

AVANÇOS NAS CIÊNCIAS FLORESTAIS

ALAN MARIO ZUFFO
ORGANIZADOR



Pantanal Editora

2022

Alan Mario Zuffo
Organizador

Avanços nas Ciências Florestais



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Prof. Msc. Adriana Flávia Neu
Prof. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Prof. Msc. Aris Verdecia Peña
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. Msc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto
Prof. Msc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Prof. Msc. Lidiane Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Prof. Msc. Mary Jose Almeida Pereira
Prof. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Prof. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Prof. Dra. Patrícia Maurer
Prof. Msc. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Msc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira
Prof. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A946 Avanços nas Ciências Florestais [livro eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2022. 67p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-81460-28-0

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460280>

1. Florestas – Administração. 2. Ecologia florestal. I. Zuffo, Alan Mario.
CDD 634.9

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

O avanço tecnológico é comum em todas as áreas de conhecimento, na área de Ciência Florestal não é diferente. As tecnologias florestais são fundamentais para o uso sustentável dos recursos naturais e na comercialização dos produtos florestais. A obra, vem a consolidar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano e na sustentabilidade dos recursos naturais.

O primeiro volume do e-book “Avanços nas Ciências Florestais” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção e conservação dos recursos florestais. Nos capítulos são abordados os seguintes temas: aproveitamento de resíduos de colheita florestal, a certificação como uma ferramenta na conservação de florestas naturais, a tolerância do Pinhão-Manso à Toxicidade do Alumínio e ao estresse salino pelo Método do Papel-Solução e alterações morfológicas das mudas de graviola induzidas pela restrição da luminosidade. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na Ciência Florestal. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Avanços nas Ciências Florestais os agradecimentos do organizador e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para a áreas de Ciência Florestal. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

O organizador

Sumário

Apresentação	4
Capítulo I	6
Aproveitamento de resíduos de colheita florestal: uma revisão	6
Capítulo II	23
A certificação como uma ferramenta na conservação de florestas naturais	23
Capítulo III	35
Tolerância do Pinhão-Manso à Toxicidade do Alumínio pelo Método do Papel-Solução	35
Capítulo IV	46
Tolerância de Plântulas de Pinhão-Manso ao Estresse Salino	46
Capítulo V	54
Alterações morfológicas das mudas de graviola induzidas pela restrição da luminosidade	54
Índice Remissivo	66
Sobre o organizador	67

Tolerância do Pinhão-Manso à Toxicidade do Alumínio pelo Método do Papel-Solução

Recebido em: 15/02/2022

Aceito em: 18/02/2022

 10.46420/9786581460280cap3

Marceli Fernandes Pereira¹ 

Michele dos Santos Leite¹ 

Alan Mario Zuffo² 

Fábio Steiner^{3*} 

INTRODUÇÃO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie nativa da América tropical e pertence à família Euphorbiaceae. É uma cultura que se encontra amplamente distribuída nas áreas áridas e semiáridas da América do Sul e em todas as regiões tropicais da América Central e América do Sul, África, Índia, Sudeste Asiático e Austrália (King et al., 2009). Nas últimas décadas, esta espécie perene tem recebido atenção especial devido ao seu elevado teor de óleo nas sementes, que pode ser utilizado na produção de biodiesel (Arruda et al., 2004; Kumar; Sharma, 2008).

Esta espécie tem sido relatada como uma planta rústica, que se desenvolve em áreas com condições limitante, como a deficiência hídrica e altas temperaturas, e condições de solo marginais de baixa fertilidade natural (Arruda et al., 2004; Saturnino et al., 2005), onde a maioria das culturas de interesse agrícola não são capazes de crescer de forma satisfatória (Francis et al., 2005). No entanto, para alcançar altos níveis de produtividade, a planta requer solos férteis e boas condições físicas e hídricas (Kumar; Sharma, 2008). De acordo com Arruda et al. (2004), em solos ácidos com pH abaixo de 4,5, as raízes de pinhão-manso não crescem. Assim, a correção da acidez e da fertilidade do solo são fundamentais para se obter sucesso e lucratividade com a exploração econômica desta cultura (Laviola; Dias, 2008; Souza et al., 2011). Esta constatação torna-se, ainda, mais relevante em decorrência das principais regiões produtoras de pinhão-manso no Brasil encontrarem-se localizadas em solos ácidos, caracterizados por baixa saturação por bases

¹ Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Rod. Graziela Maciel Barroso, km 12, CEP 79200-000, Aquidauana, MS, Brasil.

² Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Praça Gonçalves Dias, s/n, Centro, CEP 65800-000, Balsas, MA, Brasil.

³ Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Rod. MS 306, km 6.4, CEP 795400-000, Cassilândia, MS, Brasil.

* Autor correspondente: steiner@uems.br

e teores elevados de alumínio trocável (Al^{3+}), suficientes para alterar o crescimento normal de muitas espécies de plantas cultivadas.

No entanto, pouco se conhece sobre os efeitos da presença de alumínio (Al^{3+}) no processo de germinação das sementes e no crescimento inicial das plantas de pinhão manso. A toxicidade do Al é considerada um dos principais fatores que limitam o crescimento das plantas, por causar inibição do crescimento radicular (Giannakoula et al., 2008). No Brasil, o Al em níveis tóxicos está presente em 60% das áreas com potencial agrícola (Sanches; Salinas, 1981). Assim, o conhecimento e seleção de espécies menos sensíveis aos efeitos deletérios do Al é uma alternativa que oferece possibilidade de sucesso, para a implantação destas culturas nestas áreas agrícolas.

Diversos estudos têm sido realizados utilizando soluções nutritivas com o intuito de determinar a tolerância de espécies perenes ao Al (Braccini et al., 1998; Tecchio et al., 2006; Stolf et al., 2008; Mattiello et al., 2008; Naing et al., 2009; Macedo et al., 2011; Steiner et al., 2012; Lana et al., 2013). No entanto, não há estudos que avaliaram os efeitos do Al na germinação das sementes de pinhão-manso. A toxicidade provocada pelo alumínio manifesta-se, inicialmente, pela redução da taxa de alongação radicular após o contato com a solução contendo Al (Custódio et al., 2002) e drástica redução no crescimento da parte aérea (Beutler et al., 2001). Segundo Sivagura et al. (1992), os efeitos fitotóxicos do Al nas raízes incluem redução na massa de matéria seca, no número e no comprimento de raízes laterais e na área radicular, que frequentemente estão associados ao aumento no diâmetro das raízes e no volume radicular.

Uma melhor compreensão da tolerância do pinhão-manso ao Al é essencial, a fim de adotar estratégias competitivas para melhorar a produção agrícola. O presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do alumínio na germinação das sementes e no crescimento inicial das plântulas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) pelo método da papel-solução.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em condições de Laboratório no Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) foram selecionadas e, em seguida, esterilizadas superficialmente durante 5 minutos com hipoclorito de sódio, contendo cloro ativo a 1,0%. Depois disso, as sementes foram lavadas com água destilada, para a retirada do hipoclorito. Em seguida, as sementes foram colocadas para germinar em água destilada (controle) ou em soluções com os seguintes níveis de Al: 20, 40, 60 e 80 mg L⁻¹, obtidas através de diluições de $Al_2(SO_4)_3 \cdot 16H_2O$ em água destilada. Neste estudo, a determinação da tolerância do pinhão-manso ao Al durante a fase de germinação e crescimento inicial foram avaliadas utilizando-se o método do papel-solução (Konzak et al., 1976).

O nível de tolerância das sementes de pinhão-mansão à toxicidade do Al foi avaliada pelos seguintes testes descritos a seguir:

Germinação (G): realizado com cinco repetições de 30 sementes, postas para germinar sobre três folhas de papel-toalha do tipo Germitest[®], previamente umedecidas com água destilada (nível zero) e com solução de Al nos referidos níveis de acidez em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. Em seguida, foram confeccionados rolos de papel, mantidos em temperatura constante de 25 °C (Brasil, 2009). As avaliações foram realizadas aos 7 e 14 dias após a instalação do teste, e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009). Foram também avaliadas a porcentagem de plântulas anormais e de sementes mortas.

