



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

BEATRIZ XAVIER DE MENEZES

**POTENCIAL BIOATIVO DOS EXTRATIVOS DA CASCA DE ESPÉCIES DO
GÊNERO MIMOSA NO CRESCIMENTO *IN VITRO* DE *LEUCAENA*
*LEUCOCEPHALA***

Prof. Dra. Natália Dias de Souza
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO – 2025



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

BEATRIZ XAVIER DE MENEZES

POTENCIAL BIOATIVO DOS EXTRATIVOS DA CASCA DE ESPÉCIES DO GÊNERO
MIMOSA NO CRESCIMENTO *IN VITRO* DE *LEUCAENA LEUCOCEPHALA*

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dra. Natália Dias de Souza
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO – 2025

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS**

HOMOLOGAÇÃO Nº 32 / 2025 - DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)

Nº do Protocolo: 23083.071163/2025-66

Seropédica-RJ, 08 de dezembro de 2025.

**POTENCIAL BIOATIVO DOS EXTRATIVOS DA CASCA DE ESPÉCIES DO GÊNERO
MIMOSA NO CRESCIMENTO *IN VITRO* DE *LEUCAENA LEUCOCEPHALA***

Beatriz Xavier de Menezes

APROVADA EM: 04/12/2025

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dr.a. Natália Dias de Souza- UFRRJ (Orientadora)

Profa. Dr.a. Natane Amaral Miranda Pádua - UFRRJ (Membro)

Carlos Augusto Cardoso Fernandes - UFRRJ (Membro)

(Assinado digitalmente em 08/12/2025 17:51)

NATALIA DIAS DE SOUZA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)
Matrícula: ###728#2

(Assinado digitalmente em 09/12/2025 10:14)

**NATANE AMARAL MIRANDA
PADUA**
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
CoordCGEFlo (12.28.01.00.00.00.26)
Matrícula: ###564#0

(Assinado digitalmente em 08/12/2025 22:25)

**CARLOS AUGUSTO CARDOSO
FERNANDES**
DISCENTE
Matrícula: 2025#####5

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 32, ano: 2025, tipo: **HOMOLOGAÇÃO**, data de emissão: **08/12/2025** e o código de verificação: **61aeb1b2f4**

Dedico esta conquista a todos que caminharam ao meu lado quando os dias pareciam longos demais e o sonho distante demais. Aos meus familiares e amigos, por cada palavra de incentivo e cada gesto de amor. Este trabalho é mais do que o fim de uma etapa é um agradecimento em forma de realização.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus, por ser minha fortaleza em todos os momentos. Foi Ele quem me deu coragem para continuar quando o caminho parecia incerto e serenidade para compreender que cada desafio fazia parte de um propósito maior. Sem Sua presença constante, nada disso seria possível.

Aos meus familiares, especialmente a toda minha família, expresso todo o meu amor e gratidão. Vocês foram o meu alicerce, oferecendo apoio, compreensão e palavras de incentivo mesmo nos dias mais difíceis. Cada gesto de carinho e cada demonstração de confiança me ajudaram a chegar até aqui. Este sonho também é de vocês.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, minha eterna gratidão por ter sido um espaço de aprendizado, crescimento e descobertas. Aqui vivi experiências que me transformaram, não apenas como profissional, mas como pessoa.

As minhas professoras e orientadoras, especialmente Natália Dias e Natane Amaral, agradeço pela dedicação, paciência e ensinamentos. Cada orientação, conselho e palavra de incentivo foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho e para a construção do meu caminho acadêmico.

Ao técnico de laboratório e aos colegas que estiveram comigo nos bastidores dessa pesquisa, em especial José Carlos, agradeço pela amizade, pela ajuda constante e por tornarem o ambiente de trabalho mais humano e acolhedor.

À PIBIC, pelo apoio financeiro e pela confiança depositada no meu trabalho, o meu reconhecimento e gratidão.

Aos meus amigos Guilherme, Pedro, Júlia, William, Aninha, Marcelo e aos membros do grupo PET Floresta, que estiveram ao meu lado nessa caminhada, agradeço por cada risada, cada conversa e cada momento de partilha. Às meninas do quarto F-33, Julyana e Jessika, deixo um carinho especial: obrigada por compartilharem comigo noites mal dormidas pelas fofocas, pelos reencontros que aqueceram o coração, pelos conselhos sinceros e pelo cuidado que só amizade podem oferecer. Vocês transformaram simples dias em memórias preciosas que levarei para sempre.

Um agradecimento especial a Mariana Damázio, cuja amizade foi um abrigo nos dias mais cansativos e uma luz nas horas de incerteza. A presença de vocês tornou esta jornada mais leve, mais bonita e infinitamente mais significativa.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, com palavras, gestos, tempo ou apoio deixo minha sincera gratidão. Cada contribuição, por menor que pareça, foi essencial para que eu conseguisse transformar esforço em conquista.

Por fim, a todos que fizeram parte dessa caminhada de perto ou de longe, de forma direta ou indireta o meu mais sincero agradecimento. Este trabalho carrega um pedacinho de cada um de vocês, e é, antes de tudo, o reflexo de todas as pessoas que acreditaram em mim quando eu ainda duvidava.

RESUMO

Dentre todos os biomas presentes no Brasil, a Caatinga é o único cujo todos os seus limites estão restritos ao território nacional. A *Mimosa caesalpiniaefolia* (sabiá) e a *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta) são espécies nativas do nordeste brasileiro, amplamente distribuídas na Caatinga e reconhecidas pelo rápido crescimento, porte arbóreo e elevada adaptação ao semiárido. Essas características, associadas ao potencial bioativo de seus metabólitos, tornam-nas relevantes para investigações fitoquímicas. Considerando que os extrativos vêm sendo amplamente utilizados como princípios ativos nas indústrias farmacêutica, alimentícia e agrônômica, torna-se essencial a realização de pesquisas que aprofundem o conhecimento sobre os extrativos das espécies estudadas. Esses estudos possibilitam a identificação de novos compostos bioativos por meio de análises fitoquímicas. Os objetivos deste trabalho foram caracterizar as classes de metabólitos secundários presentes nos extratos da casca de jurema-preta e sabiá e avaliar o potencial fitotóxico do extrativo hidrofílico (metanol) sobre o desenvolvimento de *Leucaena leucocephala*. As amostras foram coletadas na Fazenda Milhã, em Poço da Pedra (RN), processadas em cavacos e moídas para posterior extração sequencial com ciclo-hexano, acetato de etila e metanol em sistema Soxhlet. Os extratos hidrofílicos (metanólicos) das espécies foram submetidos à prospecção fitoquímica, visando à identificação qualitativa das classes secundárias dos compostos presentes na casca. Ensaio de fitotoxicidade foram conduzidos com seis diferentes concentrações do extrato metanólico (0, 0,05, 0,1 0,5 1,0 e 2,0 mg L⁻¹) de sabiá e jurema-preta no cultivo *in vitro* de sementes e segmentos nodais de *Leucaena leucocephala*. Os explantes permaneceram em sala de crescimento sob fotoperíodo controlado e temperatura constante até a avaliação de características de crescimento. A prospecção fitoquímica indicou a presença de diferentes classes de metabólitos secundários, incluindo alcaloides, compostos fenólicos, triterpenoides, flavonóis, flavanonas, flavonóis, xantonas e taninos condensados. Quanto aos extrativos totais foram quantificados 14% para o sabiá e 23% para jurema-preta. Quanto ao crescimento *in vitro* de *Leucaena leucocephala*, os resultados evidenciaram efeitos fitotóxicos progressivos, expressos pela redução do vigor pós-germinativo, do crescimento radicular, do enraizamento *in vitro* e por alterações morfogênicas indicativas de estresse químico, embora a germinação não tenha sido afetada. Concentrações elevadas comprometeram o estabelecimento e o desenvolvimento inicial da espécie. Algum efeito positivo foi observado apenas em doses reduzidas, indicando um potencial de uso desses extrativos que pode ser explorado.

Palavras-chave: Caatinga, semiárido, jurema-preta, sabiá, metabólitos secundários.

ABSTRACT

Among all the biomes found in Brazil, the Caatinga is the only one whose entire range is restricted to the national territory. *Mimosa caesalpiniaefolia* (sabiá) and *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta) are native species from northeastern Brazil, widely distributed throughout the Caatinga and recognized for their rapid growth, tree-like habit, and strong adaptation to semiarid conditions. These characteristics, combined with the bioactive potential of their metabolites, make them relevant for phytochemical investigations. Considering that plant extracts have been widely used as active compounds in the pharmaceutical, food, and agronomic industries, conducting studies that deepen knowledge about the extracts of these species becomes essential. Such research enables the identification of new bioactive compounds through phytochemical analyses. The objectives of this study were to characterize the classes of secondary metabolites present in bark extracts of jurema-preta and sabiá, and to evaluate the phytotoxic potential of the hydrophilic (methanolic) extract on the development of *Leucaena leucocephala*. Samples were collected at Fazenda Milhã, in Poço da Pedra (RN), processed into chips, and ground for subsequent sequential extraction with cyclohexane, ethyl acetate, and methanol using a Soxhlet system. The hydrophilic (methanolic) extracts of the species were subjected to phytochemical screening to qualitatively identify the secondary metabolite classes present in the bark. Phytotoxicity assays were conducted using six different concentrations of the methanolic extract (0, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, and 2.0 mg L⁻¹) from sabiá and jurema-preta in the *in vitro* cultivation of seeds and nodal segments of *Leucaena leucocephala*. The explants remained in a growth room under controlled photoperiod and constant temperature until growth characteristics were assessed. Phytochemical screening indicated the presence of different classes of secondary metabolites, including alkaloids, phenolic compounds, triterpenoids, flavonols, flavanones, flavanonols, xanthones, and condensed tannins. Regarding total extractives, 14% was quantified for sabiá and 23% for jurema-preta. In terms of *in vitro* growth of *Leucaena leucocephala*, the results showed progressive phytotoxic effects, expressed by reduced post-germination vigor, root growth, *in vitro* rooting, and morphogenic alterations indicative of chemical stress, although germination itself was not affected. Higher concentrations compromised the establishment and early development of the species. Some positive effect was observed only at low doses, indicating a potential application for these extracts that may be further explored.

Keywords: Caatinga, semiarid, black-jurema, sabiá, secondary metabolites.

Sumário

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Caatinga.....	3
2.2. Fabaceae	4
2.3. <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	5
2.4. <i>Mimosa caesalpinhiifolia</i> Benth.	6
2.5. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	9
2.6. Extrativos	10
2.7. Compostos bioativos e aleloquímicos.....	10
2.8. Propagação vegetativa <i>in vitro</i>	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Coleta de dados	12
3.2. Preparação dos extrativos.....	12
3.2.1. Teor de extrativo.....	13
3.2.2. Determinação de holocelulose por cloração	13
3.2.3. Lignina de klason (insolúvel)	14
3.3. Prospecção fitoquímica	14
3.3.1. Extratos hidrofílicos	15
3.3.1.1. Determinação de fenóis e taninos.....	15
3.3.1.2. Determinação de antocianinas, antocianidinas e flavonoides.....	15
3.3.1.3. Determinação de leucoantocianidinas, catequinas e flavonas	15
3.3.1.4. Determinação de flavonóis, flavanonas, flavanonois e xantonas (teste de shinoda).....	16
3.3.1.5. Determinação de esteroides e triterpenoides (teste de libermann-burchard).....	16

3.3.1.6.	Teste de saponinas	16
3.3.1.7.	Determinação de alcaloides	16
3.4.	Avaliação do crescimento de <i>Leucaena leucocephala</i>	16
3.4.1.	Análise de dados	17
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1.	Caracterização química quantitativa da casca de <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	17
4.2.	Caracterização química quantitativa da casca de <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth	19
4.3.	Caracterização química qualitativa	20
4.3.1.	Teste hidrofílico	20
4.4.	Avaliação do crescimento <i>in vitro</i> de <i>Leucaena leucocephala</i>	26
4.4.1.	Germinação de sementes de <i>Leucaena leucocephala</i> em extrato de jurema-preta.....	26
4.4.2.	Crescimento de segmentos nodais de <i>Leucaena leucocephala</i> em extrato de jurema-preta	27
4.4.3.	Germinação de sementes de <i>Leucaena leucocephala</i> em extrato de sabiá. 28	
4.4.4.	Crescimento de segmentos nodais de <i>Leucaena leucocephala</i> em extrato de sabiá.....	30
5.	CONCLUSÃO	31
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cores das reações do extrato hidrofílico para identificação de antocianinas, antocianidinas, flavonas, flavonóis, xantonas, chalconas, auronas e flavanonóis.....	15
Tabela 2: Cores das reações do extrato hidrofílico para identificação de leucoantocianidinas, catequinas e flavonas.	15
Tabela 3: Caracterização química da espécie <i>M. Tenuiflora</i> (jurema-preta). Teores de lignina, holocelulose e extrativos por peso de madeira seca.	17
Tabela 4: Caracterização química da espécie <i>M. Caesalpinifolia</i> (sabiá). Teores de lignina, holocelulose e extrativos por peso de madeira seca.	19
Tabela 5: Classes das substâncias presentes nos testes realizados com o extrato hidrofílico de <i>Minosa tenuiflora</i> e <i>Mimosa caesalpinifolia</i>	20
Tabela 6: Resultado da análise de variância para as variáveis germinação, vigor e comprimento das raízes a partir de sementes de <i>Leucaena leucocephala</i> inoculadas <i>in vitro</i> em função das diferentes concentrações do extrato metanol de jurema-preta, 26 dias após a inoculação.....	26
Tabela 7: Resultado da análise de variância para as variáveis de queda de folhas, vigor, brotações, enraizamento, presença de calo, altura a partir de sementes de <i>Leucaena leucocephala</i> inoculados <i>in vitro</i> em função das diferentes concentrações do extrato metanol de jurema-preta, 26 dias após a inoculação.....	27
Tabela 8: Resultado da análise de variância para as variáveis de germinação e comprimento das raízes a partir de sementes de <i>Leucena leucocephala</i> inoculados <i>in vitro</i> em função das diferentes concentrações do extrato metanol de sabiá, 26 dias após a inoculação.	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de limites entre o bioma Caatinga e biomas brasileiros.	3
Figura 2: Áreas naturais e antrópicas por estado na Caatinga (1985 - 2023).....	4
Figura 3: Caracterização morfológica da <i>Mimosa tenuiflora</i> (willd.) Poir. (A) Indivíduo arbóreo; (B) folha bipinada e alterna; (C) caule e casca; (D) frutos secos do tipo vagem; (E) Tronco e anéis de crescimento; (F) inflorescência do tipo espiga com flores branca.....	6
Figura 4: Mapa da distribuição geográfica de ocorrência do Sabiá pelas regiões brasileiras...7	
Figura 5: Caracterização morfológica da <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. (A) inflorescência do tipo espiga com flores branca; (B) frutos secos do tipo vagem; (C) sementes; (D) galho com acúleos; (E) Indivíduo arbóreo; (F) caule e casca	8
Figura 6: Caracterização morfológica da <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. (A) inflorescência do tipo globosa com flores branca; (B) Folha composta bipinada; (C) indivíduo arbóreo; (D) sementes; (E) tronco; (F) frutos secos do tipo vagem.....	10
Figura 7: Mapa de localização da Fazenda Milhã.....	12
Figura 8: Equipamento Soxhlet convencional.	13
Figura 9: Médias dos componentes químicos quantitativos em <i>Mimosa tenuiflora</i> (will) Poir.	18
Figura 10: Médias dos componentes químicos quantitativos em <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> . Fonte: Autoria própria (2025).....	20
Figura 11: Formação de precipitado floculoso positivo para alcalóides. (A) <i>Mimosa tenuiflora</i> ; (B) <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	21
Figura 12: Precipitado de coloração verde positivo para taninos condensados. (A) <i>Mimosa tenuiflora</i> ; (B) <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	22
Figura 13: Teste positivo para triterpenoides. (A) <i>Mimosa tenuiflora</i> ; (B) <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	22
Figura 14: Resultado positivo para flavonóis, flavanonas, flavanonóis e xantonas. (A) <i>Mimosa tenuiflora</i> ; (B) <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	23
Figura 15: Coloração característica vermelha positivo para leucoantocianidinas. (A) <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ; (B) <i>Mimosa tenuiflora</i>	24
Figura 16: Coloração característica laranja positivo para flavanonas. (A) <i>Mimosa tenuiflora</i> ; (B) <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	24

Figura 17: Coloração positivo para flavanonóis. (A) <i>Mimosa tenuiflora</i> ; (B) <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	25
Figura 18: Coloração positivo para antocianinas e antocianidinas em <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	25
Figura 19: Média de queda de folhas em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de jurema-preta no cultivo <i>in vitro</i> de sementes de <i>Leucaena leucocephala</i> , aos 26 dias após a inoculação.	26
Figura 20: Média do enraizamento em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de jurema-preta no cultivo <i>in vitro</i> de segmentos nodais de <i>Leucaena leucocephala</i> aos 47 dias após a inoculação.	28
Figura 21: Média de queda de folhas em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de sabiá no cultivo <i>in vitro</i> de sementes de <i>Leucaena leucocephala</i> , aos 26 dias após a inoculação.	29
Figura 22: Média do vigor em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de sabiá no cultivo <i>in vitro</i> de sementes de <i>Leucaena leucocephala</i> , aos 26 dias após a inoculação.	29
Figura 23: Média de queda de folhas em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de sabiá no cultivo <i>in vitro</i> de segmentos nodais de <i>Leucaena leucocephala</i> , aos 26 dias após a inoculação.	30
Figura 24: Média do vigor em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de sabiá no cultivo <i>in vitro</i> de segmentos nodais de <i>Leucaena leucocephala</i> , aos 26 dias após a inoculação.	30
Figura 25: Média do enraizamento em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de sabiá no cultivo <i>in vitro</i> de segmentos nodais de <i>Leucaena leucocephala</i> , aos 26 dias após a inoculação.	31

1. INTRODUÇÃO

Dentre todos os biomas presentes no Brasil, a caatinga é o único cujo todos os seus limites estão restritos ao território nacional. Entretanto, não é dada a devida atenção para sua importância, sendo frequentemente descrito como um bioma pobre e pouco fértil, com baixa biodiversidade. Fatos que estão sendo frequentemente contestados por recentes estudos realizados (Barbosa; Gomes Filho, 2022). Além disso, dados oficiais do Ministério do Meio Ambiente reforçam que a riqueza do bioma está subestimada, pois a Caatinga abriga milhares de espécies endêmicas que possuem papel fundamental na conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, mesmo possuindo uma baixa área protegida por Unidades de Conservações (MMA, 2024).

Os habitantes dessa região apresentam uma forte relação com o bioma e entendem a importância ecológica, cultural e econômica que lhes são fornecidos, permitindo que seja retirado dali o sustento de suas famílias por meio da utilização dos recursos florestais madeireiros ou não madeireiros (Silva *et al.*, 2017). Além disso, a população local utiliza algumas espécies como agentes fitoterápicos devido às características e variedade que conseguiram adquirir com a adaptação ao clima semiárido, apresentando alta resistência ao calor e a ausência de água.

