



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AMBIENTE, TECNOLOGIA E SOCIEDADE
MESTRADO EM AMBIENTE, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Luanna Crystina Fernandes de Rezende

Testes de pH de exsudato e de precocidade de emissão da raiz primária para estimativa da qualidade de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore

MOSSORÓ/RN

2025

Luanna Crystina Fernandes de Rezende

Testes de pH de exsudato e de precocidade de emissão da raiz primária para estimativa da qualidade de sementes de (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

Linha de Pesquisa: Estratégias sustentáveis de desenvolvimento do semiárido

Orientadora: Clarisse Pereira Benedito, Profa. Dra.

Coorientador: Salvador Barros Torres, Prof. Dr.

MOSSORÓ/RN

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), 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 tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

R467t Rezende, Luanna Crystina Fernandes de.
Testes de pH de exsudato e de precocidade de
emissão da raiz primária para estimativa da
qualidade de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva
Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore / Luanna
Crystina Fernandes de Rezende. - 2025.
48 f. : il.

Orientadora: Clarisse Pereira Benedito.
Coorientador: Salvador Barros Torres.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ambiente, Tecnologia e Sociedade, 2025.

1. Bignoniaceae. 2. sementes florestais. 3.
vigor. 4. viabilidade. 5. testes rápidos. I.
Benedito, Clarisse Pereira, orient. II. Torres,
Salvador Barros, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) 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.

Luanna Crystina Fernandes de Rezende

Testes de pH de exsudato e de precocidade de emissão da raiz primária para estimativa da qualidade de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

Linha de Pesquisa: Estratégias sustentáveis de desenvolvimento do semiárido

Defendida em: 30/05/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



CLARISSE PEREIRA BENEDITO

Data: 29/08/2025 09:25:04-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Clarisse Pereira Benedito, Profa. Dra. (UFERSA)

Presidente

Documento assinado digitalmente



GARDENIA SILVANA DE OLIVEIRA RODRIGUES

Data: 29/08/2025 12:47:15-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Gardênia Silvana de Oliveira Rodrigues, Dra. (SEEC/RN)

Membro Examinador

Documento assinado digitalmente



SARA MONALIZA COSTA CARVALHO

Data: 29/08/2025 10:05:36-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Sara Monaliza Costa Carvalho, Dra. (UFERSA)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, Marta do Vale, pelo apoio que tive durante a pós-graduação.

À Universidade Federal rural do Semi-Árido (UFERSA).

Ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade

Aos meus colegas do Laboratório de Análise Sementes, Aline Vanessa, Emanuele Lucas, Pablo Ferreira e Antônia Yasmin pelo auxílio durante os trabalhos.

À orientadora, professora Clarisse Pereira Benedito, pela compreensão e orientações.

À Banca Examinadora pelo tempo dedicado à examinação do meu trabalho.

Às minhas amigas por aguentarem meus desabafos e estresses.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo determinar a qualidade fisiológica de três lotes de sementes de *Tabebuia aurea* colhidas em diferentes anos (2021, 2022 e 2023), por meio da aplicação de testes tradicionais e análises bioquímicas, além de definir as condições ótimas para a execução dos testes de pH do exsudato e de precocidade de emissão da raiz primária. Inicialmente os lotes foram avaliados em relação ao grau de umidade, germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas, massa seca de plântulas, condutividade elétrica, emergência, teste de tetrazólio, açúcares solúveis totais e aminoácidos livres totais. Para o teste de pH de exsudato, quatro repetições de 25 sementes de cada lote foram imersas individualmente em 10 mL de água destilada e mantidas em câmara B.O.D a 25, 30 e 35 °C por 6, 12, e 18 horas. Em seguida, adicionaram-se 3 gotas de cada solução indicadora em cada compartimento das formas e a viabilidade foi determinada pela mudança de coloração da água. A semente cuja solução tornou-se rosa escuro ou rosa claro foi considerada viável, enquanto aquela cuja solução tornou-se rosa muito claro ou incolor foi considerada inviável. Para o teste de precocidade de emissão da raiz primária, as sementes foram acondicionadas em rolos de papel e mantidas em câmara B.O.D, sob as temperaturas de 25, 30, 35 °C, observando-se a protrusão de pelo menos 2 mm de raiz primária a cada 12 horas a partir da instalação. O teste de pH de exsudato pode ser realizado a 35 °C em 18 horas de embebição e o teste de precocidade de emissão de raiz na temperatura de 25 °C por 60 horas.

Palavras-chave: Bignoniaceae; sementes florestais; vigor; viabilidade; testes rápidos;

ABSTRACT

This study aimed to determine the physiological quality of *Tabebuia aurea* seeds harvested in different years (2021, 2022 and 2023) through the application of traditional tests and biochemical analyses, in addition to defining the optimal conditions for performing the exudate pH and primary root emission precocity tests. Initially, the lots were evaluated in relation to moisture content, germination, germination speed index, seedling length, seedling dry mass, electrical conductivity, emergence, tetrazolium test, total soluble sugars and total free amino acids. For the exudate pH test, four replicates of 25 seeds from each batch were individually immersed in 10 mL of distilled water and kept in a B.O.D. chamber at 25, 30, and 35 °C for 6, 12, and 18 hours. Three drops of each indicator solution were then added to each compartment of the form, and viability was determined by the color change of the water. Seeds whose solution turned dark or light pink were considered viable, while those whose solution turned very light pink or colorless were considered nonviable. For the primary root emission precocity test, the seeds were placed in paper rolls and kept in a B.O.D. chamber at temperatures of 25, 30, and 35°C, observing the protrusion of at least 2 mm of primary root every 12 hours from installation. The exudate pH test can be performed at 35°C for 18 hours of imbibition, and the root emission precocity test at 25°C for 60 hours.