Primeira contagem da germinação (PCG): foi efetuada aos sete dias por ocasião do teste de germinação sendo contabilizadas as plântulas normais. Foram consideradas como plântulas normais, aquelas que apresentavam todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas e sadias (Brasil, 2009).

Comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR): realizado aos 14 dias após a montagem do teste de germinação, sendo as plântulas escolhidas aleatoriamente (dez plântulas). Determinou-se o comprimento da parte aérea e da raiz principal das plântulas, com auxílio de régua graduada em milímetros. Os comprimentos médios da parte aérea e raiz foram obtidos somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas avaliadas, com os resultados expressos em centímetros.

Matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR): foram realizadas juntamente com o teste de germinação. A parte aérea e raiz foram previamente separadas, colocados em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação a 65 °C, por 72 horas. Após esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g, os resultados foram expressos em mg/plântula (Nakagawa, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas concentrações de alumínio no papel-solução de 0, 20, 40, 60 e 80 mg L⁻¹ de Al.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), aplicando-se a teste F a 5%, e, quando os efeitos dos níveis de Al foram significativos, os dados foram submetidos a análise de regressão ao nível de significância de 5%. As equações significativas com os maiores coeficientes de determinação (R²) foram ajustadas. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software SigmaPlot versão 11.0 para Windows (Systat Software, Inc., San Jose, CA, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira contagem da germinação e a germinação das sementes de pinhão-mansó foram afetadas negativamente pela presença de Al (Figura 1). O aumento da concentração de Al na solução reduziu linearmente os valores da primeira contagem de germinação e a germinação das sementes de pinhão-mansó. A primeira contagem de germinação reduziu de 43,2% para 36,4% na ausência e na presença de 80 mg L⁻¹ de Al (Figura 1A). A germinação reduziu de 73,4% para 7,6%, indicando que houve decréscimo de 65,8% comparando-se a germinação das sementes na ausência e na presença de 80 mg L⁻¹ de Al (Figura 1B).