Dentre as espécies da Caatinga, a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) se destaca não apenas por seu uso forrageiro, mas também por seu importante valor fitoquímico. Estudos mostraram que essa espécie contém taninos condensados, alcaloides, flavonoides e fenoxicromonas, extraídos tanto de suas folhas quanto da casca (Brás, 2021; Costa Filho, 2016). Esses compostos estão associados a atividades antimicrobianas e cicatrizantes, o que reforça a tradição popular de uso da planta para tratar infecções, queimaduras e lesões (Souza, 2021; Costa Filho, 2016). Quanto ao sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), há evidências fitoquímicas mais recentes que confirmam a presença de uma rica diversidade de metabólitos secundários. Extratos da casca, revelaram a presença de fenóis, antocianinas, catequinas, taninos e esteroides, associados a elevada atividade antioxidante (Oliveira *et al.*, 2020). Além disso, estudos com a casca dessa espécie identificaram ácidos triterpênicos como o ácido betulínico, além de compostos fenólicos e flavonoides, os quais têm sido investigados por sua atividade citotóxica contra linhas tumorais (Monção *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2025). As evidências apresentadas confirmam a importância farmacológica e biotecnológica do sabiá, justificando seu uso tradicional para tratamento de feridas, inflamações e outros propósitos medicinais.

Além de suas espécies nativas o semiárido brasileiro abriga outras espécies como a leucena (*Leucaena leucocephala*) uma leguminosa perene pertencente a América Central (Souza, 2005). A espécie contribui para a fertilidade do solo por meio da fixação biológica de nitrogênio, realizada em associação com bactérias nitrificantes (Felix *et al.*, 2018; Mendonça *et al.*, 2020). Possui uma elevada capacidade de rebrota e boa adaptação às condições ambientais além de um rápido crescimento favorecem o estabelecimento mesmo em condições adversas, incluindo áreas degradadas na Caatinga (Silva, 2022). Apesar de ser classificada como invasora no Brasil devido ao grande volume de sementes e à regeneração natural intensa, a leucena permanece como uma das leguminosas arbustivo-arbóreas mais versáteis, podendo ser utilizada como forragem nutritiva, para controle de erosão, adubação verde, cobertura em sistemas agroflorestais, recuperação de áreas degradadas, além de servir como fonte de madeira, biomassa e carvão vegetal (Drumond; Ribaski, 2010).

O potencial fitoquímico dessas espécies está diretamente relacionado à composição química de suas cascas, que apresentam altas concentrações de compostos provenientes do metabolismo secundário. Esses extrativos, como fenóis, taninos, resinas e ácidos graxos, são caracterizados devido ao seu baixo peso molecular e pela distribuição predominante

especialmente na casca, enquanto na madeira seu teor é substancialmente reduzido (Garcia, 2021; Oliveira; Salatino, 2023). Essa diferenciação está associada ao papel funcional desses compostos na planta, atuando como mecanismos de defesa frente a microrganismos, insetos e herbívoros, além de contribuírem para a resistência natural das espécies (Cavalcante *et al.*, 2024; MDPI, 2024).

Análises estruturais, como aquelas conduzidas por espectroscopia no infravermelho (FTIR), têm confirmado a predominância de compostos fenólicos em especial taninos condensados na casca de diversas espécies arbóreas, evidenciando sua relevância tanto para a proteção fisiológica quanto para potenciais aplicações tecnológicas (Silva *et al.*, 2025). Dessa forma, a composição química da casca, associada ao elevado teor de extrativos, reforça seu valor como fonte natural de compostos bioativos.

A quantificação dos compostos presentes na casca é fundamental para comprovar o potencial bioativo dessas espécies, especialmente porque o teor de taninos e fenóis varia amplamente entre materiais vegetais (Paes *et al.*, 2006).

Além disso, estudos demonstram que a concentração desses extrativos pode mudar conforme a espécie e a idade do indivíduo, reforçando a necessidade de mensurações precisas para avaliar seu real valor químico e funcional (Azevedo *et al.*, 2017).

Os extrativos vegetais estão se tornando um ótimo recurso para as indústrias farmacêuticas, cosméticas, alimentícias e químicas, devido às suas propriedades bioativas e aplicações. Essas atividades estão correlacionadas com a sua composição, devido a presença de compostos fenólicos como flavonoides, que lhe confere um potencial terapêutico significativo, pois empregam atividades antioxidantes, antimicrobianas e anti-inflamatórias (Kowalczewski; Zembrzaska, 2023).

Os compostos bioativos são definidos como substâncias que apresentam atividade biológica em organismos vivos, sendo capazes de modular processos celulares e fisiológicos, exercendo influência direta sobre a saúde humana e o controle de microrganismos. Os extrativos vegetais podem ser utilizados como bioativos, devido a presença de substâncias fenólicas (Cavalcante *et al.*, 2024). Essa característica permite uma alta empregabilidade na propagação *in vitro*, pois as propriedades bioativas presentes influenciam em diferentes processos fisiológicos e desenvolvimento das plantas (Ahmed *et al.*, 2024).

A micropropagação *in vitro* se consolidou como um método eficaz para a multiplicação vegetativa. Quando combinada a outras abordagens biotecnológicas, essa técnica possibilita a produção de um volume significativo de mudas que mantêm a integridade genética da variedade, podendo ser executada em qualquer período sazonal (Cardoso, 2014).

Contudo, o êxito dessa metodologia não está atrelado somente às características do explante (como fatores genéticos e fisiológicos), mas também é fortemente influenciado por variáveis externas. Entre essas variáveis, destacam-se a composição ideal do meio de cultura, que é crucial para desencadear a indução, multiplicação e desenvolvimento das brotações adventícias, bem como as condições de temperatura e luminosidade do ambiente de cultivo (Cardoso, 2014).

O meio nutritivo é um dos fatores que influenciam diretamente no desenvolvimento vegetal *in vitro*. Com a finalidade de controlar o crescimento vegetal são incluídos no meio de cultura reguladores de crescimento, antioxidante e fontes de carbono (Hartmann *et al.*, 2014). Entretanto, podem ser utilizadas substâncias diferentes com funções parecidas das usuais adicionadas no meio nutritivo. Sendo assim, o uso dos extrativos vegetais na propagação vegetativa *in vitro* torna-se uma nova possibilidade de estudo.

Portanto, os objetivos deste trabalho foram caracterizar as classes de metabólitos secundários presentes nos extratos da casca de jurema-preta e sabiá e avaliar o potencial fitotóxico do extrativo hidrofílico (metanol) sobre o desenvolvimento de *Leucaena leucocephala*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caatinga

O bioma da Caatinga é exclusivamente brasileiro, localizado entre a Mata Atlântica, que está a leste, a Floresta Amazônica, que fica a oeste, e o Cerrado, ao sul (Figura 1). Ocupa aproximadamente 862.818 Km² do território nacional, apresenta clima semiárido, marcado por longos períodos de seca e elevadas temperaturas, abrigando uma vegetação xerófila altamente adaptada à escassez de água. Esse ambiente forma um ecossistema singular, composto por espécies de fauna e flora que desenvolveram estratégias específicas para sobreviver às condições climáticas extremas, o que a diferencia significativamente dos biomas vizinhos em termos ecológicos e de biodiversidade (Brasil, 2024; Costa; Ribeiro, 1984). Devido aos fatores do período de estiagem que influenciam diretamente nas características das espécies, levando-as a perda de suas folhas dando-lhes um aspecto seco e sem vida, originou-se o termo “caatinga” que em tupi-guarani significa mata branca (CAA = mata e TINGA = branca) (Alves, 2007).

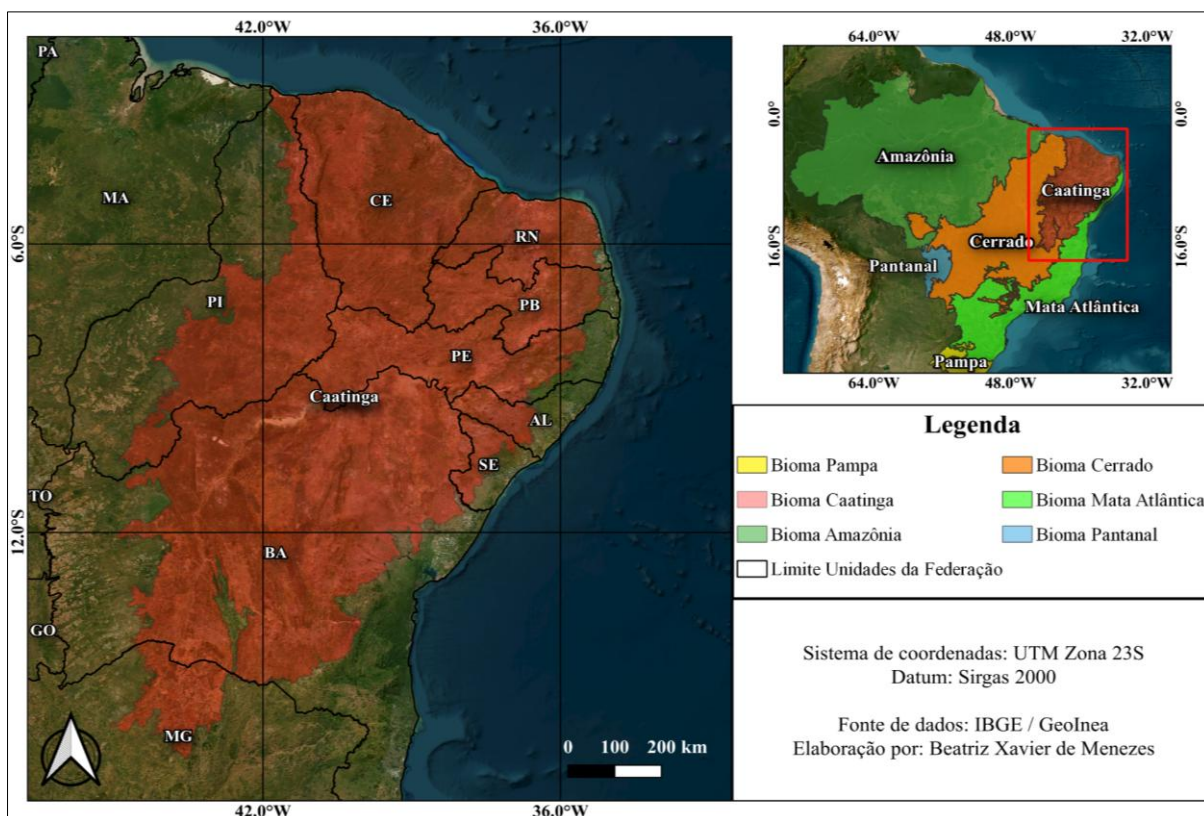


Figura 1: Mapa de limites entre o bioma Caatinga e biomas brasileiros.

O bioma da caatinga é formado por mais de 11 mil espécies, abrangendo um total de 228 famílias e 2810 gêneros (INSA, 2022). Sua floresta é caracterizada por árvores de pequeno porte e arbustos, que podem apresentar troncos predominantemente retorcidos com a presença de acúleos ou espinhos com folhagens decíduas durante a estação seca. Este bioma apresenta uma rica diversidade de plantas suculentas da família cactaceae, e durante as estações chuvosas ocorre a presença de herbáceas (Queiroz, 2006).

A savana-estépica é considerada a vegetação típica da caatinga, apresentando uma paisagem que varia entre formação arbórea e arbustiva. As plantas desse bioma são notavelmente xerófitas, exibindo características como baixa estatura, presença de espinhos e folhas reduzidas (microfilia), e sua aparência transforma-se conforme as estações. Em termos

de diversidade de espécies, destacam-se famílias como Fabaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae, Malpighiaceae e Poaceae. Além disso, o bioma abriga zonas de transição ecológicas notáveis, situadas em relevos específicos como chapadas e brejos de altitude (Prado, 2003; Sampaio; Freitas, 2017).

Apesar de apresentar papel fundamental para o ecossistema e abrigar um grande patrimônio biológico capaz de prestar grandes serviços à espécie humana, é o terceiro bioma mais degradado do Brasil, ficando atrás apenas da Mata Atlântica e do Cerrado (Silva *et al.*, 2002). Estudos apontam que de 1985 a 2023 a degradação da caatinga para uso com pastagem afetou uma área equivalente a 12,1 hectare (ha), além de ter uma perda de 15% de sua formação savânica nos últimos 39 anos reduzindo boa parte da vegetação nativa (Figura 2) (Brasil, 2024).

Mesmo com o grande impacto antrópico causado, atualmente a caatinga possui 305 Unidade de Conservação (UC), o equivalente a menos de 10% do bioma. Dessas, 126 UC's são federais, 152 são estaduais e 27 municipais (Figura 3) (Brasil,2024).

Desta forma, possibilitando a continuidade de diversos processos de alteração e deterioração de sua vegetação causados pela ação humana, levando a extinção de espécies endêmicas, alcançando aproximadamente um percentual de 45 a 50% de alteração em toda a sua área. A maior causa de desmatamento dessa região é ocasionado pelo setor pecuário tendo aproximadamente 58,1% dos rebanhos bovinos localizados no Nordeste (Mapbiomas, 2025; INSA 2022).

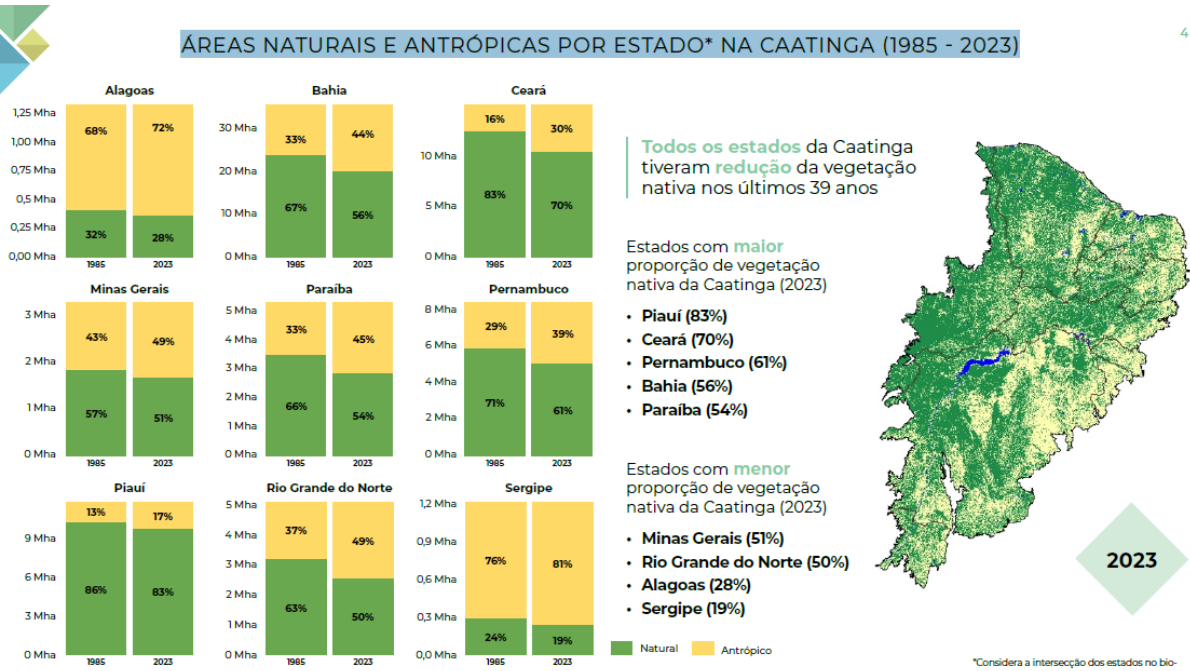


Figura 2: Áreas naturais e antrópicas por estado na Caatinga (1985 - 2023).
Fonte: MapBioma Destaques do Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra bioma caatinga 2024.

2.2. Fabaceae

Na região Nordeste a maior parte de sua composição florística pertence à família Fabaceae, leguminosa que representa um importante grupo taxonômico, sendo representado por 603 diferentes espécies no bioma da caatinga (BFG, 2015).

A Fabaceae possui uma versatilidade fisiológica que permite apresentar centros de biodiversidade em diferentes tipos de habitat que tenham condições climáticas, solos e topografia diversos. Das subfamílias três se destacam, sendo a Caesalpinioideae e Mimosideae por sua capacidade megatérmicas ocorrendo principalmente em regiões de clima quente, como

o semiárido onde as temperaturas médias anuais são elevadas e as Papilionoideae por apresentarem características de mega, meso e microtérmicas ganhando destaque em regiões temperadas (Lima; Fortunato, 1998).

A capacidade das leguminosas de fixar nitrogênio atmosférico, devido a ocorrência de uma simbiose causada pelas bactérias do gênero *Rhizobium* presentes no solo, as tornam benéficas para a fertilidade do solo e para o desenvolvimento das plantas, destacando a importância dessa família para o ecossistema terrestre (Oliveira, 2021). Por meio dessa interação são formados nódulos nas raízes que são responsáveis por realizar a conversão do N₂ em nitrogênio compatível com as plantas (Oliveira, 2021; Souza, 2010).

As leguminosas ganham destaque na agricultura por estarem presentes na alimentação da população, contribuindo significativamente para a agricultura familiar. Sendo assim, a família Fabaceae é de suma importância para a alimentação dos seres vivos além de contribuir para a preservação ambiental e enriquecimento do ecossistema (Silva, 2023).

2.3. *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir

A *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir, conhecida popularmente como jurema-preta, é uma espécie arbórea semidecídua típica do semiárido brasileiro, alcançando até 7 m de altura e 30 cm de diâmetro à altura do peito (DAP). Possui tronco reto a levemente inclinado, com acúleos esparsos, e ramificação abundante a partir da meia-altura. A casca externa é castanho-escura e rugosa, enquanto a interna apresenta coloração vermelho-escura. Suas folhas são compostas, bipinadas, com 4 a 7 pares de pinas e folíolos brilhantes, e suas inflorescências ocorrem em espigas com pequenas flores brancas e odor característico (Figura 3). O fruto é uma vagem pluriarticulada contendo de 4 a 6 sementes ovais e achatadas (Maia, 2004; Lorenzi, 2014).

A jurema-preta é uma espécie leguminosa típica do semiárido brasileiro, que ocorre em grande escala no bioma da caatinga, estando distribuída pelo Nordeste brasileiro (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe) contemplando 9 estados e presente em apenas um estado do Sudeste (Minas Gerais). A espécie desenvolve-se preferencialmente em formações secundárias de várzeas, em solos profundos, alcalinos e férteis, onde cresce de forma vigorosa. Considerada uma planta pioneira, a jurema-preta tem papel importante na recuperação de áreas degradadas, pois a deposição de suas folhas melhora as condições do solo e favorece o estabelecimento de outras espécies (Maia, 2004). Além disso, apresenta alto potencial forrageiro, sendo amplamente utilizada na alimentação animal durante períodos de estiagem (Pinto *et al.*, 2006).

