



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

Daniel Dayvinson Alves Marinho da Mota

**Teste de precocidade de emissão de raiz primária em sementes de *Handroanthus*
impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos (Ipê-roxo)**

MOSSORÓ

2024

Daniel Dayvinson Alves Marinho da Mota

**Teste de precocidade de emissão de raiz primária em sementes de *Handroanthus
impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Ipê-roxo)**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Clarisse Pereira Benedito – UFERSA – DCAF.

MOSSORÓ

2024

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de Daniel Dayvinson Alves Marinho da Mota, sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

M917t Mota, Daniel Dayvinson Alves Marinho da.
Teste de precocidade de emissão de raiz
primária em sementes de *Handroanthus*
impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos (Ipê-roxo) /
Daniel Dayvinson Alves Marinho da Mota. - 2024.
51 f. : il.

Orientadora: Clarisse Pereira Benedito .
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2024.

1. Bignoniaceae . 2. Sementes florestais. 3.
Testes rápidos. 4. Vigor. 5. Análise de sementes.
I. Benedito , Clarisse Pereira , orient. II.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Daniel Dayvinson Alves Marinho da Mota

**Teste de precocidade de emissão de raiz primária em sementes de *Handroanthus
impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Ipê-roxo)**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Defendida em: 22 / 10 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CLARISSE PEREIRA BENEDITO**
Data: 01/11/2024 10:15:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Clarisse Pereira Benedito (UFERSA)
Presidente da Banca examinadora e orientadora

Jailma Suerda Silva de Lima 2024/11/04

Profa. Dra. Jailma Suerda Silva de Lima (UFERSA)
Membro Examinador

**Pablo Ferreira
da Silva**  Assinado de forma digital por
Pablo Ferreira da Silva
Dados: 2024.11.03 15:01:39
-03'00'

Eng. Agr. Pablo Ferreira da Silva (UFERSA)
Membro Examinador

DEDICATÓRIO

Aos meus pais, cuja dedicação, amor e exemplo constante me deram a força necessária para superar os desafios e chegar até aqui. Por todo o apoio, incentivo e confiança em meus sonhos, sou eternamente grato. Esta conquista é tão minha quanto de vocês, que sempre acreditaram em um futuro melhor ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão, primeiramente a Deus, por me conceder o dom da vida, por sua presença constante em minha trajetória, mesmo quando não me sinto merecedor do seu amor. Agradeço por sua proteção, por me dar sabedoria, paciência e força. Obrigado, Senhor.

A minha família, em especial aos meus pais, Ivanira Alves de Oliveira e Silvério Marinho da Mota Neto, ao meu irmão, Diêgo Alves Marinho, a minha avó Adete Guiomar Mota, meu sincero agradecimento pelo apoio inabalável e pelo sacrifício de me manter em Mossoró. O amor e o encorajamento de vocês foram o alicerce que sustentou minha jornada acadêmica. Sem o suporte de vocês, esta conquista não seria possível.

Minha profunda gratidão à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) pelo inestimável apoio acadêmico e pelo ensino de excelência proporcionado por seu corpo docente. A UFERSA foi essencial na concretização do meu sonho, oferecendo-me não apenas uma base sólida de conhecimento, mas também oportunidades que ampliaram meus horizontes profissionais. Agradeço ainda pelo incentivo à pesquisa, especialmente através dos projetos de iniciação científica, que foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa e da minha formação acadêmica.

À minha orientadora, Clarisse Pereira Benedito, expresso minha gratidão por toda a atenção, paciência e amizade, além de sua inestimável colaboração em minha vida acadêmica. Minha admiração, carinho e respeito são para a senhora, que desempenhou um papel fundamental em minha formação. Muito obrigado!

Agradeço profundamente aos membros da banca examinadora, Prof.^a Dr.^a. Jailma Suerda Silva de Lima e o Eng. Agr. Pablo Ferreira da Silva por gentilmente aceitarem o convite para participar desta avaliação e contribuírem significativamente para o aprimoramento desta pesquisa. Suas considerações e ensinamentos foram essenciais para engrandecer ainda mais o trabalho realizado.

Ao Grupo de Pesquisa do Laboratório de Análise de Sementes (LAS), meu sincero agradecimento, aprendi muito e fiz grandes amigos que me acolheram e me ensinaram ao longo desse tempo. Em especial, agradeço aos técnicos Sara Monaliza, Nonato e César, bem como ao pessoal da pós-graduação, fundamentais nos aprendizados das análises, e aos colegas da graduação, que foram grandes parceiros na realização dos experimentos e compartilhamento de experiências.

Por fim, mas não menos importante meu agradecimento especial aos amigos-irmãos que fiz durante a graduação: John Victor, Pablo Ferreira, Pedro Issac, Wandson Mendes, José Travassos, Luan Oliveira, Marcos Sales, e todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para esta conquista.

EPÍGRAFE

*“Assim como há uma floresta
adormecida dentro de uma semente,
existe potencial adormecido dentro de
nós”*

Autor desconhecido

RESUMO

Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos, conhecido popularmente como ipê-roxo, pau-d'arco, pau-d'arco-roxo, ipê-roxo-de-bola, ipê-de-minas, entre outros, pertencente à família Bignoniaceae, destaca-se como planta ornamental amplamente utilizada no paisagismo e possui um significativo valor econômico, ambiental e medicinal. A planta produz abundante quantidade de sementes por fruto, porém a espécie apresenta dificuldade de multiplicação devido à baixa viabilidade das sementes. Desta forma, torna-se essencial utilizar testes que auxiliem de maneira rápida e eficiente na seleção dos melhores lotes. O teste de precocidade na emissão da raiz primária baseia-se no princípio de que as sementes provenientes de lotes mais vigorosos emitem essa raiz antes das sementes de lotes menos vigorosos. Considerando a importância desta espécie e a ausência de padronização deste teste para sementes de ipê-roxo, objetivou-se verificar a eficácia do teste de precocidade de emissão de raiz na classificação de lotes de sementes de ipê-roxo, sob diferentes temperaturas e períodos de avaliação. Foram utilizados três lotes de sementes desta espécie, armazenados em sacos plásticos em ambiente controlado (17 °C; 45% UR) até a realização dos testes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes cada. A avaliação da qualidade inicial das sementes foi realizada através da determinação do grau de umidade, teste de germinação, primeira contagem, comprimento da parte aérea e da raiz de plântulas normais e massa seca total de plântulas. O teste de precocidade de emissão de raiz primária foi instalado de forma semelhante ao teste de germinação com o uso de papel toalha do tipo Germitest® previamente umedecido na forma de rolo. As temperaturas testadas foram 25, 30 e 35 °C, com as observações da emissão da raiz iniciando com 24 horas após a instalação do teste, com intervalos de 12 horas e finalizando com 300 horas. No entanto, a partir de 228 horas os resultados se estabilizaram. O teste de precocidade de emissão da raiz primária mostrou-se eficaz na classificação do vigor de lotes de sementes de ipê-roxo (*H. impetiginosus*), podendo ser observado a emissão da raiz com 60 ou 72 horas nas temperaturas de 30 e 25 °C respectivamente.

Palavras-chave: Bignoniaceae; sementes florestais; testes rápidos; vigor; análise de sementes.

ABSTRACT

Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos, popularly known as ipê-roxo, pau-d'arco, pau-d'arco-roxo, ipê-roxo-de-bola, ipê-de-minas, among others, belonging to the Bignoniaceae family, stands out as an ornamental plant widely used in landscaping and has significant economic, environmental and medicinal value. The plant produces an abundant amount of seeds per fruit, but the species has difficulty multiplying due to the low viability of the seeds. Therefore, it is essential to use tests that help quickly and efficiently select the best batches. The precocity test for the emission of the primary root is based on the principle that seeds from more vigorous lots emit this root before seeds from less vigorous lots. Considering the importance of this species and the lack of standardization of this test for ipê-roxo seeds, the objective was to verify the effectiveness of the root emission precocity test in the classification of batches of ipê-roxo seeds, under different temperatures and periods of assessment. Three batches of seeds of this species were used, stored in plastic bags in a controlled environment (17 °C; 45% RH) until tests were carried out. The experimental design was completely randomized (DIC), with four replications of 25 seeds each. The evaluation of the initial quality of the seeds was carried out by determining the degree of moisture, germination test, first count, length of the shoot and root of normal seedlings and total dry mass of seedlings. The primary root emission precocity test was installed in a similar way to the germination test using a Germitest® type paper towel previously moistened in roll form. The temperatures tested were 25, 30 and 35 °C, with observations of root emission starting 24 hours after test installation, with intervals of 12 hours and ending at 300 hours. However, after 228 hours the results stabilized. The primary root emission precocity test proved to be effective in classifying the vigor of lots of ipê-roxo (*H. impetiginosus*) seeds, with root emission being observed after 60 or 72 hours at temperatures of 30 and 25 °C. respectively.

Keywords: Bignoniaceae; forest seeds; rapid tests; force; seed analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árvore de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. ex DC.) Mattos.....	13
Figura 2. Características morfológicas do tronco: formato cilíndrico e reto, com ramificação do tipo simpodial (A), aspectos do ritidoma (casca morta) (B) e casca viva (C) de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. ex DC.) Mattos.....	13
Figura 3. Características morfológicas da folha: disposição das folhas nos ramos (A), lado adaxial (B) e abaxial (C) de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. ex DC.) Mattos.	14
Figura 4. Características morfológicas da flor: inflorescência (A-B) e elementos florais (C) de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. ex DC.) Mattos	15
Figura 5. Floração do ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. ex DC.) Mattos	16
Figura 6. Características morfológicas do fruto: verdes aderidos aos ramos (A), frutos maduros com início de abertura (B), fruto maduro, totalmente aberto liberando as sementes (C) e fruto verde, maduros fechado e aberto com eixo central visível de Ipê roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. Ex DC) Mattos.....	17
Figura 7. Morfologia externa das duas faces da semente de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. Ex DC.) Mattos	17
Figura 8. Plântula completa de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. Ex DC.) Mattos.	18
Figura 9. Imagem de satélite da localização do Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN.	24
Figura 10. Lotes de sementes de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. ex DC.) Mattos, avaliados pelos testes de qualidade inicial e precocidade de emissão de raiz primária.....	25
Figura 11. Instalação do teste de germinação com sementes de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. ex DC.) Mattos em papel toalha.....	26
Figura 12. Avaliação da primeira contagem das sementes de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. ex DC.) Mattos, dos lotes 1 (A), 2 (B) e 3 (C), respectivamente	27
Figura 13. Semente de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. ex DC.) Mattos apresentando emissão de raiz primária (ERP).....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Médias do teor de água (TA), primeira contagem (PC), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. ex DC.) Mattos.....	29
Tabela 2. Porcentagem de emissão de raiz primária em três lotes de sementes de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (M art. ex DC.) Mattos em diferentes períodos de avaliação a 25 °C	32
Tabela 3. Porcentagem de emissão de raiz primária em três lotes de sementes de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. ex DC.) Mattos em diferentes períodos de avaliação a 30 °C	33
Tabela 4. Porcentagem de emissão de raiz primária em três lotes de sementes de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) (Mart. ex DC.) Mattos em diferentes períodos de avaliação a 35 °C	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Descrição da espécie	12
2.2 Qualidade fisiológica das sementes.....	20
2.3 Teste de precocidade de emissão de raiz primária	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Local do experimento.....	24
3.2 Aquisição das sementes.....	24
3.3 Avaliação da qualidade inicial	25
3.3.1 Grau de umidade das sementes	25
3.3.2 Teste de germinação	26
3.3.3 Primeira contagem.....	26
3.3.4 Comprimento da parte aérea e da raiz de plântulas normais.....	27
3.3.5 Massa seca total da plântula.....	27
3.3.6 Teste de precocidade de emissão de raiz primária.....	27
3.4 Delineamento experimental e Análise Estatística	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5. CONCLUSÕES.....	37
REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

Handroanthus impetiginosus (Mart. Ex DC.) Mattos, pertencente à família Bignoniaceae, popularmente conhecido como ipê-roxo, pau-d'arco, pau-d'arco-roxo, ipê-roxo-de-bola, ipê-de-minas, entre outros. Ocorre nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. Suas flores são grandes, podendo chegar a 7 cm de comprimento, com coloração que varia do rosa ao lilás, organizadas em cachos nas extremidades dos ramos, que confere, um belo efeito paisagístico servindo para arborização urbana em praças, ruas e avenidas. As sementes podem ser obtidas dos frutos quando começam a cair espontaneamente, coletando-as diretamente da árvore. É uma espécie madeireira indicada para reflorestamento e recomposição de áreas degradadas, sendo utilizada no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) (NEMA, 2020).