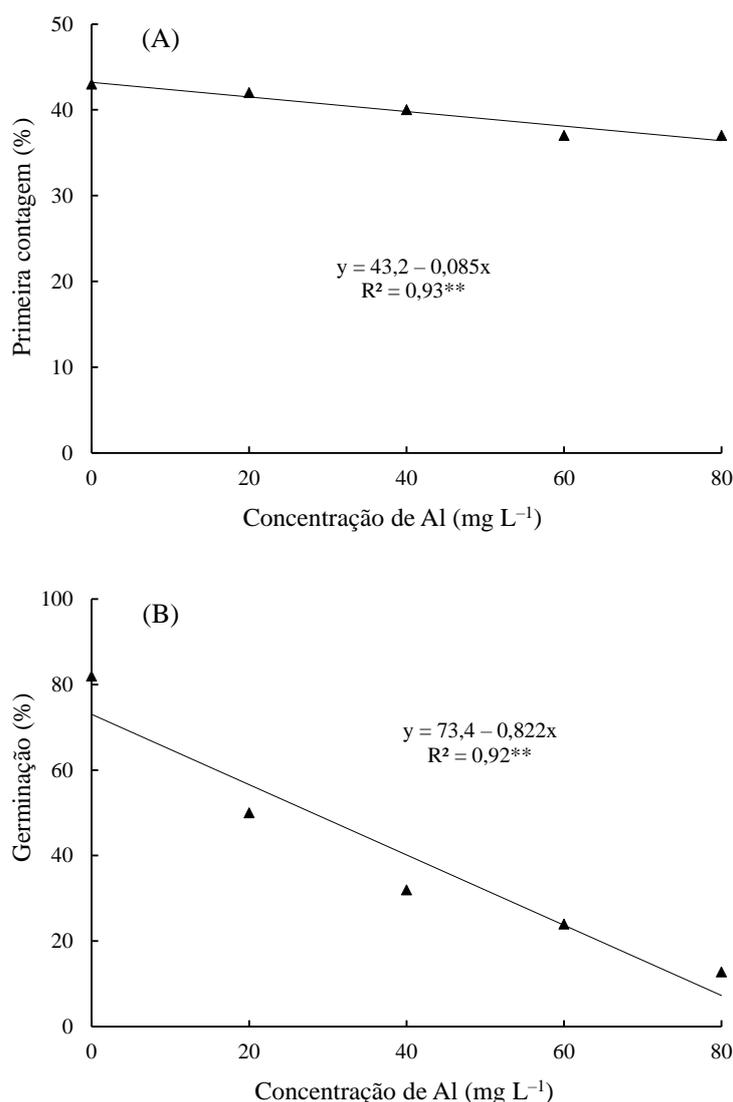


Figura 1. Primeira contagem de germinação (A) e porcentagem de germinação (B) de sementes de pinhão-mansó (*Jatropha curcas* L.) expostas à diferentes concentrações de alumínio pelo método papel-solução. Fonte: os autores.

Quando as plantas foram expostas a concentração de 80 mg L⁻¹ de Al, praticamente não houve germinação das sementes, como pode ser visualizado na Figura 2. Tal evidência sugere que o pinhão-

manso é uma espécie sensível aos efeitos deletérios do Al durante o processo de germinação das sementes. Portanto, a implantação destas culturas em áreas agrícolas com níveis elevados de acidez trocável deve ser evitada.

A toxicidade do Al é considerada um dos principais fatores que podem limitar o crescimento das plantas em solos ácidos, por causar inibição do crescimento radicular (Giannakoula et al., 2008). Inicialmente, a toxicidade do Al resulta na redução da taxa de alongação das raízes (Custódio et al., 2002), e a medida que o estresse aumenta resulta em drástica redução no crescimento da parte aérea das plantas (Beutler et al., 2001).



Figura 2. Ilustração da inibição do processo de germinação das sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) quando expostas à concentração de 80 mg L^{-1} de Al pelo método papel-solução. Fonte: os autores.

O crescimento da parte aérea das plântulas de pinhão-manso foi afetado negativamente pela presença de Al (Figura 3). O aumento da concentração de Al no papel-solução reduziu linearmente o comprimento da parte aérea e a produção de matéria seca da parte aérea das plântulas de pinhão-manso. O comprimento da parte aérea das plântulas reduziu de 14,9 cm para 11,9 cm, indicando que houve redução de 20% comparando-se o comprimento das plântulas na ausência e na presença de 80 mg L^{-1} de Al (Figura 3A). A produção de matéria seca da parte aérea reduziu de 72,8 mg/plântula para 51,2 mg/plântula, indicando que houve redução de 30% comparando-se a matéria seca da parte aérea na ausência e na presença de 80 mg L^{-1} de Al (Figura 3B). A fitotoxicidade do Al no crescimento da planta refletiu no menor crescimento inicial da parte aérea, especialmente nos maiores níveis de Al na solução. De acordo com Beutler et al. (2001), dentre os efeitos causados na parte aérea pela toxicidade do Al está à redução da altura e da produção de matéria seca das plantas.

Em plantas de cafeeiro (Braccini et al., 1998) e de macieira (Dantas et al., 2001) foi constatado que um dos principais efeitos do Al na parte aérea das plantas é o encurtamento dos internódios, resultando em plantas de menor altura. Steiner et al. (2012) verificaram que a altura das plantas de pinhão-manso foi reduzida em 54% comparando-se com as plantas na ausência e na presença de 40 mg L⁻¹ de Al em solução nutritiva. Em porta-enxertos de macieira Tecchio et al. (2006), constataram decréscimos, aos 75 dias, na ordem de 81 e 85% para a altura das plantas e matéria seca da parte aérea, respectivamente, quando submetido à concentração de 30 mg L⁻¹ de Al em solução nutritiva.