A *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir também é valorizada por suas propriedades medicinais e químicas, com uso popular no tratamento de ferimentos, acne e queimaduras. Estudos indicam que compostos fenólicos e taninos presentes em seus tecidos são responsáveis por atividades anti-inflamatórias, antifúngicas e antioxidantes, reforçando seu potencial farmacológico (Almeida *et al.*, 2005).

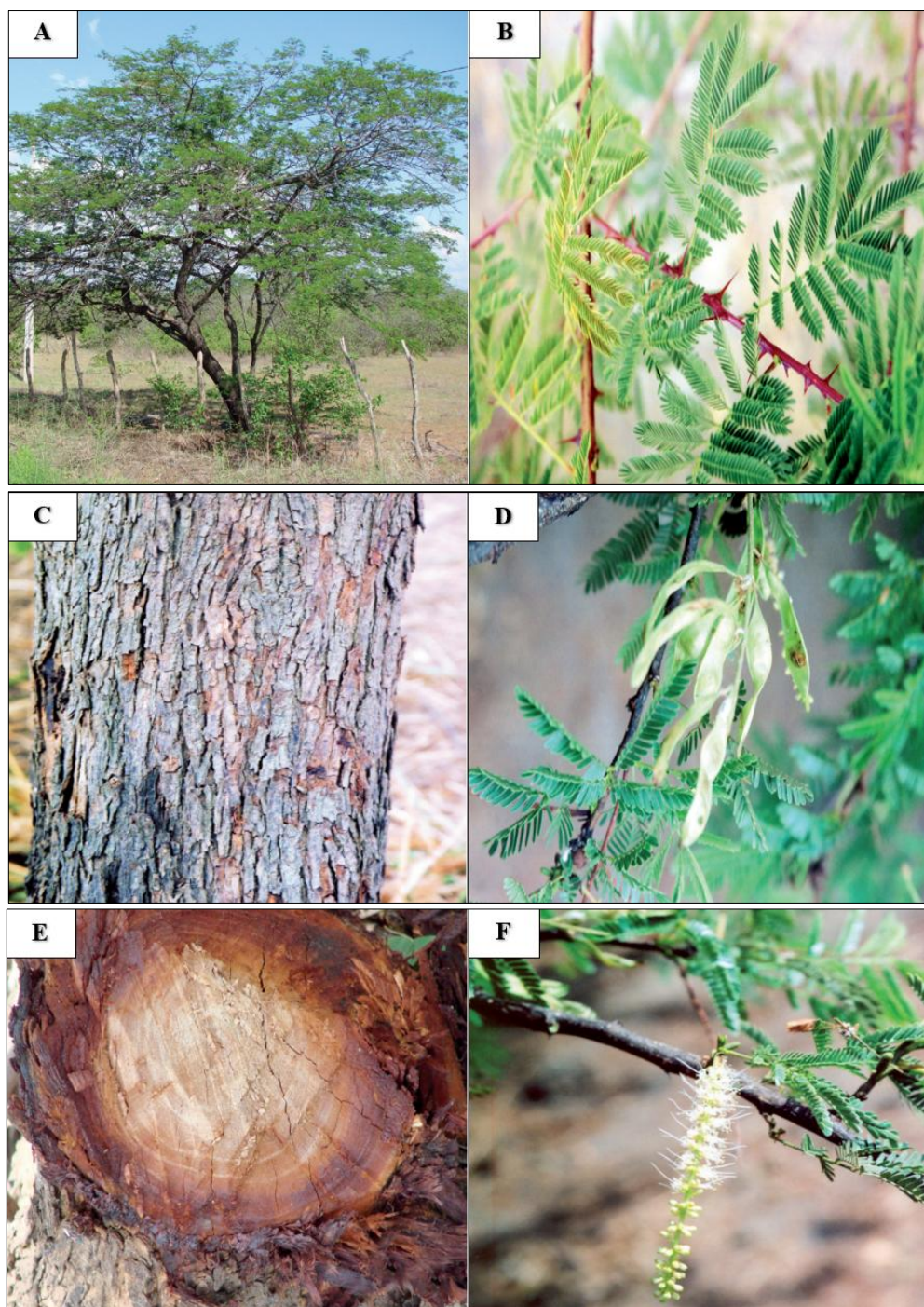


Figura 3: Caracterização morfológica da *Mimosa tenuiflora* (willd.) Poir. (A) Indivíduo arbóreo; (B) folha bipinada e alterna; (C) caule e casca; (D) frutos secos do tipo vagem; (E) Tronco e anéis de crescimento; (F) inflorescência do tipo espiga com flores branca.

Fonte: Paulo Ernani Ramalho Carvalho; Francisco C. Martins - Lorenzi, H. Espécies arbóreas brasileiras: vol. 4

2.4. *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.

A *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., conhecida popularmente como sabiá, é uma espécie arbórea decídua, heliófita e pioneira, típica do semiárido brasileiro, especialmente na região Nordeste (Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte) (Figura 4) (Almeida *et al.*, 2020; Lorenzi, 2000). Pertencente à família Mimosaceae, apresenta

relevância ecológica e econômica, sendo amplamente utilizada em programas de recuperação de áreas degradadas, sistemas agroflorestais e produção de madeira e forragem (Almeida *et al.*, 2020; Ribeiro, 1984).



Figura 4: Mapa da distribuição geográfica de ocorrência do Sabiá pelas regiões brasileiras.
Fonte: Lorenzi, H. Espécies arbóreas brasileiras: vol. 2 – Sabiá (*Mimosa caesalpinhiifolia*). Nova Odessa: Plantarum, 2000.

É uma espécie de ocorrência em solos profundos, que apresentem textura arenosa, tanto em formações primárias quanto em formações secundárias, o que permite uma boa adaptação às áreas degradadas com baixa fertilidade e umidade (Lorenzi, 2000; Ribaski *et al.*, 2003). As árvores adultas podem atingir até 10 m de altura e 30 cm de DAP. O tronco apresenta acúleos em maior ou menor grau, perdendo-os com o desenvolvimento, possui ramificação dicotômica, formando uma copa espalhada e ramificada (Rizzini, 1976). A casca externa é pardo-clara, pouco espinhosa, e a interna é branca, as folhas são compostas, bipinadas, com folíolos lisos, membranáceos e subcoriáceos, e liberam látex branco quando jovens. As inflorescências são espigas cilíndricas, com flores bissexuais, brancas e perfumadas (Figura 5). O sabiá também possui uma boa adaptação a terrenos profundos, que apresentem solos arenosos, o que permite o seu bom desenvolvimento em locais muito degradados devido à baixa necessidade de solo muito férteis e úmidos (Lima, 1985; Feliciano, 1989; Lorenzi, 2000).

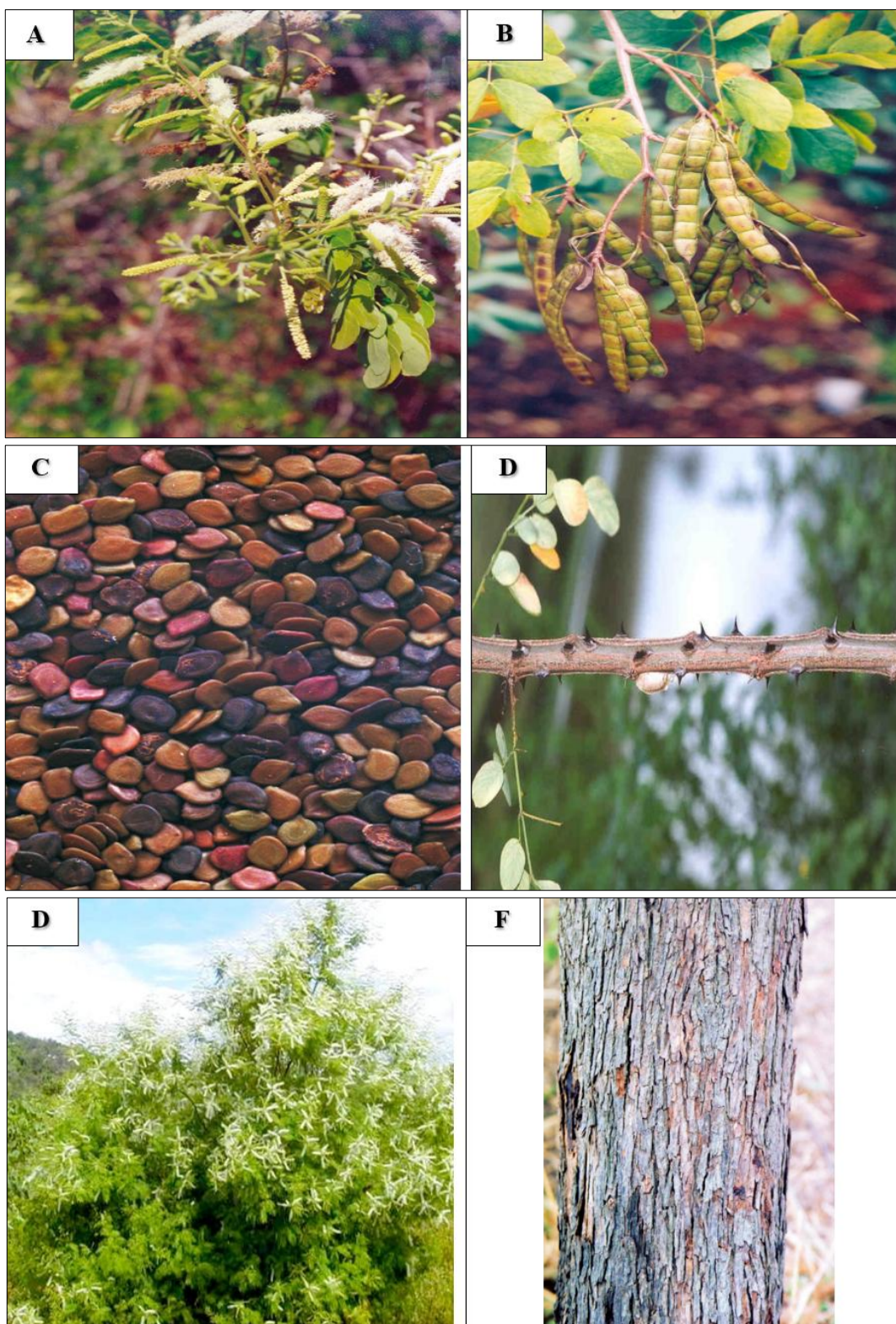


Figura 5: Caracterização morfológica da *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (A) inflorescência do tipo espiga com flores branca; (B) frutos secos do tipo vagem; (C) sementes; (D) galho com acúleos; (E) Indivíduo arbóreo; (F) caule e casca

Fonte: Vera Lúcia Eifêr – Lorenzi, H. Espécies arbóreas brasileiras: vol. 2.

A madeira do sabiá é dura, compacta e de superfície brilhante, inicialmente rosa-forte e tornando-se castanho claro a vermelho pardo com o tempo, sendo utilizada para mourões, estacas, postes, lenha e carvão (Aguiar Sobrinho, 1995). As folhas são utilizadas como forragem

durante o período de seca, enquanto as propriedades medicinais da espécie são empregadas por meio de infusões ou cozimento da casca, tradicionalmente indicados para o tratamento de bronquite, sangramentos e ferimentos (Costa, 1983; Lima, 1989).

Ecologicamente, a espécie contribui para a recomposição de áreas degradadas, fornecendo nutrientes por meio da serrapilheira e favorecendo o crescimento de espécies consorciadas mais valiosas. Entretanto, estudos indicam que folhas depositadas no sub-bosque podem inibir a germinação e desenvolvimento de algumas espécies, efeito a ser considerado em projetos de restauração (Costa; Pinã-rodrigues, 1977; Costa *et al.*, 1997). Inventários florestais indicam que o sabiá representa uma parte significativa da vegetação em fragmentos de Caatinga, com frequência de 71 a 197 indivíduos por hectare (Tavares *et al.*, 1969; Fernandes, 1992).

2.5. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

A leucena é uma leguminosa de uso forrageiro e madeireiro, amplamente adaptada a regiões tropicais (Osechas *et al.*, 2008; Costa e Durigan, 2010; Silva *et al.*, 2012). Além de seu valor produtivo, a espécie atua como adubo verde devido à fixação biológica de nitrogênio e pode ser empregada na recuperação de áreas degradadas (Halliday *et al.*, 2013).

É uma espécie exótica introduzida no Brasil pelo seu elevado potencial forrageiro. Originária de regiões semiáridas da América Central, estabeleceu-se facilmente no país devido ao seu rápido crescimento e alta capacidade reprodutiva, características que favorecem a competição e frequentemente a supressão de espécies nativas. A espécie é reconhecida por suas folhas bipinadas, ramos inermes, inflorescências globosas, flores pentâmeras diplostêmones com filetes alvos, além de frutos do tipo legume, lineares e glabros, contendo sementes de testa dura com pleurograma aberto (Figura 6) (Reflora, s.d.).

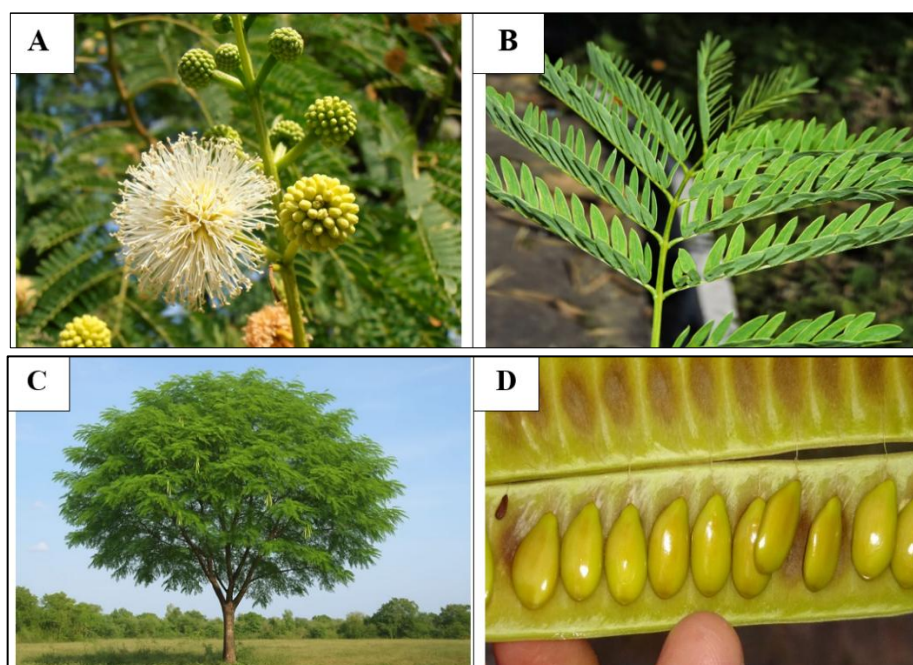




Figura 6: Caracterização morfológica da *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (A) inflorescência do tipo globosa com flores branca; (B) Folha composta bipinada; (C) indivíduo arbóreo; (D) sementes; (E) tronco; (F) frutos secos do tipo vagem.

Fonte: Rubens Teixeira e Queiroz, Barão Geraldo, Campinas, São Paulo.

A leucena é empregada na recuperação de áreas degradadas, na adubação verde e na produção de madeira e carvão vegetal, além de servir como sombreamento e quebra-vento (Oliveira, 2008). Contudo, seu principal destaque reside no uso como recurso alimentar para ruminantes e monogástricos (Almeida *et al.*, 2006; Arruda *et al.*, 2010).

2.6. Extrativos

Os extrativos presentes na casca de árvores compreendem um conjunto diversificado de substâncias químicas não estruturais produzidas pelo metabolismo secundário da planta. Esses compostos incluem, principalmente, taninos condensados, fenóis simples, terpenos, ácidos graxos, esteroides, resinas e ceras, os quais desempenham papéis essenciais na proteção e na adaptabilidade das espécies arbóreas. Em comparação com a madeira, a casca apresenta geralmente teores mais elevados de extrativos, uma vez que atua como a primeira barreira física e química contra fatores bióticos e abióticos, acumulando uma maior quantidade de metabólitos de defesa (Silva *et al.*, 2025).

Os extrativos exercem funções biológicas relevantes, como a proteção contra organismos fitopatogênicos e a atuação em processos metabólicos de células vivas (Pettersen, 1984; Klock; Andrade, 2013). Devido à sua diversidade química, apresentam grande potencial de aproveitamento industrial e biotecnológico, sendo aplicados como alternativas sustentáveis em acabamentos de superfícies de móveis, formulações farmacêuticas com ação anti-inflamatória e produtos cosméticos voltados à proteção contra a radiação solar (Andrade, 2015; Neves, 2019).

Quimicamente, os extrativos englobam várias classes de compostos não estruturais, como substâncias alifáticas, terpenos, terpenoides e compostos fenólicos. As substâncias alifáticas atuam como material de reserva, os terpenos e terpenoides desempenham funções de proteção e regulação fisiológica, enquanto os compostos fenólicos, encontrados sob a forma de taninos, flavonoides, lignanas e estilbenos, também contribuem para a defesa natural da madeira (Gomes, 2019).

2.7. Compostos bioativos e aleloquímicos

Os compostos bioativos são conhecidos como substâncias químicas que exercem efeitos biológicos em organismos vivos (Silva; Pinheiro, 2021). Esses compostos exercem influência sobre diferentes processos celulares e fisiológicos, podendo atuar na promoção da

saúde e na inibição de microrganismos. Por terem uma diversidade de compostos presente em seu sistema, as plantas possuem um grande potencial terapêutico e biotecnológico, que são de suma importância para o avanço da humanidade. Por meio da análise dos extrativos obtidos de diferentes espécies é possível identificar seus princípios ativos (Sant *et al.*, 2009; Barreiro; Fraga, 2014).

A alelopatia, termo derivado do grego *allelon* (um ao outro) e *pathos* (sofrimento), refere-se aos efeitos que substâncias liberadas por uma planta exercem sobre outra (Raven; Evert; Eichhorn, 1996). Esses compostos podem gerar tanto efeitos inibitórios quanto estimulantes, variando conforme sua concentração no ambiente (Rice, 1979).

As interferências alelopáticas resultam da ação de múltiplos aleloquímicos, compostos secundários presentes em diferentes partes da planta, como folhas, raízes e casca e produzidos ao longo de seu ciclo de vida. Quando liberados em quantidades adequadas, esses compostos podem provocar efeitos alelopáticos perceptíveis na germinação, no crescimento e no desenvolvimento de plantas estabelecidas, além de influenciar microrganismos (Carvalho, 1993).

2.8. Propagação vegetativa *in vitro*

Os tecidos vegetais cultivados *in vitro* podem apresentar diferentes comportamentos morfogênicos, resultando em variados processos de desenvolvimento. Entre os principais tipos de morfogênese observados nesse contexto está a organogênese (Flores *et al.*, 2007). O tipo e o sucesso desses processos dependem de diversos fatores, como a constituição genética da planta, a composição química do meio de cultura e o tipo de tecido utilizado como explante (Taiz *et al.*, 2017). A organogênese refere-se ao processo em que células ou explantes cultivados *in vitro* se diferenciam, formando órgãos vegetais bem definidos, como raízes, caules e folhas (Schinor *et al.*, 2006).

