

## EFEITO ALELOPÁTICO DO NIM (*AZADIRACHTA INDICA* A. JUSS.) EM PLANTAS NATIVAS DA CAATINGA

**Louize Nascimento**

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil

E-mail: [louizenscmt@gmail.com](mailto:louizenscmt@gmail.com)

**Marilia Hellen Bezerra Farias**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Jaguaribe, CE, Brasil

E-mail: [marilia.hellen15@gmail.com](mailto:marilia.hellen15@gmail.com)

**Monik Evelin Leite**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF SUDESTE MG), São João Del Rei, MG, Brasil

E-mail: [monik.diniz@ifsudestemg.edu.br](mailto:monik.diniz@ifsudestemg.edu.br)

**Jônata Fernandes de Oliveira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Mossoró, RN, Brasil

E-mail: [jonnata.oliveira@ifrn.edu.br](mailto:jonnata.oliveira@ifrn.edu.br)

### Resumo

A alelopatia, caracterizada como uma interferência direta entre plantas, pode ter impactos negativos no crescimento e desenvolvimento de espécies nativas, possivelmente levando à extinção dessas plantas. Neste estudo, buscamos avaliar o efeito alelopático de extratos de folhas de *Azadirachta indica* (Nim) na germinação e desenvolvimento de duas espécies nativas do bioma Caatinga: *Cenostigma pyramidale* (Catingueira) e *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira). Realizamos bioensaios de alelopatia utilizando extratos de folhas de Nim em concentrações de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, aplicados em papel de germinação. Os dados foram coletados do 2º ao 8º dias após a semeadura, variando de acordo com a espécie avaliada. Os parâmetros analisados incluíram porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas normais, comprimento da parte aérea e comprimento da radícula. Os resultados revelaram que o Nim exerceu influência significativa na germinação e desenvolvimento das plântulas de Aroeira e Catingueira. A resposta a essa influência foi distinta entre as duas espécies, destacando a maior sensibilidade da Catingueira ao extrato de Nim, resultando em uma redução progressiva nas taxas de germinação, plântulas normais e comprimento da parte aérea. Esses achados indicam que o aumento do cultivo de espécies exóticas, como o Nim, pode ter efeitos significativas nas paisagens naturais da Caatinga.

**Palavras-chave:** Conservação; Espécies invasoras; Espécies nativas.

## ALLELOPATHIC EFFECT OF NIM (*AZADIRACHTA INDICA* A. JUSS.) ON NATIVE PLANTS OF CAATINGA

### Abstract

Allelopathy, characterized as direct interference between plants, can have negative impacts on the growth and development of native species, possibly leading to the extinction of these plants. In this study, we sought to evaluate the allelopathic effect of *Azadirachta indica* (Nim) leaf extracts on the germination and development of two species native to the Caatinga biome: *Cenostigma pyramidale* (Catingueira) and *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira). We carried out allelopathy bioassays using neem leaf extracts at concentrations of 0%, 25%, 50%, 75% and 100%, applied to germination paper. Data were collected from the 2nd to the 8th days after sowing, varying according to the species

*Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n. 46, v. 2 – Vol. Esp. “Congresso Internacional de Geocologia das Paisagens e Planejamento Ambiental-CIGEPPAM”, p. 245-266, jun/2024.*

ISSN: 2176-5774

evaluated. The parameters analyzed included germination percentage, percentage of normal seedlings, shoot length and radicle length. The results revealed that Neem had a significant influence on the germination and development of Aroeira and Catingueira seedlings. The response to this influence was different between the two species, highlighting the greater sensitivity of Catingueira to Neem extract, resulting in a progressive reduction in germination rates, normal seedlings and shoot length. These findings indicate that increased cultivation of exotic species, such as neem, could have significant effects on the natural landscapes of the Caatinga.

**Key words:** Conservation; Invasive species; Native species.

## **EFEECTO ALELOPÁTICO DEL NIM (AZADIRACHTA INDICA A. JUSS.) EN PLANTAS NATIVAS DE LA CAATINGA**

### **Resumen**

La alelopatía, caracterizada como una interferencia directa entre plantas, puede tener impactos negativos en el crecimiento y desarrollo de especies nativas, posiblemente llevando a la extinción de estas plantas. En este estudio, buscamos evaluar el efecto alelopático de extractos de hojas de *Azadirachta indica* (Nim) en la germinación y desarrollo de dos especies nativas del bioma Caatinga: *Cenostigma pyramidale* (Catingueira) y *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira). Realizamos bioensayos de alelopatía utilizando extractos de hojas de Nim en concentraciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, aplicados en papel de germinación. Los datos fueron recopilados del 2° al 8° día después de la siembra, variando según la especie evaluada. Los parámetros analizados incluyeron porcentaje de germinación, porcentaje de plántulas normales, longitud de la parte aérea y longitud de la radícula. Los resultados revelaron que el Nim ejerció una influencia significativa en la germinación y desarrollo de las plántulas de Aroeira y Catingueira. La respuesta a esta influencia fue diferente entre las dos especies, destacando la mayor sensibilidad de la Catingueira al extracto de Nim, lo que resultó en una reducción progresiva en las tasas de germinación, plántulas normales y longitud de la parte aérea. Estos hallazgos indican que el aumento del cultivo de especies exóticas, como el Nim, puede tener efectos significativos en los paisajes naturales de la Caatinga.

**Palabras-clave:** Conservación; Especies invasoras; Especies nativas.

### **Introdução**

Os vegetais têm uma notável capacidade de sintetizar substâncias químicas, conhecidas como metabólitos secundários, desempenhando um papel crucial em sua sobrevivência e desenvolvimento (Rockenbach *et al.*, 2018). Esses metabólitos exercem diversas funções essenciais, proporcionando proteção contra herbivoria, defesa contra patógenos e desempenhando um papel crucial na interação competitiva com outras espécies vegetais, além de atrair polinizadores, dispersores de sementes e microrganismos simbiotes (Oliveira *et al.*, 2020). Alguns desses metabólitos, conhecidos como aleloquímicos, podem ser liberados no ambiente, inibindo a germinação de sementes e o estabelecimento de plantas, fenômeno denominado alelopatia (Chiochetta; Tischer, 2022). Esses compostos químicos podem moldar significativamente os padrões e processos ecológicos, incluindo a dinâmica das populações e a estrutura das comunidades (Passos Santos *et al.*, 2023).

A alelopatia desempenha um papel fundamental na colonização de ambientes, e como é o caso da espécie exótica conhecida popularmente como Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), pode se tornar um problema ambiental significativo. Essas espécies têm a capacidade de inibir a germinação e o desenvolvimento de espécies nativas, potencialmente se tornando dominantes (Fabricante *et al.*, 2017). Portanto, compreender os efeitos dessa espécie sobre as espécies nativas é de extrema importância. Diante desse cenário, a investigação do efeito alelopático de espécies específicas tem recebido uma considerável atenção em estudos sobre invasão biológica, especialmente em ecossistemas brasileiros (Alvim; Böhm; Pastorini, 2023).

O Nim é uma espécie nativa da Índia e possui uma ampla distribuição no Brasil, principalmente devido à sua relevância econômica (Bergallo; Silveira Filho; Ziller, 2021). Suas partes vegetais, como folhas e frutos, contêm diversos compostos químicos, sendo a azadiractina o destaque, um metabólito com propriedades inseticidas e herbicidas que pode afetar a germinação e o desenvolvimento de várias plantas (Lima; Silva, 2022). A presença desses compostos químicos desempenha um papel significativo no processo de invasão biológica, influenciando a competitividade e a capacidade de estabelecimento do Nim em diferentes ambientes (Zanandrea *et al.*, 2022).