Keywords: Bignoniaceae; forest seeds; vigor; viability; rapid tests.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Plântulas normais do teste de germinação de sementes de de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore).....	19
Figura 2	Plântulas anormais do teste de germinação de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore)	19
Figura 3	Teste de emergência de sementes de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) em casa de vegetação.....	21
Figura 4	Plântulas vigorosas do teste de emergência de sementes de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore).....	22
Figura 5	Plântulas defeituosas de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) do teste de emergência.....	22
Figura 6	Sementes de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) classificada como viável (A) e inviável (B) pelo teste de tetrazólio.....	22
Figura 7	Sementes de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) sem a casca, imersas individualmente em água destilada.....	25
Figura 8	Semente de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) com emissão de 2mm de raiz primária.....	26
Figura 9	Sementes de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) com casca, com algumas delas apresentando variação na coloração após embebição em água destilada (A) e após aplicação das soluções indicadoras (B).....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Médias do grau de umidade (GU) primeira contagem (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) dos três lotes de sementes de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore).....	28
Tabela 2	– Médias de comprimento de plântulas (CP), massa seca de plântulas (MS), condutividade elétrica (CE) e teste de tetrazólio (TZ) dos três lotes de sementes de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) .	29
Tabela 3	– Médias de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântulas (CP), massa seca de plântulas (MS) dos três lotes de sementes de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore).....	30
Tabela 4	– Quantificação de açúcares solúveis totais (mg AST/g MF) e aminoácidos livres totais (mmol de AA/g MF) de plântulas de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore).....	31
Tabela 5	– Médias de sementes viáveis de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) pelo teste de pH do exsudato a 25, 30 e 35 °C.....	33
Tabela 6	– Porcentagem acumulada de emissão de raiz primária em três lotes de sementes de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) a 25 °C, com observações a cada 12 horas.....	35
Tabela 7	– Porcentagem acumulada de emissão de raiz primária em três lotes de sementes de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) a 30 °C, com observações a cada 12 horas.....	36
Tabela 8	– Porcentagem acumulada de emissão de raiz primária em três lotes de sementes de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) a 35 °C, com observações a cada 12 horas.....	37
Tabela 9	– Índice de velocidade de emergência da raiz primária (IVERP) das sementes de craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore).....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	12
2.2	Potencial fisiológico de sementes	13
2.3	Teste de pH de exsudato	14
2.4	Teste de precocidade de emissão de raiz.....	15
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Aquisição dos lotes e condução dos testes	18
3.2	Testes iniciais de qualidade	18
3.2.1	Grau de umidade.....	18
3.2.2	Germinação	18
3.2.3	Índice de velocidade de germinação	20
3.2.4	Comprimento total de plântulas	20
3.2.5	Massa seca das plântulas.....	20
3.2.6	Teste de condutividade elétrica.....	20
3.2.7	Emergência em casa de vegetação	20
3.2.8	Teste de tetrazólio	22
3.2.9	Determinação de açúcares solúveis totais (AST)	23
3.2.10	Determinação aminoácidos livres totais (AALT)	24
3.2.11	Análise estatística.....	24
3.3	Teste de pH de exsudato	25
3.4	Teste de precocidade de emissão de raiz.....	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1	Qualidade dos lotes	28
4.2	Teste de pH de exsudato	32
4.2.1	Preparo das sementes	32
4.2.2	Temperatura x períodos de embebição	33
4.3	Teste de precocidade de emissão de raiz.....	34
5	CONCLUSÕES.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Tabebuia aurea (Bignoniaceae) é uma espécie arbórea nativa no Brasil e amplamente distribuída nos domínios Caatinga, Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (Lohmann, 2024). Essa espécie possui diversas aplicações, como na arborização (Santos; Brito, 2022; Vasconcelos et al., 2023); fabricação de móveis, tábuas e ferramentas (Lima et al., 2018), medicinal (Zuntini; Lohmann, 2016) e forrageira (Lima et al., 2018). As sementes são o principal meio de multiplicação da espécie, que são dispersas pelo vento (Vasconcelos et al., 2020) devido suas características: são planas (Zambrano, 2017) e apresentam alas membranáceas bilaterais (Silva et al., 2020).

Considerando a ampla utilização e o potencial ecológico e econômico de *Tabebuia aurea*, a avaliação da qualidade fisiológica das sementes é crucial para a produção de mudas vigorosas. A maturidade fisiológica, caracterizada pelos máximos níveis de germinação, vigor e acúmulo de matéria seca, corresponde ao estágio em que se atinge a máxima qualidade da semente. Entretanto, a partir desse momento, inicia-se o processo de deterioração que resulta em uma diminuição progressiva do potencial fisiológico das sementes (Ebone et al., 2019) e que pode ser acelerado por diversos fatores, como as condições de temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento e a ação de fungos (Krzyzanowski et al., 2020). Assim, a realização de testes de vigor e de viabilidade é necessária para determinar a qualidade de um lote de sementes.

A qualidade das sementes de espécies florestais exploradas economicamente geralmente é avaliada por meio do teste de germinação. Para a craibeira, o período recomendado para o teste de germinação é 21 dias, cuja primeira contagem ocorre no 10º dia (Brasil, 2013). Para diminuir esse tempo de obtenção de resultados a respeito da qualidade dos lotes, pode-se fazer uso de testes alternativos de viabilidade e vigor, como os testes de pH de exsudato e precocidade de emissão de raiz primária, respectivamente.

O teste de pH de exsudato consiste basicamente em colocar as sementes para embebição em água e em seguida fazer a avaliação dos exsudatos após o contato com soluções indicadoras de fenolftaleína e carbonato de sódio. Partindo do princípio de que sementes mais deterioradas lixiviam mais exsudatos e sementes menos deterioradas lixiviam menos, o teste de pH de exsudato pode apontar quais as sementes estão ou não viáveis a partir da coloração indicada na solução (Peske et al., 2019). Porém, apesar desse teste possuir metodologia simples e manuseio fácil (Araldi; Coelho, 2015), ainda existe uma lacuna sobre a aplicação dessa metodologia, principalmente para florestais arbóreas.

O teste de precocidade de emissão de raiz, parte do princípio de que sementes menos deterioradas (vigorosas) levam menos tempo para emitir a raiz primária do que as sementes mais deterioradas (menos vigorosas) (Matthews et al., 2010). Portanto, altos percentuais de emissão de raiz primária em um menor período indicam maior vigor (Powell; Matthews, 2012). Entretanto, há dificuldades para definir a melhor metodologia para cada espécie, pois sua eficiência depende da temperatura, do tipo de substrato, da quantidade de água utilizada, do período para a realização da contagem da germinação e das condições e características das espécies (Krzyzanowski et al., 2020).

Os testes rápidos permitem diagnósticos mais ágeis sobre o potencial fisiológico das sementes, contribuindo para uma tomada de decisão mais eficiente quanto ao armazenamento, uso ou descarte dos lotes. Além disso, reduzem o tempo necessário para a liberação das sementes ao mercado e possibilitam o monitoramento contínuo da qualidade durante as diferentes etapas do beneficiamento, armazenagem e distribuição, o que resulta em menor custo operacional e maior segurança para os produtores. Diante do exposto e considerando que a semente é a principal forma de multiplicação da crabeira, objetivou-se determinar a qualidade de sementes de crabeira colhidas em diferentes anos por meio de testes tradicionais, bem como definir as condições adequadas para realização dos testes de pH de exsudato e de precocidade de emissão da raiz primária.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore

Conhecida como craibeira, *T. aurea* é uma espécie arbórea nativa no Brasil, pertencente à família Bignoniaceae, que possui aproximadamente 82 gêneros e 827 espécies, e está disseminada na América do Sul, amplamente distribuída nos domínios Caatinga, Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal no Brasil (Lohmann, 2024; Judd et al., 2009).

