

Potencial alelopático do extrato de folhas de *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae) sobre a germinação de sementes de *Lactuca sativa*

Andressa Lanuce Silva Dias¹, Anna Luiza Silva Carvalho¹, Leticya Alves Soares¹,
Adelair Helena dos Santos², Camila Aline Romano^{2*}, José Realino de Paula¹

¹Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil; ²Departamento de Biociências e Tecnologia, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. *camila.aline@ufg.br

Recebido em: 02/12/2024

Aceito em: 20/01/2025

Publicado em: 10/05/2025

<https://doi.org/10.29327/269504.7.1-23>

RESUMO

Spondias é conhecido no Brasil principalmente por espécies frutíferas as quais reúnem estudos sobre diferentes biopotenciais e aplicações dos seus fitoconstituintes. Este estudo teve como objetivo investigar o potencial alelopático do extrato aquoso *Spondias purpurea* utilizando o modelo experimental de *Lactuca sativa* (alface). Para caracterização química foi realizada prospecção por meio de técnicas clássicas de farmacognosia. Para o bioensaio foi preparado um extrato aquoso a 0,1g/mL. Um total de 20 sementes de *L. sativa* foi exposto a diluição de 1000 a 10 µg/mL. As sementes foram observadas por cinco dias e os indivíduos germinados foram contabilizados diariamente. A presença de compostos fenólicos como flavonoides e taninos. O extrato aquoso das folhas de *S. purpurea* foi eficiente em impedir a germinação das sementes de *L. sativa*, bem como reduzir em aproximadamente 90% no crescimento radicular e do hipocótilo. Esses resultados sugerem que o extrato aquoso de *S. purpurea* tem potencial alelopático promissor.

Palavras-chave: Fitotoxicidade. Germinação de sementes. Seriguela.

Allelopathic potential of *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae) leaf extract on *Lactuca sativa* seed germination

ABSTRACT

Spondias is known in Brazil mainly for fruit species which have been studied on different biopotentials and applications of their phytoconstituents. This study aimed to investigate the allelopathic potential of the aqueous extract of *Spondias purpurea* using the experimental model of *Lactuca sativa* (lettuce). For chemical characterization, prospecting was performed using classical pharmacognosy techniques. For the bioassay, an aqueous extract at 0.1 g/mL was prepared. A total of 20 *L. sativa* seeds were exposed to a dilution of 1000 to 10 µg/mL. The seeds were observed for five days and the germinated individuals were counted daily. The presence of phenolic compounds such as flavonoids and tannins. The aqueous extract of the leaves of *S. purpurea* was efficient in preventing the germination of *L. sativa* seeds, as well as reducing root and hypocotyl growth by approximately 90%. These results suggest that the aqueous extract of *S. purpurea* has promising allelopathic potential.

Keywords: Phytotoxicity. Seed germination. Seriguela.

INTRODUÇÃO

A família Anacardiaceae é formada por espécies arbóreas, arbustivas e subarbustivas, sendo composta por aproximadamente 81 gêneros e 800 espécies encontrados em regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo, dentre esses, cerca de 32 gêneros são encontrados nas Américas (SILVA-LUZ et al., 2022a). A família possui diversas espécies com potencial bioativo, como exemplo podemos citar, efeito inseticida da *Pistacia lentiscus* (lentisco) contra *Lobesia botrana* (traça-das-videiras) (LOANNA et al., 2022), atividade larvicida e repelente da *Schinus terebinthifolius* (pimenta rosa) contra *Aedes aegypti* (PACHECO et al., 2021; NENAAH et al., 2022) e atividade antifúngica da *Sclerocarya birrea* (marula) (KINGSLEY et al., 2022). Além disso, diversas espécies são utilizadas para fins alimentícios, por exemplo *Mangifera indica* (manga) e *Spondias dulcis* (cajá-manga), como plantas ornamentais, a saber, *S. terebinthifolius*, *Schinus molle* (aroeira-salsa) e *Rhus succedanea* (charão), dentre outras (SILVA-LUZ et al., 2022a).