Estudos têm sugerido a utilização de plantas com efeito alelopático em sistemas agroecológicos como estratégia para o manejo de plantas infestantes (*e.g.*, Bento; Bastiani, 2020). Entretanto, no caso específico de *A. indica*, essa abordagem seria arriscada devido ao seu potencial invasor e aos problemas já documentados causados por essa espécie em outros países (Santos; Fabricante, 2020). Portanto, compreender o efeito alelopático dessa planta é de extrema importância para estabelecer estratégias adequadas de utilização, tanto em sistemas agroflorestais quanto em projetos de recuperação. Uma abordagem para investigar parte desse efeito é avaliar os extratos de *Azadirachta indica* na germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas de espécies nativas da Caatinga. Isso permitirá avaliar o potencial impacto dessa espécie exótica sobre a regeneração natural de plantas na região e subsidiar medidas de manejo mais eficazes e sustentáveis.

O Nim é uma espécie exótica presente nos ecossistemas brasileiros, originária do sudoeste da Ásia. Devido à sua notável capacidade de resistir a períodos prolongados de seca e florescer em solos com baixa fertilidade, essa espécie tem apresentado uma ampla distribuição e expansão em todo o território nacional (Silva *et al.*, 2021). Apesar de sua significativa relevância econômica, utilizada em diversas indústrias, desde a madeireira até a produção de cosméticos e medicamentos, o Nim representa uma séria ameaça ao meio

ambiente, como evidenciado por problemas ambientais registrados em outros países (e.g., Vélez-Mendoza; Rodríguez; Mercado-Araujo, 2020).

Espécies exóticas, como o Nim, possuem um potencial invasor significativo quando alcançam áreas preservadas com matas nativas, representando uma ameaça para a biodiversidade local. Essas espécies introduzidas podem apresentar características que facilitam sua dispersão e, uma vez estabelecidas, podem prosperar sem a presença de parasitas, competidores e predadores, conferindo-lhes uma vantagem competitiva em relação às espécies nativas (Ferreira *et al.*, 2023). Isso pode resultar na substituição de espécies nativas, alteração da paisagem e inibição do desenvolvimento de novas plantas locais, comprometendo a resiliência dos ecossistemas naturais (Gonçalves; Krupek, 2023).

O Nim apresenta compostos ativos com comprovada ação inseticida, destacando-se a azadiractina, estudada para compreender vários aspectos, incluindo atividade biológica, toxicidade, biodegradabilidade e relação estrutura-atividade. Essa substância exerce efeito inseticida em cerca de 200 espécies (Spletzer *et al.*, 2021). A fitotoxidez depende da concentração do extrato, da espécie de planta exposta e do estágio de desenvolvimento. Espécies expostas podem apresentar sintomas como folhas enrijecidas, quebradiças, de menor tamanho, pontos necróticos e coloração verde-pálida (Pereira; Silva, 2020). Além disso, o Nim pode reduzir a germinação e o tamanho das raízes e partes aéreas das plântulas (Neves *et al.*, 2013), evidenciando sua influência no desenvolvimento de outras plantas. A compreensão desses mecanismos alelopáticos é crucial para orientar práticas de manejo e conservação apropriadas. Portanto, o objetivo desta pesquisa é investigar o efeito alelopático de *A. indica* na taxa de germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas de duas espécies arbóreas nativas da Caatinga: Aroeira e Catingueira.

A aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) é uma espécie nativa do Brasil com ampla distribuição nas regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, além de ser encontrada em outros países da América do Sul, como Argentina, Bolívia e Paraguai (Santos Silva *et al.*, 2022). Essa espécie é capaz de se adaptar a uma variedade de ambientes, desde formações abertas e secas, características da Caatinga e do Cerrado, até formações fechadas e úmidas. Na Caatinga, pode atingir cerca de 20 metros de altura, enquanto em florestas fluviais pode chegar a 35 metros (AWEB, 2021). A sua madeira destaca-se pela notável resistência e durabilidade, sendo altamente valorizada devido às elevadas concentrações de tanino, conferindo-lhe propriedades praticamente imputrescíveis pela ação fungicida e inseticida desse composto. Essa importância econômica é potencializada pela sua utilização na medicina popular e na indústria farmacêutica, além da qualidade intrínseca de sua madeira (Freitas *et al.*, 2022).

Sua madeira é conhecida por sua resistência e durabilidade, e contém diversos componentes químicos com propriedades anti-inflamatórias, cicatrizantes, anti-histamínicas e analgésicas, o que a torna valiosa para a indústria farmacêutica e a medicina popular (Lima; Araujo; Brito, 2020). No entanto, essa exploração intensiva, aliada à importância econômica da espécie, pode levar a uma perda de variabilidade genética e comprometer sua preservação e conservação em seu habitat natural. Devido a essa preocupação, *M. urundeuva* foi incluída na lista de espécies prioritárias para conservação, sendo considerada uma espécie ameaçada de extinção (Silva *et al.*, 2020). Portanto, é essencial implementar medidas efetivas de conservação e manejo sustentável para garantir a sobrevivência e a preservação dessa espécie sujeita a risco significativo de extirpação.

A Catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul) Gagnon & G. P. Lewis) é uma espécie amplamente distribuída na região Nordeste do Brasil, abrangendo os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (Souza *et al.*, 2022). Essa espécie arbórea, nativa da Caatinga, destaca-se pelo alto valor econômico de sua madeira e suas propriedades medicinais (Conceição *et al.*, 2018). A entrecasca da Catingueira é tradicionalmente utilizada na medicina popular para o tratamento de inflamações, sendo reconhecida também por suas propriedades diuréticas, dispépticas, digestivas, antipiréticas e expectorantes (Santos; Santos; Andrade, 2021). Além disso, estudos recentes evidenciam potenciais atividades farmacológicas em diferentes partes da planta, destacando seu potencial para o desenvolvimento de novos produtos terapêuticos (Silva *et al.*, 2021). A valorização da Catingueira, tanto em termos econômicos quanto medicinais, ressalta a importância de estratégias de conservação que garantam a sobrevivência dessa espécie e a preservação dos recursos naturais da Caatinga.

Durante o período de seca, *C. pyramidale* adota uma estratégia de sobrevivência ao perder suas folhas, evitando a perda excessiva de água. Com o início das chuvas, ocorre o brotamento das folhas e o início do processo de frutificação, tornando a Catingueira uma espécie indicadora de chuvas devido à característica de brotar dos gomos nas primeiras manifestações de umidade (Melo; Carneiro, 2021). Devido à sua capacidade de crescimento em diferentes condições do bioma, tanto em áreas úmidas quanto secas, a Catingueira é amplamente utilizada em projetos de reflorestamento. Além disso, essa espécie tem a habilidade de desenvolver-se em solos pedregosos e pode atingir 1-3m de altura (Oliveira; Ribeiro; Queiroz, 2023). Essas características adaptativas e seu potencial de recuperação tornam a Catingueira uma espécie valiosa para a restauração e conservação dos ecossistemas da Caatinga.

