetro do caule, número de folhas, massa seca das plantas (raiz e parte aérea), além do registro semanal do desenvolvimento morfológico das plantas, por meio de registros fotográficos.

Aos 28 dias após aplicação dos tratamentos, plantas foram retiradas dos vasos, em seguida divididas em parte aérea e raiz, lavadas, secas em estufa de circulação forçada (48 horas a 70°C), pesadas em balança semianalítica e feito registros com câmera fotográfica das raízes, com intuito de efetuar comparações entre as mesmas.

Aos dados obtidos, foi realizada a análise estatística por meio de regressão.

A Partir das imagens obtidas foram estabelecidas figuras comparativas/evolutivas de acordo com os tratamentos. Também foi realizada uma escala visual da evolução dos sintomas em função das doses de Li.

Resultados e Discussão

Plantas de mamona submetidas aos tratamentos com Li, independente da dose, apresentaram alterações de desenvolvimento quando comparadas às plantas do tratamento controle. Todas as doses de Li utilizadas causaram a morte das plantas de mamona, com variação apenas em função do tempo.

Os sintomas de toxidez por Li foram identificados inicialmente em plantas que receberam 20 e 30 mg dm⁻³ de Li, a partir do terceiro dia após a aplicação dos tratamentos e nos demais que receberam Li, a partir do sétimo dia.

Plantas submetidas às doses de 5 e 10 mg dm⁻³ de Li, os primeiros sintomas foram identificados nas folhas mais velhas e consistiu no declínio dos pecíolos com limbos voltados para solo (folha em direção ao solo). Em seguida, foi identificada clorose das nervuras centrais que evoluiu para clorose generalizada do limbo seguida de necrose das bordaduras. (Figura 1). Os sintomas de necrose evoluíram para o centro das folhas até a queda das mesmas. Posteriormente, nas folhas mais novas iniciaram cloroses circulares em pontos isolados nas proximidades das bordas. As cloroses circulares progrediram para necrose e evoluíram rapidamente de tamanho, preenchendo toda bordadura seguida do limbo completo.



Figura 1. Escala visual dos sintomas de Lítio nas folhas de mamona.

Plantas que receberam 20 mg dm⁻³ de Li, tiveram os mesmos sintomas indicados nas plantas dos tratamentos com 5 e 10 mg dm⁻³ de Li, porém em menor quantidade de tempo. Nas plantas que receberam 30 mg dm⁻³ de Li, não houve clorose nos tecidos foliares, sua manifestação inicial foi a necrose imediata das bordas das folhas, progredindo pelo limbo com posterior queda das mesmas (Figura 2). Folhas que se desenvolveram após a aplicação do Li, nas plantas dos tratamentos de 20 e 30 mg dm⁻³ apresentaram enrolamento, deformação do limbo e nervuras centrais totalmente necrosadas (Figura 3).

Neste sentido verificou-se que existem respostas visuais diferenciadas em função da dose de Li na qual a planta é submetida. Doses maiores que 20 mg dm⁻³ de Li apresentam rápido processo de dessecação e morte das plantas. Esses resultados são importantes pois, além de identificar áreas contaminadas por Li, também podem prever o grau de contaminação da área.



Figura 2. Escala visual dos sintomas de Lítio nas folhas de mamona do tratamento de 30 mg dm⁻³.

As raízes das plantas de mamona que foram submetidas às doses de Li, tiveram grandes variações comparado às raízes das plantas controle (Figura 3). O tamanho e quantidade de raízes laterais foram reduzidas em função das doses de Li aplicada.

A massa seca de raiz das plantas, foi a variável que apresentou maior variação em função da aplicação de Li (Figura 4). A massa seca da raiz foi reduzida em função das doses de Li. Plantas cultivadas sem aplicação de Li (controle) apresentaram massa seca de raiz 4,3 vezes maior que plantas cultivadas com 30 mg dm⁻³ de Li. Assim a avaliação das raízes de plantas de mamona também é fator que deve ser considerado para monitoramento de áreas contaminadas por Li

A massa seca da parte aérea (Figura 4) apresentou uma resposta de equação quadrática em função das doses de lítio. Foi verificado aumento da massa seca da parte aérea até a dose estimada de 3,58 mg dm⁻³ de Li, com tendência de queda até a dose de 30 mg dm⁻³.