A craibeira é uma opção na arborização de cidades, devido a sua beleza durante o período de floração (Lorenzi, 2008), adequada para recuperação de áreas degradadas (Marsaro et al., 2014; Gama et al., 2021; Oliveira et al., 2022) e pode ser útil como bioindicador na avaliação da qualidade florística de mata ciliar da Caatinga (Carolino et al., 2023). A madeira é utilizada na fabricação de móveis, tábuas de embarcações, vigamentos e ferramentas; o tronco é utilizado como abrigo e as folhas e as flores como alimento, pelos animais (Mendes et al., 2017; Lima et al., 2018); e a casca é tradicionalmente utilizada para tratar problemas de estômago, verminose, inflamações, diabetes e gripes (Zuntini; Lohmann, 2016).

A árvore da craibeira apresenta tronco tortuoso, coberto por uma casca grossa, e pode alcançar de 5 a 20 m de altura. As folhas são compostas de 3 a 7 folíolos, medindo entre 1,2 e 22,9 de comprimento e 0,7–4,5 cm de largura. Fruto em cápsula, linear-cilíndrica, $16,8 \times 2,5$ cm (Johanes et al., 2022). Floração tem início no mês de agosto (Lima et al., 2018), mas pode variar com a mudança climática (Carvalho, 2010).

A multiplicação da espécie ocorre principalmente pelas sementes (Vasconcelos et al., 2020), que são planas, com alas membranáceas bilaterais (Silva et al., 2019), apresentam biometria variável a depender da procedência – média de comprimento entre 13,64 e 18,18 mm, média de largura entre 10,11 e 13,67 mm e média de espessura entre 0,89 e 2,61 mm (Gomes et al., 2021; Silva et al., 2020; Martins et al., 2023) e se dispersam por anemocoria quando os frutos deiscentes se abrem (Ferreira; Cunha, 2000).

A avaliação da viabilidade das sementes de craibeira geralmente é feita pelo teste de germinação, recomendado nas Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais, pelo período de 21 dias e primeira contagem aos 10 dias, em substrato papel, a 25 °C, sem a necessidade de pré-tratamento por não apresentarem dormência nem dureza tegumentar (Brasil, 2013). O teste de tetrazólio é adequado para a craibeira utilizando-se a concentração de 0,05%, por quatro horas, a 40 °C (Brito et al., 2020).

2.2 Potencial fisiológico de sementes

A semente é o principal mecanismo de perpetuação das espécies vegetais e sua germinação sofre influência de diversos fatores externos e internos capazes de modificar seu potencial fisiológico (Carvalho; Nakagawa, 2012). O potencial fisiológico de sementes refere-se à capacidade das sementes de germinar, emergir e desenvolver plântulas normais e vigorosas, sendo determinado por atributos como viabilidade e vigor. A partir dessas informações, é possível identificar aqueles com as qualidades desejadas, tanto para o produtor quanto para fins de pesquisa (Marcos-Filho, 2020).

O máximo potencial fisiológico é atingido quando a semente alcança a maturidade, mas diversos fatores podem afetá-lo, entre eles o genótipo da semente, as condições climáticas, a ação de insetos e micro-organismos, a sanidade de sua matriz, a época e o manejo durante a colheita, injúrias mecânicas e as condições de secagem, beneficiamento e armazenamento (Marcos-Filho, 2020). Portanto, a avaliação do potencial fisiológico das sementes é fundamental para a seleção de lotes de alta qualidade, considerando a viabilidade e o vigor como indicadores.

A avaliação da viabilidade das sementes geralmente é feita por meio de testes já padronizados, constados nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009) e na literatura, como os de germinação, tetrazólio e embrião excisado, que proporcionam a porcentagem de sementes viáveis a germinar e o ranqueamento dos lotes. Apesar de confiáveis, os resultados desses testes podem não refletir a realidade quando as sementes são submetidas a germinação em campo, onde as condições ambientais não são favoráveis. Partindo disso, foram desenvolvidos testes de vigor, que permitem diferenciar as sementes capazes de germinar mesmo em condições adversas (Marcos-Filho, 2020).

O vigor pode ser definido como um conjunto de propriedades que determinam o potencial fisiológico e o desempenho das sementes sob condições ambientais. Os objetivos do teste de vigor são: diferenciar os lotes com alta germinação; distinguir lotes de acordo com o vigor; ranquear os lotes proporcionalmente à emergência das plântulas em campo, ao potencial de armazenamento e à resistência ao transporte (Peske et al., 2019). Há muitos métodos já desenvolvidos, entre eles os testes de condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, a frio, velocidade de germinação e de emergência, comprimento de plântulas e emergência de plântulas (Krzyzanowski et al., 2022).

O prolongamento do armazenamento pós-colheita de sementes secas acelera sua deterioração e reduz o vigor (Santos et al., 2019). A taxa de germinação cai significativamente

se armazenadas em ambiente não controlado e se mantém estável se armazenadas em câmara seca a 20 °C e 42 % UR em embalagem de papel Kraft ou recipiente metálico (Barbosa et al., 2024), e o armazenamento em geladeira com temperatura regulada à 13 °C garante a maior longevidade das sementes, tanto se acondicionadas em embalagem plástica ou papel Kraft (Neves et al., 2014). Quanto às sementes colhidas ainda imaturas, um período de repouso é necessário para atingirem seu ponto máximo de qualidade (Santos et al., 2018).

2.3 Teste de pH de exsudato

O teste de pH de exsudato é um teste prático e econômico que permite avaliar rapidamente a viabilidade das sementes. As primeiras verificações acerca da indicação da viabilidade da semente pela cor da água de embebição foram realizadas com Peske e Amaral, em 1984, com sementes de soja. Naquele momento, foi verificado que a água de sementes inviáveis, após 20 horas de embebição, apresentava pH mais ácido e tornava-se marrom quando eram adicionadas duas gotas do indicador misto - vermelho de metila e azul de metileno. A partir disso, a técnica foi aprimorada até o desenvolvimento do teste de pH de exsudato com fenolftaleína (Rech, 2021).

O teste de pH de exsudato é baseado na permeabilidade da membrana e na integridade do tegumento das sementes, que estão relacionadas ao seu processo de envelhecimento. Ao alcançar a maturidade fisiológica, inicia-se na semente o processo de deterioração - uma série de alterações bioquímicas, físicas e fisiológicas que resultam em uma diminuição progressiva do seu potencial fisiológico (Ebone et al., 2019). Durante esse processo, a reação entre o oxigênio e os ácidos graxos insaturados modificam a permeabilidade da membrana plasmática (Gaschler; Stockwell, 2017), que danificadas ou incompletas retêm menos solutos e lixiviam compostos das sementes (Rahoui et al., 2010). Assim, essa liberação de açúcares, ácidos orgânicos e íons H^+ que ocorre contribuem para acidificação do meio aquoso pela diminuição do pH (Peske et al., 2019).

