

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

JOÃO VICTOR SILVESTRE MONTEIRO

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Schinus terebinthifolia* RADDI: INFLUÊNCIA
DO ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EM ESTACAS SEMI-LENHOSAS**

RECIFE – PE

2025

JOÃO VICTOR SILVESTRE MONTEIRO

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Schinus terebinthifolia* RADDI: INFLUÊNCIA DO ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EM ESTACAS SEMI-LENHOSAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gallo

Coorientador (a): MSc. Erika Rayra Lima Nonato

RECIFE – PE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação Sistema
Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M772p Monteiro, João Victor Silvestre.
propagação vegetativa de *Schinus terebinthifolia* Raddi:
influência do ácido indolbutírico em estacas semi-lenhosas
/ João Victor Silvestre Monteiro. - Recife, 2025.
33 f.; il.

Orientador(a): Ricardo Gallo.
Co-orientador(a): Erika Rayra Lima Nonato.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado
em Engenharia Florestal, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Resgate vegetativo. 2. Estaquia. 3. Reguladores de
crescimento. 4. Aroeira-vermelha 5. *Schinus terebinthifolia*
Raddi. I. Gallo, Ricardo, orient. II. Nonato, Erika Rayra Lima,
coorient. III. Título

CDD 634.9

JOÃO VICTOR SILVESTRE MONTEIRO

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Schinus terebinthifolia* RADDI: INFLUÊNCIA
DO ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EM ESTACAS SEMI-LENHOSAS**

Aprovado em: 11/07/2025

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Richeliel Albert Rodrigues Silva
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

MSc. Carlos Luiz da Silva
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Prof. Dr. Ricardo Gallo
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

**RECIFE – PE
2025**

RESUMO

Schinus terebinthifolia Raddi (aroeira-vermelha) é uma espécie nativa que se destaca tanto pelo seu papel ecológico na recuperação de áreas degradadas quanto pelo potencial econômico, devido à utilização de seus frutos e do óleo essencial. No entanto, a exploração extrativista, muitas vezes feita de forma predatória, tem colocado em risco as populações naturais, sendo necessário o desenvolvimento de métodos de propagação mais sustentáveis para esta espécie. Neste contexto, a reprodução sexuada, apesar de ser uma alternativa, apresenta limitações, como baixa taxa de germinação e grande variabilidade genética. Por outro lado, a propagação vegetativa pela técnica de estaquia de plantas adultas também enfrenta desafios, especialmente devido ao processo de lignificação dos tecidos e à redução dos níveis de auxinas naturais. Nesse cenário, o uso do ácido indolbutírico (AIB) se mostra como uma estratégia promissora para estimular o enraizamento de estacas semi-lenhosas. No entanto, para que esse método seja realmente eficiente, é fundamental ajustar os protocolos, levando em conta tanto a sensibilidade da espécie às concentrações do regulador quanto às condições ambientais envolvidas no processo. Sendo assim, este estudo avaliou o efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB: 0, 2.500 e 5.000 mg L⁻¹) na propagação vegetativa de estacas semi-lenhosas de *S. terebinthifolia*. Para isso, foram coletadas 234 estacas basais totais, vindas de 13 indivíduos adultos (18 estacas de cada), padronizadas (6 cm de comprimento, folíolos reduzidos) e tratadas com AIB antes do plantio em substrato comercial (Basaplant™ + vermiculita). As estacas foram cultivadas sequencialmente em três ambientes: casa de vegetação (30 dias; umidade >80%, 27°C), casa de sombra (30 dias; 50% de luminosidade) e pleno sol (30 dias), com avaliações de sobrevivência, enraizamento e biomassa seca. Na casa de vegetação, a concentração de 5.000 mg L⁻¹ promoveu maior enraizamento (7,26%), mas com alta variabilidade (DP ±8,60), enquanto a sobrevivência não diferiu significativamente entre tratamentos (20,09–22,65%). Na casa de sombra, houve queda na sobrevivência (6,41–8,12%), com leve aumento no enraizamento (8,12% para 5.000 mg L⁻¹). Em pleno sol, a sobrevivência diminuiu continuamente (5,13–6,84%), e a concentração de 2.500 mg L⁻¹ destacou-se na massa seca radicular (0,0042 g). Concluiu-se que a concentração de 2.500 mg L⁻¹ de AIB foi a mais equilibrada, enquanto a de 5.000 mg L⁻¹ foi ineficiente em condições

adversas. As baixas taxas de enraizamento e sobrevivência sugerem limitações como lignificação excessiva, substrato inadequado e baixa tolerância das estacas à mudança de ambientes.

Palavras-chave: resgate vegetativo; estaquia; reguladores de crescimento; aroeira-vermelha.

ABSTRACT

Schinus terebinthifolia Raddi. (Brazilian peppertree) is a native species that stands out both for its ecological role in the restoration of degraded areas and for its economic potential, due to the use of its fruits and essential oil. However, extractive exploitation, often carried out in a predatory manner, has put natural populations at risk, making it necessary to develop more sustainable propagation methods for this species. In this context, sexual reproduction, although an alternative, presents limitations such as low germination rate and high genetic variability. On the other hand, vegetative propagation through cutting of adult plants also faces challenges, especially due to tissue lignification and the reduction of natural auxin levels. In this scenario, the use of indole-3-butyric acid (IBA) has proven to be a promising strategy to stimulate rooting in semi-hardwood cuttings. Nevertheless, for this method to be truly effective, it is essential to adjust the protocols, considering both the species' sensitivity to regulator concentrations and the environmental conditions involved in the process. Thus, this study evaluated the effect of different concentrations of indole-3-butyric acid (IBA: 0, 2.500, and 5.000 mg L⁻¹) on the vegetative propagation of *S. terebinthifolia* semi-hardwood cuttings. A total of 234 basal cuttings were collected from 13 adult individuals, standardized (6 cm in length, reduced leaflets), and treated with IBA prior to planting in a commercial substrate (Basaplant™ + vermiculite). The cuttings were sequentially cultivated in three environments: greenhouse (30 days; humidity >80%, 27°C), shade house (30 days; 50% light), and full sun (30 days), with evaluations of survival, rooting, and dry biomass. In the greenhouse, the concentration of 5.000 mg L⁻¹ promoted higher rooting (7.26%) but with high variability (SD ±8.60), while survival did not differ significantly among treatments (20.09–22.65%). In the shade house, survival decreased (6.41–8.12%), with a slight increase in rooting (8.12% at 5.000 mg L⁻¹). Under full sun, survival continued to decline (5.13–6.84%), and the concentration of 2.500 mg L⁻¹ stood out in root dry mass (0.0042 g). It was concluded that the

concentration of 2.500 mg L⁻¹ of IBA was the most balanced, while 5.000 mg L⁻¹ proved ineffective under adverse conditions. The low rooting and survival rates suggest limitations such as excessive lignification, inadequate substrate, and low tolerance of cuttings to environmental transitions.

Keywords: vegetative rescue; cutting propagation; growth regulators; Brazilian peppertree.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Indivíduo representativo de <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi. no município de Paulista, Pernambuco.....	17
Figura 2 - Estacas de indivíduos adultos de <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi.	19
Figura 3 - Efeito das diferentes concentrações de ácido indol butírico (AIB) na sobrevivência (A) e enraizamento (B) de estacas de <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi. em ambiente de casa de vegetação.....	22
Figura 4 - Efeito das diferentes concentrações de ácido indol butírico (AIB) na sobrevivência (A) e enraizamento (B) de estacas de <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi. em ambiente de casa de sombra.	24
Figura 5 - Efeito das diferentes concentrações de ácido indol butírico (AIB) na sobrevivência (A), enraizamento (B), massa seca das raízes (C) e massa seca da parte aérea (D) de estacas de <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi. em ambiente de pleno sol.	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo geral	12
2.1 Objetivos específicos	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 Propagação vegetativa e resgate vegetativo	13
3.1.1 Propagação vegetativa por estaquia	14
3.1.2 Uso de reguladores de crescimento	15
3.2 Espécie de estudo	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Coleta e preparação das estacas	18
4.2 Instalação do experimento	19
4.3 Análise estatística	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1 Casa de vegetação	21
5.2 Casa de sombra	23
5.3 Pleno sol	26
6. CONCLUSÕES	28
7. REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

A propagação vegetativa destaca-se como uma alternativa viável para superar as limitações inerentes à reprodução sexuada, que apresenta desafios como a variabilidade genética e a baixa taxa de germinação das sementes (Carvalho *et al.*, 2020; Hartmann *et al.*, 2017; Stuepp *et al.*, 2018). Dentre as técnicas disponíveis, a estaquia surge como alternativa devido sua viabilidade econômica e reprodução de indivíduos superiores com características desejadas e idênticas à planta matriz (Foladori-Invernizzi *et al.*, 2021; Lagos *et al.*, 2022; Pecegueiro *et al.*, 2022). O método consiste na coleta de segmentos de ramos, folhas ou raízes que, sob condições controladas, desenvolvem raízes adventícias (Silva, 2006; Santos, 2021).