H. impetiginosus, é reconhecido por sua impressionante capacidade de adaptação tornando-se uma opção estratégica em arborização urbana, iniciativas de reflorestamento e restauração de áreas degradadas. Sua habilidade de crescer e se desenvolver em uma variedade de tipos de solo e condições climáticas o destaca como uma espécie resiliente e versátil, capaz de prosperar em diferentes ambientes (Lima *et al.*, 2023). No entanto *H. impetiginosus* apresenta dificuldade de propagação devido à baixa viabilidade das sementes. Por isso, torna-se essencial o desenvolvimento de estudos que contribuam para sua preservação na natureza, como a avaliação da qualidade das sementes (Castro, 2019).

Em um cenário marcado pela intensa devastação das florestas nativas, causado principalmente pela expansão urbana e pela ampliação das fronteiras agropecuárias, a produção de mudas de espécies florestais nativas tornou-se uma prática comum nos viveiros (Delarmelina *et al.*, 2014). Neste sentido, o uso de sementes com elevada qualidade fisiológica é fundamental para obtenção de êxito neste setor.

O potencial fisiológico das sementes refere-se ao conjunto de características que possibilita à semente expressar suas funções biológicas em variadas condições ambientais, fornecendo informações essenciais sobre sua capacidade de germinação (viabilidade) e vigor. Esse potencial é afetado por diversos fatores, como as condições climáticas, a incidência de pragas e doenças, as práticas de manejo agrícola e o armazenamento adequado das sementes (Krzyzanowski *et al.*, 2020).

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é rotineiramente determinada por meio de testes de germinação, para fins de comercialização das mesmas. Entretanto,

dependendo da espécie, esses testes requerem períodos relativamente longos para sua realização, como também não detecta estágios iniciais de deterioração das sementes. No caso do ipê-roxo, o teste de germinação tem duração de 21 dias (Brasil, 2013), sendo fundamental a utilização de testes que forneçam informações mais rápidas e precisas sobre a viabilidade e vigor das sementes.

Entre os testes rápidos de vigor, o teste de precocidade de emissão da raiz primária pode ser um método alternativo para obtenção de respostas mais rápidas sobre a qualidade dos lotes. Este baseia-se no princípio de que sementes que tiverem maior vigor emitirão a raiz primária antes das menos vigorosas, ou seja, a detecção precoce da emissão da raiz primária ocorre de maneira mais rápida nos lotes de sementes com maior vigor (Oliveira *et al.*, 2019). No entanto, é necessário ajustar metodologias para cada espécie, principalmente em relação à temperatura e tempo de verificação da emissão da raiz primária. Estudos com o uso deste teste em espécies florestais ainda são escassos. Em publicação recente, o teste mostrou-se eficaz na classificação de lotes de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) (Silva *et al.*, 2025).

Neste sentido, objetivou-se verificar a eficácia do teste de precocidade de emissão de raiz na classificação de lotes de sementes de ipê-roxo, indicando a temperatura e o período ideal de avaliação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição da espécie

A família Bignoniaceae compreende cerca de 112 gêneros e aproximadamente 840 espécies, amplamente distribuídas em diversas regiões do mundo. Embora sua maior concentração ocorra na América do Sul, essas plantas também são encontradas em outras partes do globo, como na África, Ásia e Oceania (Lohmann; Ulloa, 2018). No Brasil, estima-se que existam atualmente 34 gêneros e 421 espécies dessa família, das quais 213 são endêmicas, ou seja, ocorrem exclusivamente em território brasileiro (Lohmann, 2024). Essas espécies estão presentes em todos os estados do país, com ocorrência registrada em diversos domínios fitogeográficos, incluindo a Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (Costa *et al.*, 2019). De acordo com Backes *et al.* (2011), as espécies da família Bignoniaceae são caracterizadas por plantas arbóreas que se destacam especialmente por sua exuberância durante o florescimento, o que as torna frequentemente utilizadas para o paisagismo e arborização de praças, ruas, parques e avenidas.

H. impetiginosus, pertencente à família Bignoniaceae, do gênero *Handroanthus*, é uma espécie arbórea nativa do Brasil, conhecida popularmente como ipê-roxo, pau-d'arco, pau-d'arco-roxo, ipê-roxo-de-bola, ipê-de-minas, entre outros. Sua distribuição geográfica abrange vários biomas brasileiros, incluindo a Caatinga, Cerrado, Floresta Amazônica, Mata Atlântica e Pantanal (Lohmann, 2024). No entanto, a classificação do gênero *Handroanthus* ainda enfrenta desafios, principalmente devido à grande semelhança morfológica entre suas sementes e plântulas e aquelas das espécies pertencentes ao gênero *Tabebuia*. Essa semelhança tem gerado debates e revisões taxonômicas, dificultando a diferenciação precisa entre os dois gêneros (Souza, 2022).

Em relação às características morfológicas, *H. impetiginosus* caracteriza-se por ser uma árvore de grande porte, podendo atingir alturas entre 8 e 12 metros, conforme ilustrado na Figura 1, no entanto em casos excepcionais, dentro de áreas florestais, pode alcançar entre 20 a 30 metros de altura (Lorenzi *et al.*, 2009; Costa *et al.*, 2024). Em relação ao sistema radicular é característico de uma dicotiledônea arbórea, com raiz pivotante, e profunda, possuindo raiz principal e secundárias espessas. Em poucos indivíduos, especialmente os que cresceram próximos ou entre rochas, observaram-se também raízes superficiais (Costa *et al.*, 2024).

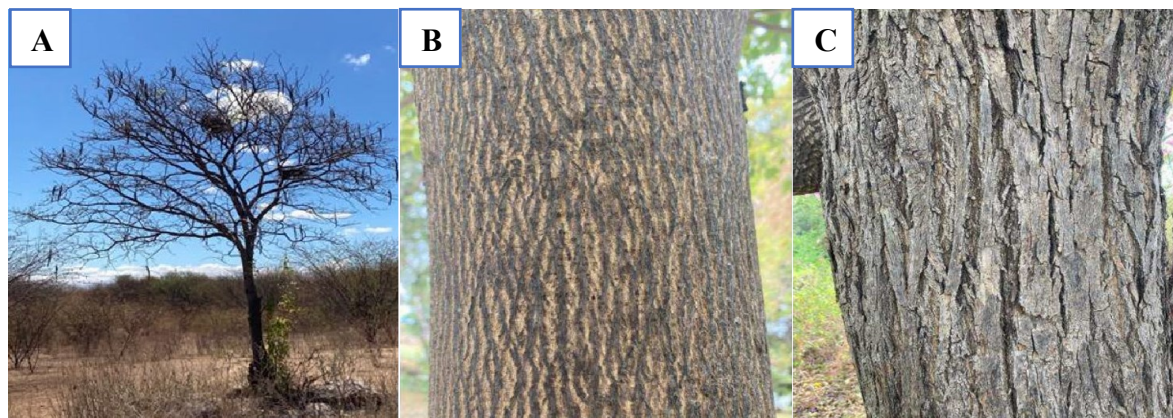
Figura 1. Árvore de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos.



Fonte: <https://escolaeducacao.com.br/flora-da-caatinga/>

O tronco do ipê-roxo pode apresentar diâmetro que varia de 60 a 90 cm, tornando-se uma árvore robusta e imponente na paisagem (Lozano; Zapater, 2008; Costa *et al.*, 2024). O tronco da espécie apresenta formato cilíndrico e reto, com ramificação do tipo simpodial (Figura 2A) e geralmente, não há bifurcações abaixo de 1,30 m de altura. Já em relação as características morfológicas da casca, observa-se mudanças no ritidoma (casca morta) relacionadas à idade dos indivíduos. Em plantas mais jovens, a casca morta é de coloração marrom, com textura áspera e fissuras longitudinais, permitindo a visualização da casca viva (interna), de tom amarelado (Figura 2B). Com o passar dos anos e consequentemente com crescimento secundário, ocorre a formação de camadas adicionais de periderme, resultando em uma casca morta mais espessa, com fissuras mais profundas e uma tonalidade acinzentada, que bloqueia a visão da casca viva (interna), e sem desprendimento (Figura 2C) (Costa *et al.*, 2024).

Figura 2. Características morfológicas do tronco: formato cilíndrico e reto, com ramificação do tipo simpodial (A), aspectos do ritidoma (casca morta) (B) e casca viva (C) de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos.

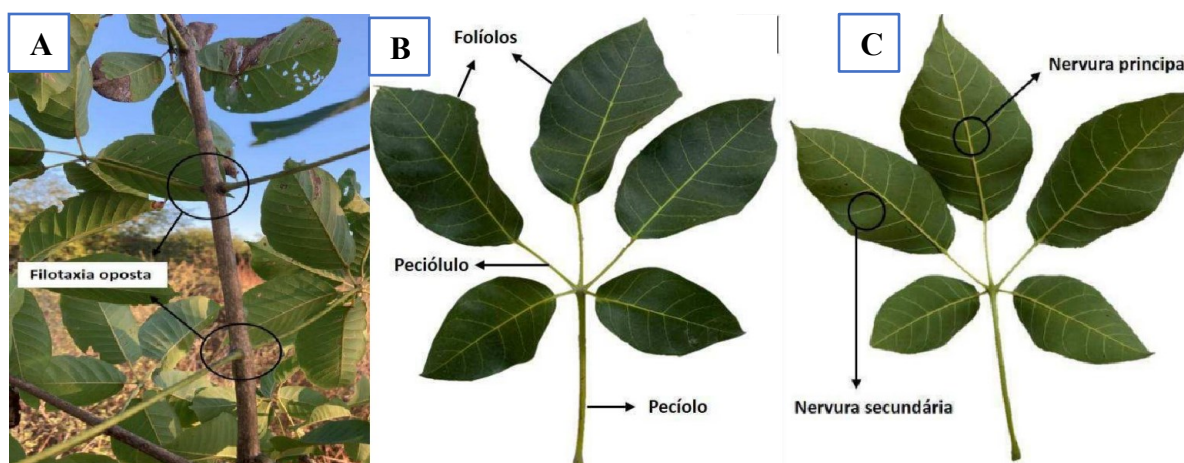


Fonte: Costa *et al.* (2024).