Figura 3. imagens comparativas das plantas de mamona em função do tempo de avaliação e doses de Li.

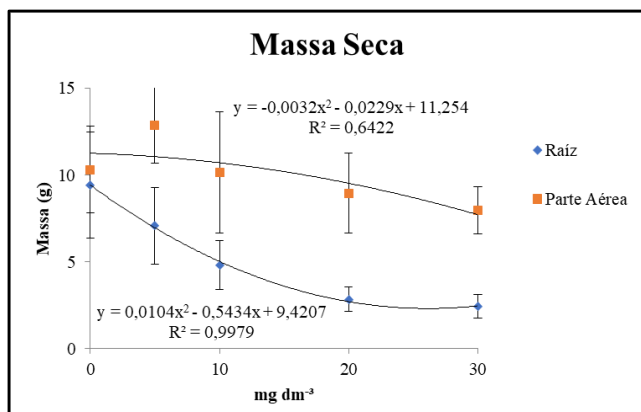


Figura 4. Massa seca de raiz e parte aérea de plantas de mamona submetidas a doses de lítio.

O índice SPAD apresentou variação em função das doses de Li (Figura 5). O índice SPAD apresentou pequeno aumento em função das doses de Li, com maior índice SPAD na dose estimada de 5,95 mg dm⁻³ de Li, com diminuição acentuada a partir desta dose. A avaliação do índice SPAD também é fator importante para monitoramento das áreas contaminadas por Li. Como o índice SPAD indiretamente avalia tons de verde associados a clorofila, as variações desses tons podem auxiliar no monitoramento do elemento nos ambientes, especialmente em respostas positivas como observado nas menores doses de Li estimadas.

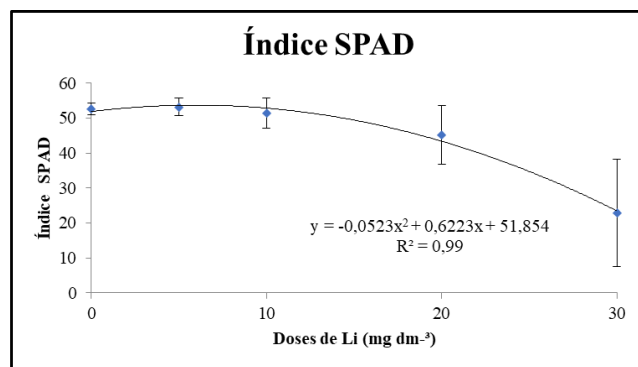


Figura 5. Índice SPAD em plantas de mamona submetidas a doses de lítio.

O número de folhas e diâmetro do caule apresentaram variações em função das doses de Li. Para o número de folhas (Figura 6) foi verificado um pequeno aumento até a dose estimada de 3 mg dm⁻³ de Li, seguido de tendência de queda, enquanto o diâmetro do caule (Figura 7) foi representado por uma equação quadrática negativa com menor diâmetro de caule verificado na dose estimada de 25,83 mg dm⁻³. Neste sentido comparada às variáveis, número de folhas e diâmetro do caule apresentaram baixa sensibilidade em função das doses de Li aplicadas.

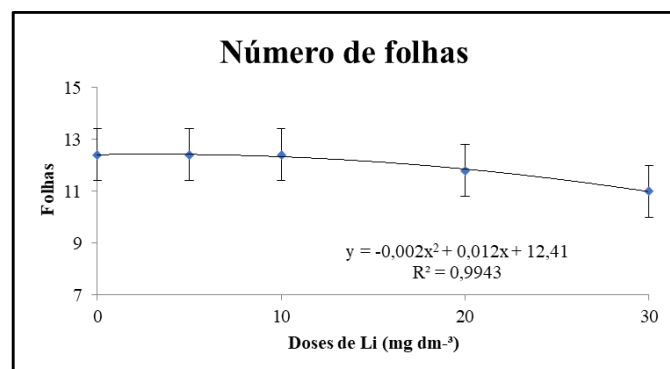


Figura 6. Número de folhas de plantas de mamona submetidas a doses de lítio.