No entanto, o sucesso da técnica está diretamente relacionado à juvenilidade do material vegetal utilizado. Em espécies lenhosas, estacas provenientes de plantas adultas tendem a enfrentar dificuldades no enraizamento, devido à lignificação dos tecidos e à redução dos níveis endógenos de auxinas (Dias, 2011; Hartmann *et al.*, 2017). Para contornar esse obstáculo, o resgate vegetativo é frequentemente empregado por meio de brotações basais ou técnicas de rejuvenescimento que restauram a capacidade de enraizamento da matriz original (Frade, 2023).

Sendo assim, esse método contribui para viabilizar a propagação vegetativa de espécies lenhosas, especialmente aquelas de interesse econômico e ecológico, como a *Schinus terebinthifolia* Raddi, conhecida popularmente como aroeira-vermelha, uma espécie emblemática da flora brasileira, com ampla distribuição geográfica desde o Nordeste até o Sul do país (Silva-Luz *et al.*, 2025). Desempenha papel ecológico fundamental na recuperação de áreas degradadas, na estabilização de solos marginais e no fornecimento de habitat para a fauna local (Chaves *et al.*, 2018).

A espécie também possui considerável importância econômica, destacando-se pelo valor comercial dos frutos, amplamente utilizados na culinária gourmet, e pelo óleo essencial extraído das folhas e casca, empregado nas indústrias cosmética e farmacêutica devido às propriedades antifúngicas e anti-inflamatórias (Ruas, 2016; Falcão *et al.*, 2015). Contudo, a exploração extrativista predatória representa uma ameaça às populações naturais de *S. terebinthifolia*, evidenciando a necessidade de desenvolver métodos sustentáveis de propagação que conciliam o uso comercial com a conservação da espécie (Ruas, 2016).

Dentre os fatores que influenciam o sucesso da propagação vegetativa, destaca-se o uso de reguladores de crescimento, como o ácido indolbutírico (AIB), utilizado no enraizamento de propágulos vegetativos (Dias *et al.*, 2015). Esse regulador atua diretamente na divisão celular do câmbio vascular, estimulando o desenvolvimento de raízes adventícias e aumentando a taxa de enraizamento das estacas (Silva *et al.*, 2019; Tres, 2019).

Estudos com *S. terebinthifolia* sugerem que concentrações entre 2.500 e 5.000 mg L⁻¹ de AIB podem potencializar o processo de enraizamento, todavia, é necessário aprimorar os protocolos de viveiro para a espécie, considerando a variação de resposta ao regulador conforme a origem da planta matriz e as condições ambientais (Dutra *et al.*, 2021; Holanda *et al.*, 2012; Gatto, 2023; Real *et al.*, 2022).

Diante desse contexto, a aplicação de ácido indolbutírico (AIB) em concentrações otimizadas pode ser capaz de auxiliar no enraizamento de estacas de *S. terebinthifolia*, além de conferir maior robustez às mudas, favorecendo sua adaptação inicial em diferentes ambientes de crescimento, como casa de vegetação, casa de sombra e pleno sol, se esperando que as mudas tratadas com AIB exibam um bom desenvolvimento radicular e aéreo, resultando em uma taxa maior de sobrevivência e crescimento sob essas condições. A otimização de um protocolo de propagação eficiente pode não apenas promover a produção sustentável da *S. terebinthifolia*, como também contribuir significativamente para a preservação da biodiversidade e o desenvolvimento socioeconômico de comunidades que dependem do seu manejo, viabilizando a produção em larga escala de mudas de alta qualidade e oferecendo uma alternativa concreta e sustentável para suprir a demanda do mercado, reduzindo assim a pressão do extrativismo predatório sobre as populações naturais desta espécie.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito de diferentes doses de AIB nas estacas de indivíduos adultos de *S. terebinthifolia* em diferentes ambientes.

2.1 Objetivos específicos

- Realizar o resgate vegetativo por meio da técnica de estaquia de diferentes indivíduos adultos de *S. terebinthifolia*;
- Avaliar o desempenho das estacas de *S. terebinthifolia* provenientes de diferentes indivíduos adultos;
- Avaliar a taxa de sobrevivência e enraizamento das estacas de *S. terebinthifolia* em resposta à aplicação do AIB nos ambientes de casa de vegetação, casa de sombra e pleno sol;
- Avaliar a biomassa seca das estacas de *S. terebinthifolia* em resposta à aplicação do AIB no ambiente de pleno sol.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Propagação vegetativa e resgate vegetativo

A propagação vegetativa é um método assexuado de multiplicação de plantas que permite a obtenção de indivíduos geneticamente idênticos à planta matriz (Arataque, 2021). Essa técnica assegura a preservação de características agronômicas desejáveis, como resistência a pragas, adaptação a condições edafoclimáticas específicas e alta produtividade (Kreczkuski, 2022). Seu uso é especialmente relevante para espécies florestais e frutíferas, cuja propagação sexuada pode ser limitada pela variabilidade genética, baixa taxa de germinação ou dificuldades no armazenamento das sementes (Dias, 2015; Carvalho *et al.*, 2020).

A propagação vegetativa fundamenta-se na totipotência das células vegetais, propriedade que permite às células diferenciadas retornarem ao estado meristemático e regenerar uma planta completa (Dantas, 2024). Essa capacidade é mediada pela ação de hormônios vegetais, como auxinas e citocininas, que regulam processos como a formação de raízes adventícias e a diferenciação de gemas (Oliveira, 2024; Fauerharmel, 2021).

Ou seja, o sucesso da propagação vegetativa depende de fatores como a juvenilidade do material, pois tecidos jovens possuem maior atividade meristemática (Xavier, 2021), e do controle ambiental, com umidade, temperatura e luminosidade adequadas para minimizar estresses (Lagos, 2022). O substrato também é crucial: meios porosos, como vermiculita ou areia, melhoram a aeração e nutrição, favorecendo o desenvolvimento radicular (Oliveira, 2024; Lagos, 2022).

Nesse contexto, estudos indicam que a aplicação de auxinas sintéticas, como o ácido indolbutírico (AIB), acelera a rizogênese em espécies de difícil enraizamento, como a *Schinus terebinthifolia* (aroeira-vermelha) (Real *et al.*, 2022; Lagos, 2022).

Para mitigar limitações relacionadas à maturidade fisiológica, técnicas de resgate vegetativo são empregadas, como a coleta de brotações basais ou a micropropagação, que preservam a planta matriz e viabilizam a multiplicação de genótipos superiores (Frade, 2023; Xavier, 2021). Essas estratégias são essenciais para programas de melhoramento genético, garantindo a sustentabilidade de plantios comerciais e a conservação de recursos genéticos (Fauerharmel, 2021; Pecegueiro *et al.*, 2022).

A principal vantagem da propagação vegetativa é a uniformidade genética, que mantém fenótipos selecionados, como frutos de qualidade ou madeira de alto valor comercial (Kreczkiuski, 2022). Além disso, essa técnica reduz o ciclo produtivo, permitindo que plantas propagadas vegetativamente iniciem a fase reprodutiva mais rapidamente do que aquelas cultivadas a partir de sementes, devido à idade ontogenética (Dantas, 2024). Em espécies como a *S. terebinthifolia*, a propagação clonal também contribui para projetos de restauração ecológica, devido à sua adaptabilidade a ambientes degradados (Silva-Luz et al., 2025; Martins, 2021).

A propagação vegetativa e o resgate de material juvenil destacam-se como estratégias-chave na silvicultura moderna, permitindo a multiplicação de genótipos superiores e a conservação de espécies ameaçadas. No entanto, o sucesso dessas técnicas depende de fatores como a seleção adequada de propágulos, o uso de reguladores de crescimento e o controle ambiental (Frade, 2023; Xavier, 2021)

Apesar das vantagens, a propagação vegetativa apresenta desafios. O uso de poucos genótipos em plantios clonais pode estreitar a base genética, aumentando a suscetibilidade a pragas e reduzindo a resiliência ambiental (Kreczkiuski, 2022). Em espécies nativas como a aroeira-vermelha, a propagação vegetativa de plantas adultas é desafiadora, exigindo tratamentos como aplicação de AIB para viabilizar o enraizamento (Real *et al.*, 2022; Holanda, 2012). Além disso, a resposta à propagação varia conforme a espécie, a idade fisiológica da matriz e as condições de cultivo (Arantes, 2021).