Partindo do fato que as sementes mais deterioradas lixiviam mais exsudatos e as sementes menos deterioradas lixiviam menos (Peske et al., 2019), esse teste pode apontar quais as sementes estão ou não viáveis ao embebê-las em água por um determinado período e misturar a essa embebição soluções indicadoras de pH – no caso, fenolftaleína e carbonato de sódio. A solução de fenolftaleína é uma indicadora, pois se mantém incolor em meio neutro ou ácido, mas que em meio alcalino altera a coloração para rosa (Lewis, 1997 apud PubChem, 2025). Assim, se a coloração da solução de embebição da semente se altera para rosa, considera-se que

a semente está viável para germinar, mas tornando-se incolor, considera-se que a semente não está viável (Carvalho et al., 2018; Souto et al., 2019).

A eficiência do teste de pH de exsudato depende do tempo de embebição, da temperatura a que as sementes são submetidas, da concentração do carbonato de sódio, da quantidade de gotas de cada solução indicadora, do pH da água, além das características da semente. Para a espécie ipê-amarelo [*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos], em que foi testado o método individual e a leitura foi feita com uma gota da solução de fenolftaleína, os resultados de 8 horas de embebição correlacionaram-se fortemente com a porcentagem de germinação (Guollo et al. 2016).

O teste de pH de exsudato sob as temperaturas de 25, 30 e 35 °C podem causar diferenças significativas. Sob a menor temperatura, não foi possível diferenciar lotes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.); entretanto, as demais temperaturas foram eficientes para diferenciar os lotes, sendo, portanto, as mais indicadas para estudos futuros (Silva et al., 2025). Os pré-condicionamentos semente inteira sem o tegumento; semente sem o tegumento e seccionada longitudinalmente na região do embrião; e embrião excisado foram avaliados para o teste de pH de exsudato com sementes de araucária [*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze], e chegou-se à conclusão que o teste deve ser realizado com embriões excisados, embebidos por 30 minutos, à temperatura de 25 °C (Araldi; Coelho, 2015).

O teste já foi aplicado pelo método massal e individual, mas este último tem se mostrado ser mais confiável. O método massal, realizado com repetição de 25 sementes colocadas juntas para embebição no mesmo recipiente, e leitura feita com duas gotas das soluções de fenolftaleína e carbonato de sódio, não proporcionou resultados adequados para as espécies ipê-roxo [*Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos] (Matos, 2017) e ipê-amarelo [*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose] (Correia et al., 2025), ambas Bignoniaceae, corroborando com os resultados de Guollo et al. (2016), que concluíram que o teste de pH do exsudato aplicado pelo método individual é mais eficiente. Além disso, a presença de tegumento duplo nas sementes pode influenciar o teste, como no caso de limão-cravo (*Citrus limonia* Osbeck), em que a presença desse tecido impossibilitou a obtenção do potencial fisiológico de semente através do pH do exsudato (Carvalho et al., 2018).

2.4 Teste de precocidade de emissão de raiz

O teste de precocidade da emissão da raiz primária avalia o vigor do lote de sementes baseado na relação direta entre o estágio de deterioração fisiológica da semente e a sua

capacidade de reparo dos tecidos (Krzyzanowski et al., 2020). Durante o processo de germinação, a energia consumida e o período necessários para a reativação do metabolismo da semente dependem do seu estado de deterioração – sementes mais deterioradas demoram mais que sementes menos deterioradas para emitir a raiz (Matthews et al., 2010) – em resumo, altos percentuais de emissão de raiz primária em um menor período indicam maior vigor (Powell; Matthews, 2012).

Após atingir a maturação inicia-se o processo de deterioração, com uma série de alterações de origem bioquímica, física e fisiológica que resultam na queda do poder germinativo. A peroxidação dos fosfolipídios da membrana celular acarreta a sua desestruturação, aumentando a permeabilidade da membrana e prejudicando processos metabólicos iniciais da germinação, como a ativação enzimática e a mobilização de reservas, logo o metabolismo celular fica comprometido, resultando na diminuição da velocidade de germinação (Krzyzanowski et al., 2022).

O teste foi desenvolvido por Toledo et al. (1999) como uma alternativa mais rápida em relação aos testes padrões de vigor, complementando os testes tradicionais de germinação, com base na protrusão precoce de raízes primárias em sementes de milho híbrido (*Zea mays* L.), mantidas a 25°C em rolos de papel, com contagens a cada 12 horas. O método demonstrou alta correlação com os resultados dos testes de germinação, de frio e de emergência de plântulas no campo, destacando-se pela rapidez e simplicidade.

A eficiência desse teste depende do substrato, da temperatura, da quantidade de água utilizada, do período de realização da contagem e das condições e características das sementes (Krzyzanowski et al., 2020). Com as sementes de milho, houve diferença entre os testes sobre papel e entre papel (rolo de papel), tendo este um resultado similar aos demais testes já padronizados (Toledo et al., 1999). Com ipê-amarelo o teste foi mais promissor em papel do que nos substratos areia e vermiculita para as sementes de (Seneme, 2016).

Para outras espécies, como chia (*Salvia hispanica* L.), a temperatura influenciou na velocidade da protrusão da raiz e as avaliações foram feitas a cada 2 horas. A temperatura de 20 °C retardou a emissão de raízes, impossibilitando a classificação dos lotes; a temperatura de 30 °C acelerou a emissão da raiz, mas os resultados não foram condizentes com o teste de emergência; e a temperatura de 25 °C foi a mais eficiente, pois permitiu a classificação dos lotes com resultados similares aos do teste de emergência (Oliveira et al., 2019).

Para sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) os melhores resultados foram obtidos à temperatura de 20 °C (Silva et al., 2020), e todos os cultivares testados de semente de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] germinaram mais rápido à 30 °C, cujo resultado correlacionou-se

positivamente com o resultado da emergência, indicando que a 30 °C o teste de emissão de raiz primária é indicado para analisar o vigor de sementes de soja (Rego et al., 2023). A maioria dos trabalhos na literatura são com espécies agrícolas, havendo poucos trabalhos com sementes de espécies florestais. Dessa forma, é importante avaliar se o teste de emissão da raiz primária pode ser promissor para avaliar o vigor das sementes de craibeira.

Como o tempo de exposição a condições ambientais ocasiona diminuição do vigor e da capacidade germinativa (Santos et al., 2019), a avaliação rápida da viabilidade e do vigor das sementes de craibeira possibilita resultados mais precisos e representativos de seu potencial fisiológico. Dessa forma, testes como o de pH do exsudato e o de precocidade de emissão da raiz podem ser viáveis. Entretanto, há poucas informações sobre eles com sementes florestais, sendo necessário que se faça o ajuste de metodologias para espécies como a craibeira, presente no bioma Caatinga.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aquisição dos lotes e condução dos testes

As sementes de craibeira foram coletadas em aproximadamente dez matrizes localizadas no campus da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, no mês de novembro dos anos de 2021, 2022 e 2023. Os três lotes foram armazenados em sacos plásticos em ambiente controlado (17 °C; 50,0% UR) no Laboratório de Análise de Sementes da UFERSA. As análises ocorreram de maio a novembro de 2024.