Portanto, esta pesquisa visa compreender os efeitos das substâncias químicas presentes nas folhas do Nim na germinação e desenvolvimento de plântulas de espécies nativas na região da Caatinga (Pinto *et al.*, 2020). Dada a importância ecológica dessas espécies, entender o impacto potencial dos extratos de *A. indica* é crucial para a conservação e manejo adequado do bioma, oferecendo informações valiosas sobre interações entre espécies exóticas invasoras e nativas, contribuindo para a compreensão dos processos de invasão biológica e subsidiando estratégias sustentáveis na Caatinga. Explorar os efeitos alelopáticos é fundamental para desenvolver estratégias eficazes de conservação para espécies nativas, além de abrir possibilidades de utilizar esses aleloquímicos como alternativas de herbicidas menos prejudiciais ao meio ambiente. Essas abordagens promovem práticas agrícolas sustentáveis, compreendendo os impactos ambientais associados ao Nim nos ecossistemas brasileiros e exigindo estratégias de manejo e controle apropriadas para preservar a integridade desses ambientes, buscando equilíbrio entre produção agrícola e conservação ambiental.

Diante da escassez de estudos sobre invasões biológicas na Caatinga, este estudo é essencial para avaliar os efeitos da introdução da espécie exótica *Azadirachta indica* em plantas nativas desse bioma exclusivamente brasileiro. A pesquisa contribuirá para o conhecimento e proteção desse ecossistema único, oferecendo subsídios para decisões embasadas na conservação da biodiversidade e sustentabilidade ambiental, crucial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo e conservação frente aos impactos causados por espécies vegetais invasoras, especialmente em regiões com escassez de estudos, como a Caatinga.

### **Metodologia: Obtenção dos Materiais biológicos**

A coleta do material vegetal contendo aleloquímicos foi realizada nas proximidades do município de Jaguaribe, localizado no estado do Ceará, Brasil. Nessa região, é possível encontrar o *Azadirachta indica* A. Juss. amplamente distribuída, tanto em áreas urbanas quanto rurais, sendo frequentemente utilizado para fins de arborização. Os frutos de *Cenostigma pyramidale* (Tul) Gagnon & G. P. Lewis e *Myracrodruon urundeuwa* Fr. All. foram coletados levando em consideração indicadores de maturidade, como alteração na coloração dos frutos, queda ou início da deiscência, seguindo as orientações específicas para cada espécie (*e.g.*, Pereira, 2011; Matias *et al.*, 2014). Esses critérios foram adotados para garantir a obtenção de material vegetal adequado e representativo, essencial para a realização dos experimentos subsequentes.

As sementes foram obtidas a partir dos frutos coletados de 10 matrizes de cada espécie. Os frutos foram devidamente secos e levados ao laboratório para o processo de beneficiamento das sementes, descartando-se aquelas de tamanho reduzido ou com deformações. A coleta e o beneficiamento das sementes seguiram a metodologia proposta por Pereira (2011). Em seguida, as sementes foram devidamente embaladas e armazenadas em refrigeração, a uma temperatura de 9°C, até a realização dos experimentos. Essas medidas garantiram a obtenção de sementes de qualidade e conservação adequada para assegurar a viabilidade e integridade durante a realização dos experimentos.

### **Preparação do extrato de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.)**

As folhas *A. indica* foram coletadas diretamente das árvores e submetidas a um processo de secagem em estufa a uma temperatura de 40°C, durante 72 horas. Em seguida, as folhas foram trituradas, acondicionadas em sacos plásticos e protegidas da luz até o momento de utilização. Para a preparação do extrato aquoso de *A. indica*, a biomassa desidratada e triturada foi misturada com água destilada na proporção de 100g de folhas para cada litro de água destilada. Essas soluções foram mantidas em repouso por 24 horas à temperatura ambiente e, posteriormente, filtradas utilizando um filtro de pano (*e.g.*, Neves *et al.*, 2013).

O extrato obtido foi então armazenado em recipiente de vidro em temperatura ambiente durante 12 horas para permitir um período de descanso antes de ser utilizado. Após o período de descanso, a solução foi filtrada novamente por meio de uma peneira e imediatamente utilizada no experimento (*e.g.*, Fonseca *et al.*, 2015). O extrato foi diluído em água destilada para obter concentrações de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% e foi empregado nos bioensaios de alelopatia descritos posteriormente. Essas diluições foram realizadas para avaliar o efeito do extrato em diferentes concentrações sobre as sementes-teste utilizados nos experimentos. Foram semeadas 4 repetições de 50 sementes em cada tratamento de cada espécie analisada, seguindo a metodologia de Brasil (2009).

### **Bioensaio sobre alelopatia**

Antes da realização dos bioensaios, as sementes foram submetidas a avaliação do teor de água utilizando o método da estufa a  $105\pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas, seguindo as diretrizes de análise de sementes (*e.g.*, Brasil, 2009). Em seguida, foram desinfestadas com hipoclorito de sódio 2% por 5 minutos e depois lavadas em água corrente. Foram utilizadas duas repetições de cada espécie para essa determinação. Em seguida, as sementes de cada espécie

foram submetidas a pré-tratamentos para superação da dormência tegumentar. As sementes de aroeira foram colocadas sobre solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e as sementes de catingueira foram cortadas na extremidade oposta do embrião para quebrar de dormência tegumentar. Após os pré-tratamentos, as sementes foram desinfestadas utilizando hipoclorito de sódio a 2% por 5 minutos e, posteriormente, lavadas em água corrente. Essas etapas foram realizadas visando garantir a padronização das condições iniciais das sementes para os bioensaios subsequentes.

Em seguida, as sementes foram dispostas em papel germitest umedecido com água ou com as respectivas concentrações dos extratos de *Azadirachta indica*, em uma quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso dos papéis. As sementes foram cuidadosamente acomodadas em sacos plásticos e colocadas para germinar à temperatura ambiente, com um fotoperíodo de 12 horas, durante o período de oito dias. Essas condições foram estabelecidas com base em estudos anteriores (e.g., Silva, Rodrigues; Aguiar, 2002; Vieira, 2011; Lima *et al.*, 2014) para garantir um ambiente adequado ao processo de germinação das sementes e permitir a observação e registro dos resultados ao longo desse período.

A germinação das sementes foi avaliada a partir do segundo dia após a semeadura, com o período total de oito dias. Durante cada avaliação, os seguintes parâmetros foram analisados: porcentagem de germinação (G), porcentagem de plântulas normais (PN), índice de velocidade de germinação (IVG) conforme Maguire (1962), tempo médio de germinação (TMG) e índice de efeito alelopático (RI) de acordo com Silva *et al.* (2018).

No oitavo dia, foram medidos o crescimento da parte aérea (CPA) e das raízes (CR) em centímetros, utilizando-se uma régua milimetrada. Além disso, a massa fresca total (MFT) e a massa seca total (MST) das plântulas foram determinadas em gramas, utilizando-se uma balança analítica com precisão de 0,0001g. Para obter a biomassa seca, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em uma estufa a uma temperatura de 65 °C até atingirem massa constante. Esses parâmetros foram medidos visando uma análise completa do desenvolvimento e crescimento das plântulas ao longo do período de germinação.

### **Delineamento experimental e análise estatística**

O experimento foi conduzido utilizando um delineamento inteiramente casualizado, com um esquema fatorial 5x2x4. Foram testados cinco tratamentos, variando de 0% a 100% de concentração do extrato de Nim, sendo 0% o controle contendo apenas água. O experimento foi realizado em duas espécies vegetais diferentes, com quatro repetições para

cada tratamento. Todos os dados obtidos para as características avaliadas foram submetidos à análise de variância (Teste F), após passarem por transformações necessárias. As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey a um nível de significância de 5%. Além disso, foram realizadas análises de regressão para verificar possíveis relações entre as variáveis estudadas. Todos os testes estatísticos foram realizados utilizando o software R versão 3.5.0 (2018).