3.1.1 Propagação vegetativa por estaquia

Dentre os métodos de propagação vegetativa, a estaquia destaca-se pela sua viabilidade técnica e econômica. O processo consiste no uso de segmentos de ramos, folhas ou raízes que, sob condições controladas de umidade, temperatura e luminosidade, desenvolvem raízes adventícias (Dantas, 2024). No entanto, o sucesso da estaquia depende de diversos fatores, tanto internos, como a idade ontogenética da matriz e o balanço hormonal, quanto externos, como o tipo de substrato empregado e a aplicação de reguladores de crescimento exógenos (Lagos, 2022; Dias, 2015).

Um dos principais determinantes da eficácia da estaquia é a juvenilidade do material vegetal, com menor idade ontogenética (Xavier, 2021). Plantas jovens ou propágulos coletados de regiões basais, próximas à base da planta, apresentam

maior capacidade de enraizamento, devido à elevada concentração de auxinas endógenas e à menor presença de compostos inibidores, como fenóis e lignina, que se acumulam em tecidos adultos (Oliveira, 2024; Kreczkuski, 2022). Em contrapartida, plantas matrizes com maior idade ontogenética, especialmente em espécies lenhosas tendem a apresentar dificuldades no enraizamento, um fenômeno associado à maturidade ontogenética e à lignificação dos tecidos (Kreczkuski, 2022).

Para superar tais limitações, recomenda-se a adoção de estratégias integradas, combinando o resgate vegetativo de material juvenil, a seleção de matrizes geneticamente diversificadas e o manejo adequado dos ambientes de cultivo, com o uso de casas de vegetação que permitam o controle da umidade e temperatura (Frade, 2023).

O ambiente de cultivo exerce influência significativa no desenvolvimento das estacas. A fase inicial do enraizamento se beneficia de casas de vegetação com sombreamento parcial (cerca de 50%) e irrigação controlada, pois essas condições minimizam o estresse hídrico e térmico. Já a fase posterior, de crescimento, exige maior exposição à luz solar, favorecendo o acúmulo de biomassa e a lignificação das raízes (Lagos, 2022). Além disso, a escolha do substrato, como vermiculita, areia grossa ou misturas orgânicas, afeta diretamente a aeração e a retenção de água, fatores essenciais à sobrevivência e ao vigor das estacas (Oliveira, 2024).

3.1.2 Uso do ácido indolbutírico (AIB) como regulador de crescimento

A utilização de reguladores de crescimento, como o ácido indolbutírico (AIB), é uma prática amplamente adotada para estimular o enraizamento de estacas. O AIB atua diretamente na divisão celular da região cambial, induzindo a formação de primórdios radiculares e a diferenciação de tecidos especializados, como descrito por Dantas (2024). Esse processo é viabilizado pela estabilidade química e ação localizada do AIB, características que o tornam preferível a outras auxinas sintéticas (Kreczkuski, 2022).

Estacas herbáceas coletadas na primavera, período de intensa atividade metabólica, respondem melhor ao AIB do que estacas semi-lenhosas coletadas no outono, quando a planta prioriza o armazenamento de reservas. Essa diferença está relacionada à maior concentração de auxinas endógenas e carboidratos nas estacas herbáceas, conforme destacado por Arantes (2021). Além disso, a presença de folhas nas estacas exerce papel fundamental nesse processo, pois elas garantem a síntese

de carboidratos via fotossíntese e produzem auxinas que são translocadas para a base da estaca, potencializando o efeito do AIB exógeno (Oliveira, 2024; Lagos, 2022).

Para garantir a sustentabilidade econômica e ecológica, é essencial aprimorar técnicas como o rejuvenescimento de material adulto e a otimização de substratos. Pesquisas recentes destacam a combinação de AIB com substratos porosos (ex.: casca de arroz carbonizada e vermicomposto) como promissora para o enraizamento de estacas semi-lenhosas, embora novos estudos sejam necessários para validar protocolos específicos (Real *et al.*, 2022).

3.2 *Schinus terebinthifolia* Raddi.

A *Schinus terebinthifolia* Raddi., conhecida popularmente como aroeira-vermelha ou aroeira-pimenteira, é uma árvore nativa do Brasil, com ampla distribuição geográfica em biomas como Mata Atlântica, restingas, manguezais e caatinga, destacando-se pela plasticidade ecológica que permite sua adaptação a solos pobres e ambientes degradados (Chaves *et al.*, 2018; Oliveira, 2023). Sua altura varia de 5 a 15 metros, apresentando tronco tortuoso, casca fissurada e folhas compostas com aroma característico, além de frutos vermelhos amplamente reconhecidos (Pereira, 2021; Silva-Luz *et al.*, 2025).

Figura 1 - Indivíduo representativo de *Schinus terebinthifolia* Raddi. no município de Paulista, Pernambuco.



Fonte: Autoral (2025).

Além de seu papel ecológico, a aroeira-vermelha tem grande importância econômica. Seus frutos são valorizados na gastronomia e comercializados internacionalmente como pink pepper, enquanto o óleo essencial extraído da planta é amplamente utilizado nas indústrias de cosméticos, perfumaria e fitoterapia, devido às suas propriedades antioxidantes, antifúngicas e anti-inflamatórias (Ruas, 2016; Martins, 2021). Na medicina popular, é empregada no tratamento de afecções digestivas e dermatológicas, com estudos recentes confirmando sua eficácia contra *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*, além de efeitos cicatrizantes em modelos

experimentais (Falcão, 2015; Real *et al.*, 2022). Apesar da importância, a exploração predominante ainda é extrativista, o que ameaça a diversidade genética da espécie (Chaves *et al.*, 2018). A propagação sexuada, embora viável, enfrenta desafios como variabilidade excessiva na progênie e dificuldades na germinação controlada, especialmente em condições de viveiro (Dias, 2015; Real *et al.*, 2022).

O aprimoramento dessas técnicas pode garantir um cultivo mais eficiente e sustentável da aroeira-vermelha, permitindo que seu potencial ecológico e econômico seja aproveitado de forma mais equilibrada.

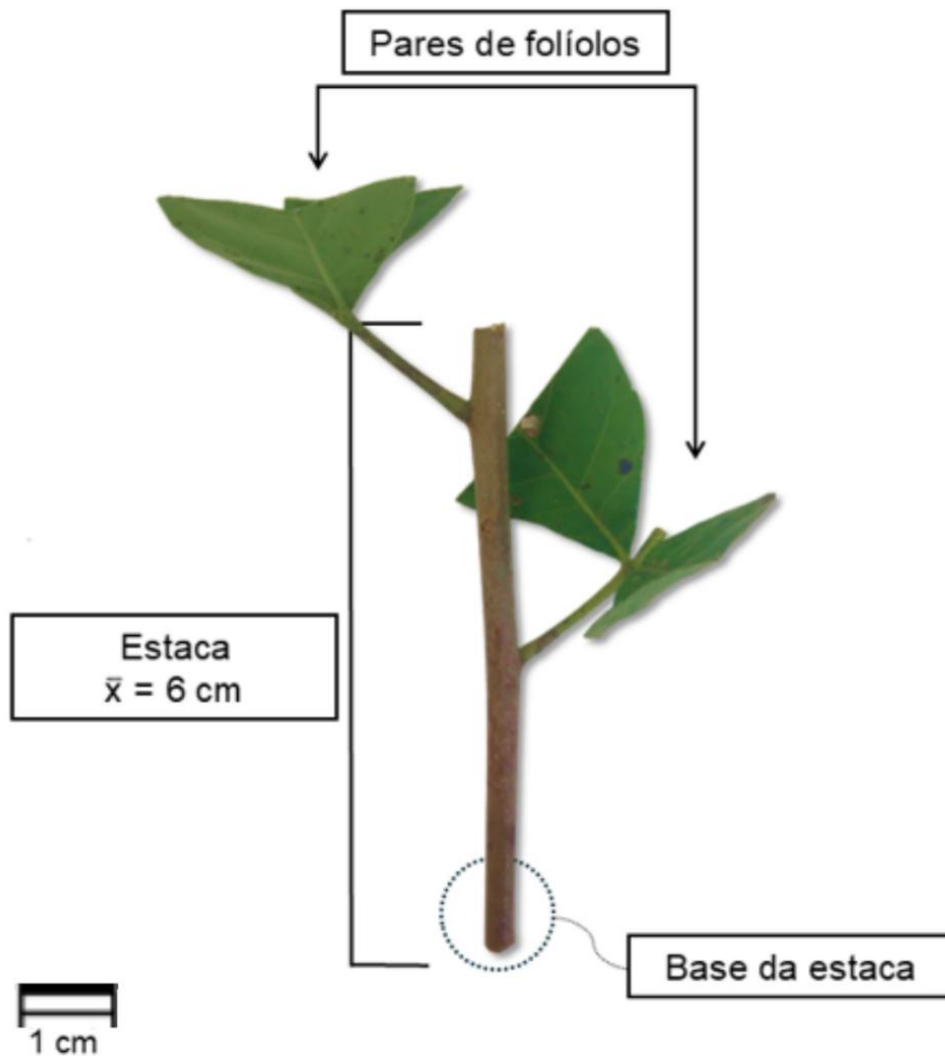
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta e preparação das estacas