3.2 Testes iniciais de qualidade

Primeiramente foram realizados testes iniciais de qualidade, cujos resultados foram comparados com os resultados dos testes de pH de exsudato e de precocidade de emissão da raiz primária a fim de verificar a eficiência das duas metodologias testadas.

3.2.1 Grau de umidade das sementes (GU)

Determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas (Brasil, 2009), com duas repetições de aproximadamente 5 gramas de sementes de cada lote, com resultados expressos em porcentagem.

3.2.2 Germinação (G)

Realizado com quatro repetições de 25 sementes dispostas sobre duas folhas de papel toalha e cobertas por uma terceira folha, previamente umedecidas com quantidade de água igual a 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos de papel foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em câmara de germinação tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D), a 25 °C, conforme as Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (Brasil, 2013). A primeira contagem de germinação foi realizada no décimo dia e a última contagem com 21 dias, adotando-se o critério de formação de plântula normal, conforme Brasil (2013) e os resultados expressos em porcentagem.

Figura 1: Plântulas normais do teste de germinação de sementes de de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore).



Fonte: A autora (2024).

Figura 2: Plântulas anormais do teste de germinação de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore).



Fonte: A autora (2024).

3.2.3 Índice de velocidade de germinação (IVG)

Realizado por contagens diárias do teste de germinação, iniciando-se no terceiro dia após a instalação até o 21º dia, com os resultados calculados de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

3.2.4 Comprimento de plântulas (CP)

Ao final do teste de germinação, aleatoriamente foram escolhidas 10 plântulas normais para mensuração do seu comprimento total, com auxílio de uma régua graduada em centímetros. Os dados foram expressos em cm. plântula⁻¹.

3.2.5 Massa seca das plântulas (MS)

As plântulas mensuradas anteriormente foram armazenadas em sacos de papel Kraft, identificadas e conduzidas à estufa com circulação de ar forçada a 65 °C, durante 72 horas até atingirem peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança analítica de precisão. Os resultados foram expressos em g. planta⁻¹.

3.2.6 Teste de condutividade elétrica (CE)

Realizado com quatro repetições de 25 sementes previamente pesadas em balança analítica de precisão, posteriormente imersas em 75 mL de água destilada, em copos plásticos, e mantidas a 25 °C, por 24 horas, em câmara B.O.D., realizando-se a leitura após o referido período, com o auxílio do condutivímetro. Os valores foram expressos em $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ (Krzyzanowski et al., 2020).

3.2.7 Teste de emergência em casa de vegetação (E)

Realizado com quatro repetições de 25 sementes, semeadas em bandejas, cuja profundidade foi de aproximadamente 4 cm, com substrato areia lavada, previamente esterilizada e umedecida inicialmente com quantidade igual a 60% da capacidade de campo do substrato. Foram realizadas duas regas diárias com o uso de regador manual e uma contagem diária de emergência de plântulas (Figuras 3). Aos 21 dias o teste foi finalizado e foram

escolhidas aleatoriamente 10 plântulas consideradas vigorosas (Figura 4) para mensuração do seu comprimento total, de forma semelhante ao item 3.2.4. As plântulas que apresentaram defeitos na parte aérea ou sistema radicular foram descartadas (Figura 5). Após a mensuração, as plântulas foram postas para secar em estufa à 65 °C por 72 horas, semelhante ao item 3.2.5.

Figura 3: Teste de emergência de sementes de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) em casa de vegetação.



Fonte: A autora (2024).

Figura 4: Plântulas vigorosas do teste de emergência de sementes de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore).



Fonte: A autora (2024).

Figura 5: Plântulas defeituosas de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) do teste de emergência.



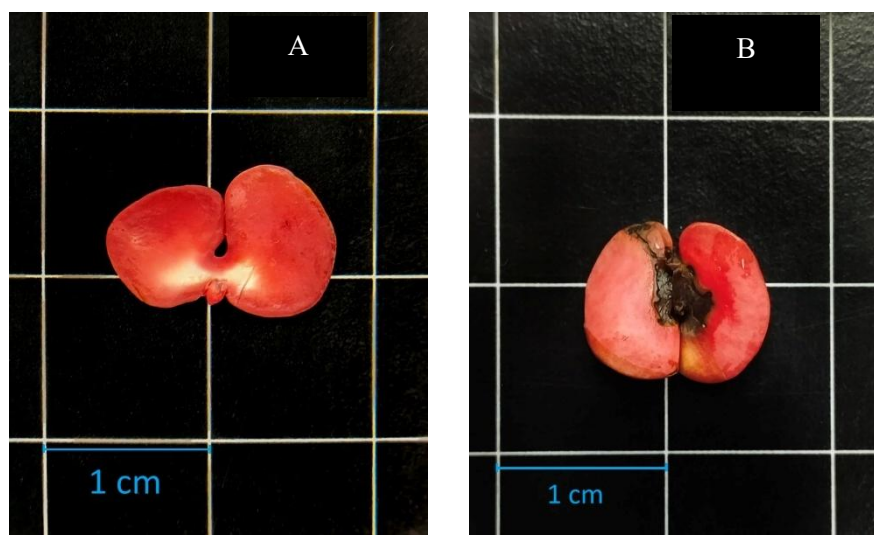
Fonte: A autora (2024).

3.2.8 Teste de tetrazólio (TZ)

Realizado segundo a metodologia proposta por Brito et al. (2020). As sementes foram previamente umedecidas em 90 mL água destilada, por 24 horas, a 25°C e, após esse período,

as cascas das sementes foram retiradas. Logo após, as sementes foram imersas na solução do sal de tetrazólio, usando a concentração de 0,05%. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes viáveis (Figura 6 A).

Figura 6: Sementes de de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) classificada como viável (A) e inviável (B) pelo teste de tetrazólio.



Fonte: A autora (2024).

3.2.9 Determinação de açúcares solúveis totais (AST)

A quantificação de açúcares totais foi determinada pelo método da antrona (Yemm; Willis, 1954). Primeiramente foi obtida a curva padrão e depois as soluções para leitura das amostras foram preparadas utilizando-se a alíquota de 0,025 ml, mais 0,975 ml de água destilada e 2ml de antrona para completar 3ml; após isso, os tubos foram agitados em agitador, levados ao banho-maria por 3 minutos, a 100 °C e resfriados a temperatura ambiente para posteriormente ser realizada a leitura em $\lambda = 620$ nm no espectrofotômetro UV-M51.