## Desenvolvimento

### Germinação de sementes de Aroeira em extratos de Nim

Os resultados da análise de variância (ANOVA), conforme apresentados na Tabela 1, revelam impactos distintos das diferentes concentrações dos extratos de Nim (*Azadirachta indica*) nos parâmetros estudados para as plântulas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) na Caatinga. A taxa de germinação final foi significativamente influenciada pelas diversas concentrações, evidenciada por um elevado fator de variação do tratamento (QMTratamento) de 200.300, associado a um F de 3.060\* e uma acurácia seletiva de 0.820. Da mesma forma, o número de plântulas normais apresentou uma resposta estatisticamente significativa, com QMTratamento de 206.200, F de 3.212\*, e acurácia seletiva de 0.830.

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância para germinação de sementes, plântulas normais, comprimento de parte aérea e comprimento de raiz para Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) submetida a diferentes concentrações de extratos de Nim (*Azadirachta indica*).

Fator de Variação	Germinação	Plântulas normais	C. Parte aérea	. Raiz
QMTratamento	200.300	206.200	0.152	.161
QMErro	65.467	64.200	0.095	.047
F	3.060*	3.212*	1.5875ns	3
Acurácia seletiva	0.820	0.830	0.608	.841

\* Significativo a 5% de probabilidade; ns: não significativo a 5% de probabilidade.

**Fonte:** Autoria própria.

O comprimento da parte aérea não exibiu variações estatisticamente significativas ( $F = 1.5875$ , ns), indicando possível resistência aérea à presença dos aleloquímicos do Nim. Em contraste, o comprimento da raiz foi fortemente afetado, com QMTratamento de 3.408\*, evidenciando uma resposta significativa ao tratamento. Esses resultados ressaltam a complexidade das interações alelopáticas entre aroeira e Nim, destacando a importância

desses aleloquímicos no processo de germinação e desenvolvimento inicial das plântulas, com efeitos diferenciados nas partes aérea e radicular.

Os resultados obtidos sugerem que o Nim contém compostos químicos com atividade alelopática, os quais podem modular o crescimento das plântulas de aroeira de maneira dependente da concentração utilizada. A taxa de germinação final e o número de plântulas normais foram adversamente afetados em concentrações mais elevadas dos extratos de Nim, indicando um possível efeito inibitório sobre o processo de germinação. Em contraste, observou-se um efeito estimulante no comprimento da radícula, sugerindo uma resposta positiva ao crescimento radicular em concentrações específicas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Médias para germinação de sementes, plântulas normais, comprimento de parte aérea e comprimento de raiz, e os respectivos testes de Tukey para Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*)

<b>Concentrações dos extratos de Nim</b>	<b>Germinação</b>	<b>Plântulas normais</b>	<b>C. Parte aérea</b>	<b>. Raiz</b>
C0	34a	30ab	2.412a	.849b
C25	27.5b	23.5b	2.604a	.854b
C50	37.5a	36 <sup>a</sup>	2.899a	.249 <sup>a</sup>
C75	31ab	29ab	2.838a	.235 <sup>a</sup>
C100	19c	17c	2.730a	.148 <sup>a</sup>

\*médias seguidas com a mesma letra não diferiram significativamente pelo teste de Tukey.

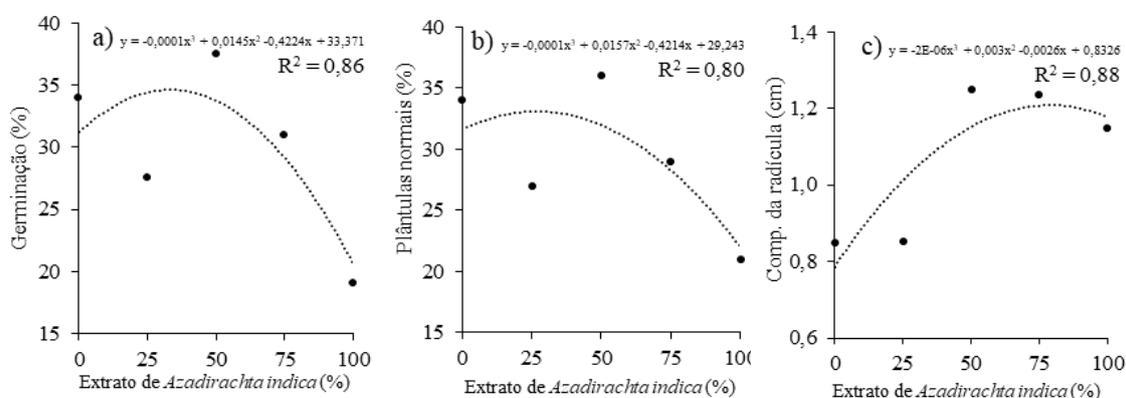
**Fonte:** Autoria própria.

É relevante ressaltar que o comprimento da parte aérea não apresentou variações significativas entre os tratamentos, indicando que o Nim pode não ter influência direta sobre o desenvolvimento inicial dessa parte das plântulas de aroeira. Possivelmente, outros fatores ambientais e mecanismos fisiológicos podem estar mais correlacionados a essa característica. Desta maneira, os extratos de Nim demonstraram impactos significativos na taxa de germinação final, no número de plântulas normais e no comprimento da radícula das plântulas de aroeira.

A Figura 1C ilustra de forma abrangente a resposta do comprimento da radícula das plântulas de aroeira às diferentes concentrações dos extratos de Nim. A análise de regressão revelou um padrão polinomial de terceira ordem ( $R^2 = 88,6$ ), indicando um comportamento complexo da radícula em resposta ao aumento da concentração de Nim. O comprimento da radícula apresentou um aumento gradual até a concentração de 75% dos extratos de Nim, sugerindo um efeito estimulante nessa fase de crescimento. No entanto, a partir desse ponto, observou-se uma redução significativa, indicando uma transição para um efeito inibitório. Essa dinâmica complexa destaca a sensibilidade específica da radícula da aroeira às diferentes concentrações dos extratos de Nim.

Ao analisar as Figuras 1A e 1B, evidencia-se uma tendência polinomial de terceira ordem tanto na germinação total de plântulas quanto na porcentagem de plântulas normais de aroeira. Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para essas variáveis foram de 86,19% e 80,64%, respectivamente. A partir da concentração de 75% dos extratos de Nim, destaca-se uma redução estatisticamente significativa na germinação e no número de plântulas normais. Isso sugere um efeito inibitório mais pronunciado nessas etapas de desenvolvimento, evidenciando a sensibilidade das plântulas de aroeira a concentrações mais elevadas de extratos de Nim.

**Figura 1.** Comportamento de sementes e plântulas de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) submetidas a diferentes concentrações de extrato de Nim (*Azadirachta indica*): a) Germinação (%), b) Plântulas normais (%), c) Comprimento da radícula



Fonte: Autoria própria.

Por outro lado, não foram observadas diferenças significativas no comprimento da parte aérea entre as concentrações dos extratos de Nim. Este resultado indica que o crescimento da parte aérea das plântulas de aroeira não foi afetado de maneira significativa pela presença desses extratos. Essa diferenciação na resposta entre as partes radiculares e aéreas destaca a complexidade das interações alelopáticas entre aroeira e Nim, enfatizando a importância de compreender os mecanismos subjacentes a esses padrões distintos.