Selecionou-se 13 indivíduos adultos de *S. terebinthifolia* para obtenção do material vegetal, para a escolha dos indivíduos, levou-se em consideração a boa sanidade desses, como a ausência de pragas (em excesso), danos físicos e sinais de alguma deficiência nutricional. A coleta das estacas foi realizada no município de Campina Grande, Paraíba. O município apresenta clima classificado como BSh de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger. A temperatura e precipitação média nesta localidade é de aproximadamente 23,3 °C e 503 mm, respectivamente (Climate-Data, 2025). De cada indivíduo, foram coletadas 18 estacas, totalizando 234 propágulos.

As estacas foram retiradas do material basal das plantas, respeitando uma altura máxima de 30 centímetros acima do nível do solo. Para garantir uniformidade no experimento, as estacas apresentavam características padronizadas: eram semi-lenhosas, possuíam aproximadamente 6 centímetros de comprimento e continham dois pares de folíolos, cortados pela metade para reduzir a perda de água por transpiração (Figura 1).

Figura 2 - Estacas de indivíduos adultos de *Schinus terebinthifolia* Raddi.



Fonte: Autoral (2025).

Após a coleta, as estacas foram acondicionadas em uma caixa de isopor contendo papel toalha umedecido para minimizar a desidratação durante o transporte até o Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

4.2 Instalação do experimento

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da UFRPE. Foram utilizadas diferentes concentrações de ácido indol-butírico (IBA) (0, 2.500 e 5.000 mg L⁻¹) dissolvidas em hidróxido de sódio (NaOH) 1 mol L⁻¹ e posteriormente diluídas em água destilada. As soluções foram aplicadas na base das estacas por 60 segundos antes do estaqueamento em tubetes de 55 cm³, contendo um substrato comercial

Basaplant™ (composto por 20 % de turfa, 10 % de vermiculita, 5 % de carvão vegetal e 65 % de casca de pinus; pH: $5,8 \pm 0,5$ e condutividade elétrica: $1,5 \pm 0,3 \text{ mS cm}^{-1}$) e vermiculita de granulometria média, na proporção de 1:1. Para o tratamento controle (0 mg L^{-1}), as bases das estacas foram imersas em água destilada pelo mesmo período antes do plantio.

As estacas foram transferidas para a casa de vegetação cuja umidade foi mantida acima de 80 % e a temperatura média foi mantida em $27 \text{ }^\circ\text{C}$, conferido utilizando um datalog de intervalo a cada 1 hora. Trinta dias após a permanência na casa de vegetação, foram avaliadas a taxa de sobrevivência (%) e o enraizamento das estacas (%). Para determinar a sobrevivência, consideraram-se as estacas que mantiveram brotação e apresentaram raízes visíveis no fundo do tubete. Já para o enraizamento, foram consideradas apenas as estacas que exibiram raízes no fundo do tubete.

Após a fase inicial de avaliação, as estacas foram transferidas para casa de sombra coberta com tela de sombreamento de 50 % onde permaneceram por trinta dias. Ao final dessa etapa, avaliou-se a sobrevivência (%) e enraizamento (%) das estacas conforme a metodologia utilizada na casa de vegetação.

Consecutivamente, as estacas foram transferidas para ambiente a pleno sol (ausência de sombreamento), permanecendo por mais trinta dias. Após esse período, avaliou-se: sobrevivência (%), enraizamento (%), massa seca da parte aérea (MSPA, %) e massa seca da raiz (MSR, %).

Para obtenção da biomassa seca, as estacas foram separadas em raízes e parte aérea, com auxílio de uma tesoura de poda, e desidratadas em estufa de ar forçada presente ($65 \text{ }^\circ\text{C}$) até a massa constante. Em seguida, foram submetidas à pesagem em balança analítica (Shimadzu BL3200H) para a determinação da massa seca desses componentes.

O regime de irrigação em todos os ambientes foi estabelecido por meio de um sistema de microaspersão, ativado doze vezes ao dia (das 6 às 17 horas) com intervalo de 1 hora, dispersando uma fina camada de água por 1 minuto a cada sessão, com o objetivo de preservar o vigor hídrico acima de 80 %.

4.3 Análise estatística

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), englobando 13 indivíduos adultos de *S. terebinthifolia*, com 18 estacas coletadas de cada planta, totalizando 234 unidades amostrais.

Para avaliar a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as variáveis analisadas, foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA). As características que apresentaram diferenças significativas foram submetidas ao teste de Tukey, visando identificar agrupamentos de médias com distinções estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

As variáveis que não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), foram analisadas por meio da estatística descritiva, utilizando média e desvio padrão para a representação gráfica dos resultados. Para tais análises, utilizou-se o software R Studio (R Core Team, 2025).

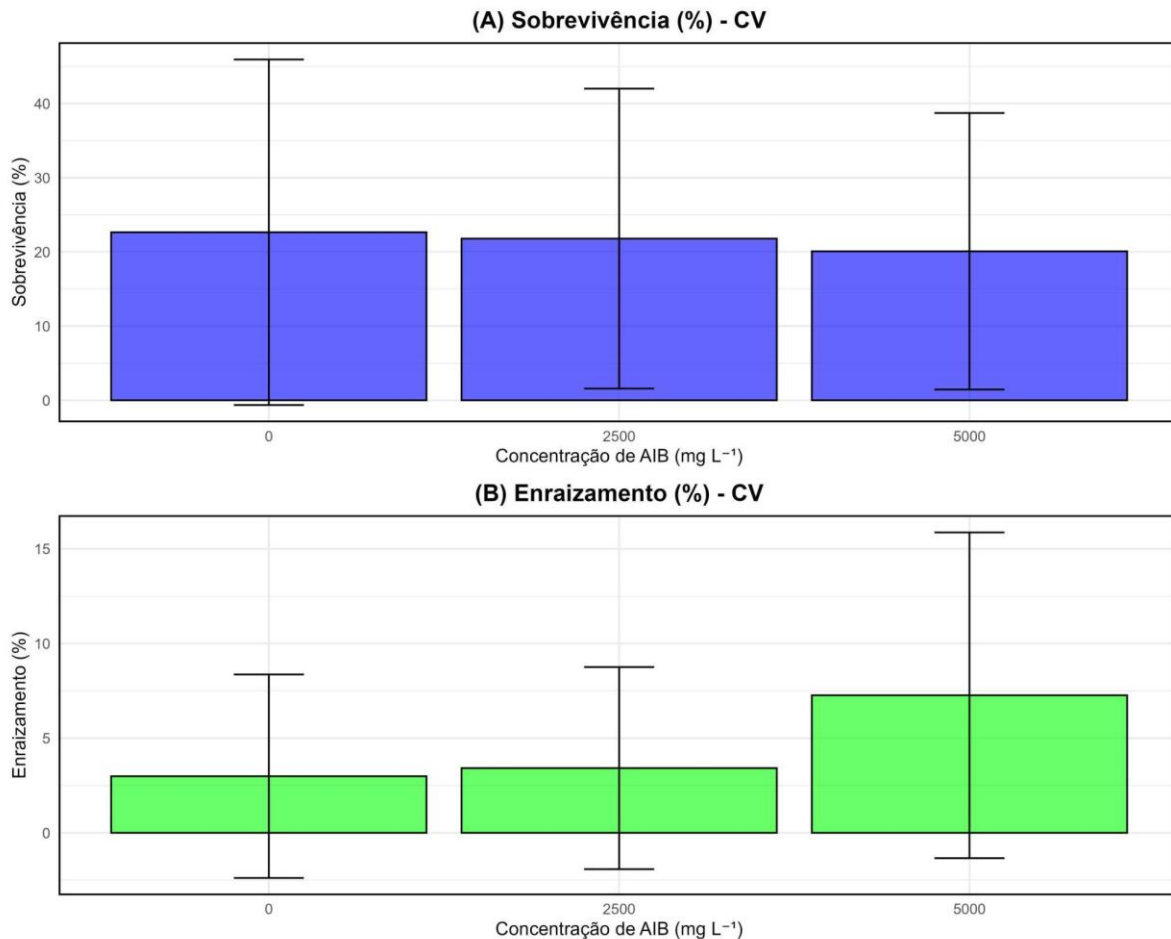
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Casa de vegetação