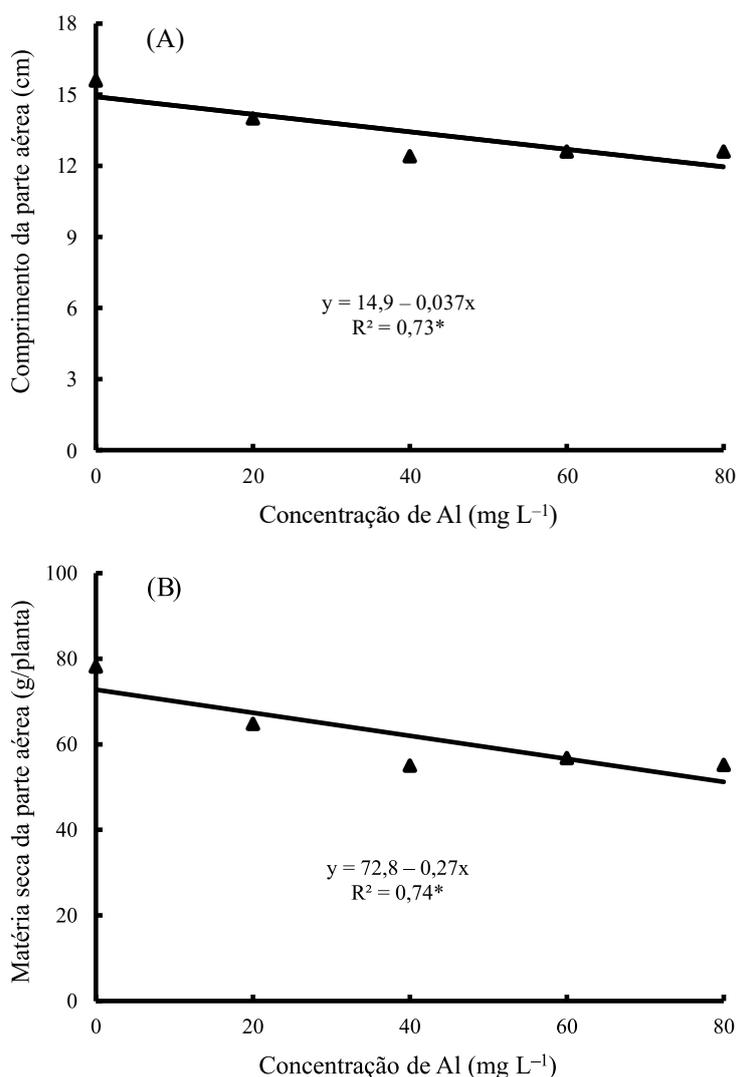


Figura 3. Comprimento da parte aérea (A) e matéria seca da parte aérea (B) das plântulas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) expostas à diferentes concentrações de alumínio pelo método papel-solução. Fonte: os autores.

O crescimento das raízes das plântulas de pinhão-manso foi afetado negativamente pela presença de Al (Figura 4). O aumento da concentração de Al no papel-solução reduziu linearmente o comprimento

da raiz principal e a produção de matéria seca das raízes das plântulas de pinhão-mansão. O comprimento da raiz principal reduziu de 15,4 cm para 11,7 cm, indicando que houve redução de 76% comparando-se o comprimento das plântulas na ausência e na presença de 80 mg L⁻¹ de Al (Figura 4A). A produção de matéria seca das raízes reduziu de 11,6 mg/plântula para 2,0 mg/plântula, indicando que houve redução de 83% comparando-se a matéria seca das raízes na ausência e na presença de 80 mg L⁻¹ de Al (Figura 4B). Quando as plantas foram expostas a concentração de 80 mg L⁻¹ de Al, praticamente não houve crescimento das raízes.