3.2.10 Determinação de aminoácidos livres totais (AALT)

A quantificação de aminoácidos livres totais foi determinada pela metodologia de Yemm e Cocking (1955). Primeiramente foi obtida a curva padrão e depois as soluções para leitura das amostras foram preparadas utilizando-se a alíquota de 100 µl, mais 0,9 ml de água, 0,5 ml de citrato de sódio, 0,2 ml de ninhidrina 5% e 1 ml de KCN 2%. Logo após os tubos foram agitados e levados ao banho maria à 100 °C por 20 minutos e, posteriormente, completados com 1,3 ml de etanol e agitados novamente. A leitura foi feita após o resfriamento, em espectrofotômetro UV-M51 em $\lambda = 570$ nm.

3.2.11 Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, as médias dos resultados obtidos foram submetidas a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de probabilidade de 0,05, utilizando o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000).

3.3 Teste de pH de exsudato

Nos testes iniciais, observou-se que havia sementes de coloração roxas mais escuras e mais claras, e que essa variação de cor interferia no resultado da coloração pós embebição, consequentemente após o uso das soluções carbonato de sódio e fenolftaleína, a coloração do exsudato poderia variar em função da cor do tegumento da semente. Sendo assim, antes de instalar o teste de pH de exsudato, foi necessária a retirada do tegumento das sementes, tomando o devido cuidado para não retirar a película que recobre os cotilédones e o embrião.

A solução indicadora de fenolftaleína foi preparada com 1g dissolvido em 100 mL de álcool acrescido de 100mL de água destilada e fervida, conforme Souto et al. (2019), e a solução de carbonato de sódio preparada na concentração de 2,0 g por litro de água de acordo metodologia de Silva et al. (2024). Quatro repetições de 25 sementes de cada lote (2021, 2022 e 2023) foram imersas individualmente em aproximadamente 10 mL de água destilada, em formas plásticas para gelo (Figura 7), e mantidas em câmara B.O.D sob as temperaturas de 25, 30 e 35 °C pelos períodos de 6, 12, e 18 horas, para ambas as temperaturas.

Figura 7: Sementes de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) sem a casca, imersas individualmente em água destilada.



Fonte: A autora (2024).

Após cada período de embebição, procedeu-se a análise do pH do exsudato. Para isso, foram utilizadas duas pipetas de *Pasteur*, uma para cada solução, adicionando-se 3 gotas de cada solução em cada compartimento das formas (contendo uma semente em processo de embebição em 10 mL de água destilada) homogeneizando com um bastão de vidro imediatamente para obter o resultado da coloração. A semente cuja solução de água destilada se tornou rosa escuro ou rosa claro foi considerada como viável, e rosa muito claro ou incolor, inviável, conforme Souto et al. (2019). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Para análise estatística, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com os resultados descritos em porcentagem e submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de probabilidade de 0,05, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

3.4 Teste de precocidade da emissão da raiz primária

O teste foi realizado de forma semelhante ao teste de germinação, em substrato tipo rolo entre papel, com quatro repetições de 25 sementes postas sob duas folhas de papel toalha e recobertas por uma terceira folha, previamente umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso dos papéis secos. Os rolos contendo as sementes foram acondicionadas em

sacos plásticos e colocados em câmara B.O.D, sob as temperaturas de 25, 30, 35 °C (fotoperíodo 8 horas luz e 16 horas escuro) para os três lotes (2021, 2022 e 2023).

Para avaliação do teste, a cada 12 horas a partir da instalação, as sementes foram observadas quanto a protrusão de pelo menos 2 mm de raiz primária, medidas com uma régua graduada em centímetro (Figura 8). O resultado do número de sementes com raízes emitidas precocemente foi expresso em porcentagem.

Figura 8: Semente de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore) com emissão de 2mm de raiz primária.



Fonte: A autora (2024).

Além da porcentagem de raízes emitidas, também foi avaliado o índice de precocidade de emissão de raiz primária, calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$\text{IVERP} = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$$

Em que:

IVERP = Índice de precocidade de emissão de raiz primária;

E1, E2, ... En = Número de sementes que emitiram a raiz primária ($\Rightarrow$ 2mm) na primeira, segunda e enésima contagens;

N1, N2, ... Nn = Período em horas da primeira, segunda e enésima contagens.

Os resultados foram descritos em porcentagem e submetidos a análise de variância, com as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Testes iniciais de qualidade dos lotes

Os três lotes apresentaram valores semelhantes de grau de umidade (GU). Os testes de primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG) não detectaram diferenças significativas entre os lotes (Tabela 1). No entanto, o lote 2022 apresentou a maior porcentagem de germinação (G) não diferindo do lote de 2023 (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias do grau de umidade (GU), primeira contagem (PC), germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) dos três lotes de sementes de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore).

Lotes	GU (%)	PC (%)	G (%)	IVG
2021	8,6	77 a	67 b	6,19 a
2022	8,6	81 a	80 a	6,99 a
2023	8,9	75 a	76 ab	6,54 a
F	-	0,55 ^{ns}	6,76*	1,53 ^{ns}
CV (%)	-	10,62	6,89	9,79

*significativo pelo teste F; ns – não significativo pelo teste F; CV – Coeficiente de variação; Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de água das sementes variaram entre 8,6% e 8,9% e estão em conformidade com os dados previamente reportados para a espécie, reforçando seu comportamento ortodoxo, que mantém a qualidade fisiológica por mais tempo (Santos e Salomão, 2024). Em outras pesquisas com craibeira também foram encontrados teores de água abaixo de 10,0% para sementes oriundas de frutos secos, como no trabalho realizado por Silva (2020) com lotes de *T. aurea* de diferentes matrizes e no trabalho de Almeida et al. (2023) com sementes coletadas de frutos no estágio de dispersão. Os valores encontrados neste estudo indicam que as sementes apresentavam baixo conteúdo hídrico no momento da análise e refletem a tolerância à dessecação da espécie (Santos et al., 2022).

Pelo teste de germinação, o lote 2021 apresentou menor viabilidade comparado ao lote 2022, possivelmente um efeito do envelhecimento natural durante o armazenamento. O envelhecimento é um processo natural nas sementes que se inicia imediatamente após a maturidade fisiológica e continua enquanto as sementes permanecem no campo, durante a colheita e o armazenamento (Jesus et al., 2021). Neves et al. (2014) relatam que sementes maduras de *T. aurea* recém-colhidas apresentam alta taxa de germinação e que é possível manter o alto poder germinativo por no máximo 360 dias se armazenadas em ambiente refrigerado.

Conforme já mencionado anteriormente, os testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação não detectaram diferenças entre os lotes. Estes testes são considerados testes fisiológicos, cujo objetivo é diferenciar o vigor de lotes com germinação semelhante (Oliveira, 2022), entretanto na presente pesquisa estes testes não detectaram nenhuma diferença (Tabela 1), ressaltando a importância de se utilizar o máximo de testes possíveis para classificação dos lotes, pois alguns testes de análise de qualidade podem ser mais sensíveis do que outros dependendo da espécie.