Dos gêneros de Anacardiaceae, o gênero *Spondias* possui cerca de 18 espécies, das quais dez são encontradas em regiões neotropicais. Alguns frutos das espécies do gênero são conhecidos popularmente no Brasil como, *Spondias mombin* (cajá), *S. dulcis*, *Spondias tuberosa* (umbu), *Spondias purpurea* (seriguela), entre outros (SILVA-LUZ et al., 2022b). Tais frutos são utilizados prioritariamente para fins alimentícios, entretanto, diversas pesquisas revelaram outros biopotenciais como, atividade anti helmíntica, antiviral, anti-inflamatória, antimicrobiana e antioxidante dos extratos de *S. mombin* (BOADU et al., 2021; CRISTOFOLI et al., 2019; OGENDENGBE-OLOWOFOYEKU et al., 2021; SILVA et al., 2020), atividade anti-*Salmonella* para extratos de *S. dulcis* (ZOFOU et al., 2019) e atividade antioxidante, antimicrobiana e inibidor de α -amilase para os extratos de *S. tuberosa* (RIBEIRO et al., 2022).

Para *S. purpurea* é possível encontrar na literatura estudos relatando propriedades como, atividade antioxidante, antigenotóxica, antimutagênica, citoprotetora em estresse oxidativo associado à obesidade e antiulcerosa (ANTUNES et al., 2022; BRITO et al., 2022; DE ALMEIDA et al., 2017). Um estudo sobre uso do extrato microencapsulado de *S. purpurea* avaliou a atividade antioxidante com os radicais livres DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) e ABTS (3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico) (AGUILERA-CHÁVEZ et al., 2022), e outro estudo avaliou a atividade antioxidante de filmes a base do amido de seus frutos (RODRIGUES et al., 2019).

Dentre os estudos com produtos naturais, é possível destacar o uso de plantas como herbicidas naturais, a importância desses estudos se deve ao fato que através de interações alelopáticas, é possível controlar o desenvolvimento de ervas daninhas. O amplo uso de herbicidas na agricultura tem incrementado a lista de espécies vegetais resistentes. Em todo mundo já se somam mais de 250 espécies resistentes, além dos casos específicos para determinadas áreas (HEAP et al., 2020). O uso de produtos naturais com finalidade fitotóxica pode ser uma alternativa para a redução do emprego de herbicidas sintéticos, os quais apresentam impacto negativo sobre o meio ambiente e a saúde humana, além de apresentarem melhor custo-benefício (BALBINOT-BALBINOT-JUNIOR, 2004; ALSHAREKH et al., 2022). Quanto aos Anacardiaceae, os estudos ainda são escassos, apenas dois estudos relatam atividade alelopática de *Anacardium occidentale* e *Anacardium humile* (MATIAS et al., 2017; PEREIRA et al., 2019). Dessa forma, o presente estudo propõe investigar o potencial alelopático do seu extrato aquoso utilizando como modelo experimental a espécie *Lactuca sativa*.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de *S. purpurea* foram coletadas na zona urbana do município de Iporá-GO (16°27'03" S e 51°06'55" O). A identificação da espécie foi realizada pela bióloga Dra. Camila A. Romano. Uma amostra foi coletada e depositada no herbário da Universidade Federal de Goiás, sob registro UFG 32694, a fim de servir como material testemunha do estudo. No laboratório, as folhas foram higienizadas e desidratadas em estufa com circulação de ar a 37°C por três dias. A amostra desidratada foi triturada e armazenada sob refrigeração até caracterização química e preparo dos extratos.

As amostras foram submetidas à caracterização dos metabólitos secundários mais relevantes, com o uso das técnicas descritas por MATOS (2009) e COSTA (2001). Os ensaios realizados foram:

a) *taninos*: Extrato obtido da fervura de 2 g de pó em 50 mL de água e posteriormente distribuído em tubos de ensaio, seguido da adição de 5 gotas dos seguintes reagentes: cloreto férrico 2%, acetato de cobre 10%, solução de gelatina 2,5%, hidróxido de sódio 20% e sulfato de quinino 1%.