A análise dos resultados, contemplando as Tabelas 1 e 2, juntamente com a análise de regressão (Figura 1), destaca a influência significativa dos extratos de Nim nos processos fisiológicos da aroeira. A presença de compostos químicos, como a azadiractina, evidenciou efeitos negativos na germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas, corroborando estudos anteriores (SILVA *et al.*, 2020). Esses resultados reforçam a importância de considerar os potenciais efeitos alelopáticos de espécies exóticas, como o Nim, sobre

espécies nativas, destacando a necessidade de estratégias de manejo para preservar a biodiversidade e garantir a sustentabilidade dos ecossistemas naturais.

Ao explorar especificamente a Tabela 2, observou-se que concentrações de 0% e 50% dos extratos de Nim apresentaram as maiores taxas de germinação e de plântulas normais em *M. urundeuva*. Este padrão sugere uma resposta diferencial da aroeira às diferentes concentrações, indicando que, em certos níveis, os extratos de Nim podem promover condições favoráveis para a germinação e o desenvolvimento inicial da espécie. No entanto, essa resposta positiva é contrabalanceada por evidências da análise de regressão (Figura 1C), que revelou um comportamento polinomial de terceira ordem no comprimento da radícula. O aumento gradual até a concentração de 75%, seguido por uma redução, destaca a complexidade dessa interação, indicando que concentrações mais elevadas de extratos de Nim podem, em determinado ponto, exercer um efeito inibitório no crescimento radicular.

Os resultados apresentados são consistentes com investigações prévias (Silva *et al.*, 2021) e ecoam descobertas similares em relação a espécies exóticas, como a Algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC), que também demonstraram impactos negativos na germinação e no desenvolvimento de espécies nativas da Caatinga (Costa, 2016). Essa uniformidade de resultados destaca a generalidade dos efeitos alelopáticos de espécies exóticas sobre a flora nativa, enfatizando a necessidade de estratégias de manejo apropriadas para mitigar os impactos do Nim e outras espécies invasoras. Assim, considerando essas descobertas, torna-se imperativo desenvolver abordagens sustentáveis para o controle dessas espécies, promovendo a conservação da biodiversidade e a integridade dos ecossistemas únicos da Caatinga.

### **Germinação de sementes de Catingueira em extratos de Nim**

Os resultados revelam impactos significativos nas variáveis avaliadas para a catingueira submetida a diferentes concentrações de extratos de Nim. Em relação à germinação das sementes, observa-se um efeito estatisticamente significativo, evidenciado pelo valor expressivo de QMTratamento (630.800) e um teste F significativo (3.361\*). Isso sugere que as concentrações variadas de extratos de Nim exercem uma influência estatisticamente significativa na germinação das sementes da catingueira, indicando sensibilidade dessa fase do desenvolvimento às substâncias presentes no Nim (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância para germinação de sementes, plântulas normais, comprimento de parte aérea e comprimento de raiz para a Catingueira (*Cenostigma pyramidale*)

Fator de Variação	Germinação	Plântulas normais	C. Parte aérea	C. Raiz
QMTratamento	630.800	668.300	7.023	1.587
QMErro	187.667	111.600	0.697	0.688
F	3.361*	5.988**	10.08**	2.309ns
Acurácia seletiva	0.838	0.913	0.949	0.753

\*Significativo a 5% de probabilidade; ns: não significativo a 5% de probabilidade.

**Fonte:** Autoria própria.

Os resultados apresentados na Tabela 4 revelam impactos distintos nas diferentes variáveis analisadas para a catingueira (*Cenostigma pyramidale*) submetida a diferentes concentrações de extratos de Nim (*Azadirachta indica*). Na avaliação da germinação de sementes, uma clara tendência decrescente é observada à medida que as concentrações de extratos de Nim aumentam. O tratamento controle (C0) exibe a maior média (62.5a), enquanto o tratamento com a concentração mais elevada de extrato de Nim (C100) apresenta a menor média (31b). Esse declínio indica uma influência negativa significativa dessas concentrações mais altas sobre a germinação das sementes da catingueira.

**Tabela 4.** Médias para germinação de sementes, plântulas normais, comprimento de parte aérea e comprimento de raiz, e os respectivos testes de médias Tukey para Catingueira (*Cenostigma pyramidale*) submetida a diferentes concentrações de extratos de Nim (*Azadirachta indica*).

Concentrações dos extratos de Nim	Germinação	Plântulas normais	C. Parte aérea	C. Raiz
C0	62.5 <sup>a</sup>	53.5a	8.09a	3.75 <sup>a</sup>
C25	46ab	43.5ab	7.11a	3.37 <sup>a</sup>
C50	35ab	29b	6.65ab	3.31 <sup>a</sup>
C75	37ab	28b	5.16b	2.77 <sup>a</sup>
C100	31b	22b	4.96b	2.13 <sup>a</sup>

\*médias seguidas com a mesma letra não diferiram significativamente pelo teste de Tukey.

**Fonte:** Autoria própria.

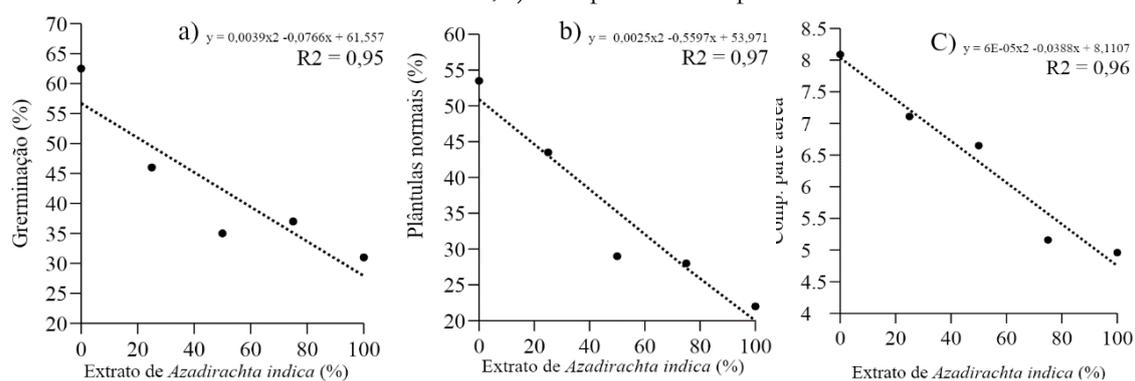
A produção de plântulas normais segue uma tendência semelhante, com uma diminuição gradual nas médias à medida que as concentrações de extrato de Nim aumentam. O tratamento controle (C0) novamente se destaca com a maior média (53.5a), enquanto o tratamento C100 registra a menor média (22b).

Quanto ao desenvolvimento morfológico, tanto o comprimento da parte aérea quanto o comprimento da raiz apresentam reduções significativas nas concentrações mais elevadas de extratos de Nim. O tratamento controle (C0) exibe os maiores comprimentos

médios da parte aérea (8.09a) e da raiz (3.75a), enquanto o tratamento C100 demonstra os menores comprimentos (4.96b para a parte aérea e 2.13b para a raiz). Em resumo, os resultados corroboram consistentemente que concentrações mais elevadas de extratos de Nim exercem efeitos adversos na germinação, produção de plântulas normais e no desenvolvimento morfológico da Catingueira.

As análises de regressão (Figura 2) demonstrou a relação entre as concentrações do extrato de Nim e parâmetros-chave, como germinação total, porcentagem de plântulas normais e comprimento da parte aérea das plântulas de catingueira. Os resultados revelaram que essas variáveis foram melhor ajustadas a curvas polinomiais de segunda ordem, indicando uma relação não linear com as concentrações do extrato de Nim. Os elevados coeficientes de determinação ( $R^2$ ) obtidos para esses parâmetros destacam a precisão desses modelos polinomiais na explicação da variação nos dados.