Para a introdução dos explantes em condições *in vitro* é necessário um rigoroso controle de assepsia, já que qualquer contaminação pode comprometer o desenvolvimento da cultura (Domini *et al.*, 2022). Por isso, é necessário fazer o uso de técnicas asséptica e a desinfestação adequada do material vegetal para manter a integridade do cultivo e a pureza do meio de cultura (Lameira *et al.*, 2000). No entanto, por ser uma etapa que resulta em altas perdas do material biológico se torna um dos principais desafios do processo de propagação *in vitro* (Xavier; Wendling; Silva, 2013).

O crescimento e a multiplicação do explante depende de um meio de cultura capaz de fornecer os nutrientes essenciais para o desenvolvimento do material vegetal. Sendo assim, o meio deve ser preparado de forma a oferecer o suporte necessário para a células de tecido vegetal (Caldas *et al.*, 1998). É necessário que a composição do meio seja cuidadosamente ajustada para atender às necessidades específicas de cada cultura, visto que, cada espécie e tipo de tecido apresentam exigências metabólicas próprias.

Extrativos vegetais, por reunirem diversos metabólitos secundários com atividade bioativa, podem atuar como moduladores do desenvolvimento em sistemas de cultivo *in vitro*. Quando adicionados ao meio de cultura, esses compostos têm potencial para favorecer a resposta morfogênica dos explantes, aumentando a emissão de brotações ou a taxa de estabelecimentos. Resultados experimentais mostram que baixas concentrações de extrativos podem promover efeitos positivos no crescimento *in vitro*, indicando que sua aplicação representa uma alternativa complementar aos reguladores sintéticos tradicionais (Souza *et al.*, 2025).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Coleta de dados

As espécies de Jurema-preta (3 indivíduos) e Sabiá (2 indivíduos) utilizados na pesquisa foram obtidas na Fazenda Milhã que está localizada no município de Poço da Pedra, Rio Grande do Norte (RN), Brasil situada nas seguintes coordenadas: 5°35'47.3"S 35°51'59.6"W (Figura 7). A propriedade possui uma área total de 1.132,78 hectares, sendo cerca de 60% composta por vegetação nativa do bioma da caatinga manejada de forma sustentável.

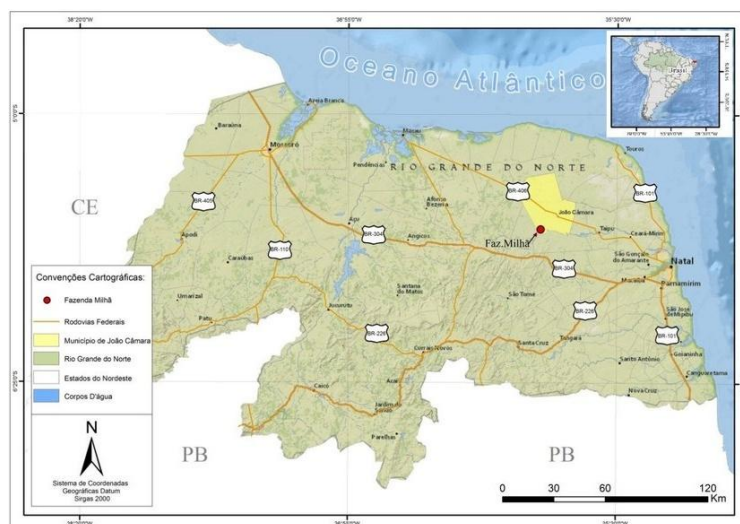


Figura 7: Mapa de localização da Fazenda Milhã.

Fonte: (SILVA *et al.*, 2020).

Os indivíduos selecionados foram seccionados em discos nas posições de 0% (base do tronco), 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial. Após a coleta, cada disco foi submetido à separação das frações anatômicas de madeira e casca, etapa necessária para o preparo das amostras. As etapas analíticas subsequentes foram conduzidas exclusivamente com a fração de casca, considerada o material de interesse para a caracterização química deste estudo.

3.2. Preparação dos extrativos

Para o preparo da casca isenta de extrativos, o material foi inicialmente submetido à trituração em moinho tipo Willey, visando à obtenção de partículas com distribuição granulométrica controlada. Posteriormente, o material foi fracionado por peneiramento mecânico, sendo selecionada exclusivamente a fração retida na peneira de 60 mesh, a qual atende aos requisitos de granulometria definidos para os procedimentos analíticos subsequentes.

Para a etapa de extração, foi adicionado 11g de amostra homogeneizada em cartucho de papel filtro e submetidos à extração sucessiva no aparelho Soxhlet (Figura 8), por um período de 12 horas, utilizando 250 mL de cada solvente na seguinte sequência: ciclo hexano, acetato de etila e metanol, estando de acordo com a polaridade dos extrativos. A determinação dos teores de extrativos, holocelulose e lignina seguiram o protocolo metodológico adaptado descrito por Abreu *et al.* (2006).

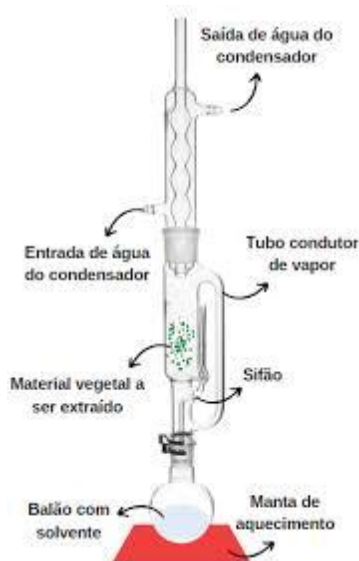


Figura 8: Equipamento Soxhlet convencional.

Fonte: Bioprospecção de plantas medicinais com potencial anticancerígeno no Brasil: caracterização e métodos de extração, *Revista Fitos*, 2022.

3.2.1. Teor de extrativo

Para quantificar o teor parcial de extrativo, após o processo no Soxhlet os solventes com os extrativos foram submetidos a separação por meio da pressão induzida no aparelho de evaporação rotativa, para a obtenção da solução concentrada de extrativo.

O extrativo concentrado foi alocado em um recipiente de vidro e levado à capela para a evaporação total dos solventes. Para obter o percentual parcial do teor dos extrativos foi utilizada a equação 1 e para os extrativos totais foi realizado o somatório dos teores dos extrativos totais como na equação 2:

$$TEp = \left(\frac{MFc - MFs}{MM} \right) \times 100$$

Equação 1 - Onde:

TEp = teor de extrativo parcial (%)

MFc = massa do frasco com extrativo (g)

MFs = massa do frasco sem extrativo (g)

MM = massa de madeira no cartucho antes do processo de extração (g).

$$TEt = TEch + TEae + TEmet$$

Equação 2 - Onde:

TEt = teor de extrativo total (%)

TEch = teor de extrativo obtido por ciclo hexano

TEae = teor de extrativo obtido por acetato de etila

TEmet = teor de extrativo obtido por metanol

3.2.2. Determinação de holocelulose por cloração

Com base na metodologia de Abreu *et al.* (2006) foi utilizada uma fração da casca livre de extrativo para o processo de determinação da holocelulose. Para o procedimento, foram transferidos 2,5 g do material absolutamente seco para um Erlenmeyer, ao qual se adicionaram 80 mL de água destilada, 0,5 mL de ácido acético e 1 g de clorito de sódio (NaClO_2). As

amostras foram mantidas em banho-maria a 70 °C, com o frasco coberto por placa de Petri, durante 6 h.

Ao longo do período de reação, em intervalos de 1 h, foram adicionados 0,5 mL de ácido acético e 1 g de clorito de sódio, promovendo a homogeneização da mistura com bastão de vidro a cada adição. Concluída a etapa de cloritização, as amostras permaneceram em repouso por aproximadamente 24 h, até completo resfriamento.

O resíduo obtido foi então submetido a lavagem a vácuo em cadinho previamente tarado, utilizando água destilada até a completa eliminação da coloração amarelada e do odor característico de cloro. Para finalizar o processo de lavagem, foi adicionado uma pequena quantidade de acetona, favorecendo a remoção de umidade residual. Em seguida, o material foi conduzido à estufa a 105 °C por 24 h, sendo posteriormente pesado para obtenção da massa final absolutamente seca. O teor de holocelulose foi determinado por meio da seguinte equação:

$$Th = \left(\frac{Mch - Mcv}{MMle} \right) \times 100$$

Equação 3 - Onde:

Th = teor de holocelulose (%)

Mch = massa do cadinho com holocelulose (g)

Mcv = massa do cadinho vazio (g)

MMle = massa de madeira livre de extrativos (g)

3.2.3. Lignina de klason (insolúvel)

Para a determinação da lignina de klason (insolúvel) foram usados 0,3g de amostra seca livre de extrativos em um tubo de ensaio e adicionado lentamente 3 mL de ácido sulfúrico (72%) agitando vagarosamente por 1 minuto com bastão de vidro até que estivessem completamente homogeneizadas, após o procedimento as amostras foram mantidas em repouso por aproximadamente 1h.

Ao término do tempo determinado o material foi transferido para um balão volumétrico com 84 mL de água destilada e levado para o refluxo por 4h. Para finalizar, o material foi filtrado em um cadinho previamente pesado sob vácuo com 500 mL de água destilada quente para limpar o excesso de ácido e retirar todo o resíduo possível restando somente a lignina no funil. Só então o funil foi levado para a estufa a 105°C por 24h (Abreu, 2006). Para obter o teor de lignina insolúvel foi utilizado a seguinte equação:

$$TLi = \left(\frac{McLi - Mcv}{MMle} \right) \times 100$$

Equação 4. Onde:

TLi = teor de lignina insolúvel (%)

McLi = massa do cadinho com lignina insolúvel (g)

Mcv = massa do cadinho vazio (g)

Mmle = massa de madeira livre de extrativos (g)

3.3. Prospeção fitoquímica

Para que fosse possível identificar os componentes acidentais que estão contidos na madeira e na casca de cada uma das espécies estudadas, foi realizada prospeções fitoquímicas com base nas metodologias de Costa *et al.* (1995), Matos (1997) e Rodrigues (2010). Foram

utilizados os extratos hidrofílicos (metanol) da madeira e da casca das espécies jurema-preta e Sabiá completamente secos. Todos os testes foram realizados em forma de duplicata.

Foi utilizada uma pequena quantidade do extrativo seco para um Becker de 25mL e adicionado 10 mL de metanol e levado a placa aquecedora para diluir o extrativo.

3.3.1. Extratos hidrofílicos

3.3.1.1. Determinação de fenóis e taninos

Para realizar esse teste, foi preparada uma solução a partir do extrato hidrofílico, e adicionando 2 mL desta solução em um tubo de ensaio, em seguida foram acrescentados 2 mL de água destilada e 3 gotas de FeCl_3 (Cloreto de ferro). A presença de precipitados indica positivo para taninos e fenóis, o surgimento de precipitado com coloração vermelha indica positivo para a presença de fenóis, já as de coloração azul indicam presença de taninos pirogálicos e os precipitados de cor verde são indicativos de taninos condensados.

3.3.1.2. Determinação de antocianinas, antocianidinas e flavonoides

Neste processo foi adicionado 2 mL da solução preparada com extrato hidrofílico, em 3 tubos de ensaios separadamente, sendo cada um deles referentes a pH 3, pH 8,5 e pH 11. Para um resultado positivo deve-se observar o surgimento das seguintes cores, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Cores das reações do extrato hidrofílico para identificação de antocianinas, antocianidinas, flavonas, flavonóis, xantonas, chalconas, auronas e flavanonóis.

Constituintes	pH 3	pH 8,5	pH 11
Antocianinas e antocianidinas	Vermelho	Lilás	Azul
Flavonas, flavanóis e xantonas	-	-	Amarelo
Chalconas e auronas	Vermelho	-	Vermelho púrpura
Flavanonóis	-	-	Vermelho laranja

3.3.1.3. Determinação de leucoantocianidinas, catequinas e flavonas

Neste teste colocou 2 mL da solução preparada por meio do extrativo hidrofílico em dois tubos de ensaio, sendo adicionado de 2 a 5 mL de HCL (ácido clorídrico) para obter pH 1 – 3 em um dos tubos e de 2 a 5 mL de NaOH (hidróxido de sódio) para obtenção de pH 11 no outro tubo. Após o preparo, os tubos de ensaio foram aquecidos em banho maria por meio de uma placa aquecedora, até que fosse observado as cores apresentadas na Tabela 2:

Tabela 2: Cores das reações do extrato hidrofílico para identificação de leucoantocianidinas, catequinas e flavonas.

Constituintes	pH 3	pH 11
Leucoantocianidinas	Vermelho	-
Catequinas	Pardo amarelo	-
Flavanonas	-	Vermelho laranja

3.3.1.4. Determinação de flavonóis, flavanonas, flavanonois e xantonas (teste de shinoda)

No teste de Shinoda também foram utilizados 2 mL da solução já preparado do extrativo hidrofílico em um tubo de ensaio, em seguida foi adicionado pequenas tiras de fita de magnésio (picada) e 0,5 mL de HCl concentrado, nesta ordem. Para se obter o resultado esperado foi aquecido em banho maria, sendo positivo com o surgimento de coloração avermelhada.

3.3.1.5. Determinação de esteroides e triterpenoides (teste de libermann-burchard)

Nesse teste foi necessário fazer uma nova extração da solução preparada por meio do extrato hidrofílico. Para isso, 2 mL da solução preparada anteriormente foi depositada em um funil contendo papel filtro e lavada com aproximadamente 10 mL de clorofórmio, despejando-os em um balão volumétrico, em seguida foi adicionado 1 mL de anidrido acético no funil. Feita a extração foram adicionadas 3 gotas de H₂SO₄ (ácido sulfúrico) concentrado. Para resultado ser positivo ocorre o aparecimento de coloração azul seguida de verde para esteroides livre e com pardo avermelhada para triterpenóidespentacíclicos livres.

3.3.1.6. Teste de saponinas

Para a determinação de presença de saponinas, foi adicionado 2 mL da solução preparada com metanol em um tubo de ensaio e acrescentado 2 mL de água destilada e agitou vigorosamente com a mão por 2 minutos. É confirmado como positivo quando ocorre o aparecimento de espuma persistente.

3.3.1.7. Determinação de alcaloides

Em 2 mL da solução preparada com extrato hidrofílico foi acrescentado NH₄OH (hidróxido de amônio) concentrado até que fosse atingido pH 11. Em seguida foi feito a separação da fase aquosa da fase orgânica com o auxílio de um funil. Para isso, foi utilizado 5, 3 e 2 mL mistura de éter e clorofórmio (3:1), após a cada adição a solução foi misturada com auxílio de um bastão de vidro e a fase aquosa removida para um Erlenmeyer. Após essa separação foram adicionados 10 mL de HCL 0,1 (pH 2) no funil e separado novamente a fase orgânica, a solução aquosa ácida restante foi separada em dois tubos de ensaio, onde em um deles adicionou-se 3 gotas de reagente Mayer e no outro 3 gotas de Dragendorff. A presença de precipitado floculoso é indicativo positivo para alcaloides.

3.4. Avaliação do crescimento de *Leucaena leucocephala*

Para o preparo do meio utilizado na inoculação dos explantes e sementes de leucena, foi empregado o meio de cultura MS (Murashige; Skoog, 1962) com 0,1 g L⁻¹ de mio-inositol, 0,8 g L⁻¹ de PVP, 20 g L⁻¹ de sacarose e 6,5 g L⁻¹ de ágar, ajustando-se o pH para 5,7 ± 0,1. A esse meio foram adicionados os extratos hidrofílicos (metanólicos) das cascas de jurema-preta e sabiá nas concentrações de 0; 0,05; 0,1; 0,5; 1,0 e 2,0 mg L⁻¹.

Antes da utilização, todos os frascos contendo 30 mL do meio foram esterilizados em autoclave a 120 °C, por 20 min, sob pressão de 1 atm garantindo completa assepsia do material. As sementes de leucena utilizadas neste estudo foram fornecidas pelo Laboratório de Biologia Reprodutiva e Conservação de Espécies Arbóreas (LACON), vinculado ao Departamento de

Silvicultura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Os materiais vegetais empregados consistiram em segmentos nodais obtidos de plântulas de leucena germinadas *in vitro* e em sementes previamente submetidas a desinfestação química, realizada com ácido sulfúrico (98%) por 10 minutos.

Foram conduzidos quatro experimentos, destinados a avaliar o efeito dos extrativos de duas espécies arbóreas, sabiá e jurema-reta sobre dois tipos de material vegetal de leucena (sementes e segmentos nodais). Em todos os experimentos adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, composto por seis tratamentos (diferentes concentrações dos extrativos) e cinco repetições, utilizando-se um segmento nodal ou uma semente por frasco de cultivo.

Aos 26 dias de cultivo, foram avaliadas as características de germinação, queda de folhas, vigor e comprimento da raiz nos testes realizados com sementes no meio de cultura com extrativos de sabiá e jurema-preta, e para os testes onde foram utilizados segmentos nodais avaliou-se as características de queda de folha, vigor, enraizamento, calo e altura. Para o teste submetidos ao extrato de jurema-preta utilizando-se segmentos nodais, a avaliação foi realizada aos 47 dias, em razão do desenvolvimento diferenciado observado durante o cultivo.

3.4.1. Análise de dados

A análise estatística foi conduzida no software R. Para cada variável, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando as seis concentrações do extrato como tratamentos. A significância foi verificada pelo teste F a 5% de probabilidade.

Quando a ANOVA indicou efeito significativo, procedeu-se à análise de regressão, testando modelos lineares e quadráticos. A escolha do modelo foi baseada na significância dos coeficientes, no teste de desvios da regressão e no coeficiente de determinação (R^2). Para as variáveis sem efeito significativo, as interpretações foram realizadas com base nas médias dos tratamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização química quantitativa da casca de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir

A casca de jurema-preta apresentou teores médios de 22,95%, 49,71% e 24,11% de extrativos totais, holocelulose e lignina, respectivamente (Tabela 3) (Figura 9).

Tabela 3: Caracterização química da espécie *M. Tenuiflora* (jurema-preta). Teores de lignina, holocelulose e extrativos por peso de madeira seca.