b) *alcaloides*: Extração a quente de 2 g de pó em 20 mL de ácido sulfúrico 5%, posteriormente distribuído em tubos de ensaio, seguido da adição de 3 gotas dos seguintes reagentes: Bouchardat, Hager, Dragendorff, Bertrand e Mayer;

c) *flavonoides*: O extrato alcoólico de 7 g de pó em 60 mL de solução de etanol 70% foi submetido às reações: (1) de Shinoda, (2) Oxalo-bórica, (3) com ácido sulfúrico, (4) com hidróxidos alcalinos, (5) com cloreto de alumínio e (6) com cloreto férrico. As classes de flavonoides apresentam-se em diferentes tonalidades como previamente descritas na literatura supracitada.

d) *saponinas*: Um extrato aquoso a 20% de cada amostra obtido sob fervura por 30 min, foi transferido para tubos de ensaio em concentrações progressivas de 10 a 100%. Os tubos foram agitados intensamente por 15 segundos. Após 15 minutos de repouso foi observada a presença de espuma persistente.

e) *cumarinas*: Um filtrado de 2g de amostra em 30mL de água quente e posterior acidificação até pH 1 com ácido clorídrico 1N. O filtrado foi extraído com éter, reduzido e gotejado sobre papel filtro, após isso foi adicionado 1 gota de hidróxido de sódio 1N. Foi observado na luz UV a presença de fluorescência verde.

f) *antraquinonas*: Um extrato obtido da fervura de 1g da droga vegetal em 30 mL de álcool 75%. O filtrado foi dividido em 2 béqueres contendo 10 mL em cada, com posterior adição de 0,5 mL de ácido clorídrico SR em um dos béqueres e após, ambos foram fervidos por 2 minutos. As amostras foram transferidas para tubos de ensaio e em ambos foram adicionados 10 mL de hexano, e após foram separadas amostras de 5 mL em 2 tubos distintos seguidos da adição de 4 mL de amônia SR em cada, e a reação foi deixada em repouso por 5 minutos e foi observado se houve a formação de coloração rósea.

g) *Cianogenéticos*: Triturado de 10 gramas da folha fresca, e aquecido em Erlenmeyer com papel reativo de *Guignard*. Foi observado se houve mudança na coloração do papel.

h) *digitálicos*: Extração de 2,5 g da droga em 25 mL de Álcool a 50% e 10 mL de acetato de chumbo a 10%. Adição de 15 mL de clorofórmio para separação da fase clorofórmica. O líquido extraído foi submetido as seguintes reações: (1) Liebermann-Buchard; (2) Pesez; (3) Keller-Kiliani e (4) Kedde.

Influência do extrato sobre o crescimento das plântulas

Para avaliar a fitotoxicidade do extrato sobre as plântulas, sementes de *L. sativa* foram expostas ao extrato aquoso de *S. purpurea* preparado na CI₅₀ a fim de obter alguns exemplares germinados. As sementes foram cultivadas por sete dias e posteriormente

removidas do substrato e mensuradas com auxílio de paquímetro. Foram consideradas as medidas do comprimento da raiz e hipocótilo. Como controle negativo foram utilizadas plântulas germinadas apenas em água.

A avaliação do efeito alelopático de extratos de *S. purpurea* sobre a germinação de sementes de *L. sativa* será realizada em placas de Petri forradas com papel de filtro e algodão hidrófilo embebido com extratos em diluições seriadas de 1000 a 100 µg/mL conforme descrito por Mondal et al., (2020) com modificações. As placas serão incubadas a 25°C±2°C por quatro dias e observação diária das sementes. Os eventos de germinação foram quantificados para cálculo da taxa de germinação (G) (Equação 1), índice de velocidade de germinação (IVG) (Equação 2), tempo médio de germinação (TMG) (Equação 3) e velocidade média de germinação (VMG) (Equação 4) (CETNARSKI-FILHO; CARVALHO, 2009).

$$G = (N/A) \times 100 \quad (1)$$

¹Onde: N = número de sementes germinadas; A = número de sementes na amostra

$$IVG = \sum (ni/ti) \quad (2)$$

²Onde: ni = número de sementes que germinaram no tempo “ i ”; ti = tempo após instalação do teste;

$$TMG = ((\sum niti))/(\sum ni) \quad (3)$$

³Onde: ni = número de sementes germinadas/dia; ti = tempo de incubação;

$$VMG = 1/t \quad (4)$$

⁴Onde: t = tempo médio de germinação.