**Figura 2:** Comportamento de sementes e plântulas de Catingueira (*Cenostigma pyramidale*) submetidas a diferentes concentrações de extrato de Nim (*Azadirachta indica*): a) Germinação (%), b) Plântulas normais, c) Comprimento da parte aérea.



Fonte: Autoria própria.

A análise desses modelos polinomiais evidenciou claramente que a ausência de extrato de Nim resultou em condições mais favoráveis para a catingueira, apresentando maiores taxas de germinação, porcentagem de plântulas normais e comprimento da parte aérea. Esse padrão sugere que a presença de compostos alelopáticos no Nim exerceu uma influência negativa na germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas de catingueira conforme as concentrações do extrato aumentaram. A taxa de germinação alcançada na ausência de Nim foi de 62,5%, enquanto a porcentagem de plântulas normais atingiu 53,5%.

Essa tendência de redução nas características mencionadas com o aumento das concentrações de extrato de Nim ressalta a sensibilidade da catingueira aos compostos alelopáticos presentes no Nim. A relação não linear sugere que, embora concentrações

moderadas possam ter efeitos limitados, níveis mais elevados desses compostos exercem uma influência mais pronunciada. Esses resultados fortalecem a compreensão dos efeitos alelopáticos específicos do Nim sobre a germinação e o desenvolvimento da catingueira, fornecendo informações cruciais para estratégias de manejo e conservação em ecossistemas onde essas espécies interagem.

Estudos laboratoriais demonstraram os efeitos de extratos de *A. indica* na germinação e crescimento da radícula em culturas de milho, feijão, soja e picão preto (Rickli *et al.*, 2011). Esses resultados evidenciam que os sintomas afetados e a intensidade desses efeitos variam entre as espécies. O conhecimento sobre a ação desses extratos pode ser explorado para o desenvolvimento de herbicidas naturais, mais biodegradáveis e menos poluentes que os tradicionais, representando uma alternativa sustentável para a produção agrícola.

Os resultados obtidos nesta pesquisa corroboram achados prévios, como o estudo de Silveira *et al.* (2021), que evidenciou os efeitos alelopáticos da Algaroba (*Prosopis juliflora*) na germinação e crescimento de outras espécies, como a alface (*Lactuca sativa*). O presente trabalho expande essa compreensão ao analisar o Nim (*Azadirachta indica*) e sua influência negativa na germinação, na porcentagem de plântulas normais e no comprimento da parte aérea das plântulas de catingueira. Esses resultados reforçam a importância de investigar os impactos de espécies invasoras, como o Nim e a Algaroba, sobre as espécies nativas da Caatinga, essencial para o manejo adequado de áreas invadidas e a conservação da biodiversidade em ecossistemas naturais.

Embora as taxas de germinação observadas para a Catingueira sejam relativamente baixas, estão alinhadas com resultados anteriores (Lima *et al.*, 2014), sugerindo uma possível característica intrínseca da espécie. A interferência negativa do extrato de Nim na germinação, porcentagem de plântulas normais e no comprimento da parte aérea destaca a influência dos compostos alelopáticos presentes no Nim nesse processo. Estes resultados, portanto, evidenciam que o extrato de Nim exerce efeitos prejudiciais no desenvolvimento inicial da Catingueira, associados à presença desses compostos alelopáticos.

No Nordeste do Brasil, plantas exóticas e invasoras, como Nim, Algaroba e Viúvinha (*Cryptostegia madagascariensis*), estão se estabelecendo cada vez mais (Silva *et al.*, 2018). Essas espécies, conforme demonstrado por Silva *et al.* (2018), exercem efeito alelopático sobre espécies nativas importantes da Caatinga, incluindo Catanduva (*Piptadenia moniliformis*), Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*). Essas constatações destacam

a urgência de compreender os efeitos das plantas invasoras na biodiversidade e dinâmica dos ecossistemas da Caatinga.

No estudo conduzido por Silva *et al.* (2018), foi observado que os extratos aquosos de *Prosopis juliflora* e *Azadirachta indica* inibiram a germinação das sementes de *Mimosa tenuiflora* em 100% e 42%, respectivamente. Além disso, os extratos de *P. juliflora* e *Cryptostegia madagascariensis* reduziram a germinação das sementes de *M. tenuiflora*. O extrato de *P. juliflora* teve um efeito negativo nas sementes de *M. tenuiflora*, *Mimosa caesalpiniaefolia* e apresentou um efeito inibitório mais pronunciado quando comparado aos extratos de *P. juliflora* e *A. indica*. Esses resultados indicam que *M. tenuiflora* é sensível aos efeitos fitotóxicos de *P. juliflora*. O trabalho de Farias *et al.* (2020) também destacou o potencial alelopático do Nim, afetando a germinação, crescimento e desenvolvimento de plântulas de alface, pepino e tomate. Essa sensibilidade ressalta a importância de considerar os impactos das espécies exóticas invasoras na biodiversidade e no equilíbrio dos ecossistemas. Estudos como esses reforçam a necessidade de aprimorar as estratégias de manejo e controle para preservar a biodiversidade e a integridade dos ecossistemas da Caatinga.

O efeito alelopático dessas espécies invasoras pode comprometer o crescimento, desenvolvimento e reprodução das espécies nativas, levando à diminuição da diversidade e alteração nos padrões ecológicos. A disseminação dessas plantas invasoras representa um desafio para a conservação e o manejo adequado do bioma. Nesse contexto, torna-se essencial desenvolver estratégias efetivas para o controle e mitigação do impacto dessas plantas exóticas invasoras na Caatinga. Ações como monitoramento contínuo, controle integrado de invasoras e promoção da recuperação de áreas afetadas são fundamentais para preservar a biodiversidade e a funcionalidade dos ecossistemas da Caatinga.

## **Conclusões**

Diante do presente estudo, evidenciamos que o Nim (*Azadirachta indica*) exerceu impactos significativos na germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas de espécies nativas da Caatinga, a Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e a Catingueira (*Cenostigma pyramidale*). A análise detalhada revelou variações no comportamento dessas duas espécies diante do efeito alelopático do Nim, sendo a Catingueira mais suscetível, com taxas mais expressivas de redução na germinação, no desenvolvimento de plântulas normais e no comprimento da parte aérea, em comparação com a Aroeira.

Os resultados apontam para a necessidade de atenção especial ao cultivo de espécies exóticas invasoras, como o Nim, uma vez que seu aumento pode acarretar impactos

negativos expressivos sobre as espécies nativas, seguindo um padrão observado, especialmente, na Catingueira. Essas alterações têm o potencial de influenciar substancialmente as paisagens naturais da Caatinga, ameaçando sua biodiversidade e equilíbrio ecossistêmico.

Conseqüentemente, ressalta-se a urgência de adotar medidas eficazes de manejo e conservação para salvaguardar a biodiversidade e a integridade desse ecossistema único. A prevenção e controle do estabelecimento de espécies exóticas invasoras, como o Nim, emergem como estratégias cruciais para preservar a ecologia e a saúde dos sistemas naturais. Tais iniciativas não apenas asseguram a sustentabilidade dos recursos naturais, mas também mantêm os serviços ecossistêmicos essenciais proporcionados pela Caatinga.

Em síntese, os desdobramentos desta pesquisa ampliam o entendimento sobre os efeitos de espécies invasoras na Caatinga, consolidando a importância da promoção de práticas de manejo sustentável e conservação efetiva para mitigar os impactos adversos e garantir a resiliência desse ecossistema frente às pressões externas, promovendo um equilíbrio duradouro entre as espécies nativas e as exóticas.