Espécie	<i>Mimosa Tenuiflora</i>
Indivíduos	Média
Lignina	24,11%
Holocelulose	49,71%
Extrativos Apolares	0,81%
Extrativos intermediários	1,84%
Extrativos polares	20,30%
Extrativos Totais	22,95%
Soma	96,78%

A quantidade e a presença desses compostos químicos são fortemente influenciadas por diferentes fatores, como a idade do indivíduo, condições bióticas e abióticas, a parte específica da árvore (casca, madeira, folha) e sua reação quanto a pragas e doenças (Kilulyaa *et al.*, 2014)

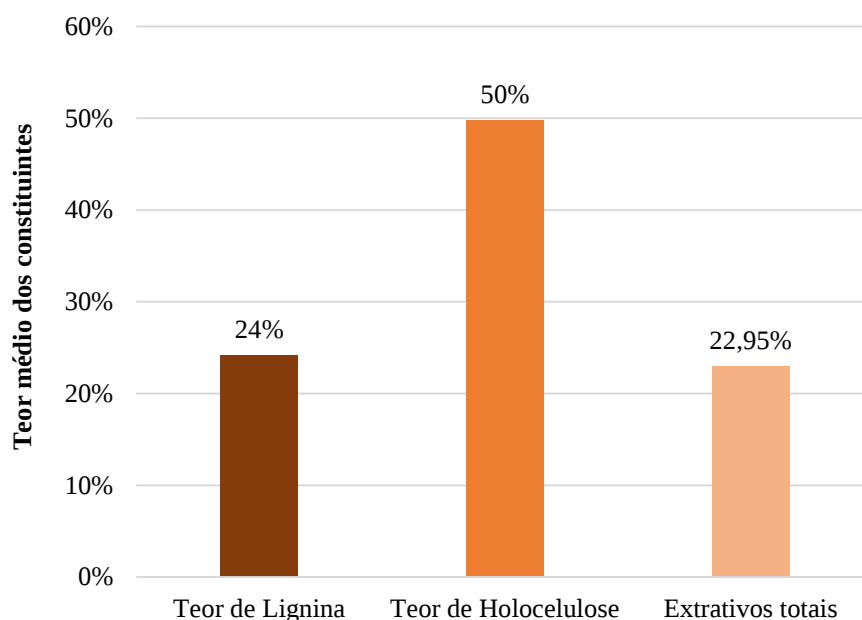


Figura 9: Médias dos componentes químicos quantitativos em *Mimosa tenuiflora* (will) Poir.
Fonte: Autor (2025).

Foi obtido uma média de 24% de lignina insolúvel da casca de jurema-preta de todos os indivíduos, indicando que a casca possui uma composição rica nesse polímero estrutural. Estudos recentes, confirmaram a presença significativa de lignina na casca seca de jurema-preta, sendo identificados cerca de 12,2% deste composto, evidenciando que variações metodológicas, ambientais ou o estágio de desenvolvimento da planta podem influenciar os valores obtidos (Hernandes *et al.*, 2021).

A casca de indivíduos arbóreos é caracterizada pela elevada presença de lignina, componente fundamental na estruturação e proteção dos tecidos externos. Por possuir uma arquitetura aromática altamente ramificada, a lignina confere à casca maior resistência mecânica, impermeabilidade e estabilidade térmica, atributos essenciais para a defesa contra estresses ambientais e agentes bióticos. Em função dessa estrutura complexa, a casca tende a apresentar maior resistência à degradação e maior proporção de compostos fenólicos quando comparada ao lenho, refletindo seu papel como primeira barreira física e química da planta.

Essa composição lignificada, aliada à presença de taninos e outros extrativos, torna a casca um material quimicamente mais heterogêneo e estruturalmente mais robusto (Brebú; Vasile, 2010; Börcsök; Pásztor, 2020).

A holocelulose, por sua vez, corresponde ao conjunto de polissacarídeos estruturais presentes na biomassa vegetal, englobando celulose e hemiceluloses, que juntas representam de 50% a 70% da composição de cascas de espécies arbóreas da Caatinga, incluindo jurema-preta (Sjöström, 1993). Nos testes realizados, a casca de jurema-preta apresentou um teor de 50% de holocelulose, valor compatível com a faixa observada em outras espécies lignocelulósicas da região (Rowell *et al.*, 2005). Esses componentes formam a matriz fibrosa que confere resistência, flexibilidade e integridade estrutural aos tecidos vegetais. A celulose, geralmente presente entre 25% e 40%, possui elevada cristalinidade e estabilidade dimensional, enquanto as hemiceluloses, variando entre 15% e 30%, apresentam estrutura amorfa e maior reatividade química, contribuindo para a coesão entre microfibrilas e para a interação com

lignina (Fengel; Wegener, 1989). Dessa forma, a holocelulose constitui a fração mais significativa da biomassa lignocelulósica da casca, influenciando propriedades físicas e químicas, como higroscopicidade, resistência mecânica e estabilidade térmica (Sjöström, 1993; Rowell *et al.*, 2005).

Embora normalmente representem uma fração menor em peso, geralmente entre 2% e 4%, nos testes realizados a casca de jurema-preta apresentou um teor de 22,95% de extrativos, indicando uma concentração particularmente elevada desses compostos. Essa abundância reforça suas funções essenciais de defesa contra herbívoros, patógenos e radiação UV, além de influenciar propriedades físico-químicas da casca, como solubilidade, higroscopicidade e comportamento térmico. A presença significativa desses extrativos também amplia o potencial para aplicações industriais, incluindo a produção de bioativos, aditivos, corantes naturais e adesivos (Rowell *et al.*, 2005; Fengel; Wegener, 1989; Klock; Andrade, 2013).

4.2. Caracterização química quantitativa da casca de *Mimosa caesalpinifolia* Benth

A casca de sabiá apresentou teores médios de 14,49%, 56,94% e 18,17% de extrativos totais, holocelulose e lignina, respectivamente (Tabela 4) (Figura 10).

Tabela 4: Caracterização química da espécie *M. Caesalpinifolia* (sabiá). Teores de lignina, holocelulose e extrativos por peso de madeira seca.

Espécie	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>
Indivíduos	Média
Lignina	18,17%
Holocelulose	56,94%
Extrativos Apolares	0,90%
Extrativos intermediários	1,24%
Extrativos polares	12,34%
Extrativos Totais	14,49%
Soma	89,59%

A casca do sabiá revelou níveis médios de 14,49% de extrativos totais, o que coincide com a quantidade observada em espécies arbóreas tropicais (Gonçalves; Lelis, 2001). A porcentagem obtida aponta para um elevado teor de extrativos na casca, o que é consistente com registros na literatura sobre a presença de compostos fenólicos, taninos condensados e triterpenos em espécies arbóreas típicas da Caatinga que registram teores na casca entre 10% e 11% (Silva *et al.*, 2017). Esses metabólitos secundários são amplamente descritos como componentes associados a mecanismos de defesa e proteção vegetal (Fengel; Wegener, 1989; Pellow; Cutler, 1990). Em cascas de Fabaceae, os extrativos frequentemente superam 10% da massa seca, por causa da grande síntese de compostos bioativos que estão relacionados à resistência estrutural e proteção (Monteiro *et al.*, 2005), o que sustenta os resultados obtidos.

O teor de holocelulose (56,94%) achado está de acordo com o esperado pra materiais de casca, que tipicamente demonstram menor holocelulose se comparados à madeira. Além disso, estudos indicam que cascas de espécies tropicais exibem holocelulose que variam entre 45 e 65 %, por causa do aumento de extrativos e componentes não estruturais (Rowell, 2012; Pandey; Pitman, 2003).

Em relação ao teor de lignina (18,17%) (Figura 10 e tabela 4) para espécie estudada, pode-se verificar que o resultado se aproxima ao reportado para espécies arbóreas tropicais, que costuma variar entre 20% e 30% (Fengel; Wegener, 1984; Pandey; Pitman, 2003). Embora

ligeiramente inferior ao limite inferior desse intervalo, o valor encontrado permanece compatível com a variabilidade natural observada para lignina em espécies tropicais.

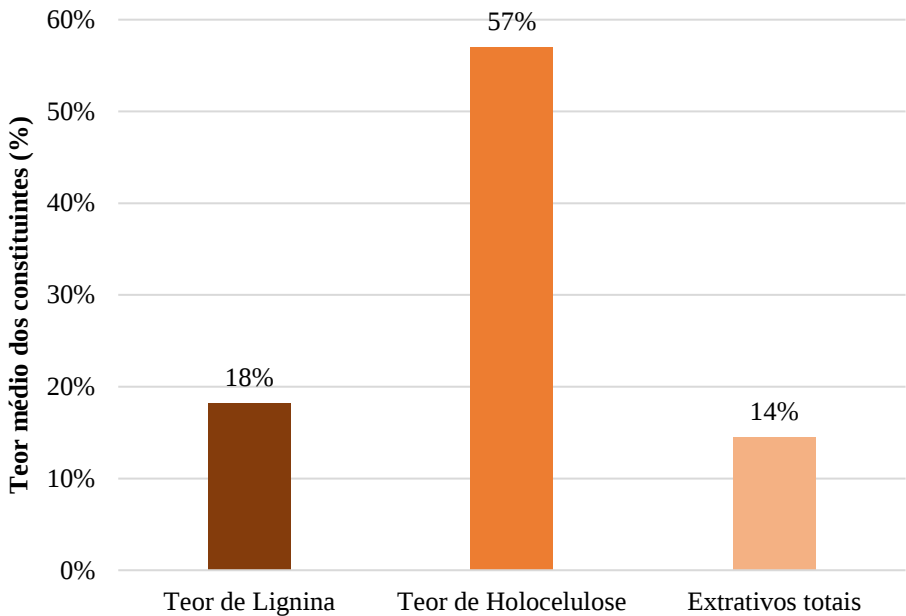


Figura 10: Médias dos componentes químicos quantitativos em *Mimosa caesalpiniiifolia*. Fonte: Autoria própria (2025).

4.3. Caracterização química qualitativa

4.3.1. Teste hidrofílico

Para determinar a classe de metabólitos secundários presentes na casca de jurema-preta e sabiá o extrato hidrofílico (metanol) foi submetido a testes de prospecção fitoquímica, apresentando resultado positivo para os compostos apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Classes das substâncias presentes nos testes realizados com o extrato hidrofílico de *Minosa tenuiflora* e *Mimosa caesalpinifolia*

Compostos	<i>M. tenuiflora</i>	<i>M. caesalpiniiifolia</i>
Alcaloides	✓	✓
Taninos	✓	✓
Fenóis	✓	✓
Antocianinas e Antocianidinas	-	✓
Flavonas, Flavonóis, Xantonas	-	-
Chalconas e Auronas	-	-
Flavanonóis	✓	✓
Leucoantocianidinas	✓	✓
Catequinas	-	-
Flavanonas	✓	✓
Flavonóis, Flavanonas, Flavanonóis e Xantonas	✓	✓
Esteróides	-	-
Triterpenóides	✓	✓
Saponinas	-	-
Resinas	-	-

Legenda: Presença (✓); Ausência (-)

Com os dados obtidos por meio das análises fitoquímicas, pode-se observar a ocorrência de alcaloides, compostos fenólicos e triterpenóides em todos os extratos hidrofílicos (casca) das espécies de jurema-preta e sabiá.

Os testes realizados para identificar a presença de alcaloides em ambas as espécies estudadas, obteve resultado positivo com a presença de precipitado floculoso por meio da reação com o reagente de Dragendoff (Figura 11). Segundo Oliveira *et al.* (2009) os alcaloides estão presentes em aproximadamente 20% das plantas que conhecemos, sendo uma classe do metabolismo secundário que ganha notoriedade por ter efeito no metabolismo nervoso central, atuando como venenos ou alucinógenos, podendo ser encontradas em diferentes partes da planta. Em algumas plantas eles atuam em casos de ataque de pragas e doenças, servindo também como anestésico, analgésico, antitérmicos, antifúngicos entre outros (Barbosa-Filho *et al.*, 2006).

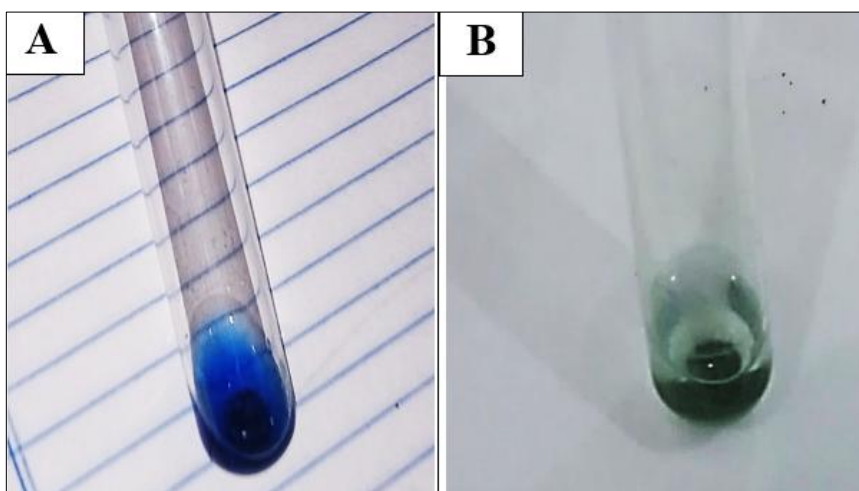


Figura 11: Formação de precipitado floculoso positivo para alcalóides. (A) *Mimosa tenuiflora*; (B) *Mimosa caesalpinhiifolia*.

Fonte: Autoria própria (2025).

A presença de taninos condensados nas cascas da jurema-preta e do sabiá (Figura 12) evidencia o potencial bioativo dessas espécies. Esses compostos polifenólicos são reconhecidos por apresentarem propriedades antioxidantes, interação com proteínas estruturais e atividade antimicrobiana, características amplamente discutidas em estudos sobre espécies nativas do semiárido brasileiro (Beelen *et al.*, 2011).

No caso da jurema-preta, a concentração de taninos condensados na casca varia conforme a fenofase da planta, mantendo níveis mais elevados durante a vegetação ativa, o que reforça seu potencial como fonte fitoquímica para aplicações industriais e farmacológicas (Azevêdo *et al.*, 2017). Além disso, a qualidade desses taninos já vem sendo explorada para a produção de adesivos tanino-formaldeído, demonstrando a aplicabilidade tecnológica do extrato da casca (Azevêdo *et al.*, 2015).

Para o sabiá, pesquisas mostram que sua casca apresenta teor significativo de taninos condensados, podendo alcançar valores superiores a 8% dependendo da idade e do manejo da planta, reforçando o potencial dessa espécie como fonte de compostos fenólicos condensados (Silva *et al.*, 2024).

Por se tratarem de compostos aromáticos os taninos condensados possuem uma ampla aplicação industrial, e são comumente utilizados para curtimentos de couros e para o tratamento de água, por meio da fabricação de polímeros, resinas, agentes floculantes ou coagulantes além de serem responsáveis pelo sabor adstringente de vinhos, chás, sucos e diversos outros tipos de bebidas (Hemingway; Karchesy; Branham, 1989; Cala *et al.*, 2011; Ferrari; Pacheco, 2015).

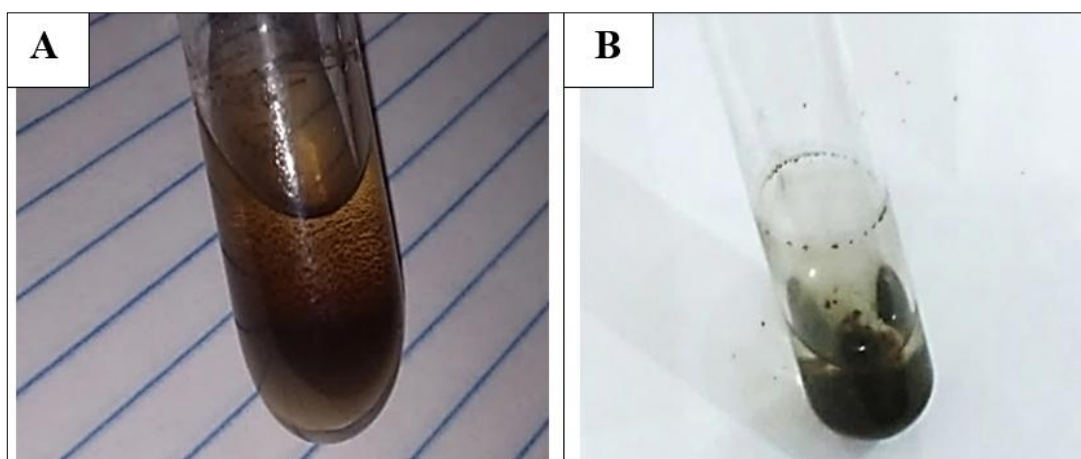


Figura 12: Precipitado de coloração verde positivo para taninos condensados. (A) *Mimosa tenuiflora*; (B) *Mimosa caesalpiniiifolia*.
Fonte: Autoria própria (2025).

A presença de triterpenoides pentacíclicos livres foi identificada por meio de pigmentação parda-avermelhada para ambas as espécies (Figura 13). O triterpeno ocorre em diversas folhosas encontradas em climas tropicais e temperados, sendo específico em determinadas espécies (Santos, 2017). A presença de triterpenos nas espécies estudadas é um indicativo da importância que estas podem apresentar para o mercado farmacêutico, visto que, plantas que possuem triterpenoides em sua composição podem ser empregadas como fontes terapêuticas alternativas, já que esses metabólitos quando isolados das plantas tem ação anti-inflamatória, efeitos sedativos, antialérgico, antioxidante entre outros (Silva *et al.*, 2020).

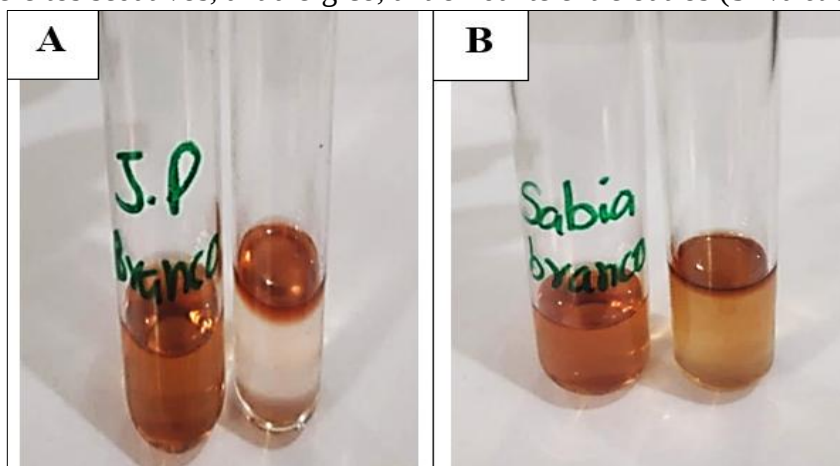


Figura 13: Teste positivo para triterpenoides. (A) *Mimosa tenuiflora*; (B) *Mimosa caesalpiniiifolia*.
Fonte: Autor (2025).

Ao realizar o teste para flavonóis, flavanonas, flavanonóis e xantonas (teste de Shinoda), foi obtido resultado positivo em ambas as espécies (casca), com a ocorrência de coloração avermelhada (Figura 14). Os flavonoides desempenham diferentes funções nas plantas como, proteção contra insetos, radiação solar, herbívora, e também atuam como agentes polinizadores, entre diversas outras empregabilidades. Sua importância biológica se dá por meio de atividades

terapêuticas que estão associadas a atividades anti-inflamatórias, antivirais, cicatrizantes (Araujo, 2008).