A germinação foi observada durante 5 dias. Como controle negativo foi empregada água destilada (OLIVEIRA et al., 2020). Sementes que não germinaram durante os cinco dias de tratamento foram transferidas para cultivo sem extrato e observadas por mais três dias. Posteriormente as sementes foram avaliadas, a não germinação prediz morte das sementes (MIRMOSTAFAEE et al., 2020; MONDAL et al., 2020). A estimativa de concentração inibidora de germinação foi calculada por regressão não linear (Probit).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela prospecção fitoquímica foi possível identificar a presença de heterosídeos flavonoides, sendo positivas as reações para flavonas, flavanonas, chalconas e isoflavonas. As reações para taninos e heterosídeos cumarínicos também foram positivas, porém a expressão foi menor. Os heterosídeos saponínicos apresentaram índice espumígeno (IE) igual a 500. Não foi detectada a presença de alcaloides, heterosídeos digitálicos, heterosídeos cianogenéticos e heterosídeos antraquinônicos (Tabela 1). Positividade apenas na reação de Liebermann-Buchard indica a presença de substâncias com esqueletos terpênicos na amostra.

Tabela 1 - Principais classes de metabólitos secundários pesquisados para amostras de folhas de *Spondias purpurea*.

Classe	Resultado*
Flavonoides	+++
Taninos	+
Alcaloides	-
Saponinas	+++
Cumarínicos	+
Antraquinônicos	-
Cianogênicos	-
Terpenos	+

*Os sinais: “+” reação positiva; “-” reação negativa. A presença de sinais repetidos indica a quão expressiva foi a reação.
Fonte: os autores.

Os compostos fenólicos são responsáveis por características como, coloração, odor, sabor e atividade antioxidante, em diversos vegetais, alguns fenóis são utilizados nas indústrias alimentícias. As cumarinas são responsáveis por odor e atividade antibacteriana, anticoagulante, imunossupressora, hipolipidêmica e hipotensora de algumas plantas, são utilizadas em indústrias cosméticas e de produtos de limpeza e em indústrias farmacêuticas. Os heterosídeos flavonóides são conferem atividades como, antiinflamatória, antioxidante, antiviral, antitumoral, antiespasmódica, antimicrobiana, antimutagênica, antialérgica e estrogênica a uma série de plantas, sendo bastante utilizados em especialidades farmacêuticas. As saponinas, são substâncias que possuem estruturas anfifílicas capazes diminuir a tensão superficial da água, alteração de permeabilidade de membranas celulares ou destruição, ação detergente e emulsificante, além disso, possuem atividade antiinflamatória, hipocolesterolemiantes, anticancerígena e antioxidante, sendo assim, aproveitadas tanto como insumos farmacêuticos como de

sanitizantes (SIMÕES et al., 2004; KIM; KIM, 2017; NARAYANAN et al., 2021; BRINDHADEVI et al., 2022).

A prospecção fitoquímica de amostras de *S. purpurea* coletadas nos estados de Yucatan e Quintana Roo, foi realizada com extratos obtidos sob três condições diferentes, a saber, metanol, hexano e acetato etílico, os compostos encontrados em cada extrato foram: Glicosídeos cardíacos, taninos e esteroides em metanol; esteroides e terpenos em hexano, e esteroides e flavonóides em acetato etílico (UC-CÁCHON et al., 2021). Em um estudo utilizando extrato metanólico com amostras obtidas em mercados locais de Minas Gerais, foi observado apenas a presença de flavonóides e taninos (ALCANTARA et al., 2021). Outro estudo realizado com amostras coletadas na cidade de Alhandra, Paraíba, apresentou apenas flavonóides nos extratos de hexano, acetato etílico e etanol (DE ALMEIDA et al., 2017).

O potencial alelopático do extrato aquoso de *S. purpurea* sobre a germinação e crescimento de *L. sativa* foi observado especialmente nas maiores concentrações (Tabela 2). O efeito inibidor sobre a taxa de germinação foi mais pronunciado do que sobre a velocidade de crescimento. As concentrações inibitórias (CI) de 50 e 90% foram 125 µg/mL (± 4 µg/mL) e 188 µg/mL (± 10 µg/mL). Além disso, foram observados sinais de interação fitotóxica nas radículas oriundas das sementes germinadas no teste. Radículas com escurecimento da coifa e cutícula com aspecto desgastado (observação em estereomicroscópio) são ocorrências que caracterizam toxicidade ao tecido vegetal.