Foi identificado que a taxa de sobrevivência das estacas não variou estatisticamente entre os tratamentos aplicados. O tratamento controle apresentou uma sobrevivência média de 22,65 %, enquanto as concentrações de 2.500 e 5.000 mg L⁻¹ resultaram em médias de 21,79 % e 20,09 %, respectivamente (Figura 2A).

No entanto, a variação entre os valores individuais foi distinta para cada tratamento. No tratamento controle, a sobrevivência apresentou uma maior dispersão, com desvio padrão de 23,29, sugerindo uma resposta menos uniforme das estacas. Em contrapartida, o tratamento com 5.000 mg L⁻¹ exibiu menor variação, com desvio padrão de 18,64, indicando uma distribuição mais homogênea dos resultados. O tratamento de 2.500 mg L⁻¹ apresentou um desvio padrão de 20,22.

Figura 3 - Efeito das diferentes concentrações de ácido indol butírico (AIB) na sobrevivência (A) e enraizamento (B) de estacas de *Schinus terebinthifolia* Raddi. em ambiente de casa de vegetação.



Fonte: Autoral (2025).

As taxas de enraizamento foram baixas em todos os tratamentos avaliados. O tratamento controle apresentou uma média de enraizamento de apenas 2,99 %, enquanto a concentração de 2.500 mg L⁻¹ de AIB resultou em um leve aumento, alcançando 3,42 %. A maior taxa média de enraizamento foi observada no tratamento com 5.000 mg L⁻¹, atingindo 7,26 % (Figura 2B).

Embora o aumento na concentração de AIB tenha promovido um maior enraizamento médio, a alta variabilidade nos resultados individuais (desvio padrão de 8,60 no tratamento 5.000 mg L⁻¹) indica que, enquanto algumas estacas responderam positivamente ao tratamento hormonal, outras praticamente não desenvolveram raízes. O controle e o tratamento de 2.500 mg L⁻¹ apresentaram desvio padrão de 5,37 e 5,34 respectivamente. Essa heterogeneidade na resposta sugere que fatores

intrínsecos, como variações genéticas entre as matrizes, podem ter influenciado o enraizamento das estacas, mesmo sob condições experimentais controladas.

Os resultados indicam que a aplicação de AIB em estacas de *S. terebinthifolia* não influenciou significativamente a sobrevivência, mas promoveu leve aumento no enraizamento em concentrações mais elevadas (5.000 mg L^{-1}), ainda que com alta variabilidade. Essa resposta contrasta parcialmente com estudos anteriores, como o de Holanda (2012), que observou redução no enraizamento (aproximadamente 37%) em 5.000 mg L^{-1} de AIB devido à fitotoxicidade. A sobrevivência média entre 20,09% e 22,65%, com dispersão elevada (desvio padrão de até 23,29 no tratamento controle), sugere que fatores intrínsecos às estacas, como variações genéticas entre as 13 matrizes utilizadas ou diferenças fisiológicas na concentração endógena de auxinas, podem ter contribuído para essa heterogeneidade (Real *et al.*, 2022).

Quanto ao enraizamento, o aumento médio observado com 5.000 mg L^{-1} de AIB (7,26%) em comparação ao controle (2,99%) alinha-se parcialmente com Dutra *et al.* (2021), que relataram maior enraizamento em estacas intermediárias de *S. terebinthifolia* com altas doses de AIB. Entretanto, a alta variabilidade (desvio padrão de 8,60) nesse tratamento indica que apenas uma parcela das estacas respondeu ao regulador, possivelmente devido à lignificação excessiva, que limita a absorção hormonal ou favorece a oxidação de compostos fenólicos, conforme observado em Gatto (2023) para estacas semi-lenhosas de *Eugenia uniflora*.

Além disso, a ausência de diferenças significativas entre tratamentos reforça a complexidade do enraizamento em espécies lenhosas, onde fatores como reservas nutricionais, equilíbrio hormonal e condições ambientais (ex.: umidade e temperatura) interagem de forma não linear (Santos, 2021). É ressaltada a necessidade de estudos que integrem doses de AIB a estratégias complementares, como pré-tratamentos para reduzir a lignificação ou ajustes no substrato para outros tipos, visando maior uniformidade nas respostas.

5.2 Casa de sombra

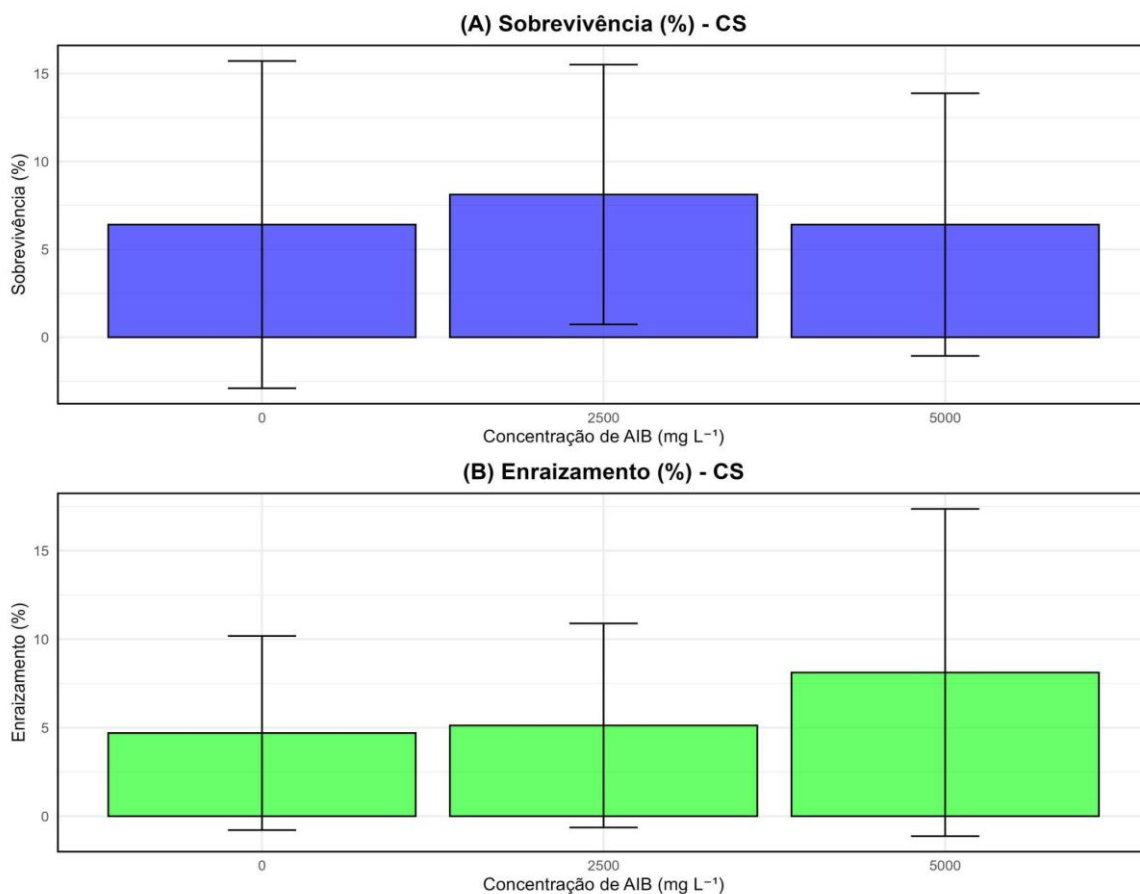
No ambiente de casa de sombra, as taxas de sobrevivência e enraizamento das estacas de *S. terebinthifolius* mostraram alterações em relação ao ambiente anterior.