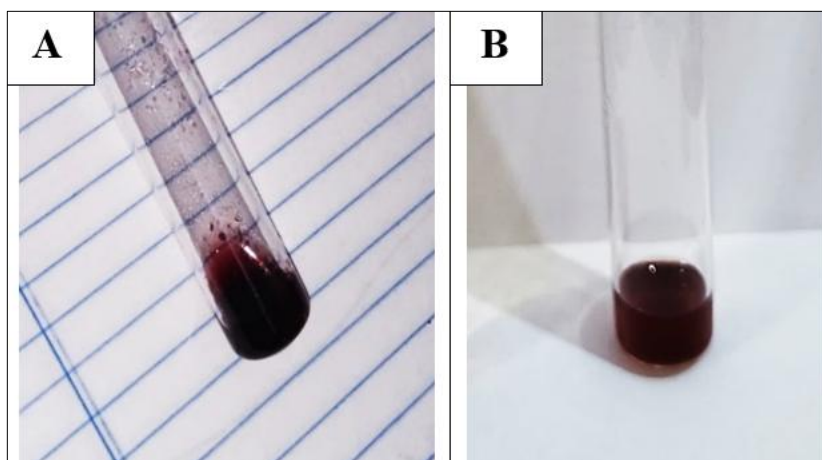


Figura 14: Resultado positivo para flavonóis, flavanonas, flavanonóis e xantonas. (A) *Mimosa tenuiflora*; (B) *Mimosa caesalpiniiifolia*.

Fonte: Autoria própria (2025).

Os resultados obtidos indicaram resposta positiva para a presença de leucoantocianidinas (Figura 15), compostos que pertencem à classe dos flavonoides e são precursores dos taninos condensados (proantocianidinas). As leucoantocianidinas apresentam ação antioxidante de natureza hidrossolúvel, o que as torna eficazes na neutralização de radicais livres (Souza, 2021). Algumas pesquisas indicam que sua atividade pode superar a da vitamina E (Aguiar *et al.*, 2022). Além disso, esses compostos têm sido investigados por seus potenciais efeitos anticâncerígenos e efeitos antidiabéticos e anti-inflamatórios (Farias; Araujo, 2023; Bellucci *et al.*, 2023).

Durante a avaliação fitoquímica, também se identificaram flavanonas nos extratos analisados (Figura 16), indicando a presença de diferentes subclasses de flavonoides com potencial farmacológico. Em outras espécies, a ocorrência de leucoantocianidinas e flavanonas tem sido associada a efeitos gastroprotetores e imunomoduladores; no caso da jurema-preta, estudos apontam que as leucoantocianidinas presentes em sua entrecasca contribuem significativamente para atividades antioxidantes, antimicrobianas e gastroprotetoras (Rodrigues, 2017). Além disso, flavonoides dessa classe apresentam reconhecida ação anti-helmíntica. Uma investigação conduzida com raízes de *Andira anthelmia* demonstrou que flavonoides isolados exibem atividade vermífuga expressiva, reforçando a importância farmacológica desses metabólitos na defesa vegetal e em aplicações terapêuticas (Silva *et al.*, 2008).

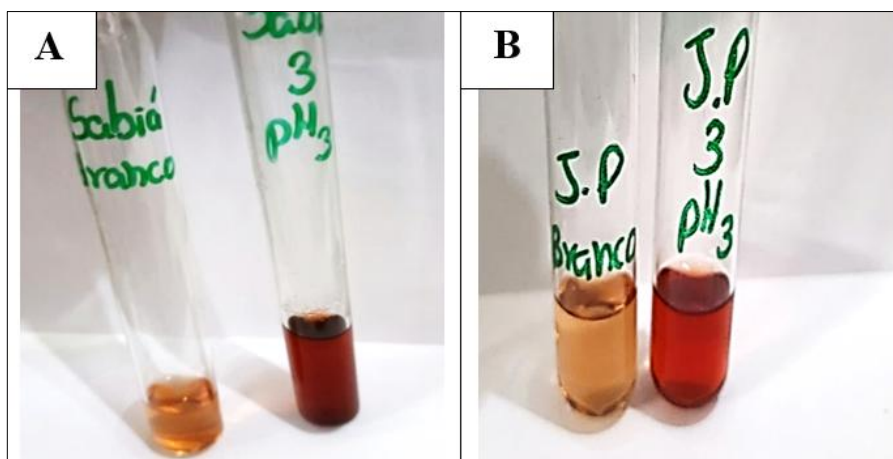


Figura 15: Coloração característica vermelha positivo para leucoantocianidinas. (A) *Mimosa caesalpiniiifolia*; (B) *Mimosa tenuiflora*.

Fonte: Autoria própria (2025).

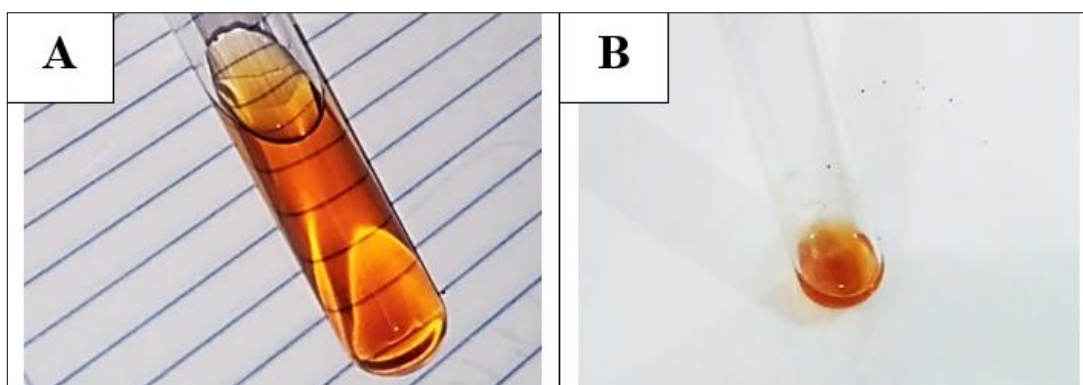


Figura 16: Coloração característica laranja positivo para flavanonas. (A) *Mimosa tenuiflora*; (B) *Mimosa caesalpiniiifolia*.

Fonte: Autoria própria (2025).

A reação obtida no ensaio alcalino em pH 11 evidenciou uma intensificação característica da coloração (Figura 17), indicando resultado positivo para a presença de flavanonóis, subclasse pertencente ao grupo dos flavonoides. De acordo com Bezerra *et al.* (2011) foi identificado a presença de flavanóis, flavanonas e flavanonóis e xantanas nos extratos etanólicos de diferentes partes de jurema-preta incluído a casca, correlacionando esses componentes com atividades microbianas *in vitro* observada. Da mesma forma, Cavalcanti, Neto e Almeida (2017) fracionaram o extrato de jurema-preta e identificaram uma fração antimicrobiana rica em flavonoides, reforçando o papel dessas moléculas na ação terapêutica da planta.

Além disso, os flavonoides isolados de jurema-preta incluindo sakuranetin (uma flavanona) e flavonóis identificados por espectroscopia, apresentaram atividade anti-inflamatória e analgésica em modelos animais, conforme relatado por Piracicaba *et al.* (2013), o que sustenta a relevância farmacológica desses compostos.

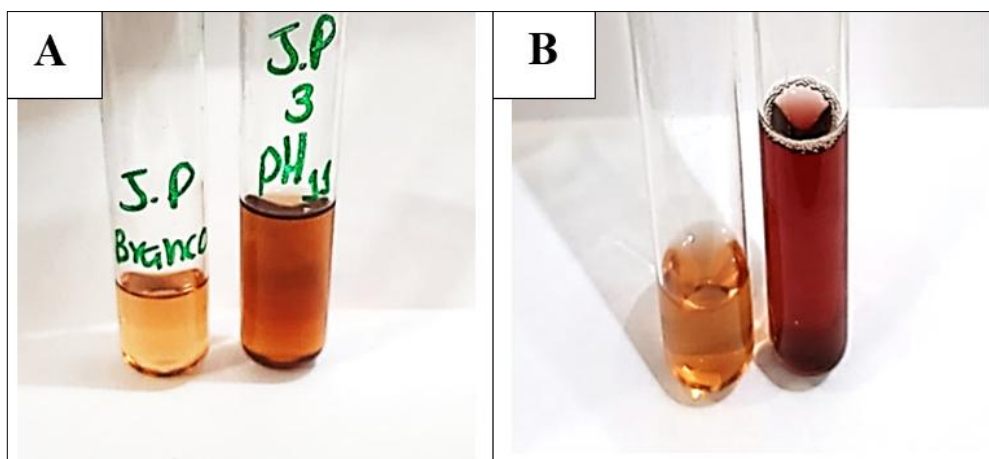


Figura 17: Coloração positivo para flavanonóis. (A) *Mimosa tenuiflora*; (B) *Mimosa caesalpinifolia*.
Fonte: Autoria própria (2025).

Vários estudos recentes apontam que a casca de sabiá possui um perfil fitoquímico rico em compostos fenólicos, como a antocianinas e antocianidinas (Figura 18). Em análise fitoquímica de diversos extratos da planta, Oliveira *et al.* (2020) identificaram a presença desses metabólitos juntamente com taninos e catequinas, o que reforça seu potencial antioxidante. Em testes *in vitro*, extratos da casca exibiram potente atividade de captação de radicais livres, sugerindo que esses pigmentos funcionam como agentes antioxidantes eficazes (Silva *et al.*, 2012).

Além disso, estudos físicos químicos na casca de sabiá demonstraram um elevado teor de compostos fenólicos totais e taninos condensados, proporcionando suporte adicional para a presença de flavonoides bioativos (Silva; Souza; Paiva, 2024; Leisiani, 2014). Esses metabólitos não apenas neutralizam espécies reativas de oxigênio, mas também contribuem para outras atividades biológicas, como ação anti-inflamatória e proteção contra estresses bióticos, o que corrobora os usos tradicionais desta espécie em práticas medicinais.



Figura 18: Coloração positivo para antocianinas e antocianidinas em *Mimosa caelsapiniifolia*.
Fonte: Autoria própria (2025).

4.4. Avaliação do crescimento *in vitro* de *Leucaena leucocephala*

4.4.1. Germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* em extrato de jurema-preta

A germinação das sementes não apresentou diferença estatística entre os tratamentos contendo diferentes concentrações do extrativo, com 100% de germinação em todos os níveis ($p > 0,05$). De maneira semelhante, o vigor das plântulas e o comprimento de raízes não foram influenciados significativamente pelos tratamentos, indicando que o extrativo, nas concentrações avaliadas, não interferiu nesses parâmetros fisiológicos.

Tabela 6: Resultado da análise de variância para as variáveis germinação, vigor e comprimento das raízes a partir de sementes de *Leucaena leucocephala* inoculadas *in vitro* em função das diferentes concentrações do extrato metanol de jurema-preta, 26 dias após a inoculação.

	Variável	P	CV (%)
Tratamento com extrato de jurema-preta	Vigor	0.1227	39.68 %
	Germinação	0.60177	0%
	Raiz (cm)	0.10661	41.74 %
	Queda de Folhas	0.00132	59.39 %

Legenda: Valor de probabilidade obtido no teste estatístico (P); Coeficiente de Variação (CV)

Entretanto, observou-se diferença significativa para o parâmetro queda de folhas, com ajuste a um modelo quadrático ($R^2 = 0,57$). A queda aumentou progressivamente com a elevação da concentração do extrativo, sobretudo nas concentrações mais altas (Figura 19).

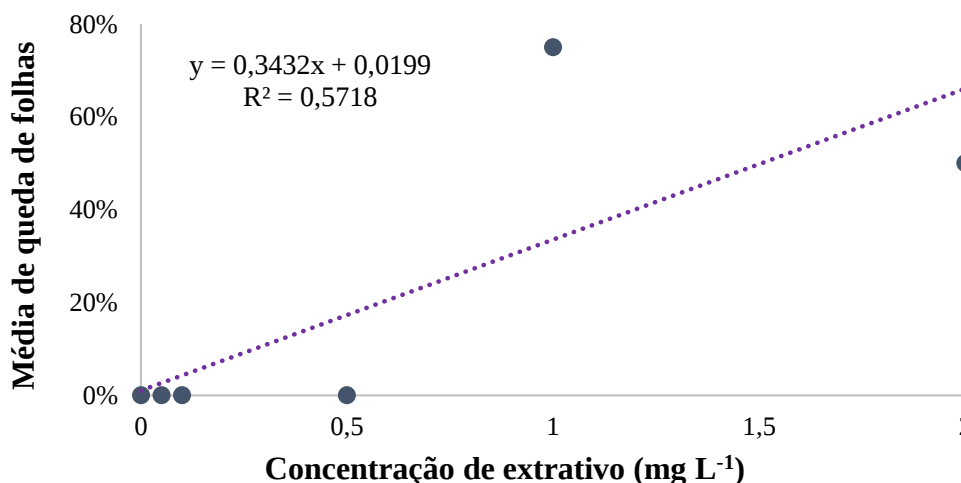


Figura 19: Média de queda de folhas em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de jurema-preta no cultivo *in vitro* de sementes de *Leucaena leucocephala*, aos 26 dias após a inoculação.

A ausência de efeitos sobre germinação, vigor e comprimento de raízes sugere que o extrativo não apresenta toxicidade inicial suficiente para comprometer o estabelecimento das plântulas de *Leucaena leucocephala*, comportamento semelhante ao relatado em estudos onde compostos aleloquímicos não interferem nas etapas germinativas, mas passam a afetar o crescimento após a emergência (Wu; An; Tang, 1998). Porém, o aumento significativo da queda de folhas nas maiores concentrações indica uma possível resposta fisiológica tardia ao estresse químico, possivelmente relacionada à sensibilidade de tecidos foliares a compostos fenólicos

ou outros metabólitos presentes no extrativo (Li *et al.*, 2010). Esse comportamento reforça a necessidade de monitoramento das respostas pós-germinação, pois efeitos subletais podem comprometer o desenvolvimento inicial, mesmo quando a germinação não é afetada, reforçando a importância de monitorar respostas em estágios posteriores do crescimento (Shankar *et al.*, 2014).

4.4.2. Crescimento de segmentos nodais de *Leucaena leucocephala* em extrato de jurema-preta

Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos ($p > 0,05$) para os explantes nodais cultivados *in vitro*, para os parâmetros avaliados (queda de folhas, vigor, brotações, enraizamento, presença de calo, altura) (Tabela 7).

Tabela 7: Resultado da análise de variância para as variáveis de queda de folhas, vigor, brotações, enraizamento, presença de calo, altura a partir de sementes de *Leucaena leucocephala* inoculados *in vitro* em função das diferentes concentrações do extrato metanol de jurema-preta, 26 dias após a inoculação.

Tratamento com extrato de jurema-preta	Variável	P	CV (%)
	Queda de folhas	0.16523	56.52 %
	Vigor	0.91004	37.71 %
	Brotação	0.74683	94.82 %
	Calo	0.17783	62.53 %
	Raiz (cm)	0.54797	99.88 %
	Calo	0.17783	62.53 %
	Altura (cm)	0.71233	44.82 %

Legenda: Valor de probabilidade obtido no teste estatístico (P); Coeficiente de Variação (CV)

Foi obtido uma média geral de enraizamento dos explantes de 53%. Entretanto, ocorreu uma variação de acordo com a concentração do extrativo, onde, os meios com concentração de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ apresentaram uma taxa de 100% de enraizamento, esse resultado demonstra que extratos metanólicos têm potencial para influenciar respostas morfológicas de explantes, reforçando sua possível aplicação em protocolos de micropropagação, alterando características como número e comprimento de raízes (Alves *et al.*, 2007). Em contrapartida nas concentrações mais elevada $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ observou-se uma taxa de 25%, indicando possível efeito inibitório em concentrações mais elevadas (Figura 20).

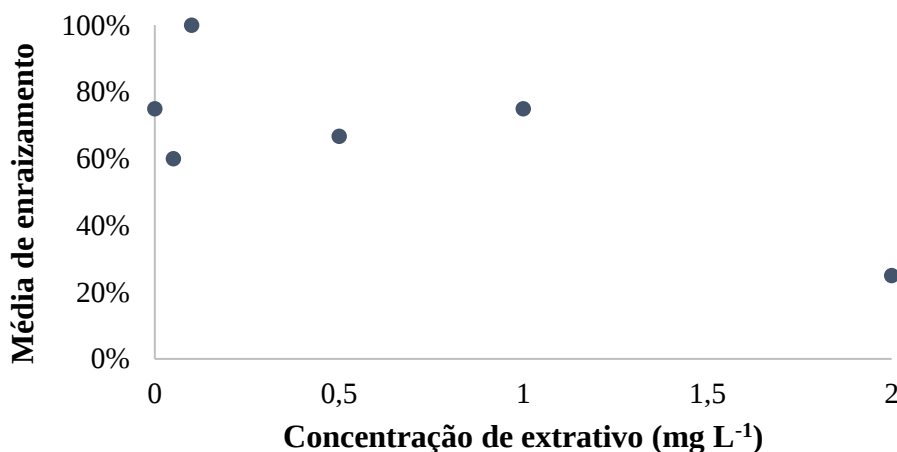


Figura 20: Média do enraizamento em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de jurema-preta no cultivo *in vitro* de segmentos nodais de *Leucaena leucocephala* aos 47 dias após a inoculação.

A ausência de diferenças estatísticas sugeriu que o extrativo não afetou de forma consistente o desenvolvimento *in vitro* dos segmentos, o que é comum em experimentos com materiais de origem seminal, nos quais a variabilidade genética pode aumentar a dispersão dos dados e reduzir a sensibilidade estatística (Kaeppler; Phillips, 2011). Na ausência de extrativos, a formação de calo foi observada em apenas 25% dos explantes. Quanto nas concentrações de 0,5 e 2,0 mg L⁻¹, todos os explantes apresentaram formação de calo, o que indicou uma possível indução de respostas de cicatrização ou estresse fisiológico, fenômeno amplamente relatado em culturas de tecidos quando compostos bioativos ou reguladores influenciam a via de diferenciação celular (Shankar *et al.*, 2014; Ahmad *et al.*, 2022).

Além disso, no que se refere ao número de brotações, observou-se que, na ausência do extrativo, os explantes apresentaram em média duas brotações. Entretanto, a concentração de 0,05 mg L⁻¹ resultou em um incremento expressivo, alcançando média de seis brotações. Para as demais concentrações avaliadas (0,1; 0,5; 1,0 e 2,0 mg L⁻¹), foram registradas médias de três, quatro, cinco e três brotações, respectivamente. Esses resultados indicam que concentrações reduzidas do extrativo, especialmente 0,05 mg L⁻¹, podem favorecer o aumento do número de brotações, sugerindo um efeito estimulante em baixa dose, consistente com estudos que demonstraram que pequenas doses de extrativos ou reguladores podem promover organogênese antes que concentrações mais elevadas passem a exercer efeito inibitório (Zhou *et al.*, 2024). Reforçando a necessidade de investigação mais detalhada com maior número amostral e menor variabilidade do material vegetal.

4.4.3. Germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* em extrato de sabiá

A germinação das sementes não foi afetada pelas concentrações do extrativo, e o comprimento das raízes permaneceu inalterado entre os tratamentos (Tabela 8). Contudo, observou-se aumento progressivo na queda de folhas com a elevação das concentrações do extrativo no meio de cultivo (Figura 21). Já o vigor das plântulas apresentou redução progressiva com o aumento das concentrações do extrativo (Figura 22), evidenciando que níveis mais elevados do composto podem comprometer o desenvolvimento inicial das plantas. Entretanto, as concentrações de 0,05 mg L⁻¹ e 0,1 mg L⁻¹ apresentaram percentuais de resposta equivalentes ao tratamento controle, sem adição do extrativo. Esse resultado indica que, em baixas concentrações, o extrativo pode exercer um efeito positivo sobre o desenvolvimento das plântulas, possibilitando desempenho semelhante ou superior ao observado na ausência do extrativo menatório.