Os testes de tetrazólio (TZ) e condutividade elétrica (CE) não detectaram diferenças significativas entre os lotes. No entanto, o lote 2022 apresentou a maior média de comprimento de plântulas (CP) em relação ao lote 2021 e maior acúmulo de massa seca (MS) em relação aos demais (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias de comprimento de plântulas (CP), massa seca de plântulas (MS), condutividade elétrica (CE) e teste de tetrazólio (TZ) dos três lotes de sementes de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore).

Lotes	CP (cm.plântula ⁻¹)	MS (g.plântula ⁻¹)	CE (μ S.cm ⁻¹ .g ⁻¹)	TZ (%)
2021	16,75 b	0,30 b	72,72 a	71,0 a
2022	20,47 a	0,35 a	71,84 a	78,0 a
2023	18,52 ab	0,27 b	76,17 a	73,0 a
F	5,63*	10,33*	3,84 ^{ns}	2,79 ^{ns}
CV (%)	8,46	8,88	3,17	5,84

*significativo pelo teste F; ns – não significativo pelo teste F; CV – Coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No teste de comprimento de plântulas, observou-se que o lote de sementes coletado em 2021 é o menos vigoroso, com plântulas significativamente menores em comparação ao lote 2022. Quanto a massa seca de plântulas, o lote 2022 apresentou maior acúmulo em comparação aos lotes 2021 e 2023, os quais não diferiram significativamente entre si.

Essas diferenças são atribuídas ao baixo vigor fisiológico do lote 2021 e maior vigor do lote 2022. Abbade e Takaki (2014) observaram que, após seis meses de armazenamento de sementes de ipê-branco [*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith], houve redução da matéria seca e do comprimento das plântulas. Em contrapartida, o maior vigor do lote 2022 está relacionado à alta qualidade das sementes, que é influenciada por fatores como características genéticas, sanidade, capacidade de germinação e maturidade (Rahman; Cho, 2016).

O comprimento e a massa seca de plântulas são indicadores do vigor das sementes, uma vez que sementes mais vigorosas originam plântulas bem desenvolvidas, com maior capacidade de crescimento e síntese de matéria seca, refletindo diretamente a qualidade fisiológica do lote, a qual pode ser comprometida por fatores como o envelhecimento, a deterioração e as condições de armazenamento (Krzyzanowski et al., 2020).

Em relação aos resultados obtidos no teste de emergência, não se verificou efeito significativo em relação a emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca de plântulas (MS). Entretanto, o comprimento das plântulas (CP) do lote 2022 foi significativamente maior comparado ao lote 2021 (Tabela 3), assim como ocorreu com o comprimento das plântulas provenientes do teste de germinação.

Tabela 3 – Médias de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântulas (CP), massa seca de plântulas (MS) dos três lotes de sementes de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore).

Lotes	E (%)	IVE	CP (cm.plântula⁻¹)	MS (g.plântula⁻¹)
2021	83 a	2,29 a	14,33 b	1,14 a
2022	82 a	2,36 a	15,85 a	1,20 a
2023	73 a	2,12 a	15,20 ab	1,10 a
F	2,58 ^{ns}	0,75 ^{ns}	4,00*	0,21 ^{ns}
CV (%)	8,65	12,95	5,06	6,45

*significativo pelo teste F; ns – não significativo pelo teste F; CV – Coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os testes de vigor não são mensuráveis, o que torna difícil sua interpretação. Portanto, para uma correta avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes, é importante que o resultado do teste de comprimento de plântulas seja avaliado simultaneamente com outros testes, como a porcentagem de germinação (Krzyzanowski et al., 2020). Assim, o lote 2022 pode ser considerado o mais vigoroso, pois suas plântulas normais dos testes de germinação e de emergência apresentaram resultados estatisticamente superiores em relação aos demais lotes.

Quanto às análises bioquímicas, as plântulas provenientes da emergência em casa de vegetação do lote 2021 apresentaram maior quantidade de açúcares solúveis totais (AST) e valor intermediário de aminoácidos livres totais (AALT). Já as plântulas normais do lote 2021 do teste de germinação apresentaram maior quantidade de AALT, enquanto a quantidade de AST não diferiu entre os lotes (Tabela 4).

Tabela 4 – Quantificação de açúcares totais (mg g MF⁻¹) e aminoácidos (mmol g MF⁻¹) de plântulas de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore).

Lotes	Emergência		Germinação	
	AST	ALT	AST	ALT
2021	17,28 a	0,0489 b	30,47 a	0,0050 a
2022	11,55 b	0,0411 c	22,01 a	0,0018 b
2023	11,43 b	0,0539 a	29,39 a	0,0018 b
F	7,92*	45,98*	3,60 ^{ns}	28,14*
CV (%)	15,34	3,45	15,39	21,24

*significativo pelo teste F; CV – Coeficiente de variação; Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O lote de 2021 destacou-se por apresentar os maiores teores de AST e AALT, levantando-se as hipóteses de elevada taxa de hidrólise de proteínas e carboidratos de reserva, de ineficiência fisiológica na utilização desses substratos para a produção de biomassa, ou resposta ao estresse oxidativo. De forma semelhante, em plantas de camapu (*Physalis angulata* L.) verificou-se aumento na concentração de aminoácidos livres nas folhas, paralelamente ao decréscimo de proteínas solúveis e à diminuição de massa seca de plantas submetidas a estresse (Abreu et al., 2021).

De acordo com os resultados de germinação, comprimento e massa seca de plântulas, o lote 2021 é mais deteriorado que os demais, podendo-se dizer que as sementes estavam numa situação de maior estresse em relação às demais. Durante a germinação e o desenvolvimento das plântulas, carboidratos e proteínas de reserva são hidrolisados em açúcares e aminoácidos solúveis que são utilizados para diferentes propósitos, como a geração de energia, construção de novas células e tecidos e síntese de proteínas necessários para o desenvolvimento da plântula (Bewley et al., 2013). Mas os açúcares não apenas servem como fonte de energia e carbono, eles também atuam como antioxidantes diretos, neutralizando radicais como OH⁻, ajudam a manter o equilíbrio osmótico e a proteger membranas (Afzal et al., 2021).

O teor de açúcares solúveis totais em plantas saudáveis é diretamente proporcional ao acúmulo de biomassa, mas esses carboidratos não são provenientes apenas da hidrólise do amido, mas também da fotossíntese que as estruturas aéreas em desenvolvimento começam a realizar (Weidlich et al., 2010). Mas os processos fisiológicos das sementes são significativamente influenciados por fatores como peroxidação lipídica, ruptura de membranas celulares, desequilíbrio na regulação do crescimento e comprometimento metabólico, além de serem interdependentes de modo que a disfunção de um deles pode desencadear outros eventos adversos (Fernandez et al., 2021).