Tabela 2 - Avaliação do efeito alelopático de extratos de *Spondias purpurea* sobre a germinação de sementes de *Lactuca sativa*.

Concentração (µg/mL)	G ¹ (%)	IVG ²	TMG ³ (dias)	VMG ⁴ (dia ⁻¹)
60	66,7	52	1300	0,77
80	100,0	53,5	0,891	1,12
100	78,3	30,5	0,648	1,54
120	68,3	31,5	0,768	1,30
140	21,7	17	0,850	1,18
Controle	100,0	58,5	0,975	1,03
<i>Pearson</i> *	-0,67	-0,93	-0,66	0,56

¹ – Taxa de germinação; ² – índice de velocidade de germinação; ³ – tempo médio de germinação; ⁴ – velocidade média de germinação. * - valores intragrupo. Fonte: os autores.

Metabólitos secundários são produzidos, em especial, como sistema defesa vegetal contra herbivoria e na competição interespecífica com outros vegetais, podendo interferir na germinação de sementes ou inibir o crescimento de plantas de outras espécies vegetais (MONDAL et al., 2020; SERAG et al., 2020). Compostos fenólicos, alcaloides,

lactonas e terpenos podem interagir com diferentes grupos de organismos como bactérias, fungos, insetos além de outras espécies de plantas inibindo a germinação ou controlando o crescimento em condição de competição (MIRMOSTAFAEE et al., 2020; MONDAL et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020; SERAG et al., 2020).

O percentual de germinação (G) variou de 21,7 a 100%, tendo como tempo médio de germinação (TMG) entre 0,768 e 1,3 dias, e velocidade média de germinação (VMG) de 0,77 a 1,54 dia⁻¹, o índice de velocidade de germinação (IVG) variou de 17 a 53,5. Um estudo que avaliou o efeito alelopático do extrato aquoso das folhas de *A. humile* sobre a germinação *L. sativa* em concentrações de 25 a 200 mg.mL⁻¹, apresentou percentual de germinação de 62% e 3,3 de IGV para a maior concentração testada (Pereira *et al.*, 2019). Estudo semelhante foi conduzido por Matias et al. (2017) com o líquido da castanha de *A. occidentale*, o qual reduziu para 43% a taxa de germinação e aumentou o TMG em 6,1 dias.

A influência do extrato sobre o crescimento das plântulas expostas à solução teste na CI₅₀ foi avaliada pela comparação entre as médias atingidas pelas plântulas cultivadas em teste e as plântulas no controle. Plântulas originadas no controle negativo mostraram comprimento médio de 2,27 mm de radícula e 2,33 mm de hipocótilo, enquanto as tratadas mostraram 0,25 e 0,16 mm de radícula e hipocótilo respectivamente. Esses resultados apontam uma redução de 88,9 e 92,9% em relação ao crescimento radicular e do hipocótilo das plantas controle. Além da redução no crescimento das plântulas, foi possível observar o escurecimento das radículas. Escurecimento radicular pode estar associado a eventos necróticos e pode ser indicativo de fitotoxicidade (GUO et al., 2022).

Um estudo avaliou a atividade fitotóxica do glifosato em sementes de *L. sativa*, tal composto demonstrou uma taxa de inibição de crescimento da raiz de 62,62%, na concentração de 20 mg L⁻¹, entretanto, é possível destacar que o uso do glifosato está associado à diversos danos à saúde humana, como estresse oxidativo, danos hepáticos e renais (PRIMO et al., 2020). Outro estudo no qual foi analisado o impacto de nanopartículas de óxido de cobre, mostrou que em concentrações de 450 mg L⁻¹, as raízes são afetadas negativamente, apresentando deformidades, oxidação, escurecimento e redução de 70% da biomassa, além disso, nessas condições, foi observado o aumento da concentração de peróxido (H₂O₂) e o superóxido (O₂•⁻) em 151,4% e 76,1%, respectivamente (GUO et al., 2022). Um ensaio com o objetivo de analisar o efeito do óleo essencial de *Eucalyptus globulus*, obteve inibição de 94,1% do crescimento radicular

na concentração de $20\mu\text{L.mL}^{-1}$, se mostrando um promissor bioherbicida (FLORES-MACÍAS et al., 2021).