As características morfológicas do tronco e da casca são fundamentais para a identificação em campo desta espécie, especialmente durante o período seco, quando as estruturas reprodutivas e as folhas estão ausentes (Figura 2A) (Costa *et al.*, 2024).

As folhas apresentam filotaxia oposta (Figura 3A) e são compostas, digitadas, com pecíolos longos variando entre 7 e 13 cm e peciólulos de 1 a 5 cm, sendo os maiores no folíolo terminal (Figura 3B). Os folíolos têm formato que varia de elíptico a oblongo, com uma média de cinco por folha, sendo que o folíolo terminal mede entre 9 e 15 cm. Suas margens são levemente serradas, a base é acunhada e o ápice é agudo a atenuado. A coloração verde-escura é mais intensa na face adaxial, e a nervação peninérvea apresenta uma nervura principal da qual surgem as nervuras secundárias (Figura 3C), com presença de apêndices epidérmicos (tricomas) e ausência de odores (Lozano; Zapater, 2008; Costa, 2022).

Figura 3. Características morfológicas da folha: disposição das folhas nos ramos (A), lado adaxial (B) e abaxial (C) de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos.



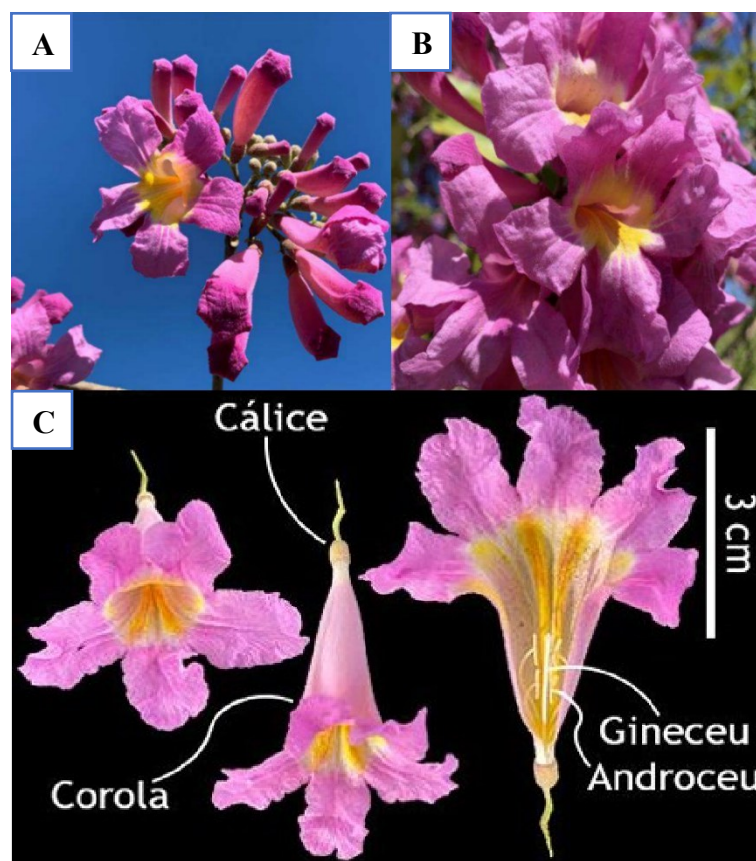
Fonte: Costa (2022).

Durante o período chuvoso, as folhas são fundamentais para a identificação e diferenciação do ipê-roxo em campo no bioma da Caatinga, especialmente devido à sua morfologia digitada, que não é comum entre outras espécies da Caatinga. No entanto, no período seco, essa distinção se torna difícil em razão da característica caducifolia da espécie (Rodrigues *et al.*, 2024). Em uma pesquisa realizada por Oliveira *et al.* (2020) com diferentes ciclos de rega, constatar essa informação, indicando que *H. impetiginosus* apresenta a senescência foliar como um dos mecanismos de tolerância à seca, uma adaptação crucial para mitigar os estresses causados pela falta de água ao longo de alguns meses do ano.

H. impetiginosus é uma espécie arbórea conhecida por sua beleza, especialmente durante a floração. Suas flores estão organizadas em cachos na extremidade dos ramos em

inflorescências cimosas terminais, em grupos de três (Figura 4A-B), pedunculadas e de simetria bilateral (zigomorfa) na extremidade dos ramos. Elas apresentam os verticilos estéreis (sépalas e pétalas) e férteis (androceu e gineceu), sendo hermafroditas (Figura 4C). O cálice é gamossépalo, de cor verde, pubescente, com tricomas, e formato campanulado. com quatro lacínias arredondadas ou obtusas (Figura 4C). A corola é pentâmera, com pétalas de coloração variando do rosa a lilás e guias de néctar amarelos nas fusões, de textura membranácea e aproximadamente 7 cm de comprimento. As pétalas possuem tricomas, são simpétalas da base até 1/3 do comprimento, curvando-se externamente, com a corola em forma de tubo afunilado até a base (Figura 4C). Por essas características estéticas marcantes, *H. impetiginosus* é amplamente utilizado na arborização urbana para embelezamento de praças, ruas e avenidas, proporcionando sombra e estética aos espaços públicos (NEMA, 2020; Costa *et al.*, 2024).

Figura 4. Características morfológicas da flor: inflorescência (A-B) e elementos florais (C) de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos.



Fonte: Costa *et al.* (2024).

Muitos representantes da família Bignoniaceae possuem flores com pétalas fundidas que formam um tubo na corola, uma característica morfológica que está relacionada com a

polinização, além disso, a floração abundante ou em massa é uma estratégia comum entre árvores tropicais, possivelmente para aumentar a atração de polinizadores de longa distância (Schlindwein *et al.*, 2014).

Na Caatinga, a identificação em campo do ipê-roxo em floração é facilitada, mesmo a longa distância, pois a floração ocorre em árvores desfolhadas ou com folhas envelhecidas como descrito na Figura 5. Além disso, *H. impetiginosus* é a única espécie arbórea de corola roxa encontrada na Caatinga, o que facilita ainda mais seu reconhecimento. Entretanto, a floração dessa espécie ocorre apenas entre junho e agosto; nos demais meses, é necessário recorrer a outros caracteres morfológicos para identificá-la (Rizzini, 1978; NEMA, 2020; Costa *et al.*, 2024).

Figura 5. Floração do ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos.



Fonte: <https://faunaefloradorn.blogspot.com/2010/07/ipe-roxotabeuia-impetiginosa.html>

O fruto é simples e apresenta variação de coloração do verde, quando imaturo, ao castanho-escuro opaco na maturidade (Figura 6A-B). O fruto possui pericarpo seco, de formato cilíndrico, linear, alongado e levemente ondulado, com extremidades agudas, com comprimento entre 25 a 30 cm (Figura 6C). Trata-se de um fruto deiscente que se abre em duas valvas laterais, expondo uma membrana central ao ficam presas as sementes (Figura 6D), cada fruto contém uma grande quantidade de sementes (Lima, 2012; Costa, 2022)

As sementes de *H. impetiginosus* são consideradas ortodoxas (Martins; Lago; Cicero, 2011) e apresentam formato comprimido (ou estreito), com uma leve curvatura no núcleo seminífero. Elas possuem expansões em forma de asas duplas laterais assimétricas e hialinas, de aspecto membranáceo (Figura 7). O tegumento é de cor creme e sem brilho, com o

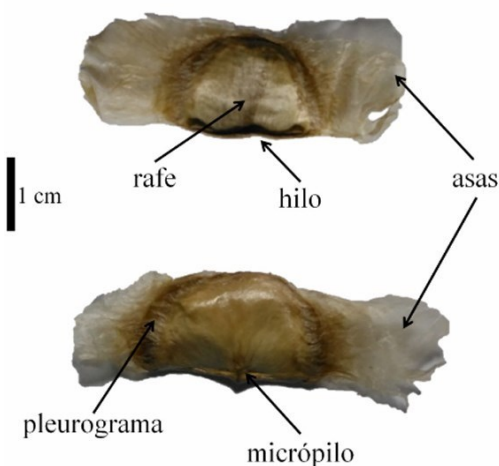
pleurograma fechado visível em ambos os lados da semente, sem que seja possível distinguir entre a testa e o tegma (Felix; Medeiros; Pacheco, 2018).

Figura 6. Características morfológicas do fruto: verdes aderidos aos ramos (A), frutos maduros com início de abertura (B), fruto maduro, totalmente aberto liberando as sementes (C) e fruto verde, maduros fechado e aberto com eixo central visível de Ipê roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. Ex DC) Mattos.



Fonte: Costa (2022).

Figura 7. Morfologia externa das duas faces da semente de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. Ex DC.) Mattos.



Fonte: Felix *et al.* (2018).

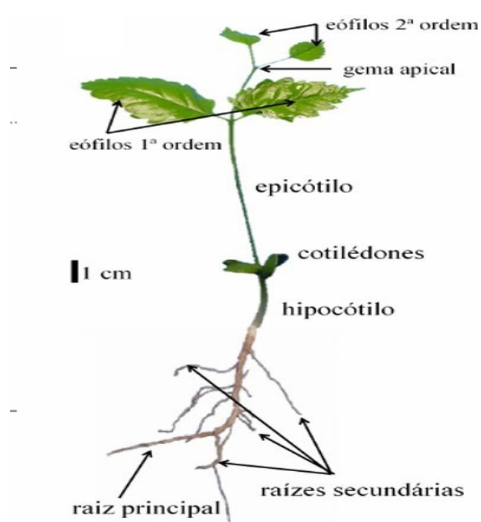
Em relação a quantidade de sementes por quilo, *H. impetiginosus* apresenta entre 8 a 35 mil sementes por quilograma (Brasil, 2013). Conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), o peso de mil sementes em uma amostra pode variar de acordo com o teor de água, o que torna essa pequena variação aceitável. Em trabalho realizado por Felix, Medeiros e

Pacheco (2018), utilizando sementes desta espécie com o teor de água de 7,5%, obteve valores de 104,3 g para o peso de mil sementes e 9.600 sementes por quilograma.

As características morfológicas da semente como, por exemplo, a presença de alas, o seu baixo peso e seu baixo teor de água, facilitam a dispersão pelo vento, mecanismo conhecido como anemocoria, permitindo que as sementes sejam carregadas pelo vento após a abertura dos frutos secos deiscente, facilitando sua dispersão em longas distâncias, embora o estabelecimento no campo seja prejudicado devido à menor quantidade de reservas (Oliveira; Scheleder; Favero, 2008).