Tabela 8: Resultado da análise de variância para as variáveis de germinação e comprimento das raízes a partir de sementes de *Leucaena leucocephala* inoculados *in vitro* em função das diferentes concentrações do extrato metanol de sabiá, 26 dias após a inoculação.

	Variável	P	Cv (%)
Tratamento com extrato de sabiá	Germinação	0.37762	0%
	Vigor	0.00058	18.69 %
	Queda de folhas	0,00001	61.92 %
	Raiz (cm)	0.85139	31.29 %

Legenda: Valor de probabilidade obtido no teste estatístico (P); Coeficiente de Variação (CV)

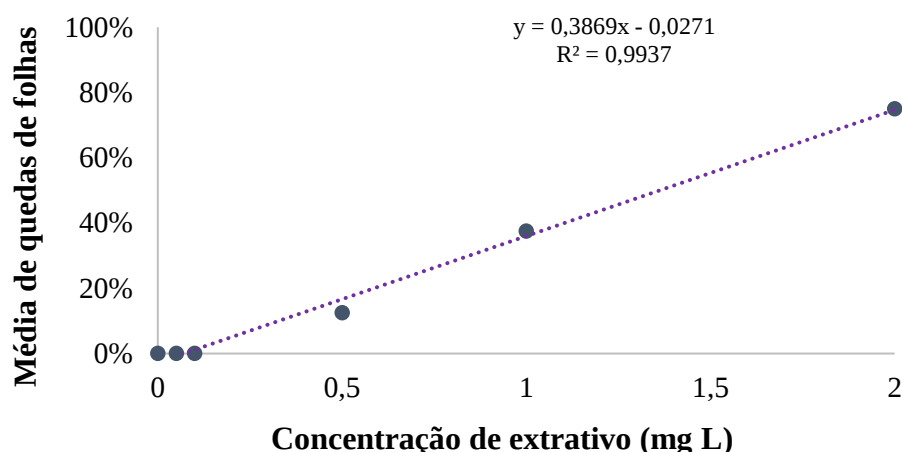


Figura 21: Média de queda de folhas em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de sabiá no cultivo *in vitro* de sementes de *Leucaena leucocephala*, aos 26 dias após a inoculação.

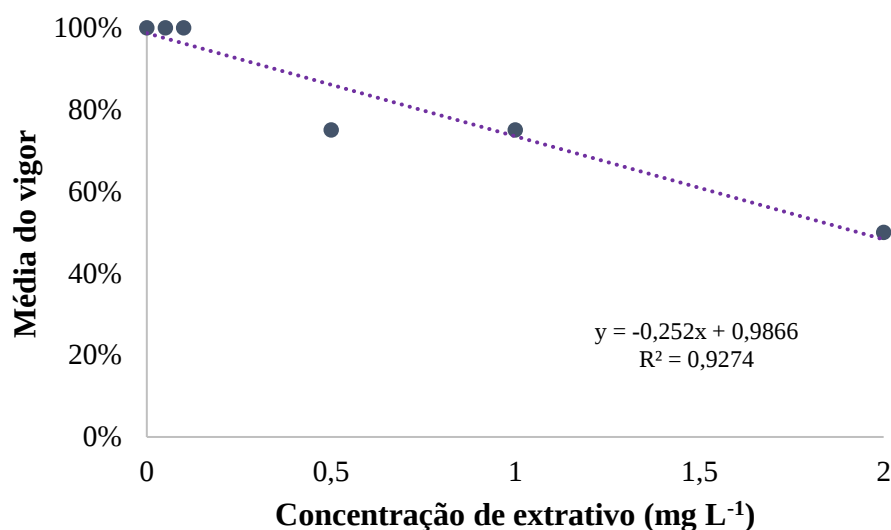


Figura 22: Média do vigor em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de sabiá no cultivo *in vitro* de sementes de *Leucaena leucocephala*, aos 26 dias após a inoculação.

Embora, a germinação não tenha sido afetada, o desenvolvimento inicial das plântulas de leucena foi progressivamente comprometido com o aumento das concentrações do extrato hidrofílico (metanol) de sabiá. A intensificação da queda de folhas e a redução do vigor caracterizam um padrão de fitotoxicidade de acordo com a dose, comumente observados em bioensaios com extratos vegetais (Faria, 2009; Saboia, 2018).

Esses efeitos são comumente atribuídos a compostos fenólicos e outros metabólitos secundários capazes de interferir na turgescência celular, na síntese proteica e no equilíbrio hormonal das plântulas, acarretando sintomas como clorose, necrose e abscisão foliar (Embrapa, 2014; Oliveira, 2014). Sendo assim, a germinação plena não assegura ausência de impacto sobre o estabelecimento de plântulas, o que reforça a necessidade de avaliar variáveis pós-germinativas e adotar delineamentos com maior tamanho amostral e controle da variabilidade genética para confirmar a magnitude dos efeitos observados (Faria, 2009; Saboia, 2018).

4.4.4. Crescimento de segmentos nodais de *Leucaena leucocephala* em extrato de sabiá

A avaliação dos segmentos nodais inoculados em diferentes concentrações do extrativo hidrofílico (metanol) de sabiá revelou uma influência no aumento da queda das folhas proporcionalmente ao incremento das concentrações, comportamento semelhante ao observado nas sementes (Figura 23). O vigor também apresentou redução com o aumento do extrativo, sendo o maior valor registrado no tratamento com 0,05 mg L⁻¹ (Figura 24).

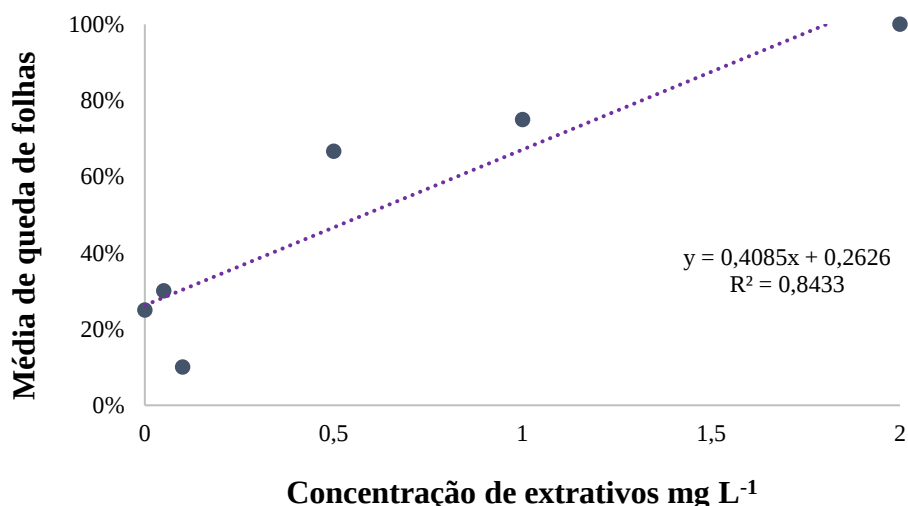


Figura 23: Média de queda de folhas em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de sabiá no cultivo *in vitro* de segmentos nodais de *Leucaena leucocephala*, aos 26 dias após a inoculação.

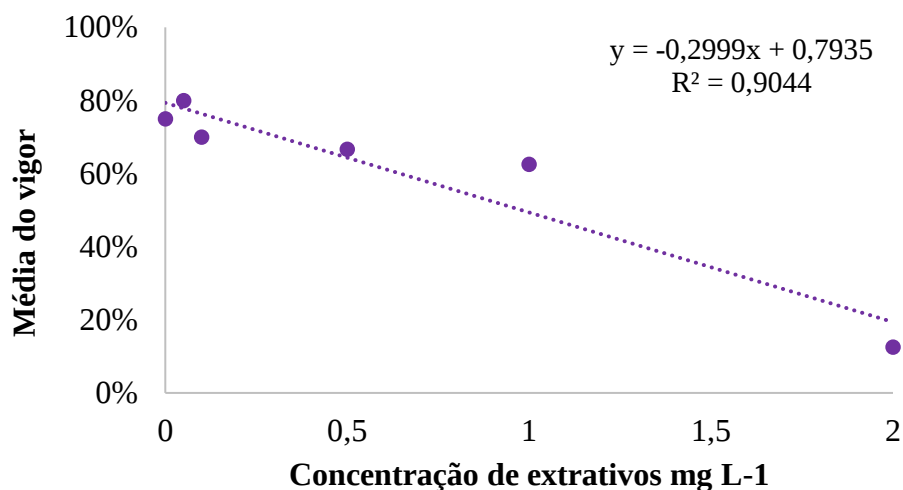


Figura 24: Média do vigor em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de sabiá no cultivo *in vitro* de segmentos nodais de *Leucaena leucocephala*, aos 26 dias após a inoculação.

O enraizamento dos segmentos diminuiu progressivamente com o aumento das concentrações do extrativo, com a maior taxa de 80% registrada em 0,1 mg L⁻¹, seguida de 75% no tratamento sem extrativo (Figura 25).

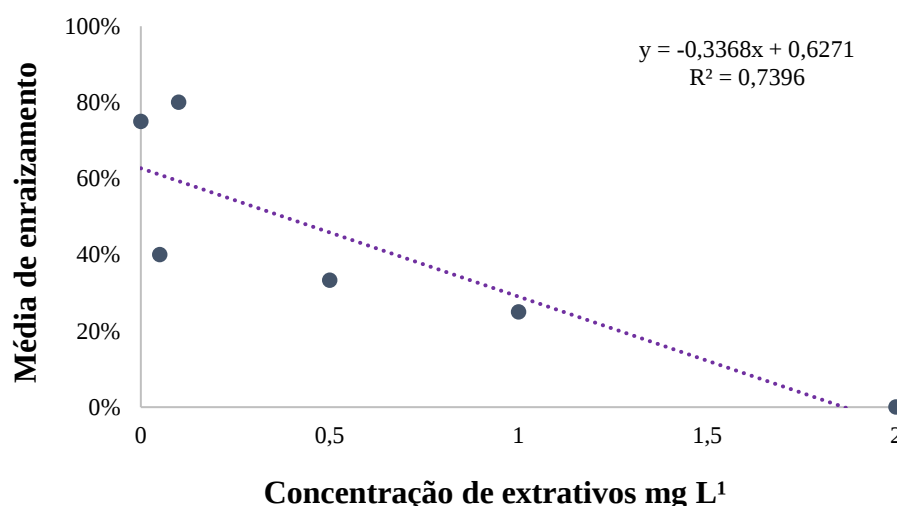


Figura 25: Média do enraizamento em função das concentrações de extrato hidrofílico (metanol) de sabiá no cultivo *in vitro* de segmentos nodais de *Leucaena leucocephala*, aos 26 dias após a inoculação.

Os resultados observados nos explantes nodais confirma o padrão identificado nos testes com sementes, onde, o extrativo apresenta efeito fitotóxico progressivo, evidenciado pela maior queda de folhas, redução do vigor e menor capacidade de enraizamento. Esse comportamento dose-dependente é amplamente descrito em estudos com extratos vegetais, nos quais compostos fenólicos e outros metabólitos secundários interferem no metabolismo primário e no balanço hormonal, comprometendo a estabilidade fisiológica das plântulas (Faria, 2009; Oliveira, 2012; Embrapa, 2019). Entretanto, dada a observação de resultados promissores nas concentrações mais baixas, levanta-se a importante possibilidade de que o extrato possa exibir um efeito hormético, onde doses reduzidas de substâncias que são inibitórias em alta concentração podem atuar como promotores de crescimento *in vitro* (Małkowski *et al.*, 2020; Barreiro-Sisto, 2024).

Embora brotações e calos não tenham apresentado diferenças estatísticas, os elevados coeficientes de variação sugerem influência da variabilidade genética intrínseca de explantes provenientes de sementes, reduzindo a sensibilidade dos testes (Fluminhan Júnior, 2019; Lattuada, 2019). Observou-se média de 0,2 brotações no meio sem extrativo, 3,2 brotações na concentração de 0,05 mg L⁻¹, 1,8 em 0,1 mg L⁻¹, 2,6 em 0,5 mg L⁻¹, 2,8 em 1,0 mg L⁻¹ e 0,25 brotações na concentração de 2,0 mg L⁻¹. Ainda assim, a variação média no número de brotos (0,25 a 3,20 unidade) pode ter relevância prática em protocolos de multiplicação *in vitro*, mesmo na ausência de significância estatística.

Os elevados coeficientes de variação observados em todas as análises podem ter comprometido a detecção de diferenças entre os tratamentos. Essa variabilidade provavelmente decorre do uso de material oriundo de sementes, o que implica maior heterogeneidade genética entre os indivíduos.

A ausência de diferenças estatísticas em algumas variáveis, associada aos elevados coeficientes de variação, sugere influência da variabilidade genética dos materiais provenientes de sementes, o que pode ter reduzido a sensibilidade dos testes.

5. CONCLUSÃO

Os resultados das análises fitoquímicas evidenciam a presença de alcaloides, compostos fenólicos e triterpenoides nos extratos hidrofílicos das cascas de jurema-preta e sabiá.

Os extrativos da jurema-preta e sabiá influenciam o crescimento *in vitro* da espécie, estabelecendo uma clara relação de dose-resposta. O seu uso em concentrações elevadas é

negativo, pois induz fitotoxicidade progressiva, evidenciada pela redução do vigor, inibição do crescimento radicular e estresse químico nos explantes nodais.

Contudo, a observação de respostas menos severas ou até promissoras em baixas doses sugere a possibilidade de um efeito hormético. Portanto, enquanto as altas concentrações são prejudiciais ao estabelecimento da espécie, o uso de concentrações reduzidas permanece um ponto crucial para exploração futura, visando identificar um potencial bioativo positivo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, H. S. *et al.* Métodos de Análise em Química da Madeira. **Floresta e Ambiente, Série Técnica**, p. 01–20, 2006.

AGUIAR, Cássia Simone de Oliveira; CORREIA, M. de O.; SILVA, T. L. da; MOURA, A. A. L. de; BEZERRA, J. H. L. Estudo fitoquímico, avaliação do potencial antioxidante, teor de flavonoides e toxicidade de *Xylosma benthamii* (Gardner) Triana & Planch. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 24, n. 1, p. e00122019, 2022.

de *Mimosa caesalpiniiifolia*. **Revista Brasileira de Madeiras**, 1995.

AHMED, M. F. *et al.* Phenolic compounds from macadamia husk: An updated focused review of extraction methodologies and antioxidant activities. **Food and Bioproducts Processing**, v. 148, p. 165–175, 2022.

ALMEIDA, R. N. *et al.* Potencial ecológico e usos sustentáveis da Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*). **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 123–134, 2020.

ALMEIDA, S. C. S.; SILVA, F. M. A.; PEREIRA, M. F. C.; ALVARENGA, V. L. S.; LOPES, W. C. S.; SILVA, M. M. S. Atividade antifúngica de extratos de casca de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Mimosaceae) em fitopatógenos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 4, p. 331–334, 2005.

ALMEIDA, A.P; KOMMERS, G.D.; NOGUEIRA, A.P.; MARQUES, B.P. LEMOS, R.A. 2006. **Avaliação do efeito tóxico de *Leucaena leucocephala* (Leg. Mimosoideae) em ovinos.** Pesquisa Veterinária Brasileira, 26: 190-194.

ALVES, J. J. A. Geoeologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro. **CLIMEP: Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 2, n. 1, p. 58-71, 2007.

ANDRADE, A. S. de. **Estudo dos extrativos da madeira e de resíduos industriais de espécies tropicais:** potencial antioxidante e fotoprotetor. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

ARAUJO, J. M. A. **Química de alimentos:** teoria e prática. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008.

ASSUMPÇÃO, ISABELA CRISTINA PORTO; SILVA, BRUNNO ALMEIDA DE CARVALHO E.; MENDES, MARISA FERNANDES. Bioprospecção de plantas medicinais com potencial anticancerígeno no Brasil: caracterização e métodos de extração. **Revista fitos**, v. 16, n. Supl. 2, p. 156–175, 2022.

AZEVEDO, A. C.; PAES, J. B.; MENDES, L. G.; DE LIMA, E. O. C. Potencial tanífero da casca de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth em plantio no semiárido do Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1327-1335, 2017.

AZEVEDO, T. K. B.; PAES, J. B.; CALEGARI, L.; NASCIMENTO, J. W. B. Qualidade dos taninos de Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) para a produção de adesivo tanino formaldeído. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 507-514, 2015.

AZEVEDO, T. K. B.; PAES, J. B.; CALEGARI, L.; SANTANA, G. M. Teor de Taninos Condensados Presente na Casca de Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora*) em Função das Fenofases. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, n. 0, e00026613, 2017.

BARBOSA-FILHO, J. M. *et al.* Anti-inflammatory activity of alkaloids: a twenty-century review. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 1, p. 109-139, 2006.

BARBOSA, T. A.; GOMES FILHO, R. R. Biodiversidade e conservação da Caatinga: revisão sistemática. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 7, n. 4, p. 177–189, 2022.

BARREIRO, E. J.; FRAGA, C. A. M. **Química medicinal**: as bases moleculares da ação dos fármacos. 3. ed. Rio de Janeiro: Artmed, 2014.

BARREIRO-SISTO, U. *et al.* Enemies or Allies? Hormetic and Apparent Non-Dose-Dependent Effects of Natural Bioactive Antioxidants in the Treatment of Inflammation. **Molecules**, Basel, v. 25, n. 3, p. 1892, fev. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules25081892>. Acesso em: 11 dez. 2025.

BELLUCCI, S. *et al.* Atividades antioxidante, antidiabética e anti-inflamatória de frações ricas em flavonoides de *Solanum anguivi*: estudos *in vitro* e *ex vivo*. **Journal of Functional Foods**, 2023.

BEZERRA, D. A. C. *et al.* Phytochemical approach, bromatologic composition and antibacterial activity of *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret and *Piptadenia stipulacea* (Benth) Ducke. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 33, n. 1, p. 99–106, 2011.

BFG. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, p. 1085–1113, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas na Caatinga (PPCaatinga) – 2024 a 2027**. Brasília, DF: MMA, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mma/.../ppcaatinga_2024_20_12.pdf. Acesso em: 27 out. 2025.

BRÁS, A. A. Q. **Estudo fitoquímico e de potenciais atividades biológicas de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret**. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

BREBU, M.; VASILE, C. Thermal degradation of lignin – A review. **Cellulose Chemistry and Technology**, Iași, v. 44, n. 9, p. 353–363, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237090542_Thermal_degradation_of_lignin_-_A_Review. Acesso em: 24 nov. 2025.

BÖRCSÖK, Z.; PÁSZTORI, Z. The role of lignin in wood working processes using elevated temperatures: an abbreviated literature survey. **European Journal of Wood and Wood Products**, Berlim, v. 79, p. 511–526, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00107-020-01637-3>. Acesso em: 24 nov. 2025.