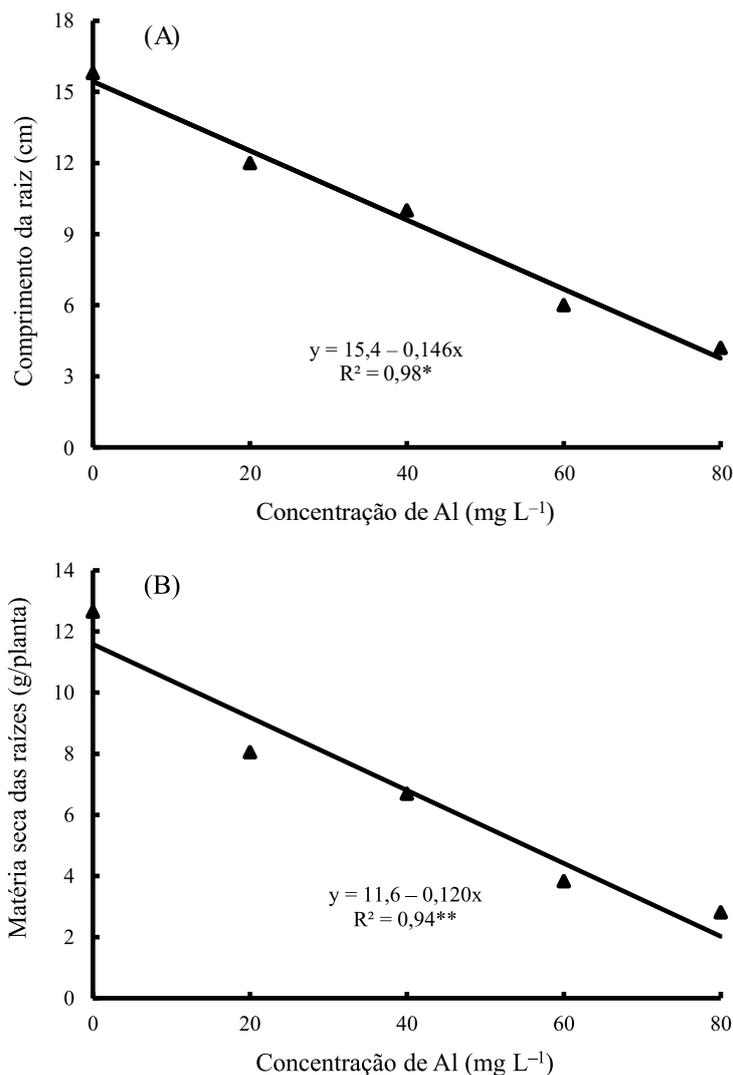


Figura 3. Comprimento da raiz principal (A) e matéria seca das raízes (B) de plântulas de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) expostas à diferentes concentrações de alumínio pelo método papel-solução. Fonte: os autores.

Steiner et al. (2012) verificaram que o percentual de redução para o comprimento da raiz principal e matéria seca das raízes de pinhão-mansão, aos 75 dias, foram de 75 e 54% ao se comparar o crescimento das plantas na ausência e na presença de 40 mg L⁻¹ de Al em solução nutritiva, respectivamente. Macedo

et al. (2011) verificaram que o comprimento e a produção de matéria fresca de raízes de pinhão-manso foram reduzidos, respectivamente, em 25 e 38 % quando expostos, por 7 dias, a concentração de 6 mg L^{-1} de Al em solução nutritiva.

Segundo Sivagura et al. (1992), os efeitos fitotóxicos do Al no sistema radicular incluem redução na massa de matéria seca, no número e no comprimento de raízes laterais e na área radicular, que frequentemente estão associados ao aumento no diâmetro das raízes e no volume radicular. Em consequência disso, a absorção de água e, principalmente, de nutrientes é prejudicada. A tolerância das espécies vegetais ao Al tem sido atribuída à capacidade das plantas manterem em suas raízes ou na parte aérea níveis adequados de nutrientes (Mendonça et al., 2003), especialmente, de fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

Nas raízes, os sintomas de toxidez de Al foram bastante evidentes, manifestando-se por meio do engrossamento e amarelecimento das pontas das raízes. As raízes das plantas controle (sem alumínio) eram longas, de superfície externas e de coloração mais clara. Os sintomas de toxidez de Al nas raízes de pinhão-manso foram semelhantes aos reportados por Braccini et al. (1998), em cafeeiro.