CONCLUSÃO

A presença de compostos fenólicos, especialmente flavonoides, foi confirmada na prospecção fitoquímica. A presença de compostos fenólicos pode estar associada a existência de efeito alelopático. O extrato aquoso produzido exibiu tanto efeito inibidor da germinação de *L. sativa*, como do crescimento da raiz e hipocótilo, além da presença de sinais de interação fitotóxica entre o extrato e as plântulas. O potencial alelopático mostrou resultado satisfatório, especialmente sobre o crescimento das plântulas. Contudo, mais estudos são necessários para mensurar o potencial herbicida, bem como a presença de capacidade moduladora de crescimento. Além disso, testes para investigar a toxicidade do extrato para organismos não alvo também precisam ser realizados. Esses resultados são úteis para elucidação de novos potenciais para o aproveitamento da biodiversidade vegetal brasileira.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (Capes) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

AGUILERA-CHÁVEZ, S. L.; GALLARDO-VELÁZQUES, T.; MEZA-MÁRQUEZ, O. G.; OSORIO-REVILLA, G. Spray drying and Spout-Fluid Bed Drying microencapsulation of mexican plum fruit (*Spondias purpurea* L.) extract and its effect on in vitro gastrointestinal bioaccessibility. **Applied Sciences**, v. 12, n. 4, p. 2213, 2022.

ALCÂNTARA, L. K. S.; MACHADO, L. F. C.; CERAVOLO, I. P.; SANTOS, R. M.; SOUZA, M. V. D. Phytochemical aspects, cytotoxicity and antimicrobial activity of the methanolic extract of tropical fruit pulps on clinical isolates of *Escherichia coli*. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, v. 11, n. 1, p. 8210 – 8217, 2021.

ALMEIDA, C. L. F.; BRITO, S. A.; SANAN, T. I.; COSTA, H. B. A.; CARVALHO-JUNIOR, C. H. R.; SILVA, M. V.; ALMEIDA, L. L.; ROLIM, R. A.; SANTOS, V. L.; SILVA, T. G. *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae): antioxidant and antiulcer activities of the leaf hexane extract. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2017, p. e-6593073, 2017.

ALSHAREKH, A.; EL-SHEIKH, M. A.; ALATAR, A. A.; ABDEL-SALAM, E. M. Natural control of weed invasions in hyper-arid arable farms: Allelopathic potential effect of *Conocarpus erectus* against common weeds and vegetables. **Agronomy**, v. 12, n. 3, p. 703-716, 2022.

ANTUNES, K. A.; ALFREDO, T. M.; CUNHA, J. S. M.; ESPINDOLA, S. P. T.; OLIVEIRA, A. S.; OLIVEIRA, C. R. F.; CARVALHO, J. T. G.; DOMINGUES, M. L. N.; SILVA, D. B.; OLINTO, S. C. F.; SANTOS E. I.; SOUZA, K. P. *Spondias purpurea* L. bark extract protects against oxidative stress and reduces hypercholesterolemia in mice fed high-fat diet. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2022, p. 1–13, 2022.

BALBINOT-JUNIOR, A. A. Manejo das plantas daninhas pela alelopatia. **Agropecuária Catarinense**, v. 17, n. 1, p. 61-64, 2004.

BOADU, A.; KARPOORMATH, R.; NLOOTO, M. Exploration of alternate therapeutic remedies in Ebola virus disease: the case of reported antiviral phytochemical derived from the leaves *Spondias mombin* Linn. **Advances in Traditional Medicine**, 2021.

BRINDHADEVI, K.; CHIDAMBARAM, M.; KAVITHA, R. Extraction, antioxidant, and anticancer activity of saponins extracted from *Curcuma angustifolia*. **Applied Nanoscience** v. 2022, 2022.