De modo geral, as médias de sobrevivência foram menores do que as observadas anteriormente. O tratamento controle apresentou média de sobrevivência de 6,41 % ($\pm 9,31$).

O tratamento com 2.500 mg L⁻¹ de AIB destacou-se por apresentar a maior média de sobrevivência, alcançando 8,12 %, embora também tenha mostrado uma dispersão significativa dos dados ($\pm 7,39$).

No tratamento com 5.000 mg L⁻¹, a média de sobrevivência foi de 6,41 %, porém, com uma alta variação entre os resultados individuais ($\pm 7,47$) (Figura 3A). Os resultados sugerem que, independentemente da concentração do regulador de crescimento, a transferência das estacas da casa de vegetação para a casa de sombra pode ter impactado negativamente a sobrevivência das estacas. A permanência ou um tempo prolongado na casa de vegetação poderia ter auxiliado no desenvolvimento das estacas e evitado diminuições nos valores de sobrevivência.

Figura 4 - Efeito das diferentes concentrações de ácido indol butírico (AIB) na sobrevivência (A) e enraizamento (B) de estacas de *Schinus terebinthifolia* Raddi. em ambiente de casa de sombra.



Fonte: Autoral (2025).

Em relação ao enraizamento, o tratamento controle apresentou uma média de 4,70 % ($\pm 5,48$), um resultado superior ao observado na casa de vegetação (2,99 %). Nos tratamentos com 2.500 mg L⁻¹ e 5.000 mg L⁻¹ de AIB, o enraizamento também foi maior do que no ambiente anterior, atingindo 5,13 % ($\pm 5,77$) e 8,12 % ($\pm 9,25$), respectivamente (Figura 3B).

No entanto, os elevados desvios padrão, especialmente no tratamento com 5.000 mg L⁻¹ AIB ($\pm 9,25$), indicam que o efeito do tratamento não foi uniforme, possivelmente devido a fatores intrínsecos das estacas ou à adaptação ao novo ambiente.

A grande redução na sobrevivência das estacas de *S. terebinthifolia* após a transferência para a casa de sombra (6,41% a 8,12%) pode estar associada ao estresse hídrico e à menor umidade relativa do ar comparada ao ambiente controlado da casa de vegetação, conforme observado por Kreczkuski (2022), que destacou a necessidade de umidade acima de 80% para evitar desidratação e oxidação tecidual. A queda abrupta na sobrevivência sugere que as estacas, já enfraquecidas pelo baixo enraizamento prévio (7,26% no máximo na fase anterior), não suportaram as condições menos controladas, corroborando Holanda *et al.* (2012), que observaram maior sensibilidade de estacas semi-lenhosas a mudanças ambientais.

O leve aumento no enraizamento (até 8,12% com 5.000 mg L⁻¹ de AIB), apesar da alta variabilidade (desvio padrão de $\pm 9,25$), pode indicar um esforço fisiológico das estacas sobreviventes para emitir raízes em resposta ao AIB, mesmo sob estresse. A maior mortalidade no tratamento controle (6,41%) reforça a hipótese de que o AIB, mesmo em altas doses, teve papel mitigador parcial do estresse, conforme Real *et al.* (2022), que associou o uso do regulador à manutenção do vigor radicular em substratos porosos.

A transição abrupta entre ambientes, sem período adicional de aclimação na casa de vegetação, pode ter prejudicado a rustificação, já que estacas pouco enraizadas têm menor capacidade de absorção hídrica, como discutido por Dutra *et al.* (2021) para *S. terebinthifolia*. A possível oxidação de compostos fenólicos em tecidos lenhosos, mencionada por Gatto (2023), pode ter limitado a resposta homogênea ao AIB, explicando a alta dispersão dos dados. Esses resultados ressaltam a necessidade de ajustes no protocolo de transição entre ambientes, como

a extensão do período em casa de vegetação ou a introdução gradual de luminosidade, para reduzir perdas durante a rustificação.

O ambiente de casa de sombra foi caracterizado por uma drástica redução na sobrevivência, possivelmente pelo choque ambiental, enquanto o enraizamento mostrou uma resposta leve e variável ao AIB, indicando que as estacas sobreviventes mantiveram algum potencial rizogênico.

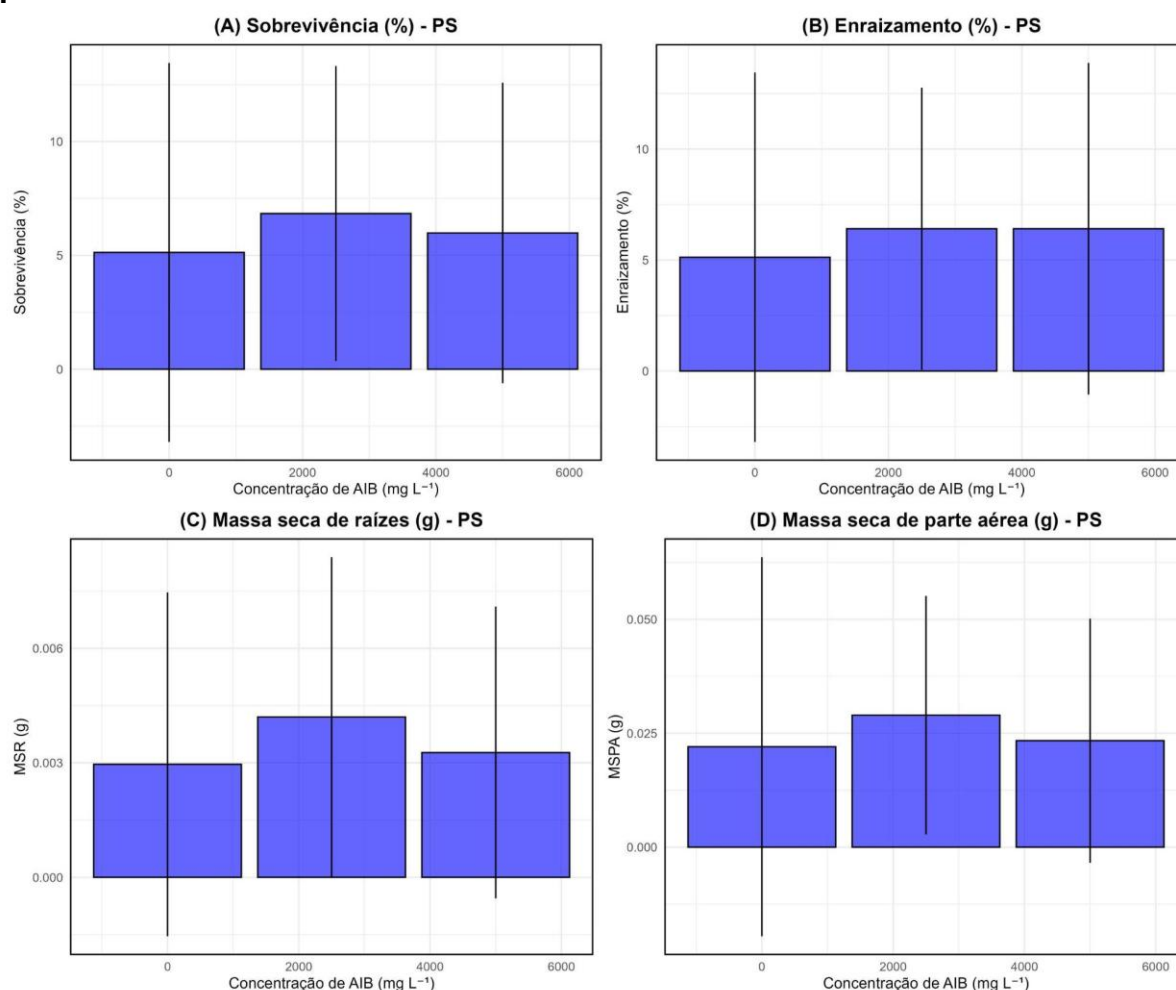
5.3 Pleno sol

De modo geral, as médias de sobrevivência e enraizamento continuaram a decair quando comparadas com os ambientes anteriores, sugerindo a redução na viabilidade das estacas após a mudança de ambiente.

No tratamento controle, a sobrevivência média foi de 5,13 % com alta variabilidade nos resultados individuais ($\pm 8,32$). No tratamento com 2.500 mg L⁻¹ de AIB, a sobrevivência média foi de 6,84 % ($\pm 6,48$), enquanto o tratamento de 5.000 mg L⁻¹ registrou um valor médio de 5,98 % ($\pm 6,60$) (Figura 4A).