As sementes de *H. impetiginosus* germinam rapidamente e não apresentam dormência, uma característica que, embora facilite o início do desenvolvimento, pode elevar a taxa de mortalidade das mudas jovens, sobretudo em biomas mais secos e de baixa umidade (Vieira *et al.*, 2010). A germinação dessa espécie é classificada como epígea foliácea fanerocotiledonar, com o início da formação de plântulas normais ocorrendo por volta do 13º dia após a semeadura (Felix; Medeiros; Pacheco, 2018). Considerando germinada a semente que origina uma plântula com todas as estruturas básicas necessárias para o desenvolvimento de uma planta estruturalmente autossuficiente no campo, com a presença de raiz, hipocótilo, epicótilo, cotilédones e gema apical (Figura 8) (Brasil, 2013).

Figura 8. Plântula completa de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. Ex DC.) Mattos.



Fonte: Felix *et al.* (2018).

O conhecimento sobre o processo de germinação e a influência de fatores como luz e temperatura é essencial para o desenvolvimento de programas voltados à preservação e

conservação de espécies nativas (Guollo; Possenti; Felippi, 2015). Em um estudo conduzido por Chaves *et al.* (2018), cujo objetivo foi avaliar a fisiologia das sementes e a germinação de ipê-roxo (*H. impetiginosus*) em diferentes substratos e condições de luminosidade, concluiu-se que o sombreamento de 50%, aliado ao uso do substrato composto por areia e esterco de cabra, foi o mais adequado para a produção de mudas. Em estudos posteriores Ferreira *et al.* (2020), alcançaram uma taxa de germinação de 92% e um índice de velocidade de germinação de 7,94 nas temperaturas de 28,2 °C e 29,2 °C, ambas sob luz vermelha. O maior comprimento de plântula também foi observado em sementes submetidas à luz vermelha, a uma temperatura de 25 °C. Por outro lado, temperaturas extremas de 15 °C e 40 °C inibiram a germinação das sementes. As sementes de *H. impetiginosus* foram classificadas como fotoblásticas neutras, e as temperaturas constantes de 28,2 °C e 29,2 °C proporcionaram a máxima germinação.

Apesar da espécie apresentar uma estratégia eficiente de dispersão, enfrenta alguns desafios consideráveis em termos de regeneração natural. Um dos principais problemas é a baixa viabilidade das sementes, frequentemente relatada em estudos científicos. A dificuldade em garantir que as sementes germinem de maneira eficaz limita o sucesso da reprodução natural da espécie, o que contribui para que ela esteja atualmente classificada como quase ameaçada de extinção (Rosa, 2008; Silva-Junior *et al.*, 2017). Portanto, embora seja uma espécie de grande valor ornamental e ecológico, sua preservação demanda atenção especial, especialmente em relação à viabilidade das sementes e aos esforços de conservação (Castro, 2019).

H. impetiginosus possui elevado valor econômico e ambiental, destacando-se pelas propriedades físico-químicas de sua madeira e pela adaptabilidade a ambientes quentes e secos, o que a torna amplamente explorada no Brasil (Silva-Junior *et al.*, 2017). A espécie é utilizada em projetos de recuperação de áreas degradadas e em paisagismo, não apenas por suas flores vistosas e coloridas, mas também por estar na lista oficial de espécies da flora ameaçadas de extinção (Chaves *et al.*, 2018).

Dentro do gênero *Handroanthus* a espécie *H. impetiginosus* é uma das que mais sofre pressão de exploração devido à sua madeira de alta qualidade, valorizada por sua densidade, resistência a insetos e fungos, durabilidade e beleza. Essa madeira é amplamente utilizada no paisagismo, construção civil e fabricação de embarcações, possuindo significativo valor econômico. A espécie enfrenta corte seletivo intenso em diversas florestas, agravado pela fragmentação de habitat decorrente da expansão agrícola e urbanização, o que ameaça sua sobrevivência (Schulze *et al.* (2008) apud Fernandes (2015)).

Além das propriedades físico-químicas de sua madeira, *H. impetiginosus* apresenta diversas propriedades medicinais, sendo utilizado no Brasil para fins terapêuticos como

analgésico, anti-inflamatório, antimicrobiano, diurético e anticâncer (Ahmad *et al.*, 2020; Ryan *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2021). O caule dessa árvore possui propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas, diuréticas e anticarcinogênicas, enquanto as folhas são empregadas em atividades anti-sépticas e adstringentes (Ahmad *et al.*, 2020). Em um estudo realizado por Ryan *et al.* (2021), mostrou que a casca tem sido utilizada por culturas indígenas da América do Sul por séculos, incluindo antes da civilização Inca, para tratar inflamações, câncer, sífilis, malária, febres, tripanossomíase, infecções fúngicas e bacterianas, além de úlceras estomacais. Com extratos considerados não tóxicos, sugerindo viabilidade para uso clínico, embora mais pesquisas sejam necessárias para identificar moléculas bioativas e realizar testes pré-clínicos. Além disso, os caules e flores, são utilizados na confecção de cataplasmas ou preparados como chá para o tratamento de doenças causadas por microrganismos (Silva *et al.*, 2021).

2.2 Qualidade fisiológica das sementes

Desde os primórdios da agricultura, as sementes têm desempenhado um papel crucial no avanço agrícola, permitindo a domesticação de uma ampla variedade de plantas e possibilitando avanços biotecnológicos nas cultivares e híbridos modernos, essenciais para a sustentabilidade e inovação no setor agrícola (Costa *et al.*, 2021).

A qualidade de um lote de sementes é representada pelo somatório de aspectos genéticos, sanitários, físicos e fisiológicos que determinam o seu valor para semeadura, ou seja, determinam a capacidade das sementes de originarem plantas de alta produtividade (Popinigis, 1985; Machado, 2000; Zini *et al.*, 2021; Menegaes; Stefanello; Nunes, 2024). Para que um lote de sementes seja considerado de alta qualidade, todos os atributos mencionados devem estar em equilíbrio e são, portanto, igualmente importante. Com o passar do tempo, esses atributos passam por modificações (Costa *et al.*, 2021).

A qualidade genética das sementes envolve pureza varietal, produtividade, resistência a pragas e doenças, precocidade e qualidade do grão e resistência a condições adversas de solo e clima. Para assegurá-la, é fundamental evitar contaminações genéticas ou varietais, decorrentes da troca de grãos de pólen entre cultivares distintos ou da mistura de sementes de variedades diferentes durante a produção e pós-colheita, garantindo assim que as plantas reproduzam fielmente as características selecionadas, resultando em produto de qualidade e quantidade esperada pelo agricultor e consumidor (Ferreira; Borghetti, 2004; Carvalho; Nakagawa, 2012; Menegaes; Stefanello; Nunes, 2024).

A qualidade sanitária das sementes é crucial, pois pragas e patógenos podem comprometer o desenvolvimento inicial das plântulas. Dentre os patógenos transmitidos pelas sementes, destacam-se bactérias, fungos, nematoides e vírus, com fungos sendo os mais frequentes (Zini *et al.*, 2021). Para prevenir ou reduzir perdas de produção, é fundamental utilizar sementes sadias e submetê-las a tratamento adequado, evitando assim a disseminação de doenças no campo. Estes tratamentos podem ser classificados em quatro categorias: químico (fungicidas), biológico (agentes de controle biológico), bioquímico (fermentação anaeróbica) e físico (termoterapia, com calor controlado) (Menegaes; Stefanello; Nunes, 2024).

A qualidade física das sementes abrange elementos como pureza e umidade. A pureza reflete o percentual de danos mecânicos e permite avaliar a contaminação do lote por espécies indesejadas, fragmentos de sementes e restos vegetais. Já a umidade das sementes, que determina a quantidade de água presente, é crucial, pois excesso ou insuficiência de água pode causar danos ou inibir a germinação (Costa *et al.*, 2021). Ainda de acordo com estes autores, a qualidade fisiológica das sementes é definida como a capacidade de expressar funções vitais, sendo caracterizada por germinação, vigor, viabilidade e longevidade. Esses parâmetros influenciam diretamente o desempenho da semente tanto no campo quanto em condições de armazenamento. A qualidade fisiológica atinge seu ápice durante a maturidade fisiológica, quando a semente ainda está ligada à planta-mãe.

O uso de sementes de alta qualidade fisiológica é crucial para o sucesso na produção agrícola, pois assegura uma emergência mais rápida e um estande uniforme, originando plantas de elevado vigor com um aproveitamento mais eficiente de água, luz e nutrientes, o que resulta em maior produtividade e eficiência no uso dos recursos (Costa *et al.*, 2021). Foi verificado por Carvalho *et al.* (2020) que o uso de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) de alto vigor geram mudas com maior índice de velocidade de emergência e maior taxa de estabelecimento de lotes, mesmo em condições desfavoráveis condições de semeadura.

Já sementes de baixa qualidade fisiológica podem resultar em um estande de plantas inadequado, pois tendem a apresentar germinação reduzida e menor velocidade de emergência. Isso leva à formação de plantas com tamanho inicial menor, menor produção de matéria seca, área foliar reduzida e uma taxa de crescimento mais lenta. Esses fatores podem comprometer o estabelecimento da cultura, afetar seu desempenho ao longo do ciclo e, conseqüentemente, impactar negativamente o rendimento econômico final (Xavier; Arenhardt; Meneghello, 2020).

O potencial fisiológico das sementes é avaliado por meio do teste padrão de germinação, sendo a taxa de germinação um dos principais indicadores de sua qualidade fisiológica. Essa taxa é medida através de testes que determinam o percentual de sementes capazes de germinar

em condições ideais de temperatura e umidade. No entanto, esse teste tem se mostrado limitado, pois é realizado em condições ideais que não refletem completamente as situações encontradas no campo. Assim, são necessárias informações complementares que podem ser obtidas por meio de testes de vigor, permitindo selecionar os lotes mais vigorosos para comercialização (Radke *et al.*, 2017).

Sabe-se que o vigor das sementes é afetado por fatores ambientais e nutricionais aos quais as plantas estão expostas durante o desenvolvimento da semente. A qualidade da semente pode ser afetada negativamente em todas as fases do sistema de produção de sementes, envolvendo as etapas de campo, colheita, recepção, secagem, beneficiamento, armazenagem, transporte e semeadura (França-Neto *et al.*, 2016).

Neste sentido, o principal objetivo dos testes de vigor é detectar diferenças significativas no potencial fisiológico entre lotes de sementes com germinação semelhante, visando classificá-los em diferentes níveis de qualidade. Isso permite identificar com precisão os lotes que possuem maior potencial para estabelecimento no campo e melhor desempenho em condições de armazenamento (Marcos-Filho, 2020).

2.3 Teste de precocidade de emissão de raiz primária

A utilização de testes que avaliem rapidamente a qualidade fisiológica das sementes é fundamental na formulação de programas de controle de qualidade de sementes. Os testes de vigor mais comuns baseiam-se no comportamento das plântulas e são classificados como testes fisiológicos, pois visam identificar atividades fisiológicas específicas que dependem do vigor das sementes. Entre esses testes estão a velocidade de germinação a velocidade de emergência de plântulas e testes de comprimento de plântulas, que apresentam características desejáveis para um teste de vigor porque são de simples execução, de rápida realização e de baixo custo (Alvarenga; Marcos-Filho; Timóteo, 2013; Gomes *et al.*, 2018).