BRITO, L. D.; ARAUJO, C. S.; CAVALCANTE, D. G. S. M.; GOMES, A. S.; ZOCOLER, M. A.; YOSHIHARA, E.; JOB, A. E.; KERCHE, L. E. *In vivo* assessment of antioxidant, antigenotoxic, and antimutagenic effects of bark ethanolic extract from *Spondias purpurea* L. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, v. 85, n. 8, p. 336–352, 2022.

BRUNDRETT, M. C.; KENDRICK, B.; PETERSON, C. A. Efficient lipid staining in plant material with Sudan Red 7B or Fluoral Yellow 088 in polyethylene glycol-glycerol. **Biotechnic & Histochemistry**, v. 66, n. 3, p. 111-116, 1991.

CETNARSKI, R.; CARVALHO, R. I. N. Massa da amostra, substrato e temperatura para teste de germinação de sementes de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 3, p. 257-265, 2009.
COSTA, A. F. **Farmacognosia**. 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

FLORES-MACÍAS, A.; REYES-ZARATE, G. G.; CAMARA, C. A. G.; LÓPEZ-ORDAZ, R.; GUILLÉN, J.C.; RAMOS-LÓPEZ, M. A. Chemical composition and phytotoxic potential of *Eucalyptus globulus* essential oil against *Lactuca sativa* and two herbicide-resistant weeds: *Avena fatua* and *Amaranthus hybridus*. **TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas**, v. 24, p. 1-8, 2021.

GUO, X.; LUO, J.; ZHANG, R.; GAO, H.; PENG, L.; LIANG, Y.; LI, T. Root cell wall remodeling mediates copper oxide nanoparticles phytotoxicity on lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Environmental and Experimental Botany**, 104906, 2022.

HEAP, I.; PETERSON, M.; HORAK, M. **International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Disponível on-line: <http://www.weedscience.org>. Acesso em: 2 abril 2020.

KIM, J. H., KIM, M. Y. Phytochemical and antioxidant characterization of thinned immature *Citrus unshiu* fruits. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 9, n. 12, p. 293–297, 2017.

MATIAS, R.; ROSA, A. C.; OLIVERIA, A. K. M.; PEREIRA, K. C. L.; RIZZI, E. S.; MCHADO, A. A. Cashew nut shell liquid and formulation: toxicity during the germination of lettuce, tomato seeds and coffee senna and seedling formation. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 39, n. 4, p. 487-495, 2017. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v39i4.32603>.

MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. Fortaleza: UFC, 2009, 150 p.

MIRMOSTAFAGEE, S., AZIZI, M.; FUJII, Y. Study of allelopathic interaction of essential oils from medicinal and aromatic plants on seed germination and seedling growth of lettuce. **Agronomy**, v. 10, n. 2, p. 163-179, 2020.

MONDAL, S; DUARY B.; MONDAL, B.; PANDA, D. Allelopathic effect of aqueous leaf extract of selected trees on germination and seedling growth of rice. **Journal of Environmental Biology**, v. 41, p. 255-260, 2020.

NARAYANAN, M.; KRISHNAN, L.; NATARAJAN, D.; KANDASAMY, S.; El ASKARY, A.; ELFASAKHANY, A.; PUGAZHENDHI, A. Evaluation of antibacterial, antioxidant, and nephroprotective proficiency of methanol extract of *Aerva lanata*. **Process Biochemistry**, v. 109, p. 98-103, 2021.

OGEDENGBE-OLOWOFOYEKU, A. N.; ADEMOLA, I. O.; WRIGHT, C.W.; IDOWU, S. O.; FATOKUN, A. A. Anthelmintic activity and non-cytotoxicity of phaeophorbide-a isolated from the leaf of *Spondias mombin* L., **Journal of Ethnopharmacology**, v. 280, p. 114392, 2021.

OLIVEIRA, L. F.; DAMASCENO, C. S.; CAMPOS, R.; de SOUZA, Â. M.; de ALMEIDA FERREIRA MENDES, G. J. DIAS, F. J.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Chemical composition of the volatile oil of *Croton glandulosus* Linnaeus and its allelopathic activity. **Natural Product Research**, v. 35, n. 22, p. 4803-4806, 2021.