Para o enraizamento, o tratamento controle apresentou média de 5,13 % ($\pm 8,32$), similar à sobrevivência. Os tratamentos com 2.500 mg L⁻¹ e 5.000 mg L⁻¹ de AIB registraram o mesmo valor médio de 6,41 %, todavia, com desvios padrão de 6,35 e 7,47, respectivamente (Figura 4B).

Figura 5 - Efeito das diferentes concentrações de ácido indol butírico (AIB) na sobrevivência (A), enraizamento (B), massa seca das raízes (C) e massa seca da parte aérea (D) de estacas de *Schinus terebinthifolia* Raddi. em ambiente de pleno sol.



Fonte: Autoral (2025).

Para a massa seca das raízes, o tratamento controle apresentou valores médios de 0,0030 g (\pm 0,0045), indicando que algumas estacas tiveram um leve desenvolvimento radicular, mas a maioria não apresentou raízes muito desenvolvidas. O tratamento com 2.500 mg L⁻¹ apresentou o maior valor médio (0,0042 g \pm 0,0042), podendo ser um efeito positivo do regulador. Já o tratamento com 5.000 mg L⁻¹ apresentou valores médios de 0,0033 g (\pm 0,0038) (Figura 4C).

Em relação a massa seca da parte aérea, os valores foram maiores que os da biomassa radicular. O tratamento controle obteve uma média de 0,022 g (\pm 0,0416), indicando grande variação no desenvolvimento das estacas. No tratamento com 2.500 mg L⁻¹, a média foi ligeiramente maior, atingindo 0,0290 g (\pm 0,0262), com um

leve efeito positivo do regulador no crescimento da parte aérea. Já no tratamento com 5.000 mg L⁻¹, a média foi de 0,0234 g (± 0,0268) (Figura 4D).

A redução contínua na sobrevivência e enraizamento das estacas de *Schinus terebinthifolia* em pleno sol, mesmo com valores menos drásticos que na transição anterior, pode estar associada ao estresse cumulativo imposto pelas condições adversas (luminosidade intensa e menor umidade), conforme Kreczkuski (2022), que relacionou a mortalidade de estacas ao desequilíbrio hídrico em ambientes não controlados. O tratamento com 5.000 mg L⁻¹ de AIB, que apresentou queda no enraizamento (6,41% vs. 8,12% na casa de sombra), sugere que o potencial benéfico do regulador pode ser suprimido em condições ambientais extremas.

A maior massa seca radicular no tratamento 2.500 mg L⁻¹ (0,0042 g) indica que concentrações moderadas de AIB podem favorecer a alocação de recursos para as raízes, mesmo sob estresse, alinhando-se a Real *et al.* (2022), que destacaram a importância de substratos porosos combinados com AIB para otimizar a rizogênese. Contudo, a baixa biomassa radicular geral (0,0030–0,0042 g) reflete a limitação fisiológica das estacas em ambientes hostis, onde a prioridade metabólica pode ter sido direcionada à manutenção da parte aérea, como observado na maior massa seca desta região (0,022–0,0290 g). Essa tendência corrobora Holanda *et al.* (2012), que relatou maior investimento em brotações em estacas de *S. terebinthifolia* sob estresse, em detrimento do sistema radicular. A menor variabilidade na massa seca aérea do tratamento 2.500 mg L⁻¹ (±0,0262) sugere maior uniformidade na resposta ao regulador, possivelmente devido ao equilíbrio entre auxinas exógenas e reservas nutricionais, conforme Dutra *et al.* (2021). Já a redução no desempenho do tratamento 5.000 mg L⁻¹ reforça a hipótese de que doses elevadas de AIB, combinadas à lignificação e condições ambientais críticas, podem inibir a diferenciação celular em cenários de alto estresse.

6. CONCLUSÕES

A concentração de 2.500 mg L⁻¹ de AIB foi a mais equilibrada para a propagação de *S. terebinthifolia*, promovendo maior estabilidade sob estresse ambiental. A exposição progressiva a ambientes menos controlados compromete drasticamente a viabilidade das estacas, evidenciando a necessidade de períodos mais prolongados em ambiente controlado para consolidar o enraizamento antes da

rustificação. Altas doses de AIB (5.000 mg L⁻¹), apesar de aumentarem temporariamente o enraizamento, mostraram-se não significativos em condições adversas, com possibilidade de toxicidade. A baixa eficiência geral pode estar associada à lignificação excessiva das estacas, à substrato inadequado (baixa porosidade) ou ao curto tempo de aclimação inicial. O estudo reforça a complexidade da propagação vegetativa em espécies lenhosas e destaca caminhos para investigações futuras, visando equilibrar resistência e crescimento nas fases críticas de estabelecimento, e aprimorando técnicas como a aplicação de AIB, o rejuvenescimento de material adulto e o manejo adequado dos ambientes de cultivo, garantindo, assim, a viabilidade econômica e a sustentabilidade ecológica dos sistemas produtivos.

7. REFERÊNCIAS

ARANTES, Cárita Rodrigues de Aquino; CORREA, Amanda Ribeiro; SILVA, Ana Mayra Pereira da; SPILLER, Carla; CAMILI, Elisangela Clarete; COELHO, Maria de Fátima Barbosa. Propagação vegetativa de *Talinum triangulare* em função de diferentes épocas de coleta, tipos de estacas e substratos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 571–585, 2021. DOI: 10.17765/2176-9168.2021v14n3e8213. Disponível em:

<https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/8213>. Acesso em: 1 mar. 2025.

ARATAQUE, Ygor Matias. **Métodos de propagação de murici: revisão de literatura**. 2021. Dissertação (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal Goiano, Ceres, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2283>. Acesso em: 1 mar. 2025.

CARVALHO, Alaíde de Oliveira; NEVES, André Henrique Bueno; TRONCO, Kenia Michele de Quadros. Propagação vegetativa de espécies florestais da Amazônia. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 10, p. 83417–83430, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n10-686. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/19104>. Acesso em: 1 mar. 2025.

CHAVES, T. A.; MACHADO, A. L.; SÁ, J. M.; UZUÊDA, M. C. Propagação vegetativa da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) por estaquia. In: **Congresso Brasileiro de Arborização Urbana**, 22., 2018, Salvador, BA. Anais eletrônicos [...].Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Allan-Nunho-Dos-Reis/publication/340182942_POTENCIAL_DE_OCORRENCIA_DE_Araucaria_angustifolia_Bertol_Kuntze_EM_AREAS_VERDES_PROTEGIDAS_DE_CURITIBA_PARANA_ESTOQUES_DE_CARBONO_E_CO2EQ_EM_Acer_negundo_E_Tipuana_tipu_NA_ARBORIZACAO_DE_RUAS_DE_CURITIBALinks/5e7cac7a6fdcc139c04d0c9/POTENCIAL-DE-OCORRENCIA-DE-Araucaria-angustifolia-Bertol-Kuntze-EM-AREAS-VERDES-PROTEGIDAS-DE-CURITIBA-PARANA-ESTOQUES-DE-CARBONO-E-CO2EQ-EM-Acer-negundo-E-Tipuana-tipu-NA-ARBORIZACAO-DE-RUAS-DE-CURI.pdf#page=35. Acesso em: 1 mar. 2025.

DANTAS, Gabriel Batista; FAGUNDES, Nathalle Cristine Alencar. Enraizadores alternativos na estaquia de frutíferas: Pesquisas e possibilidades. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 19, n. 2, p. 108-115, abr./jun. 2024. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9564309>. Acesso em: 1 mar. 2025.

DIAS, Poliana Coqueiro; ATAÍDE, Glauciana da Mata; XAVIER, Aloisio; OLIVEIRA, Leandro Silva de; PAIVA, Haroldo Nogueira de. Propagação vegetativa de *Schizolobium amazonicum* por estaquia. **CERNE**, v. 21, n. 3, p. 379-386, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cerne/a/VLfQK5M7SCbpNchXF58JdJP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 1 mar. 2025.

DUTRA, Felipe Bueno; FRANCISCO, Bruno dos Santos; ALMEIDA, Lausanne Soraya de; SANTOS, Ivonir Piotrowski; VIVEIROS, Emerson; MARTINS, Rafael Paranhos; PASSARETTI, Raquel; PIÑA-RODRIGUES, Fatima Conceição Márquez; SILVA, José Mauro Santana da. Minicutting technique and IBA application in vegetative propagation of *Schinus terebinthifolia* Raddi. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 14, p. e553101422610, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.22610. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/22610>. Acesso em: 1 mar. 2025.