## **Agradecimentos**

Os autores expressam sinceros agradecimentos à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão da bolsa de iniciação científica à segunda autora deste artigo, cujo suporte foi fundamental para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho de pesquisa. Adicionalmente, agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *campus* Jaguaribe, pelo apoio logístico, que contribuiu significativamente para a realização deste estudo.

## **Referências**

ALVIM, Sofia; BÖHM, Franciele M. L.; PASTORINI, Lindamir H. Allelopathic potential of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de wit leaf extracts on native species. *Brazilian Journal of Biology*, v. 83, p. e272274, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/mTfC5jjws4kMLdpdXnjXrxc/?lang=en>, acesso em: 4 de abril de 2024.

AWEB. **Myracrodruon urundeuva Fr. All.** Disponível em: [http://www.alicesoftware.com/webs/trees/aweb/td001/td\\_00045.htm](http://www.alicesoftware.com/webs/trees/aweb/td001/td_00045.htm), acesso em: 12 setembro 2021.

BENTO, Giovana Pittarelli; BASTIANI, Marcos Luiz Rebouças. **Plantas de cobertura do solo na inserção de fitomassa e supressão de plantas espontâneas em sistema de**

**manejo agroecológico.** In: ANAIS DO XI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, v. 15, n. 2, 2020, São Cristóvão: Cadernos de Agroecologia, 2020.

BERGALLO, Helena Godoy; SILVEIRA FILHO, Telmo Borges; ZILLER, Sílvia Renate. Primeira lista de referência de espécies exóticas invasoras no estado do Rio de Janeiro-Brasil: implicações para pesquisas, políticas e manejo. **Bioinvasiones**, v. 8, p. 3-18, 2021.

BORGES, Larissa Pacheco; AMORIM, Víctor Alves. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**, UEG Ipameri, v. 11, n. 1, p. 54-67, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009.

CHIOCHETTA, Andre Gustavo; TISCHER, Josiele Salet. Efeito Alelopático e Caracterização Do Extrato Aquoso de Azevém (*Lolium Multiflorum*) Sobre a Germinação de Sementes de Trigo (*Triticum aestivum*). **Anais de Agronomia**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 95 - 105, apr. 2022. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/anais/index.php/agronomia/article/view/319>>, acesso em: 5 abr. 2024.

CONCEIÇÃO, N. N. G de M. da; DIAS, F. P. M.; PAES, Ésio de C.; SILVA, F. T. dos S.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C. A. Diferentes Substratos na Produção de Mudanças de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. *Jornal de Agricultura Experimental Internacional*, vol. 27, n. 3, p. 1-7, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/44805>, acesso em: 3 de abril de 2024.

COSTA, Romualdo Medeiros Cortez. **Avaliação do potencial alelopático de extratos vegetais da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) na germinação, emergência e crescimento inicial de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret).** 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, 2016.

FABRICANTE, Juliano Ricardo; SANTOS, J. P. B.; ARAUJO, K. C. T.; COTARELLI, V. M. Utilização de espécies exóticas na arborização e a facilitação para o estabelecimento de casos de invasão biológica. *Biotemas*, v. 30, n. 1, p. 55-63, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2017v30n1p55>, acesso em: 2 de abril de 2024.

MAGALHÃES FARIAS, C. B.; KRAUSE, B. R.; DOMINGUES, S. C. de O.; RAMOS, L. P. N.; YAMASHITA, O. M.; KARSBURG, I. V. Efeito alelopático de extrato aquoso de *azadirachta indica a. Juss.* Na germinação de plantas teste. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, v. 7(n 1), p. 142-154, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/2683>, acesso em 3 de abril de 2024.

DE ALMEIDA, D. T. da R. G. F.; LIMA, T. N. da S.; DANTAS, R. L.; JESUS, K. N. de; MARTINS, J. C. R.; ALMEIDA, F. F. A. de. Diagnóstico da produção de mudas do viveiro municipal de plantas nativas de João Pessoa - PB: Diagnosis of the production of seedlings in the municipal nursery of native plants in João Pessoa - PB. *Revista de Ciências*

da Saúde Nova Esperança, 21(1), 07–15, 2023. Disponível em:  
<https://doi.org/10.17695/rcsne.vol21n1pp07-15>, acesso em 4 de abril de 2024.

FONSECA, S. C.; SILVA F. G. C. da; PARANHOS, B. A. G.; SVEDESE, V. M. **Ação de *Metarhizium anisopliae* e sua associação com extrato de Nim para o controle da mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata*)**. In: ANAIS DO XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA, 2015, Foz do Iguaçu. Desafios e oportunidades profissionais, 2015.

FREITAS, T. A. S. OLIVEIRA, M. F.; SOUZA, L. S.; DIAS, C. N.; QUINTELA, M. P. Qualidades de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. conduzidas sob diferentes volumes de recipientes. Santa Maria: Ciência Florestal, v. 32, n. 1, p. 19-42, 2022. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/cflo/a/pmCTmZhrMqM86W7ktsqpSkP/?lang=pt&format=pdf>, acesso em 1 de abril de 2024.

GONÇALVES, R.; KRUPPEK, R. A. Caracterização fitossanitária do componente arbóreo marginal de um trecho de linha férrea no município de Três Barras, SC. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, v. 44, n. 2, p. 145-158, 2023. Disponível em:  
<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/47997>, acesso em: 04 de abril de 2024.

L

IMA, C. R. de; BRUNO, R. de L. A.; SILVA, K. R. D.; PACHECO, M. V.; ALVES, E. U.. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, p. 370-378, 2014.  
<https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000200019>, acesso em 1 de abril de 2024.

LIMA, R. R; SILVA, F. P. Nim (*Azadirachta indica*): uma abordagem sobre uso como inseticida natural. **Revista Científica ACERTTE**, SP, v. 2, n. 10, p. e21099, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/acertte.v2i10.99>, acesso em 3 de abril de 2024.

LIMA, Silvio César Gomes; ARAUJO, Elivan Custodio; BRITO, Selma Freire. Ocorrência e caracterização de plantas com propriedades medicinais na caatinga de Arneiroz, Ceará. **Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 21, n. 2, p. 63-69, 2020.

MAGUIRE, James D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Sci.**, v. 2, p. 176-177, 1962.

MATIAS, Janete Rodrigues; OLIVEIRA, Gilmara Moreira; DANTAS, Barbara França. Colheita e beneficiamento de algumas espécies da Caatinga. **Informativo ABRATES**, v. 24, n. 2, p. 22-26, 2014.

MELO, Maria Luiza Azevedo; CARNEIRO, Maria Carmo. Florística e fenologia de dez espécies do extrato arbustivo-arbóreo em torno do Apiário-Escola da Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL). **Diversitas Journal**, v. 6, n. 1, p. 1748-1776, 2021.

NASCIMENTO LAPICCIRELLA, J. MATOSO, A. O.; DE FARIA, L. A. S. B.; CONCEIÇÃO, A. F. O Uso e Compartilhamento de Práticas Agroecológicas na Agricultura Familiar. In: ANAIS DO XI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, v. 15, n. 2, 2020, São Cristóvão: Cadernos de Agroecologia, 2021.

NEVES, J. M.; REISSMANN, C. B.; DEDECEK, R. A.; CARPANEZZI, A. A. Caracterização nutricional do nim em plantios no Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 26-32, 2013.

OLIVEIRA, Filipe Gomes dos Anjos; RIBEIRO, Carolina Lima; QUEIROZ, Luciano Paganucci de. Flora da Bahia: Leguminosae–Cenostigma (Caesalpinioideae: Caesalpineae). **SITIANTIBUS série Ciências Biológicas**, v. 23, p. 1-15, 2023.