O teste de precocidade de emissão da raiz primária se destaca por ser rápido, de simples execução, e possuir as características necessárias de um bom teste de vigor, sendo visto como uma forma eficaz de aumentar o número de testes disponíveis para avaliar o vigor em programas de controle de qualidade de sementes (Gomes *et al.*, 2018). Seu principal objetivo é avaliar o vigor dos lotes de sementes, observando a protusão radicular que ocorre durante o processo de germinação, após a absorção de água e a intensificação das atividades metabólicas da semente. Este teste é baseado no princípio de que sementes com maior vigor emitem a raiz primária mais rapidamente do que as sementes menos vigorosas (Oliveira *et al.*, 2019).

De acordo com International Seed Testing Association – ISTA (Associação Internacional de testes de sementes) (2024), a redução na velocidade de germinação é uma manifestação precoce do envelhecimento fisiológico da semente e é a principal causa da diminuição do vigor da semente. A velocidade de germinação pode ser avaliada com precisão por meio de uma contagem única da emergência da raiz primária no início do processo de germinação. Nesse contexto, altos valores de emergência da raiz primária no início do teste de germinação indicam um vigor elevado, enquanto valores relativamente baixos sugerem menor vigor das sementes (ISTA, 2024).

Vários fatores podem influenciar a precocidade na emissão da raiz primária, sendo os mais relevantes a qualidade fisiológica das sementes (vigor, viabilidade, longevidade, grau de maturidade e dormência), as condições ambientais (água, temperatura, luz e oxigênio) e por fatores genéticos (genótipo) da planta (Nascimento *et al.*, 2016).

Durante a execução do teste de precocidade da emissão da raiz, é crucial seguir os procedimentos com precisão, especialmente no que diz respeito ao controle da temperatura, aos tipos de substratos, à quantidade de água e ao período de realização da contagem (Krzyzanowski *et al.*, 2020).

Em um estudo de Wrasse *et al.* (2009) utilizando sementes de arroz (*Oryza sativa*), o teste de precocidade da emissão da raiz primária foi capaz de classificar os lotes quanto à sua qualidade fisiológica. Resultado semelhante foi obtido por Silva *et al.* (2025), em que o teste de emissão radicular apresentou sensibilidade na detecção de diferenças nos lotes de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). Para o ipê-roxo (*H. impetiginosus*), não foram encontradas pesquisas com o teste de precocidade de emissão de raiz.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes (LAS) pertencente ao Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais (DCAF) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN, no período de janeiro a abril de 2024 (Figura 9).

Figura 9. Imagem de satélite da localização do Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN.



Fonte: Google Maps (2024).

3.2 Aquisição das sementes

As sementes de *H. impetiginosus*, foram fornecidas pelo Laboratório de Análises de Sementes. Essas sementes foram obtidas a partir de frutos maduros coletados de árvores localizadas em três diferentes localidades, resultando em três lotes distintos (Figura 10). O primeiro lote foi coletado no ano de 2022, em uma árvore situada na praça pública da União Caxeiral, no centro de Mossoró-RN. O segundo lote foi obtido no ano de 2022 de uma árvore matriz localizada no Parque de Exposição Armando Buá, no bairro Presidente Costa e Silva, também em Mossoró-RN. O terceiro lote foi colhido em 2023, sendo doado pelo Núcleo de Estudos e Monitoramento Ambiental (NEMA), localizado em da Universidade do Vale do São Francisco (UNIVASF). Após a coleta, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos,

sendo mantidas em ambiente controlado, com temperatura de 17 °C e umidade relativa de 45% até a realização do experimento.

Figura 10. Lotes de sementes de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos, avaliados pelos testes de qualidade inicial e precocidade de emissão de raiz primária.



Fonte: autor (2024).

3.3 Avaliação da qualidade inicial

3.3.1 Grau de umidade das sementes

A determinação da umidade das sementes foi realizada por meio do método da estufa, a uma temperatura de 105 ± 3 °C durante um período de 24 horas, conforme estabelecido por Brasil (2009). Para cada lote de sementes, foram executadas duas repetições, utilizando-se aproximadamente 5 gramas em cada repetição. Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem de grau de umidade (GU). Para o cálculo, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\% \text{ do Grau de Umidade} = \frac{(Pu - Ps)}{(Pu - T)} \times 100$$

Onde:

Pu = peso do recipiente e sua tampa + o peso da semente úmida;

Ps = peso final (peso do recipiente e sua tampa + o peso da semente seca);

T = tara – o peso do recipiente com sua tampa.

3.3.2 Teste de germinação

O teste foi conduzido de acordo com as recomendações das Instruções para Análise de Sementes de espécies florestais. (Brasil, 2013). Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada lote. Semeadas em substrato papel toalha (tipo Germitest®) (figura 11) e cobertas por uma terceira folha, previamente umedecidas com água destilada em quantidade igual a 2,5 vezes o peso dos papéis secos e organizados sob a forma de rolos. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos, para evitar evaporação da água, e mantidos em câmara de germinação do tipo B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*) submetido a temperatura constante de 25 °C com fotoperíodo de 12 horas, durante 21 dias, quando foi avaliado a germinação, cujos resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Figura 11. Instalação do teste de germinação com sementes de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos em papel toalha.

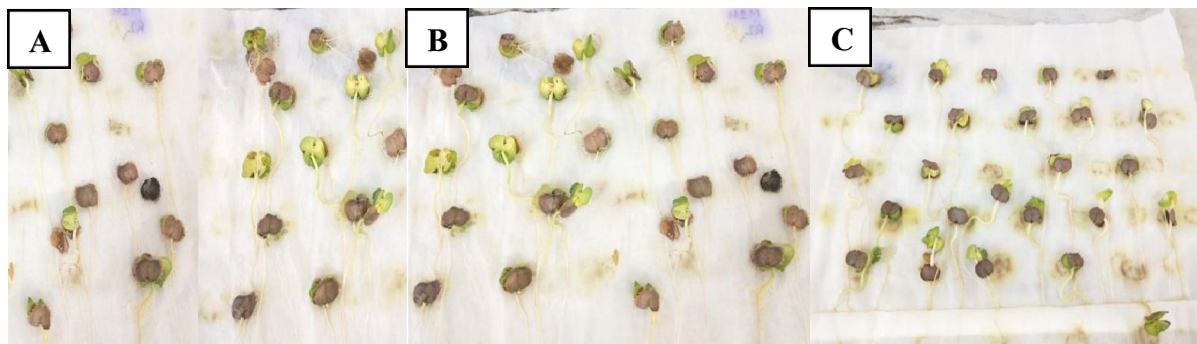


Fonte: autor (2024).

3.3.3 Primeira contagem

Foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, registrando-se o número de plântulas normais após um período de quatorze dias (Brasil, 2013). Ao final do décimo dia, o número total de plântulas que apresentaram desenvolvimento considerado normal, ou seja, aquelas que exibiam todas as partes essenciais bem formadas e funcionalmente completas, foi contabilizado. Esses dados foram expressos em porcentagem de primeira contagem (Figura 12).

Figura 12. Avaliação da primeira contagem das sementes de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos, dos lotes 1 (A), 2 (B) e 3 (C), respectivamente.



Fonte: autor (2024).

3.3.4 Comprimento da parte aérea e da raiz de plântulas normais

Ao final do teste de germinação, foram escolhidas aleatoriamente 10 plântulas normais para mensuração do comprimento da parte aérea e da raiz primária, de cada lote, com auxílio de uma régua graduada em centímetros. Foi realizado um processo de medição da parte aérea, sendo considerado o comprimento da parte aérea (epicótilo) desde a inserção do colo até o ápice da plântula. Em relação ao comprimento da raiz primária, a medição foi tomada desde a inserção do colo até a extremidade da raiz principal. Os dados foram expressos em cm plântula⁻¹.

3.3.5 Massa seca total da plântula

As partes aérea e radicular das plântulas normais mensuradas anteriormente, foram cortadas com o auxílio de uma tesoura, e suas partes separadas foram colocadas em sacos de papel Kraft, e identificadas e conduzidas a estufa de circulação de ar forçada a 65 °C, durante 72 horas, até atingir o peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança analítica com 0,001g de precisão, e os resultados foram expressos em g plântula⁻¹.

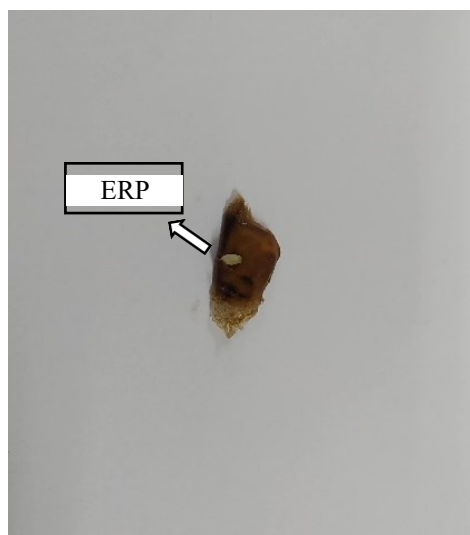
3.3.6 Teste de precocidade de emissão de raiz primária

O teste de precocidade foi instalado de forma semelhante ao teste de germinação. Os rolos contendo as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos e colocados em câmara de germinação do tipo B.O.D nas temperaturas de 25, 30 e 35°C.

O teste teve duração de 300 horas e as observações da emissão radicular iniciaram-se após 24 horas da instalação do teste, com avaliações a cada 12 horas. As sementes foram

observadas quanto a emissão de pelo menos 2mm de raiz primária (Figura 13), sendo contabilizadas e descartadas. Os resultados do número de sementes com raízes emitidas precocemente foram expressos em porcentagem.

Figura 13. Semente de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos apresentando emissão de raiz primária (ERP).



Fonte: autor (2024)

3.4 Delineamento experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes. As temperaturas testadas foram analisadas separadamente. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR (Ferreira, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da qualidade inicial dos três lotes de ipê-roxo (*H. impetiginosus*) encontram-se na tabela 1. Observou-se diferenças significativas na qualidade inicial dos lotes analisados, evidenciando a superioridade do lote 3 em todas as variáveis analisadas. Os lotes, 1 e 2 tiveram desempenho inferiores e estatisticamente iguais, em relação ao lote 3. Por estes resultados, fica evidente que os lotes 1 e 2 encontram-se em estado mais avançado de deterioração em relação ao lote 3.

Tabela 1. Médias do teor de água (TA), primeira contagem (PC), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos.

Lotes	TA	PC	PN	PA	CPA	CR	MSPA	MSR
		(%)			(cm. plântula ⁻¹)		(g. plântula ⁻¹)	
L1	10,3	41,0 b	46,0 b	6,0 b	1,35 b	4,68 b	0,039 b	0,036 b
L2	11,0	45,0 b	49,0 b	18,0 a	1,70 b	5,20 b	0,041 b	0,036 b
L3	9,0	61,0 a	78,0 a	3,0 b	3,25 a	10,06 a	0,112 a	0,121 a
CV (%)		16,83	10,91	60,0	21,53	11,29	17,95	16,35
Média		49,0	54,0	9,0	2,10	6,64	0,064	0,064

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação.