Em geral, os efeitos deletérios decorrentes da presença de Al no papel-solução foram mais evidentes nas raízes e podem ser atribuídas a baixa mobilidade deste elemento na planta, conforme reportados por Giaveno et al. (2001). De acordo com Epstein; Bloom (2006), frequentemente, fatores nutricionais influenciam o crescimento e a morfologia de órgãos particulares das plantas, de maneira específica. Como as raízes são os órgãos em contato direto com a solução do solo estas são, especialmente, mais propensas a serem afetadas por alterações neste ambiente.

Os efeitos do Al nas raízes são bem documentados na literatura, e a redução da taxa de crescimento radicular de espécies sensíveis tem sido considerada o principal efeito de níveis tóxicos de Al que influi no alongamento e na divisão celular (Epstein; Bloom, 2006). De acordo com Samac e Tesfaye (2003) o sítio primário da ação tóxica do Al é a parte distal da zona de transição no ápice das raízes, onde as células estão entrando em fase de alongamento. A inibição do crescimento da raiz é o sintoma visível mais rápido da toxicidade do Al em plantas (Degenhardt et al., 1998; Samac; Tesfaye, 2003).

Segundo Barceló e Poschenrieder (2002) e Illés et al. (2006), o dano na formação da estrutura das raízes - engrossamento e diminuição da permeabilidade das células radiculares - contribui para acentuar os efeitos deletérios do Al no sistema radicular. Massot et al. (1992) consideram que um dos principais efeitos do Al reside na inibição do crescimento das raízes, que se tornam curtas e grossas. Essa característica, por sinal, serve como o melhor indicador para se avaliar o nível de tolerância ao Al, em solução nutritiva, para as espécies.

CONCLUSÕES

A germinação das sementes e o crescimento das plântulas de pinhão-manso são reduzidos com o aumento da concentração de alumínio (Al) na solução.

Os efeitos fitotóxicos do alumínio são mais acentuados sobre o sistema radicular do que na parte aérea das plantas.

A concentração de 80 mg L⁻¹ de Al impossibilita a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas de pinhão-manso.

O pinhão-manso é uma espécie sensível à alta concentração de alumínio na solução durante a fase de germinação e crescimento inicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arruda FP et al. (2004). Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, 8(4): 789-799.
- Barceló J, Poschenrieder C (2002). Fast root growth responses, root exudates and internal detoxification as clues to the mechanisms of aluminum toxicity and resistance: a review. *Environmental and Experimental Botany*, 48(1): 75-92.
- Beutler AN et al. (2001). Efeito do alumínio sobre o crescimento de duas espécies florestais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25(5): 923-928.
- Braccini M.C.L et al. (1998). Tolerância de genótipos de cafeeiro ao Al em solução nutritiva. I. Crescimento e desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22(3): 435-442.
- Brasil (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS. 399p.
- Custódio CC et al. (2002). Estresse por alumínio e por acidez em cultivares de soja. *Scientia Agricola*, 59(2): 145-153.
- Dantas ACM et al. (2001). Tolerância ao alumínio em porta-enxertos somaclonais de macieira cultivados em solução nutritiva. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(4): 615-623.
- Degenhardt J et al. (1998). Aluminum resistance in the *Arabidopsis* mutant alr-104 is caused by an aluminum-induced increase in rhizosphere pH. *Plant Physiology*, 117(1): 19-27.
- Epstein E, Bloom AJ (2006). Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Trad. Maria Edna Tenório Nunes – Londrina: Editora Planta, 86p.
- Francis G et al. (2005). A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: need, potential and perspectives of *Jatropha* plantations. *Nature Resources Forum*, 29(1): 12-24.