OLIVEIRA, Y. R.; SILVA, P. H. da; ABREU, M. C. de; LEAL, C. B.; OLIVEIRA, L. P. de. Potencial Alelopático de Espécies da Família Fabaceae Lindl. *Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, v. 24, n. 1, p. 65–74, 2020. Disponível em: <https://ensaioeciencia.pgsscogna.com.br/ensaioeciencia/article/view/7435>, acesso em: 1 abr. 2024.

PASSOS SANTOS, M. G.; TARGINO DE ARAÚJO, K. C.; SANTOS ALVES, M. L.; FABRICANTE, J. R. Estrutura populacional e potencial alelopático da espécie exótica invasora *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf. RECIMA21 - **Revista Científica Multidisciplinar** - ISSN 2675-6218, V. 4, N. 9, 2023.

PEREIRA, Magnum de Sousa. **Manual técnico: Conhecendo e produzindo sementes e mudas da Caatinga**. Fortaleza: Associação Caatinga, 2011.

PEREIRA, Sinval Garcia; SILVA, Álef Matheus Galvão Pinto da. Toxicidade da fração polar obtida de *Amaranthus hybridus* sobre a germinação e plântulas de feijão-caupi. **Revista Conexão Ciência**, v. 15, n. 3, p. 56-70, 2020.

PINTO, A. S.; MONTEIRO, F. K. S.; RAMOS, M. B.; ARAÚJO, R. C. C.; LOPES, S. F. Invasive plants in the Brazilian Caatinga: a scientometric analysis with prospects for conservation. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 15, n. 4, p. 503-520, 2020. Disponível em: <https://neotropical.pensoft.net/article/57403/>, acesso em 2 de abril de 2024.

RICKLI, H. C.; TEIXEIRA FORTES, A. M.; SIBERTI, P. S. S.; PILATTI, D. M.; HUTT, D. R. Efeito alelopático de extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica* A. Juss. em alface, soja, milho, feijão e picão-preto. **Semina: ciências agrárias**, v. 32, n. 2, p. 473-483, 2011.

ROCKENBACH, A. P.; RIZZARDI, M. A.; NUNES, A. L.; BIANCHI, M. A.; ANDRÉIA CAVERZAN, A.; SCHNEIDER, T. Interferência entre plantas daninhas e a cultura: alterações no metabolismo secundário. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 1, p. 59-70, 2018.

SANTOS SILVA, T; FILHO, R. S. L. C.; ANDRADE, C. R. B.; SANTANA, J. R. F. Triagem fitoquímica de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All sob diferentes cultivos. **Revista RG News**, v. 8, p. 2, p. 140-151, 2022.

SANTOS, Caline Teixeira Souza; SANTOS, Carlos Alberto Batista; ANDRADE, Wbaneide Martins. Recursos naturais utilizados pela comunidade rural de Campos Novos, Paulo Afonso, Bahia. **Revista Científica do UniRios**, v. 15 n. 30, p. 411-436, 2021.

SANTOS, Gabriela; FABRICANTE, Juliano Ricardo. Potencial de invasão biológica do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) no Nordeste Brasileiro. **Revista de Ciências Ambientais**, Sergipe, v. 14, n. 3, p. 7-12, 2020.

SILVA, A. G.; VIEIRA, G. H. C.; MELO, T. M. P.; FARIA, G. A.; SILVA, E. M. Extratos de *Cedrela fissilis*, *Melia azedarach* e *Azadirachta indica* em *Polyphagotarsonemus latus*. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e125985455, 2020.

SILVA, J. H. C.; MENDES, R. M. S.; PAIXÃO, G. C.; CHAVES, B. E. Perfil Florístico da arborização urbana nos municípios cearenses. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 7, p. 3982-4002, 2021.

SILVA, K. S.; OLIVEIRA, F. G. S.; MIRANDA, P. H. O. SANTANA, E. S.; SOUZA, S. N.; AMORIM, L. C.; SILVA, R. S. Phytotherapeutic properties of the *Caesalpinia* genus present in the Caatinga biome. *Scientific Electronic Archives*, v. 14, n. 6, p. 31-36, 2021. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/352014759\\_Phytotherapeutic\\_properties\\_of\\_the\\_Caesalpinia\\_genus\\_present\\_in\\_the\\_Caatinga\\_biome](https://www.researchgate.net/publication/352014759_Phytotherapeutic_properties_of_the_Caesalpinia_genus_present_in_the_Caatinga_biome), acesso em 3 de abril de 2024.

SILVA, Lígia Maria de Medeiros; RODRIGUES, Teresinha de Jesus Deléo; AGUIAR, Ivor Bergemann de. Efeito da luz da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, p. 691-697, 2002.

SILVA, S. F.; COSTA, H. S. L.; VIANA, J. S.; FERREIRA, A. M. O.; PEREIRA, D. S.; FILHO, S. M. Phytotoxicity of exotic plants on the physiological potential of seeds of native species of caatinga. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 12, n. 2, p. 134-144, 2018a.

SILVA, T. S. ROCHA, R. S. L. C.; TANAN, T. T.; ROCHA, T. C.; SANTANA, J. R. F. Calogênese em *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. *Ciência Florestal*, v. 30, n. 3, p. 700-717, 2020.

SILVA, V. B.; ALMEIDA BEZERRA, J. W.; BRITO, E. D.; RIBEIRO, P. R. V.; CORDEIRO, L. S.; J. JÚNIOR, T. C.; COSTA, J. G. M.; SILVA, M. A. P. Effect of decomposition of leaves of *Azadirachta indica* A. Juss. on germination and growth of *Myracrodruon urundeuva* Allemão. **South African Journal of Botany**, v. 142, p. 42-52, 2021.

SILVEIRA, P. F.; COELHO, M. F. B.; SELY, S.; MAIA, S. Allelopathic activity in leaf extracts and seeds of *Prosopis juliflora* in lettuce germination. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, 2021.

SOUZA, Z. N.; MIRANDA, P. H. O.; SILVA, L. A.; SILVA, K. S.; SANTOS, J. A. A.; SILVA, R. S. Utilização de plantas medicinais do gênero *Caesalpinia* (Fabaceae) na cicatrização de feridas: uma revisão de literatura. **Revista Principia**, v. 59, n. 1, p. 109-119, 2022.

SPLETOZER, A. G.; SANTOS, C. R.; SANCHES, L. A.; GARLET, J. Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 974-997, 2021.

VÉLEZ-MENDOZA, Anubis; RODRÍGUEZ, María José; MERCADO-ARAUJO, Andrea. Usos del árbol *Azadirachta indica* a. Juss por aves en tres localidades del departamento de Atlántico, Colombia. **Revista de Ciencias**, v. 24, n. 1, p. 10628, 2020.

VIEIRA, G.; BARRETO, A.; BARBERENA; MORAIS, O. Avaliação de técnicas de armazenamento de sementes de Aroeira (*Myracrodruon urundeuwa* ALLEMÃO) de baixo custo. Enciclopédia Biosfera, v. 7, n. 13, p. 112-119, 2011. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4097>, acesso em: 05 de abril de 2024.

ZANANDREA, L.; Costa, A. L. ., Moraes, N. J. V. C., Dutra, A. C. S. ., Silva, A. C. A., Santos, J. Correa, L. A. D. Potencial alelopático de plantas do Cerrado. **Concilium**, v. 22, n. 5, p. 704-718, 2022.