Em relação ao teor de água, todos os lotes analisados apresentaram valores inferiores a 12,0%, com uma variação mínima de apenas 2,0% entre a maior e a menor média (Tabela 1). Esses resultados estão em conformidade com as recomendações para o armazenamento de sementes ortodoxas, que são caracterizadas por sua tolerância à dessecação. Essas sementes podem ser armazenadas com teores de água reduzidos, toleram perdas de água de até 7,0% de seu conteúdo de água, em condições de baixa temperatura e umidade relativa, garantindo sua viabilidade por longos períodos (Kijak; Ratajczak, 2020). O armazenamento de sementes ortodoxas com baixo teor de água é fundamental, pois altos níveis de umidade nas sementes aceleram seu processo de deterioração, devido ao aumento da atividade respiratória, consumo de reservas, liberação de calor e proliferação de microrganismos (Costa, 2009).

O lote 3 destacou-se por apresentar a maior porcentagem de plântulas normais (PN), como também maiores médias na primeira contagem (PC). Esse resultado sugere que as

sementes do lote 3 possuem maior viabilidade e vigor, refletido na maior capacidade de germinação e no desenvolvimento inicial mais vigoroso das plântulas (Carvalho *et al.*, 2020). Vale salientar que o lote 3 foi adquirido no ano de 2023, enquanto os lotes 1 e 2 foram colhidos em 2022, além disso, o lote 3 veio de outra região.

Em trabalho realizado por Grings e Brack (2011), concluíram que as sementes de ipê-roxo perdem sua capacidade de germinação poucas semanas após a colheita, a menos que sejam armazenadas em câmaras frias. Trabalho realizado por Borba Filho e Perez (2009) verificaram que as sementes de *H. impetiginosus* perde total viabilidade após 120 dias de armazenamento em condições de laboratório (21 a 31 °C e 40 a 78% de UR). Em um trabalho mais antigo realizado por Souza, Bruno e Andrade, (2005), verificaram que sementes de *Tabebuia serratifolia* (Ipê-amarelo-flor-de-algodão) armazenadas em ambiente de laboratório (27 ± 3 °C e 62 ± 2% de UR) apresentaram perda total de vigor aos 120 dias de armazenamento. Assim, torna-se fundamental identificar as condições ideais de armazenamento para minimizar a deterioração e garantir a qualidade fisiológica das sementes (Marcos-filho, 2005 apud Ralph, 2017).

O comprimento da parte aérea (CPA) e o comprimento da raiz (CR) também reforçam a superioridade do lote 3. O CPA das plântulas oriundas do lote 3 foi 58,0% maior em relação ao lote 1 e 47,0% maior em relação ao lote 2 (Tabela 1). Da mesma forma, o CR do lote 3 (10,06 cm) foi mais do que o dobro do valor observado no lote 1 (4,68 cm) e quase que o dobro do valor observado no lote 2 (5,20 cm). Esses resultados são cruciais, pois raízes mais longas e desenvolvidas garantem maior capacidade de absorção de água e nutrientes, o que é essencial para o estabelecimento inicial das plantas em campo (Gao *et al.*, 2023).

A análise da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca de raiz (MSR) também confirmam a superioridade do desempenho do lote 3. As plântulas deste lote apresentaram maior acúmulo de biomassa tanto na parte aérea (0,112 g.p.⁻¹) quanto na raiz (0,121 g.p.⁻¹), enquanto os lotes 1 e 2 apresentaram valores significativamente menores, especialmente na MSR (0,036 g.p.⁻¹). Esses resultados indicam que o lote 3 possui maior capacidade de alocação de recursos para o desenvolvimento de estruturas essenciais para o crescimento das plântulas.

A maior porcentagem de plântulas anormais (PA) foi observada no lote 2, que atingiu 18,0%. Esse fato pode estar associado a uma série de fatores que impactam diretamente a integridade das sementes, como práticas inadequadas durante a colheita, condições adversas de armazenamento ou até mesmo a um maior grau de deterioração das sementes ao longo do tempo. Esses fatores, quando não controlados adequadamente, podem comprometer a estrutura e o desenvolvimento das plântulas, resultando em um aumento da ocorrência de anormalidades.

Em contrapartida, o lote 3 apresentou apenas 3,0% de plântulas anormais, reforçando sua superioridade em termos de qualidade fisiológica.

As análises apontam o lote 3, como de maior vigor e melhor desempenho germinativo, os lotes 1 e 2, além de apresentarem germinação inferior, também produziram mais quantidades de plântulas anormais. Esses dados reforçam a importância de se avaliar criteriosamente a qualidade das sementes antes de sua utilização, uma vez que sementes de menor vigor podem comprometer o sucesso do plantio e o estabelecimento das mudas (Medeiros, 2022).

A deterioração e o vigor das sementes são processos fisiológicos que se relacionam de forma bastante estreita, uma vez que, à medida que a deterioração avança, ocorre uma diminuição proporcional no vigor. Assim como qualquer outro ser vivo, as sementes não conseguem manter suas funções vitais indefinidamente, estando sujeitas a processos naturais de deterioração que, inevitavelmente, levam ao envelhecimento e à morte. Portanto, a perda de vigor é uma consequência inevitável da deterioração, sendo ambos aspectos naturais do ciclo de vida das sementes, que, embora possam variar conforme as condições de armazenamento e a espécie em questão, culminam no mesmo destino (Krzyzanowski; Dias; França-Neto, 2022).

Os resultados da precocidade de emissão de raiz primária das sementes de ipê-roxo (*H. impetiginosus*) evidenciam importantes diferenças no comportamento dos três lotes testados sob diferentes condições de temperatura. Na análise dos dados referentes a temperatura de 25 °C (Tabela 2) verificou-se diferença significativo entre as médias a partir de 72 horas, onde o lote 3 apresentou uma vantagem clara na precocidade da emissão radicular, enquanto os lotes 1 e 2 começaram a emissão apenas após 96 horas. Esse resultado demonstra que o lote 3 possui maior vigor devido a emissão da raiz mais precoce.

Até 156 horas a 25 °C, o desempenho dos lotes 1 e 2 mostrou-se significativamente inferior em comparação ao lote 3. Contudo, a partir de 180 horas até o final do teste, os lotes 1 e 3 apresentaram desempenho semelhante, sem diferenças significativas entre si. O lote 2, por outro lado, manteve-se consistentemente abaixo dos outros dois lotes, alcançando somente 52,0% de emissão radicular em 228 horas, reforçando sua menor qualidade fisiológica. As avaliações estenderam-se até 300 horas, embora, após 228 horas, não tenha sido observada nenhuma elevação adicional na taxa de emissão radicular. Esses resultados sugerem que a capacidade de desenvolvimento radicular dos lotes está diretamente associada à sua qualidade fisiológica, com o lote 2 apresentando limitações evidentes.

Tabela 2. Porcentagem de emissão de raiz primária em três lotes de sementes de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos em diferentes períodos de avaliação a 25 °C.

Período de avaliação (h)									
Lotes	24	36	48	60	72	84	96	108	120
L1	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 b	0,0 b	1,0 b	6,0 b	25,0 b
L2	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 b	0,0 b	1,0 b	2,0 b	13,0 b
L3	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	16,0 a	35,0 a	59,0 a	64,0 a	67,0 a
	132	144	156	168	180	192	204	216	228
L1	35,0 b	46,0 b	47,0 b	61,0 ab	65,0 a	71,0 a	77,0 a	84,0 a	86,0 a
L2	21,0 b	29,0 b	37,0 b	42,0 b	44,0 b	46,0 b	48,0 b	49,0 b	52,0 b
L3	68,0 a	70,0 a	75,0 a	75,0 a	76,0 a	77,0 a	78,0 a	79,0 a	82,0 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na temperatura de 30 °C, as sementes de ipê-roxo apresentaram emissão radicular mais rápida em relação a 25 °C, conforme verificado na Tabela 3. No lote 3, mais uma vez, foi verificado o maior vigor, com a emissão da raiz primária iniciando em 60 horas, atingindo 34,0% nesse ponto, enquanto os lotes 1 e 2 apresentaram apenas 0,0% e 1,0%, respectivamente. Até 156 horas, a performance dos lotes 1 e 2 foi inferior em comparação ao lote 3, que já apresentava uma porcentagem de emissão de raiz primária de 69,0%, enquanto o lote 1 atingiu apenas 54,0%, e o lote 2 atingiu 40,0%. A classificação dos lotes também foi semelhante ao obtido nos testes iniciais, confirmando a superioridade do lote 3. Após 168 horas, os lotes 1 e 3 não diferem significativamente entre si, com ambos apresentando valores elevados de emissão. O lote 2, no entanto, se manteve consistentemente abaixo dos outros dois lotes, reforçando sua menor qualidade fisiológica. Após 228 horas, os três lotes mantiveram-se estáveis em suas porcentagens de emissão de raiz primária.

A aceleração da emissão radicular a 30 °C sugere que essa temperatura é mais favorável ao desenvolvimento inicial das sementes de ipê-roxo, particularmente para aquelas de maior vigor, como as do lote 3. De acordo com Marcos-Filho (2015) a temperatura ótima refere-se à temperatura que ocorre o máximo de germinação no menor espaço de tempo, já a mínima é aquela na qual abaixo desta a germinação não ocorre, enquanto a máxima seria aquela temperatura em que acima dela a germinação não ocorre. Em temperaturas mais elevadas as

atividades enzimáticas das sementes tendem a ocorrer mais rapidamente, acelerando o processo de germinação (Silva *et al.*, 2018).

Tabela 3. Porcentagem de emissão de raiz primária em três lotes de sementes de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos em diferentes períodos de avaliação a 30 °C.

Lotes	Período de avaliação (h)								
	24h	36h	48	60	72	84	96	108	120
L1	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 b	1,0 b	15,0 b	26,0 b	36,0 b	40,0 b
L2	0,0 a	0,0 a	0,0 a	1,0 b	1,0 b	10,0 b	20,0 b	31,0 b	36,0 b
L3	0,0 a	0,0 a	0,0 a	34,0 a	34,0 a	50,0 a	60,0 a	66,0 a	67,0 a
	132	144	156	168	180	192	204	216	228
L1	43,0 b	50,0 b	54,0 b	60,0 a	67,0 a	73,0 a	76,0 a	80,0 a	80,0 a
L2	37,0 b	37,0 b	40,0 c	40,0 b	40,0 b	40,0 b	44,0 b	46,0 b	46,0 b
L3	68,0 a	69,0 a	69,0 a	69,0 a	69,0 a	70,0 a	72,0 a	72,0 a	73,0 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na temperatura de 35° C, houve uma considerável redução na emissão de raiz primária em todos os lotes, apresentando valores expressivamente inferiores quando comparados às temperaturas mais baixas testadas, como 25 °C e 30 °C, demonstrando uma significativa queda no desempenho germinativo sob condições de maior calor (Tabela 4). O lote 3, que se destacou nas temperaturas anteriores, teve uma redução significativa na emissão da raiz primária, atingindo apenas 38,0% após 180 horas. O lote 1, por outro lado, apresentou o melhor desempenho a 35 °C, alcançando 59,0% no mesmo período, o que contrasta com seu comportamento nas temperaturas mais baixas. O lote 2, no entanto, mantém-se consistentemente abaixo dos outros dois lotes, chegando apenas 20,0% de emissão radicular em 180 horas.