- Giannakoula A et al. (2008). Aluminum tolerance in maize is correlated with increased levels of mineral nutrients, carbohydrates and proline, and decreased levels of lipid peroxidation and Al accumulation. *Journal of Plant Physiology*, 165(3): 385-396.
- Giaveno GD et al. (2001). Inheritance of aluminum tolerance in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Genetics & Breeding, Roma*, 55(1): 51-55.
- Illés P et al. (2006) Aluminum toxicity in plants: internalization of aluminium into cells of the transition zone in *Arabidopsis* root apices related to changes in plasma membrane potential, endosomal behaviour, and nitric oxide production. *Journal of Experimental Botany*, 57(6): 4201-4213.
- King AJ et al. (2009). Potential of *Jatropha curcas* as a source of renewable oil and animal feed. *Journal of Experimental Botany*, 60(10): 2897-2905.
- Konzak CF et al. (1976). Screening several crops for aluminum tolerance. In: *Workshop on Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils.*, 1976, Beltsville. Proceedings.... Ithaca: Cornell University Press, p.311-327.
- Kumar A, Sharma S (2008). An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): A review. *Industrial Crops and Products*, 28(1): 1-10.
- Lana MC et al. (2013). Tolerance of physic nut plants to aluminum activity in nutrient solution. *Bioscience Journal*, 29(3): 582-589.
- Laviola BG, Dias LAS (2008). Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(6): 1969-1975.
- Macedo FL et al. (2011). Efeito do alumínio em plantas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), cultivadas em solução nutritiva. *Semina: Ciências Agrárias*, 32(1): 157-164.
- Massot N et al. (1992). Differential response of three bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars to aluminum. *Acta Botanica Neerlandica*, 41(2): 293-298.
- Mattiello EM et al. (2008). Produção de matéria seca, crescimento radicular e absorção de cálcio, fósforo e alumínio por *Coffea canephora* e *Coffea arabica* sob influência da atividade do alumínio em solução. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(4): 425-434.
- Mendonça RJ et al. (2003). Efeito do alumínio na absorção e na utilização de macronutrientes em duas cultivares de arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(5): 843-848.
- Naing KW et al. (2009). Tolerance of mango (*Mangifera indica* L. Anacardiaceae) seedlings to different levels of aluminum. *Philippine Journal of Crop Science*, 9(1): 33-42.
- Nakagawa J (1999). Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski FC et al. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, Cap. 2, p.9-13.
- Samac DA, Tesfaye M (2003). Plant improvement for tolerance to aluminum in acid soils: a review. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 75(1): 189-207.

- Sanchez PA, Salinas JG (1981). Low-input technologies for managing Oxisols and Ultisols in tropical América. *Advances in Agronomy*, 34(2): 279-406.
- Saturnino HM et al. (2005). Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). *Informe Agropecuário*, 26(2): 44-78.
- Sivaguru M et al. (1992). Characterization of differential aluminum tolerance among rice genotypes cultivated in South India. *Journal of Plant Nutrition*, 15(3): 233-246.
- Souza PT et al. (2011). NPK fertilization on initial growth of physic nut seedlings in Quartzarenic Neossol. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35(3): 559-566.
- Steiner F et al. (2012). Effects of aluminum on plant growth and nutrient uptake in young physic nut plants. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(5): 1779-1788.
- Stolf EC et al. (2008). Estabelecimento de critérios para selecionar porta-enxertos de macieira tolerantes ao alumínio em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(1): 476-471.
- Tecchio MA et al. (2006). Tolerância de porta-enxertos de videira cultivados, em solução nutritiva, ao alumínio. *Revista Ceres*, 53: 243-250.

Índice Remissivo

A

Annona muricata, 50, 52, 53, 54, 57, 59

B

Biomassa residual, 3

C

Colheita Florestal, 3

J

Jatropha curcas, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 42, 43, 45,
46, 47

T

Toxicidade, 31

Sobre o organizador



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br