PACHECO, F. M.; VIEIRA, T. E. S.; MORAIS, M. S. M.; OLIVEIRA NETO, J. R. de; CUNHA, L. C.; SANTOS, A. H. dos; ROMANO, C. A.; PAULA, J. R. Interactions of *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) essential oil against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larvae. **Research, Society and Development**, v. 10, n.10, p. e315101018892, 2021.

PEARSE, A. G. E. **Histochemistry theoretical and applied**. Vol 2. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1980.

PEREIRA, K. C. L.; MATIAS, R.; RIZZI, E. S.; ROSA, A. C.; OLIVEIRA, A. K. M. de. Chemical profile and allelopathic potential of *Anacardium humile* St. Hill. (cajuzinho-do-cerrado) leaf aqueous extract in the seed germination and seedling growth of lettuce, tomato and sicklepod. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 6, p. 1932-1940, 2019.

PRIMO, T. A. R. da C.; GÖDE, J. N.; OLIVEIRA, M. G.; RIBEIRO, T. F.; SARTOR, L. de B.; MAGRO, R. B.; SKORONSKI, E. Glyphosate concentration and phytotoxicity in *Lactuca sativa* Buttercrunch. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental**, v. 24, p. e10, 2022. <https://doi.org/10.5902/2236117062665>.

RIBEIRO, L. de O.; de FREITAS, B. P.; LORENTINO, C. M. A.; FROTA, H. F.; SANTOS, A. L. S.; MOREIRA, D. de L.; AMARAL, B. S. Umbu fruit peel as source of antioxidant, antimicrobial and α -Amylase inhibitor compounds. **Molecules**, v. 27, n. 2, p. 410-413, 2022.

RODRIGUES, F.A.M. SANTOS, S. B. F.; LOPES, M.M. A.; GUUIMARAES, D. J. S.; SILVA, E. O.; SOUZA-FILHO, M. S. M.; MATTOS, A. L. A.; SILVA, L. M. R. AZEREDO, H. M. C.; RUCARDO, N. M. P. Antioxidant films and coatings based on starch and phenolics from *Spondias purpurea* L. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 182, p. 354-365, 2021.

SERAG, M. S.; KHEDR, A. E.; EL-AMIER, Y.A.; EL-AFIFY, S. M. Bioactive constituent and allelopathic activities of the invasive weed *Ranunculus sceleratus* L. Nile Delta, Egypt. **Journal of Experimental Sciences**, v. 11, p. 1-4, 2020.

SILVA, T. S. J.; SOARES, A. A.; ROCHA, T. M.; PIMENTO, A. T. A.; MIRON, D.; SILVA, R. J. E.; VIANA, G. S.B. ; LEAL, L. K. A. M. *Spondias mombin*: Quality control and anti-inflammatory activity in human neutrophils. **Journal of Herbal Medicine**, v. 24, p. 100393, 2020.

SILVA-LUZ, C. L.; PIRANI, J. R.; PELL, S. K.; MITCHELL, J. D. **Anacardiaceae** in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022a. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB44>.

SILVA-LUZ, C. L.; PIRANI, J. R.; PELL, S. K.; MITCHELL, J. D. **Anacardiaceae** in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022b. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB4402>.

SIMÕES, C. M. O.; SHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5.ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2004.

UC-CACHÓN, A. H.; DZUL-BEH, A. J.; PALMA-PECH, G. A.; JIMÉNEZ-DELGADILLO, B.; FLORES-GUIDO, J. S.; GRACIDA-OSORNO, C.; MOLINA-SALINAS, G. M. Antibacterial and antibiofilm activities of Mayan medicinal plants against Methicillin-susceptible and -resistant strains of *Staphylococcus aureus*. **Journal of ethnopharmacology**, v. 279, p. 114369, 2021.

ZOFOU, D.; SHU, G. L.; FOBA-TENDO, J.; TABOUGUIA, M. O.; ASSOUB, J. N. In Vitro and In Vivo Anti-Salmonella Evaluation of Pectin Extracts and Hydrolysates from "Cas Mango" (*Spondias dulcis*). Evidence-Based **Complementary and Alternative Medicine**, v. 2019, ID 3578402, 2019. <http://doi.org/10.1155/2019/3578402>.