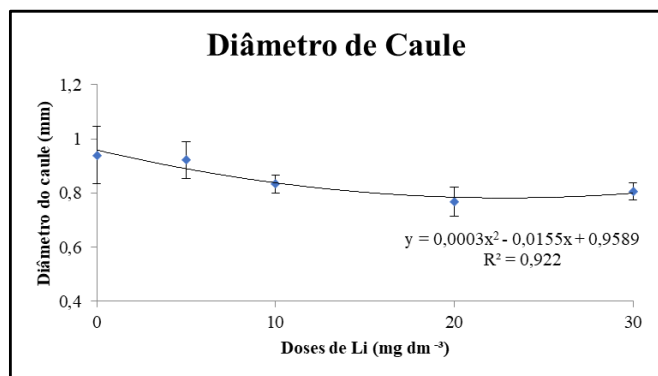


Figura 7. Diâmetro do caule de plantas de mamona submetidas a doses de Li.

Considerações Finais

Plantas de mamona apresentaram variações quanto aos aspectos morfológicos e fisiológicos em função das doses de Li aplicadas. Assim, podendo ser ferramenta biológica importante para o monitoramento do Li descartado em ambientes irregulares, como os lixões.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao IFMS pela concessão de bolsa ao primeiro autor (edital 30/2021) e auxílio financeiro para custeio do projeto.

Referências

BRAGA, P. F. A.; SAMPAIO, J. A. Lítio. In: LUZ, Adão Benvindo da; LINS, Fernando Antonio Freitas. **Rochas & minerais industriais: usos e especificações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Cetem/McT, 2008. Cap. 26. p. 585-603.

FAUSTINO, R. F.; SILVA, M. M. P. da; SILVA LIMA, V. G. da. Diversidade vegetal em ambientes de lixões desativados em municípios situados no bioma caatinga / Vegetable diversity in disabled dump environments in municipalities situated in the caatinga biome. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 7, p. 46719-46737, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n7-345.

ROY, J. J.; RAROTRA, S.; KRIKSTOLAITYTE, V.; ZHUORAN, K. W.; CINDY, Y. D.; TAN, X. Y.; CARBONI, M.; MEYER, D.; YAN, Q.; SRINIVASAN, M. Green Recycling Methods to Treat Lithium-Ion Batteries E Waste: a circular approach to sustainability. **Advanced Materials**, [S.L.], p. 2103346, 10 out. 2021. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/adma.202103346>.

SILVA, M. C. F. **POTENCIAL FITORREMEIADOR DE Ricinus communis L. (MAMONA) EM SOLO CONTAMINADO PELA PRESENÇA DE FERRO (Fe²⁺), ORIUNDO DE REJEITO DE MINÉRIO, EM MINAS DO CAMAQUÃ - RS**. 2019. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Ambiental, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2019.

VALE, E. O IMPACTO DAS NOVAS TECNOLOGIAS NA DEMANDA DO LÍTIO. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, [S.L.], n. 65, p. 11-15, 30 abr. 2021. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. <http://dx.doi.org/10.38116/radar65art2>.

FIRST BIOLOGICAL TOOL FOR MONITORING LITHIUM IN THE ENVIRONMENT

Abstract: As it does not have an efficient disposal system, lithium (Li) from the batteries of electronic devices in disuse can contaminate environmentally vulnerable areas, such as dumps. By presenting an almost generalized frequency in dumps, castor plants may have the potential to be bioindicators of the presence of the element, if they present visual symptoms of contamination by Li. The objective of this work was to evaluate the visual symptoms of Li contamination in castor bean plants. Castor bean plants were cultivated in a protected environment, submitted to five doses of Li 0; 05; 10; 20 and 30 mg dm⁻³. All variables evaluated (Spad, stem diameter, number of leaves and plant dry mass) were influenced by Li doses. Visual symptoms of Li contamination suggest the potential use of castor bean as a biological tool to monitor Li contaminated areas.

Keywords: Toxicity, Environment, bioindicator.