FAUERHARMEL, Mariana. **Propagação vegetativa e seleção de genótipos de *Jacaranda mimosifolia* D. Don para o enraizamento adventício de miniestacas.** 2021. Dissertação (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/23182>. Acesso em: 1 mar. 2025.

FALCÃO, Maria Priscila Mentos; OLIVEIRA, Tharcia Kiara Beserra de; SARMENTO, Diêgo de Albuquerque; Ó, Nathallya Pessoa Rodrigues do; GADELHA, Neylane Coelho. *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) e suas propriedades na Medicina Popular. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Paraíba v. 10, n. 5, p. 23-27, jun./dez. 2015. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7322069>. Acesso em: 1 mar. 2025.

FOLADORI-INVERNIZZI, Sofia; MAGGIONI, Renata de Almeida; ZUFFELLATO-RIBAS, Katia Christina. Estado da arte da propagação vegetativa por estaquia de espécies arbustivo-arbóreas. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 50–63, 2021. Disponível em: <https://revista.uergs.edu.br/index.php/revuergs/article/view/2872>. Acesso em: 15 out. 2025.

FRADE, Samira Rangel do Prado. **Estratégias para o resgate vegetativo em diferentes idades e ganhos na seleção genética de populações melhoradas de *Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE na região leste do Mato Grosso do Sul.** 2023. Dissertação (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/66623d86-45d5-4372-8a4f-c122b945a41a>. Acesso em: 1 mar. 2025.

GATTO, Marcelo Batistella. **Propagação vegetativa de *Eugenia uniflora* L.** 2023. Dissertação (Graduação em Ciências Biológicas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Ibirubá, 2023. Disponível em: <https://dspace.ifrs.edu.br/handle/123456789/1330>. Acesso em: 1 mar. 2025.

HOLANDA, Francisco Sandro Rodrigues; VIEIRA, Thiago Roberto Soares; ARAÚJO FILHO, Renisson Neponuceno de; SANTOS, Tiago de Oliveira; ANDRADE, Karen Viviane Santana de; CONCEIÇÃO, Fagner Goes da. Propagation through cutting technique of species occurring in the lower São Francisco river in Sergipe state with different concentrations of indolbutiric acid. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 1, p. 75-82, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/rP8MZdLkbcLTHdp5Qrf7jrG/?lang=en>. Acesso em: 1 mar. 2025.

KRECZKIUSKI, Camila. **Substratos e concentrações de AIB na propagação de *Juniperus chinensis* var. kaizuka por estaquia**. 2022. Dissertação (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31208>. Acesso em: 1 mar. 2025.

LAGOS, Frank Silvano; ZUFFELLATO-RIBAS, Katia Christina; DESCHAMPS, Cícero. Propagação vegetativa do lúpulo (*Humulus lupulus* L.): Abordagem histórica e perspectivas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 43, n. 3, p. 1373–1394, maio/jun. 2022. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/45106>. Acesso em: 1 mar. 2025.

MARTINS, Christiane França; SANTOS JUNIOR, Walmyr Alberto Costa; SILVA, Liliane de Sousa; PAULA, José Realino de. *Schinus terebinthifolius* Raddi: Scientometric Analysis. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 8, p. e11110817016, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17016>. Acesso em: 1 mar. 2025.

MONTEIRO, Ricardo Neves Guimarães; NERI, Luciene Machado da Silva; CHAGAS, Matheus Peres; KAMIYA, Aline; SOUZA, Eli Regina Barboza de. Propagação Vegetativa do Pequi (Caryocar brasiliense Camb.) por Estaquia: Estratégia para Conservação e Uso Sustentável no Cerrado. **Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 356–370, 2025. Disponível em:

<https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/8249>. Acesso em: 15 out. 2025.

OLIVEIRA, Gabriel Silva de. **Variabilidade funcional dos atributos do continuum folha-caule de espécies em ambientes de floresta atlântica com disponibilidade hídrica diversa**. 2023. Dissertação (Mestrado em Biociências e Biotecnologia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2023. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/biociencias-biotecnologia/wp-content/uploads/sites/12/2023/05/DISSERTACAO-GABRIEL-OLIVEIRA-VERSAO-FINAL-2.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2025.

OLIVEIRA, Vanessa da Silva. **Uso de enraizadores sintéticos na propagação vegetativa de Cambará**. 2024. Dissertação (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2024. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/39519>. Acesso em: 1 mar. 2025.

PECEGUEIRO, Maicon de Souza; HOOGERHEIDE, Eulalia Soler Sobreira; TIAGO, Auana Vicente; KARSBURG, Isane Vera; CARVALHO, Maurecilne Lemes da Silva; BEHLING, Maurel. Propagação vegetativa de pau de balsa com diferentes concentrações de AIB. In: EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL (org.). **Open Science Research**, Guarujá-SP, 2022. v. 6, cap. 4, p. 89-93. E-book. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/220910069>. Acesso em: 1 mar. 2025.

PEREIRA, Delávila Pinheiro; SILVA, Antonia Isabelly Bezerra da; NUNES, Luanne Eugênia; DE SÁ FILHO; Geovan Figueiredo; RIBEIRO, Louise Helena de Freitas. Potencial biotecnológico da aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi): uma revisão narrativa. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, Três Lagoas, v. 13, n. 1, p. 25-37, jun./dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/sameamb/article/view/13282>. Acesso em: 1 mar. 2025.

REAL, Isadora Moreira da Luz; GOMES, Gustavo Crizel; BIERHALS, Daiana Fonseca; HENZEL, Ana Beatriz Devantier; MOLINA, Arthur Ramos; BESKOW, Günter Timm; FREITAS, Thales Castilhos; MIURA, Adalberto Koiti; GUARINO, Ernestino de Souza Gomes; SOUZA, Letícia Penno de. Indolebutyric acid (IBA) and substrate in rooting and development of Brazilian peppertree cuttings. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, Pelotas-RS, v. 10, n. 1, p. 14-21, jul. 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/RBES/article/view/24958>. Acesso em: 1 mar. 2025.

RUAS, Fernanda Gomes. **Seleção de genótipos, manejo e perfil químico de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) no Estado do Espírito Santo**. 2016. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/item/2719>. Acesso em: 1 mar. 2025.

SANTOS, Tatiane Paes dos. **Produção de mudas por semente e estaquia em pitaya**. 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/6abb53fc-7851-421f-8512-34ea48896a50/content>. Acesso em: 1 mar. 2025.

SILVA, Tiago Martins e. **Propagação vegetativa e estabelecimento em cerrado de *Banisteriopsis caapi***. 2006. Dissertação (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: http://neip.info/novo/wp-content/uploads/2015/04/thiago_low.pdf. Acesso em: 1 mar. 2025.

SILVA, Marciele da; OLIVEIRA, Lucas Silva; RADAELLI, Juliana Cristina; CASTRO, Juliana Dias de; WAGNER JUNIOR, Américo. Concentrações de AIB (ácido indolbutírico) e BAP (6-benzilaminopurina) na estaquia de jamboleiro (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). **Colloquium Agrariae**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 20-29, out./dez. 2019.

SILVA-LUZ, C. L.; PIRANI, J. R.; PELL, S. K.; MITCHELL, J. D. Anacardiaceae. In: Flora e Funga do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, [2025]. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15471>. Acesso em: 1 mar. 2025.

STUEPP, Carlos André; WENDLING, Ivar; XAVIER, Aloisio; ZUFFELLATO-RIBAS, Katia Christina. Propagação vegetativa e aplicação da silvicultura clonal em espécies arbóreas nativas do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S. l.], v. 53, n. 9, p. 985–1002, 2018. Disponível em: <https://apct.sede.embrapa.br/pab/article/view/24954>. Acesso em: 15 out. 2025.

TRES, Laura. **Enraizamento e atividades enzimáticas associadas à forma de aplicação e doses de ácido indolbutírico em estacas de erva-mate**. 2019. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019. Disponível em: <https://repositorio.upf.br/items/1775fbb4-548f-480f-b53c-af9f7c757a8c>. Acesso em: 15 out. 2025.

XAVIER, Moreno Aguilar. **Propagação vegetativa e conservação in vitro de *Astronium fraxinifolium* Schott**. 2021. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/42015>. Acesso em: 1 mar. 2025.