Após as 192 horas quando comparado os lotes 1 e 3 não diferem significativamente entre si, porém após o mesmo período quando comparado os lotes 2 e 3 os mesmos não diferem significativamente entre si. Após 228 horas, os três lotes mantiveram-se estáveis em suas porcentagens de emissão de raiz primária, com o Lote 1 atingindo 60,0%, o Lote 2

estabilizando-se em 24,0% e o Lote 3 mantendo 44,0%, sem variações até o final das avaliações em 300 horas.

Esses resultados mostram que a temperatura de 35 °C interfere negativamente no desenvolvimento radicular de todos os lotes, ocasionando uma diminuição tanto na precocidade quanto nas porcentagens finais de emissão de raízes. Observou-se também que a classificação dos lotes a essa temperatura não refletiu a qualidade inicial das sementes, demonstrando inconsistências nos resultados. Portanto, conclui-se que a temperatura de 35 °C não é adequada para a realização desse tipo de teste em sementes de ipê-roxo, visto que compromete a avaliação precisa da sua qualidade fisiológica e do seu potencial de germinação.

Tabela 4. Porcentagem de emissão de raiz primária em três lotes de sementes de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos em diferentes períodos de avaliação a 35 °C.

Período de avaliação (h)									
Lotes	24	36	48	60	72	84	96	108	120
L1	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	9,0 a	24,0 a	31,0 a	36,0 a
L2	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	4,0 a	10,0 b	11,0 b	14,0 b
L3	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	2,0 a	7,0 a	17,0 a	20,0 ab	23,0 b
	132	144	156	168	180	192	204	216	228
L1	41,0 a	43,0 a	46,0 a	59,0 a	59,0 a	59,0 a	60,0 a	60,0 a	60,0 a
L2	17,0 b	17,0 b	19,0 b	19,0 b	20,0 b	20,0 b	23,0 b	23,0 b	24,0 b
L3	25,0 ab	26,0 b	28,0 b	32,0 b	38,0 b	40,0 ab	42,0 ab	43,0 ab	44,0 ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com os resultados obtidos é possível verificar a influência da temperatura no desempenho germinativo das sementes de ipê-roxo. Como já mencionado por Batlla e Benech-Arnold (2015), a temperatura é um fator que influencia diretamente a porcentagem e velocidade de germinação das sementes. A temperatura ótima favorece a obtenção do máximo de germinação em um menor espaço de tempo, enquanto temperaturas acima e abaixo da temperatura ótima desfavorecem o processo de germinação.

As temperaturas de 25 °C e 30 °C mostraram-se favoráveis à emissão radicular, com destaque para o lote 3. Entretanto, este lote pode estar perdendo seu vigor de maneira mais lenta em relação aos lotes 1 e 2, uma vez que Carvalho e Nakagawa (2012) enfatizam que sementes mais vigorosas tendem a germinar bem em uma ampla variedade de temperaturas, porém, à medida que perdem vigor, tornam-se mais dependentes de faixas de temperatura específicas. Para o teste de germinação em sementes de ipê-roxo, a temperatura recomendada é de 25 °C (Brasil, 2013). Em trabalhos mais antigos, como o realizado por Oliveira *et al.* (2005) em sementes de ipê-roxo, verificaram que a melhor temperatura para germinação desta espécie foi 30 °C e a pior foi 35 °C, corroborando com os resultados obtidos na no teste de precocidade de emissão de raiz.

A temperatura de 30 °C demonstrou ser a mais adequada para promover o desenvolvimento radicular mais rápido, com maiores porcentagens de emissão em comparação a 25 °C e 35 °C. A temperatura de 35 °C, apresentou efeitos negativos, retardando o processo de germinação e reduzindo as porcentagens de emissão em todos os lotes. Resultados contrários ao deste trabalho foram obtidos por Silva *et al.* (2025) em sementes de moringa (*M. oleífera*).

O teste de precocidade da emissão da raiz primária está relacionado ao tempo necessário para o consumo de energia, essencial para a reativação do metabolismo, posteriormente a germinação, a atividade dos mecanismos de reparo das membranas e a retomada da síntese de DNA e proteínas. Assim, sementes mais deterioradas ou com menor vigor demandam um período maior para esse consumo energético, o que atrasa a emissão da raiz primária (Krzyzanowski *et al.*, 2020).

A metodologia indicada para realização do teste de emissão de raiz primária varia entre as espécies, principalmente com relação à temperatura e período de contagem da emissão de raiz. Vale salientar que as espécies florestais ainda são pouco estudadas em relação a este tema, sendo encontrados mais trabalhos com hortaliças e grandes culturas. Em sementes de chia (*Salvia hispanica* L.), Oliveira *et al.* (2019) recomendam a temperatura de 25 °C e o período de 30 horas para avaliação da emissão pelo menos 2 mm de raiz primária. Já em sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), Silva *et al.* (2020) recomendam a temperatura de 20 °C e um período de 48 horas período suficiente para as sementes atingirem a fase III de embebição (Rodrigues *et al.*, 2012), sendo avaliada a protrusão radicular quando as sementes apresentaram pelo menos dois milímetros de comprimento visível.

Por meio do teste de precocidade da emissão da raiz primária é possível avaliar o estado de deterioração fisiológica das sementes, pois a velocidade do processo de germinação está diretamente ligada ao nível de deterioração (Krzyzanowski *et al.*, 2020). De maneira geral, foi

constatado que o lote classificado com menor vigor nos testes iniciais apresentou, de fato, a menor emissão de raiz primária. Além disso, as condições de temperatura desempenham um papel crucial, influenciando significativamente os resultados do teste.

O teste de precocidade de emissão de raiz demonstrou ser eficaz na classificação de lotes de sementes de ipê-roxo (*H. impetiginosus*), proporcionando resultados equivalentes aos obtidos por outros testes, porém de maneira mais rápida e eficiente. Sua aplicação permite otimizar o tempo de análise, sem comprometer a precisão dos resultados obtidos, sendo um método promissor que pode ser adotado em programas de controle de qualidade de sementes, embora a emissão de raiz primária ainda não seja oficialmente reconhecida como um teste válido de acordo com os critérios da RAS (Rego *et al.*, 2023).

5. CONCLUSÕES

O teste de precocidade de emissão da raiz primária é eficaz na classificação do vigor de lotes de sementes de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Mart. ex DC.) Mattos, podendo ser observado a emissão da raiz com 60 ou 72 horas nas temperaturas de 30 e 25 °C respectivamente.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, F. et al. Naphthoquinones from *Handroanthus impetiginosus* promote skin wound healing through Sirt3 regulation. **Iranian Journal of Basic Medical Sciences**, v. 23, n. 9, p. 1139, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22038/ijbms.2020.43706.10275>
- ALVARENGA, R. O.; MARCOS-FILHO, J.; TIMÓTEO, T. S. Assessment of the physiological potential of super sweet corn seeds. **Journal of Seed Science**, ABRATES, v. 35, n. 3, p. 340-346, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2317-15372013000300010>
- BACKES, F. A. A. L. et al. Caracterização das espécies utilizadas na arborização urbana em Silveira Martins, RS. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 17, n. 2, p. 167-174, 2011. DOI: <https://doi.org/10.14295/rbho.v17i2.713>
- BATLLA, D.; BENECH-ARNOLD, R. L. A framework for the interpretation of temperature effects on dormancy and germination in seed populations showing dormancy. **Seed Science Research**, v. 25, n. 2, p. 147-158, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258514000452>
- BORBA FILHO, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 259-269, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100029>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p. ISBN 978-85-99851-70-8.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA/ACS, 2013. 97 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfd/a/arquivos-publicacoes-laboratorio/florestal_documento_pdf-ilovepdf-compressed.pdf. Acesso em: 15 jul. 2024.

CARVALHO, F. P. et al. Desempenho agrônômico de cultivares de soja com distintos níveis de vigor e cenários de semeadura. **Revista Científica Rural**, Bagé, RS, v. 22, n. 2, p. 132-148, 2020. DOI: <https://doi.org/10.30945/rcr-v22i2.3292>

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. “**Sementes: ciência, tecnologia e produção**”. 5. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2012. 590 p., il. ISBN 978-85-7805-090-0.

CASTRO, M. L. L. **Adequação dos testes de condutividade elétrica e envelhecimento acelerado para sementes de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos**. 2019. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Florestal) - Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/37324>. Acesso em: 12 jul. 2024.

CHAVES, P. M. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de mudas de *Handroanthus impetiginosus* sob diferentes sombreamentos e substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 1, p. 22-26, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v13i1.5348>

COSTA, A. S. et al. Caracterização dendrológica de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos – Bignoniaceae. **Revista Semiárido De Visu**, v. 12, n. 1, p. 94-106, fev. 2024. DOI: <https://doi.org/10.31416/rsdv.v12i1.620>

COSTA, A. S. **Otimização do processo extrativo da casca do caule e caracterização dendrológica de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC) Mattos – Ipê roxo – bignoniaceae**. 2022. 77 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2022. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/32227>. Acesso em: 10 jul. 2024.

COSTA, C. J. **Armazenamento e conservação de sementes de espécies do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 30, 2009. (Embrapa Cerrados. Documentos, 265). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/664379>. Acesso em: 20 ago. 2024.

COSTA, C. J. et al. The importance of physiological quality of seeds for agriculture. **Colloquium Agrariae**, v. 17, n. 4, p. 102-119, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2021.v17.n4.a452>

COSTA, S. L. et al. New records of the tribe Bignonieae (Bignoniaceae) for Paraíba state, northeastern Brazil. **Acta Brasiliensis**, v. 3, n. 3, p. 89-96, set. 2019. DOI: <https://doi.org/10.22571/2526-4338251>

DELMARMELINA, W. M. et al. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4322/floram.2014.027>

FELIX, F. C.; MEDEIROS, J. A.; PACHECO, M. V. Morfologia de sementes e plântulas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 1028-1035, 2018. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA18126>

FERNANDES, L. A. **Montagem de novo e anotação funcional de sequências gênicas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos**. 2015. 63 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tedeserver/api/core/bitstreams/2aadedb7-ac9d-4708-a6f0-417be91e7aa5/content>. Acesso em: 20 Jul 2024.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. “**Germinação: do básico ao aplicado**”. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p., il. ISBN 8536303832.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

FERREIRA, DT da RG et al. Temperature and light under the physiological potential of seeds of *Handroanthus impetiginosus*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 36, n. 1, p. 68–77, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n1a2020-42454>

FRANÇA-NETO, J. de B. et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1057882>. Acesso em: 25 jul. 2024.