BONIFÁCIO DOS SANTOS, Elda; DE MENDONÇA SANTOS, Késsia; LIRA DA SILVA, Ludmila; DOS SANTOS MALTA, Aline; DE ANDRADE MELO JÚNIOR, João Luciano; FERREIRA DE ANDRADE MELO, Luan Danilo. Superação de dormência de sementes de *Leucaena leucocephala* Lam. De Wit colhidas em Alagoas. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 10, n. 2, 2025.

Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/3234. Acesso em: 10 dez. 2025.

BEELEN, P. M. G.; PAES, J. B.; CUNHA, C. J. da; SOUSA, L. A. S. de; CALEGARI, L. **Caracterização de taninos condensados extraídos de leguminosas nativas do semiárido nordestino brasileiro**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2011. 23 p. (Embrapa Caprinos e Ovinos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 64). LI, Z.-H. *et al.* Phenolics and plant allelopathy. *Molecules*, v. 15, n. 12, p. 8933–8952, 2010.

CALA, A. *et al.* Characterization of tannins in beverages. **Food Chemistry**, v. 129, p. 15–21, 2011.

CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. In: **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: B-CNPq, 1998. p. 261–296.

CARDOSO, J. C. Publicação em cultivo *in vitro* de plantas: qualidade para o avanço científico e tecnológico. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 383–384, 2014.

CARVALHO, N. M. Alelopatia. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (Org.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1993. Cap. 10, p. 343–356.

CAVALCANTE, M. de A. *et al.* **Compostos fenólicos a partir de vegetais: uma revisão sobre os métodos de quantificação e avaliação das propriedades antioxidante e antimicrobiana**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2024.

CAVALCANTI, I. V. B.; NETO, A. F.; ALMEIDA, J. R. G. Identificação de fração antimicrobiana do extrato de *Mimosa tenuiflora*. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 41–49, 2017.

COSTA, A. **Uso medicinal e ecológico da Sabiá**. Fortaleza: EDUFCE, 1983.

COSTA, A. *et al.* Recomposição de áreas degradadas com Sabiá. **Revista Brasileira de Botânica**, 1997.

COSTA, A.; PINÃ-RODRIGUES, F. Efeito da serrapilheira de Sabiá sobre germinação de sementes. **Boletim Técnico Florestal**, 1977.

COSTA, A.; RIBEIRO, J. N. **Espécies arbóreas nordestinas e seus usos**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1984.

COSTA, A. F. **Farmacognosia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1995.

COSTA FILHO, M. H. B. Taninos condensados de fabaceas nativas da caatinga e seu potencial na atividade anti-helmíntica em caprinos. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal Rural De Pernambuco. Recife- PE, 2016

COSTA, J. N. M. N.; DURIGAN, G. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae): invasora ou ruderal? **Árvore**, v. 34, n. 5, p. 825 - 833, 2010.

COSTA, N. B. N. *et al.* Chemical constituents and toxicological studies of leaves from *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., a Brazilian honey plant. **Pharmacognosy Magazine**, v. 10, n. 39 Suppl, p. 456-462, 2014.

DOMINI, M. E. *et al.* Contaminação em cultivo *in vitro*: causas e soluções. **Revista de Biotecnologia e Ciências**, v. 11, n. 1, p. 45–55, 2022.

DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J. (2010) *Leucena* (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro. **Embrapa Florestas**. Comunicado Técnico. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/879487>

EMBRAPA. Fisiologia do estresse em plantas. **Embrapa Agropecuária Oeste**, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 30 set. 2025.

EMBRAPA. Alelopatia: fundamentos e aplicações. **Embrapa**, 2019.

FARIA, M. F. Potencial alelopático de extratos vegetais sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas. **Revista Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, p. 45–53, 2009.

FARIAS, E. A.; ARAUJO, T. D. Aplicações dos flavonoides em biotecnologia: propriedades terapêuticas e nanotecnológicas. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde**, v. 4, n. 2, p. 123-135, 2023.

FELICIANO, J. **Sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia***: morfologia e medidas. Recife: UFPE, 1989.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions**. Berlin: Walter de Gruyter, 1989.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood: chemistry, ultrastructure, reactions**. Berlin: Walter de Gruyter, 1984.

FERRARI, E. M.; PACHECO, M. T. Taninos: aplicações industriais. **Revista Brasileira de Produtos Florestais**, v. 1, n. 2, p. 11–26, 2015.

FERNANDES, A. C. **Vegetação do semiárido nordestino**. Recife: Instituto de Ciências Agrárias, 1992.

FELIX, F. C.; SILVA, M. D.; FERRARI, C. S.; PACHECO, M. V. (2018) Estresse hídrico e térmico na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 2, p. 1-7. <https://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v13i2a5515>

FLORES, R. *et al.* Embriogênese somática e organogênese indireta em *Pfaffia tuberosa* (Spreng.) Hicken. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. 993–995, 2007.

FLUMINHAN JÚNIOR, ANDRÉ. Cultivo *in vitro* de milho (*Zea mays* L.) e análise da variabilidade entre explantes. 2019. 129 f. **Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)** – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

GARCIA, L. F. A. **Prospecção fitoquímica dos extratos vegetais**: composição qualitativa e quantitativa de extrativos em diferentes partes de plantas arbóreas nativas brasileiras. 2021. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

GOMES, F. J. B. Compostos fenólicos da madeira: estrutura, propriedades e aplicações industriais. **Revista da Madeira**, v. 30, n. 2, p. 45–58, 2019.

GONÇALVES, C. A.; LELIS, R. C. C. Teores de taninos da casca e da madeira de cinco leguminosas arbóreas. **Floresta e Ambiente**, v. 8, p. 167–173, 2001.

HARTMANN, H. T. *et al.* **Plant Propagation: Principles and Practices**. 8. ed. Boston: Prentice Hall, 2014.

HEMINGWAY, R. W.; KARCHESY, J. J.; BRANHAM, S. J. **Chemistry and significance of condensed tannins**. New York: Springer-Verlag, 1989.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bioma Caatinga**. Brasília: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/caatinga>. Acesso em: 28 out. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Quadro Geográfico – Semiárido**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/quadrogeografico/pdf/qg_2024_080_semiarido.pdf. Acesso em: 27 out. 2025.

INSA – INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. **Caatinga**: biodiversidade e conservação. Campina Grande, 2022.

KAEPPLER, S. M.; PHILLIPS, R. L. Epigenetic aspects of somaclonal variation in plants. **Plant Molecular Biology**, v. 43, p. 179–188, 2011.

KILULYAA, M. R. *et al.* Factors affecting extractives in tropical tree species. **Wood Science and Technology**, v. 48, p. 1123–1134, 2014.

KLOCK, U.; ANDRADE, A. S. de **Química da madeira**. 4ª ed. revisada. Curitiba, Ed. da Universidade Federal do Paraná. 2013. 85 p. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/Quimica%20da%20Madeira%202013.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2025.

KOWALCZEWSKI, P. Ł.; ZEMBRZUSZKA, J. Advances in biological activities and application of plant extracts. **Applied Sciences**, v. 13, p. 9324, 2023.

LAMEIRA, O. A. *et al.* **Cultivo *in vitro* de plantas**: princípios e aplicações. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000.

LATTUADA, DAIANA SCHNEIDER. Tipos de explantes para estabelecimento *in vitro*: implicações para variabilidade e resposta de brotação. **Revista PAG - Plant Cell Culture and Applied Genetic Engineering**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 11-18, jul. 2019.

LEISIANI, L.-F. Caracterização química das substâncias fenólicas de *Mimosa caesalpiniiifolia*. 2014. 72 f. **Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)** – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, 2014.

LIMA, H. C.; FORTUNATO, R. H. Avances en Fabáceas: introducción. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE BOTÂNICA, 6., 1994, Mar del Plata. **Proceedings of the VI Congresso Latinoamericano de Botânica**. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 1998. p. 101–102.

LIMA, R. M. B. **Morfologia do fruto e sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia***. Fortaleza: UFC, 1985.

LIMA, R. M. A. **Plantas medicinais do Nordeste**. São Luís: UEMA, 1989. 150 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2000.

LORENZI, H. **Espécies arbóreas brasileiras**: vol. 4 – Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*). Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014.

MAŁKOWSKI, E. *et al.* Hormesis in Plants: The Role of Oxidative Stress, Auxins and Photosynthesis in Corn Treated with Cd or Pb. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 21, n. 6, p. 2099, mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms21062099>. Acesso em: 11 dez. 2025.

MAPBIOMAS. **Factsheet Caatinga, 2025**. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2025/07/Factsheet_Caatinga_17.06.pdf. Acesso em: 27 out. 2025.

MDPI. Phytochemicals from Bark Extracts and Their Applicability in the Synthesis of Thermosetting Polymers: An Overview. **Materials**, v. 17, n. 9, p. 2123, 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. **Caatinga**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/caatinga>. Acesso em: 27 out. 2025.

MONÇÃO, N. B. N. *et al.* **Assessing Chemical Constituents of *Mimosa caesalpiniiifolia* Stem Bark**: Possible Bioactive Components Accountable for the Cytotoxic Effect of *M. caesalpiniiifolia* on Human Tumour Cell Lines. **Molecules**, v. 20, n. 3, p. 4204–4224, 2015.

MONTEIRO, JULIO MARCELINO, MACHADO DE FREITAS, LINS NETO, ERNANI, CAVALCANTI DE AMORIM, ELBA LÚCIA, STRATTMANN, RUTH R., LIMA ARAÚJO, ELCIDA E DE ALBUQUERQUE, ULYSSES PAULINO. Teor de taninos em três espécies medicinais arbóreas simpátricas da caatinga. **Revista Árvore**. 2005; 29(6):999-1005. Acesso em: 8 Dez. de 2025. ISSN: 0100-6762. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48829620>

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v.15, n. 3, p.473-497, 1962.

NEVES, M. C. **Potencial de uso dos extrativos vegetais na indústria cosmética e farmacêutica**. 2019. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

OLIVEIRA ABRANCHES, M. *et al.* Contribuição da adubação verde nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sua influência na nutrição de hortaliças. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, e7410716351, 2021.

OLIVEIRA, A. B. **Germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.), var. K-72**. *Biologia e Ciências da Terra*, v. 8, n. 1, p. 166-172, 2008.

OLIVEIRA, A. K. Avaliação do potencial alelopático de extratos vegetais sobre processos germinativos e crescimento inicial. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 3, p. 179–187, 2014.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S. M.; DIÓGENES, F. E. P. **Atividade alelopática de extratos de diferentes órgãos de *Caesalpinia ferrea* na germinação de alface**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1397-1403, 2012.

OLIVEIRA, J. R. S. Caracterização química da madeira. **Revista Árvore**, v. 47, p. 1–10, 2023.

OLIVEIRA, L. R.; SALATINO, M. L. F. **Constituintes da casca externa de plantas do cerrado e suas atividades biológicas**. 2023. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

OLIVEIRA, V. B. *et al.* Atividade biológica e alcalóides indólicos do gênero *Aspidosperma* (Apocynaceae): uma revisão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 11, p. 92-99, 2009.

OLIVEIRA, Jean Carlos Gama *et al.* Capacidade antioxidante e caracterização fitoquímica de *Mimosa caesalpiniaefolia*. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e915986555, 2020.

OLIVEIRA, L. G. Efeito de extratos vegetais no desenvolvimento inicial de espécies cultivadas. **Revista Verde**, v. 8, n. 2, p. 01–09, 2013.

PAES, J. B.; CUNHA, C. J.; GOMES, P. J.; BARBOSA, L. L. Taninos em algumas espécies florestais da Caatinga. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 579-583, 2006.

PANDEY, K. K.; PITMAN, A. J. FTIR studies of the changes in wood chemistry following decay by brown-rot and white-rot fungi. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 52, p. 151–160, 2003.

PELLOW, R.; CUTLER, D. Bark structure and bark utilization. **IAWA Bulletin**, v. 11, p. 373–387, 1990.

PETTERSEN, R. C. The chemical composition of wood. In: ROWELL, R. M. (Ed.). **The chemistry of solid wood**. Madison: American Chemical Society, 1984. p. 57–126.

PINTO, J. R. R.; CAVALCANTE, A.; ANDRADE, L. A. R. Composição florística e estrutura da vegetação lenhosa da Caatinga. **Revista Caatinga**, 2006.

PIRACICABA, A. P. C.; *et al.* Atividades antinociceptiva e anti-inflamatória de flavonoides isolados de *Mimosa tenuiflora*. **Phytomedicine**, v. 20, n. 7, p. 637–642, 2013.

PRADO, D. E. As Caatingas do Brasil. In: LEAL, I. R. *et al.* (Org.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora da Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

QUEIROZ, L. P. The Brazilian Caatinga: phytogeographical patterns inferred from distribution data of the Leguminosae. In: PENNINGTON, R. T.; RATTER, J. A. (eds.). **Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2006. p. 121–157.

RIBASKI, J. *et al.* **Sabiá (*Mimosa caesalpinhiifolia*): árvore de múltiplo uso no Brasil**. Colombo, Paraná: EMBRAPA Florestas, 2003. 4 p. (Comunicado técnico, n. 104).

RIBEIRO, J. N. **Espécies arbóreas nordestinas e seus usos**. Recife: Universidade Federal do Pernambuco, 1984.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, fisiológicos e morfológicos**. São Paulo: Hucitec, 1976.

RODRIGUES, E. Testes de prospecção fitoquímica. **Química Nova**, v. 33, n. 7, p. 1740–1745, 2010.

RODRIGUES, M. DE F. **EFEITO GASTROPROTETOR E IMUNOMODULADOR DE *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir (Fabaceae)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) — Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 27 jul. 2017.

ROWELL, R. M. **Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2012.

ROWELL, R. M. *et al.* **Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites**. Boca Raton: CRC Press, 2005.

SABOIA, G. C. Atividade alelopática de extratos foliares sobre a germinação e o vigor de plântulas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 1, p. 123–131, 2018. SAMPAIO, E. V. S. B.; FREITAS, R. M. Ecologia da Caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. (Org.). **Vegetação e Flora da Caatinga**. Recife: APNE, 2017.

SANT, A. N. *et al.* Bioactive compounds from plants: perspectives for pharmaceutical applications. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 123, p. 24–35, 2009.

SANTOS, R. L. Caracterização de triterpenos em espécies florestais. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 15, p. 21–30, 2017.

SCHINOR, E. H. *et al.* Organogênese *in vitro* a partir de diferentes regiões do epicótilo de *Citrus* sp. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 463–466, 2006.

SHANKAR, R. M. *et al.* Effect of allelochemicals from leaf leachates of *Gmelina arborea* on germination and seedling growth. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 3, n. 2, p. 123–129, 2014.

SILVA, FRANCISCO ROBERTO COSTA DA *et al.* Caatinga aliada ao manejo florestal sustentável: aspectos da ecologia, silvicultura, biometria e prospecção fitoquímica. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 48, n. 126, e3086, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n126.3086>. Acesso em: 11 dez. 2025.

SILVA, E.C.A.; AZEVÊDO, T.K.B.; PIMENTA, A.S.; CANTO, J.L. & UCELLA FILHO, J.G.M. **Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir.: Uma Espécie Estratégica para o Desenvolvimento Sustentável da Caatinga**. 1. ed. Campina Grande: Editora Science, 2025.

SILVA, J. M. C. *et al.* (Org.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Universidade Federal de Pernambuco, 2002.

SILVA, L. B. da; SANTOS, F. A. R. dos; GASSON, P.; CUTLER, D. Estudo comparativo da madeira de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae-Mimosoideae) na Caatinga nordestina. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 301–314, 2011.

SILVA, L. C.; PAES, J. B.; AZEVÊDO, T. K. B.; SANTANA, G. M.; JALES, K. M. Quantificação e caracterização química baseada em FTIR de taninos condensados extraídos da casca de espécies de árvores tropicais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 49, e4902, 2025.

SILVA, L. L. H. *et al.* Características dendrométricas, físicas e químicas da *Myracrodruon urundeuva* e da *Leucaena leucocephala*. **Floresta e Ambiente**, v. 24, e20160022, 2017.

SILVA, M. D. N.; PINHEIRO, E. B. F. Compostos bioativos: contribuições ao ensino. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 3, e13742, p. 55610313742, 2021

SILVA, M. J. D. *et al.* Avaliação da atividade antioxidante e antimicrobiana dos extratos e frações orgânicas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, Alfenas (MG)**, v. 33, n. 2, p. 267–274, 2012. Disponível em: <https://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/297>. Acesso em: 18 nov. 2025

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669–681, 2010. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/4457/445744097017.pdf>. Acesso em: 21 out. 2025.

SILVA, R. C. *et al.* Triterpenos: propriedades farmacológicas. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 14, p. 250–260, 2020

SILVA, P. L. A. *et al.* Teor de taninos na casca da espécie sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*). **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, (2024).

SILVA, V. C. DA *et al.* Atividade anti-helmíntica dos flavonóides isolados das raízes de *Andira anthelmia* (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 4, p. 573–576, 2008.

SILVA, J. P. Influência de compostos fenólicos sobre germinação e crescimento inicial de plântulas. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 39, n. 2, p. 121–130, 2018.

SOUSA, F. B. de. *Leucena: produção e manejo no Nordeste brasileiro*. 2. ed. Sobral, CE: Embrapa Caprinos, 2005. 8 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/663668/1/ct18.pdf>. Acesso em: 10 Dez. 2025.

SILVA, F. O. (2022) *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit: impactos sobre a vegetação nativa do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe e modelagem de nicho climático. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, 83p. <https://ri.ufs.br/handle/riufs/17656>

SJÖSTRÖM, E. **Wood Chemistry: Fundamentals and Applications**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1993.

SOUSA, F. B. de. **Leucena: Produção e Manejo no Nordeste Brasileiro**. 2. ed. revisada e atualizada, on line. Sobral: Embrapa Caprinos, 2005. 8 p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 18)

SOUZA, F. J. C. **Atividade antimicrobiana e cicatrizante de *Mimosa tenuiflora***: revisão e estudos experimentais. 2021. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, 2021. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/26584>.

SOUZA, L. A. G. Levantamento da habilidade nodulífera e fixação simbiótica de N₂ nas Fabaceae da região amazônica. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 6, n. 10, 2010.

SOUZA, MARIA MARCYARA SILVA. Contribuição ao conhecimento fitoquímico da planta do nordeste brasileiro: salsa-brava (***Ipomoea indica***). 2017. 119 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TAVARES, J. *et al.* Inventário florestal em Quixadá, CE. **Boletim Técnico**, 1969.

WU, L.; AN, M.; TANG, X. Allelopathic effects of phenolic acids on seedling growth. **Allelopathy Journal**, v. 5, p. 1–12, 1998.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal**: Princípios e técnicas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2013.

ZHOU, Hong; ZHANG, Wei; YU, Fengmei; WANG, Peng; LI, Hongxiang; ZHANG, Li; HE, Huahua; QIN, Honglian; HOU, Min. *In vitro* regeneration and histological characteristics of *Dioscorea nipponica* Makino. **Journal of Ethnopharmacology**, Amsterdam, v. 339, e118742, 2024.