GAO, J. et al. RRS1 shapes robust root system to enhance drought resistance in rice. **The New Phytologist**, v. 238, n. 3, p. 1146-1162, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.18775>

GOMES, M. M., et al. **Emissão de radícula na avaliação do vigor de sementes de soja**. In: VIII Congresso brasileiro de soja, Goiânia, GO, 2018. Inovação, tecnologias digitais e sustentabilidade da soja: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 1061-1063. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1094166/1/Emissaoderadiculap.10611063.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2024.

GRINGS, M.; BRACK, P. *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo). In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (org.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região sul**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. Cap. 5, Grupos de Uso e as Espécies Prioritárias, p. 461- 464. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/Regiao_Sul.pdf. Acesso em: 21 ago. 2024.

GUOLLO, K.; POSSENTI, J. C.; FELIPPI, M. Germinação de sementes de guatambu sob dois regimes de luz. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 83, p. 353-357, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.83.758>

ISTA - International Seed Testing Association. **Seed vigour testing**. In: International rules for seed testing. Zurich, Switzerland ISTA, 2024. DOI: <https://doi.org/10.15258/istarules.2023.15>

KIJAK, H; RATAJCZAK, E. What do we know about the genetic basis of seed desiccation tolerance and longevity?. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 10, p. 3612, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21103612>

KRZYŻANOWSKI, F. C. et al. **Testes de vigor baseados em desempenho de plântulas**. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-N. J. B.; MARCOS, F. J (org.). “**Vigor de sementes: conceitos e testes**”. Londrina: ABRATES, 2020. p. 93-104. ISBN 978-65-99200-00-7.

KRZYZANOWSKI, F. C.; DIAS, D. C. F. dos S.; FRANÇA-NETO, J. B. **Deterioração e vigor da semente**. Londrina: Embrapa Soja, p. 19. 2020. (Embrapa Soja. Circular técnica, 191). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1151118>. Acesso em: 11 set. 2024.

LIMA, B. G. “**Caatinga: espécies lenhosas e herbáceas**”. 1. ed. Mossoró, RN: EdUFERSA, 2012. 315 p. ISBN 978-85-63145-03-1.

LIMA, D. S. S. et al. **Crescimento de mudas de *Handroanthus impetiginosus* submetidas a diferentes condições de capacidade de campo do solo**. In: ANDRADE, J. K. B. (org.). Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 73-88. DOI: <https://doi.org/10.58203/Licuri.20967>

LOHMANN, L. G. Bignoniaceae in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB112305>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LOHMANN, L. G. *Handroanthus* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114086>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LOHMANN, L. G.; ULLOA, C. U. **Bignoniaceae**. Checklist of the World. MOBOT/NYBG/Kew Gardens, 2018. Disponível em: <http://www.iplants.org>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LORENZI, H. “**Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**”. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2009. v. 2, 384 p. il. ISBN 85-86714-32-0.

LOZANO, E. C.; ZAPATER M. A. Delimitation and status of *Handroanthus heptaphyllus* and *H. impetiginosus*, (Bignoniaceae, Tecomeae). **Darwiniana**, v. 46, n. 2, p. 304-317, 2008. Disponível em: <https://www.ojs.darwin.edu.ar/index.php/darwiniana/article/view/77/67>. Acesso em: 13 jul. 2024

MACHADO, J. C. “**Tratamento de sementes no controle de doenças**”. Editora. UFLA, UFLA, Lavras-MG, 2000. 134 p.

MARCOS-FILHO, J. “**Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**”. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p. ISBN 978-85-64895-03-4.

MARCOS-FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-N. J. B.; MARCOS, F. J (org.). “**Vigor de sementes: conceitos e testes**”. Londrina: ABRATES, 2020. p. 93-104. ISBN 978-65-99200-00-7.

MARTINS, L.; LAGO, A. A. D.; CICERO, S. M. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabebuia avellanedae* e *Tabebuia impetiginosa* submetidas à ultra-secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 626-634, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000400003>

MEDEIROS, G. O que você precisa saber sobre qualidade de sementes: vigor e germinação são apenas dois dos conceitos fundamentais que envolvem este tema. **Revista Cultivar**, 16 mar. 2022. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/o-que-voce-precisa-saber-sobre-qualidade-de-sementes>. Acesso em: 11 set. 2024.

MENEGAES, J. F.; STEFANELLO R.; NUNES, U. R. Introdução: principais aspectos na qualidade de sementes (revisão). In: MENEGAES, J. F.; STEFANELLO R.; NUNES, U. R. (org.). **Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária - volume II**. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2024. p. 7-24. DOI: <https://doi.org/10.46420/9786585756280cap1>

NASCIMENTO, W. M. et al. Germinação de sementes de tomateiro em diferentes temperaturas: Variabilidade fenotípica e heterose. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 216-222, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000200011>

NEMA - Núcleo de Estudos e Monitoramento Ambiental. Espécie do mês: Ipê-roxo. **2020**. Disponível em: https://nema.univasf.edu.br/site/index.php?page=newspaper&record_id=60. Acesso em: 12 jul. 2024.

OLIVEIRA, A. K. M.; SCHELEDER, E. J. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex. DC.) Standl. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1011-1018, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000600006>

OLIVEIRA, I. C. D. et al. Protrusão radicular na qualidade de sementes de chia. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 1, p. 282-287, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n129rc>

OLIVEIRA, L. M. et al. Temperatura e regime de luz na germinação de sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley e *T. serratifolia* Vahl Nich.-Bignoniaceae. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG. v. 29, n.3 p. 642-648, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000300020>

OLIVEIRA, N. P. et al. Ecofisiologia de mudas de *Handroanthus impetiginosus* submetidas diferentes ciclos de rega. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 36563-36574, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-264>

POPINIGIS, F. “Fisiologia da semente”. 2. ed. Brasília: ABRATES, 1985. 289 p., il. Disponível em: https://www.conferencebr.com/conteudo/biblioteca/012_flavio-popinigisfisiologiaportugues-1684359074.pdf. Acesso em: 25 ago. 2024.

RADKE, A. K. et al. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de melancia pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 634-640, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v12i4.4862>

RALPH, L. N. **Tecnologia de sementes de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos**. 2017. 125 f. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2017. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/8017>. Acesso em: 22 ago. 2024.

REGO, C. H. Q. et al. Primary root emission as a vigor test in soybean seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v. 54, e20238714, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20230051>

RIZZINI, C. T. “**Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**”. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1978. 312 p., il. ISBN 978-85-212-0051-2

RODRIGUES, D. L. et al. Embebição, condicionamento fisiológico e efeito do hipoclorito de sódio na germinação de sementes de alface. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 6, n. 1, p. 52-61, 2012. DOI: <https://doi.org/10.0000/rtcab.v6i1.373>

RODRIGUES, E. M. et al. **Bignoniaceae Juss. no Piauí - Brasil: histórico de coletas**. In: 38º Reunião Nordestina de Botânica, 2024. Disponível em: <https://publicacoes.softaliza.com.br/38rnb/article/view/4759>. Acesso em: 15 jul. 2024.

ROSA, R. H. L. **Handroanthus ochraceus (Cham.) Mattos ssp. ochraceus, Handroanthus serratifolius (Vahl) S. Grose, Tabebuia insignis (Miq.) Sandwith ssp. insignis e Tabebuia roseo-alba (Ridl.) Sandwith - Bignoniaceae: caracterização morfológica de fruto, semente, desenvolvimento pós-seminal e plântula, como subsídio à taxonomia**. 54 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Botânica / Botânica Tropical) - Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2008. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/584>. Acesso em: 20 jul. 2024

RYAN, R. Y. et al. The medicinal plant *Tabebuia impetiginosa* potently reduces pro-inflammatory cytokine responses in primary human lymphocytes. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 5519, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85211-8>

SCHLINDWEIN, C. et al. Visual signalling of nectar-offering flowers and specific morphological traits favour robust bee pollinators in the mass-flowering tree *Handroanthus impetiginosus* (Bignoniaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 176, p. 396–407, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12212>

SCHULZE, M. et al. Evaluating ipê (*Tabebuia*, Bignoniaceae) logging in Amazonia: sustainable management or catalyst for forest degradation?. **Biological Conservation**, v. 141, n. 8, p. 2071-2085, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.003>

SILVA JUNIOR, O.B. et al. Genome assembly of the Pink Ipê (*Handroanthus impetiginosus*, Bignoniaceae), a highly valued, ecologically keystone Neotropical timber forest tree.

GigaScience, v. 7, n. 1, p. 110-125, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1093/gigascience/gix125>

SILVA, C. D. et al. Temperaturas e regulador de crescimento na germinação de sementes de alface. **Revista Cultura Agronômica**, v. 29, n. 3, p. 337, 2020.

DOI: <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n3p337-347>

SILVA, D. Y. B. D. O. et al. Substrate and temperature on germination and performance of *Albizia niopoides* Benth. seedlings. **Ciência Rural**, v. 48, p. e20161043, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20161043>

SILVA, K. A. D. et al. Viability and vigor of *Moringa oleifera* Lam. seeds by means of rapid tests. **Revista Ciência Agronômica**, v. 56, p. 2025. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20250004>

SILVA, R. S. et al. Chemical profiles and antimicrobial activities of plants utilized in Brazilian traditional medicine. **Eclética Química**, v. 46, n. 1, p. 35-40, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.26850/1678-4618eqj.v46.1.2021.p35-40>

SOUZA, E. P. **Métodos de identificação em tempo real de espécies de *Handroanthus* Mattos da Amazônia por meio da anatomia da madeira, morfologia foliar e espectroscopia do infravermelho próximo**. 2020. 97 f., il. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2022. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/46456>. Acesso em: 12 jul. 2024.

SOUZA, V. C. D.; BRUNO, R. D. L. A.; ANDRADE, L. A. D. Vigor de sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. **Revista Árvore**, v. 29, p. 833-841, 2005.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000600001>

VIEIRA, C. V. et al. Stress-associated factors increase after desiccation of germinated seeds of *Tabebuia impetiginosa* Mart. **Plant Growth Regulation**, v. 62, p. 257-263, 2010. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s10725-010-9496-3>

WRASSE, C. F. et al. Testes de vigor para sementes de arroz e sua relação com o comportamento de hidratação de sementes e a emergência de plântulas. **Científica**. Jaboticabal, SP, v. 37, n.2, p. 107–114, 2009. DOI: [https://doi.org/10.15361/1984-5529.2009v37n2p107 - 114](https://doi.org/10.15361/1984-5529.2009v37n2p107-114)

XAVIER, F. M.; ARENHARDT, L. G.; & MENEGHELLO, G. E. Vigor de sementes no desempenho agrônômico da cultura do arroz. **Revista SEEDnews**, n. 5, p. 16-19, 2020. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/3360-vigor-de-sementes-no-desempenho-agronomico-da-cultura-do-arroz-edicao-setembro-2020>. Acesso em: 20 ago. 2024.

ZINI, P. B. et al. Patologia de sementes: conceitos e aplicações: uma revisão de literatura. In: MENEGAES, J. F.; NUNES, U. R. (org.). **Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária**. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. p. 117-133. DOI: <https://doi.org/10.46420/9786588319437cap9>