4.2 Teste de pH de exsudato

4.2.1 Preparo das sementes para o teste de pH de exsudato

Inicialmente, os primeiros testes de pH do exsudato foram executados utilizando-se sementes com casca, no entanto, foi verificado que após o processo de embebição, ocorria alteração da coloração da água em algumas células (Figura 9), comprometendo os resultados pós contato com as soluções indicadoras de fenolftaleína e de carbonato de sódio (Figura 2B). Essa influência também foi observada com sementes de amendoim-bravo (*Pterogyne nitens* Tul.), em que, após embebição, o lixiviado colorido também prejudicou a leitura do teste de pH de exsudato (Guollo et al., 2016).

Figura 9: Sementes de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) com casca, com algumas delas apresentando variação na coloração após embebição em água destilada (A) e após aplicação das soluções indicadoras (B).



Antes (A) e depois (B) das soluções indicadoras. Fonte: A autora (2024).

Constatou-se que a alteração da coloração da água após a embebição pode estar relacionada à cor do tegumento das sementes de *T. aurea*, uma vez que algumas possuíam tegumento arroxeado, outras em tons mais claros, embora as sementes tenham sido colhidas em um mesmo estágio de maturação. Após esta observação, optou-se pela retirada do tegumento antes de colocar as sementes para embebição em água destilada, para que se mantivesse incolor e não prejudicasse a análise.

Também é importante ressaltar que a retirada da casca também foi importante para identificar sementes mortas e vazias. Apesar de algumas sementes estarem possivelmente mortas devido sua coloração escura e necrose do embrião, a água de embebição permaneceu rosa forte quando em contato com as soluções indicadoras. A mesma situação foi observada por Araldi e Coelho (2015) com sementes de araucária, em que sementes visualmente deterioradas, escurecidas ou com tecidos amolecidos apresentaram solução de embebição com cor rosa forte.

O teste de pH do exsudato busca diferenciar sementes vivas e mortas devido ao poder tampão desenvolvido durante o processo de embebição intenso das sementes deterioradas, pois quanto mais deterioradas, mais lixiviados as sementes exsudam (Peske et al., 2019). O processo degenerativo é marcado por uma série de alterações bioquímicas associadas ao envelhecimento fisiológico das sementes (França-Neto e Krzyzanowski, 2018). Portanto, a permanência da cor rosa forte da água (Figura 2), evidencia a importância da experiência do profissional na análise e do conhecimento da espécie estudada.

4.2.2 Temperaturas x períodos de embebição

Analizando as diferentes combinações entre temperaturas e períodos de embebição do teste de pH de exsudato, verificou-se que na temperatura de 25 °C houve diferença entre os lotes apenas no período de 12 horas (Tabela 5). Esses resultados concordam em partes com os obtidos nos testes iniciais de qualidade, pois classificam o lote 2021 como de qualidade inferior, 2022 como médio e 2023 como superior. Além disso, as médias de sementes viáveis dos lotes 2021 e 2022 ficaram muito abaixo das médias obtidas pelo teste de germinação (Tabela 1).

Tabela 5 – Médias de sementes viáveis de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) pelo teste de pH do exsudato a 25, 30 e 35 °C.

Temperatura	25 °C			30 °C			35 °C			
	Período	6h	12h	18h	6h	12h	18h	6h	12h	18h
Lotes										
2021	61	43 c	52	36	55 b	38 b	49	42 b	44 b	
2022	73	62 b	60	44	58 b	46 b	52	41 b	63 a	
2023	71	78 a	70	47	78 a	59 a	60	71 a	69 a	
F	4,18 ^{ns}	145,42*	3,45 ^{ns}	2,94 ^{ns}	32,72*	8,79*	1,88 ^{ns}	76,85*	13,94*	
CV (%)	9,2	4,76	16	15,67	6,87	15,0	15,47	7,57	11,92	

*significativo pelo teste F; ns – não significativo pelo teste F; CV – Coeficiente de variação; Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A 30 °C houve diferença nos períodos de 12 e 18 horas, mas o lote 2022 foi classificado como inferior, estatisticamente igual ao de 2021, o que não condiz com os testes iniciais. Os resultados obtidos na temperatura de 35 °C por 18 horas, foram os que mais se aproximaram dos resultados dos testes iniciais quanto a classificação dos lotes, pois os lotes 2022 e 2023 foram estatisticamente iguais e superiores em relação ao lote de 2021.

Embora a combinação 35 °C e 18 horas tenha classificado os lotes de modo parecido com os testes iniciais (germinação, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas), verificou-se que a porcentagem de sementes viáveis dos lotes 2021 e 2022 não se aproximaram das porcentagens obtidas nos testes de germinação e tetrazólio.

A elevação da temperatura de 25 °C para 35 °C resultou no aumento da condutividade elétrica com sementes de ipê-amarelo (Sasaya et al., 2020). Assim, espera-se que temperaturas elevadas aumentem a lixiviação dos constituintes celulares para a água de embebição das sementes, devido a influência da temperatura sobre o sistema de membranas (Flores et al., 2014). Mas além da temperatura, o teste de pH do exsudato também é dependente do período de embebição (Araldi e Coelho, 2015).

O resultado obtido no presente estudo revela que o período de 18 horas foi adequado para classificar os lotes, no entanto a maioria dos testes de pH de exsudato que se revelaram eficientes indica que períodos curtos são suficientes na obtenção de resultados satisfatórios com sementes embebidas individualmente. Com jucatá [*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz], o teste pode ser realizado por 30 minutos em água destilada e deionizada a uma temperatura constante de 25 ou 30°C (Souto et al., 2019). Por outro lado, para ipê-amarelo o teste foi eficiente com 8 horas de embebição (Guollo et al. 2016), um resultado mais próximo, mas ainda inferior ao encontrado no presente estudo.

4.3 Teste de precocidade de emissão de raiz

Os resultados do teste de emissão da raiz primária mostraram um efeito significativo apenas a 25 °C, no período de 60 horas de instalação do teste, classificando o lote 2021 como inferior, enquanto os lotes 2022 e 2023 não diferiram significativamente entre si (Tabela 6). Ainda assim, o teste confirmou a superioridade fisiológica do lote 2022 e o baixo vigor do lote 2021, conforme já indicado pelos testes de germinação, comprimento e massa seca de plântulas. A maioria das sementes emitiram as raízes com 48 horas de teste sob as temperaturas de 30 e 35 °C, mas não houve diferença significativa entre os lotes em qualquer tempo de avaliação nessas temperaturas (Tabelas 7 e 8).

Tabela 6 - Porcentagem acumulada de emissão de raiz primária em três lotes de sementes de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) a 25 °C, com observações a cada 12 horas.

Lotes	Horas							
	12	24	36	48	60	72	84	96
2021	0	0	0	8	22 b	69	78	82
2022	0	0	0	6	70 a	82	83	83
2023	0	0	0	0	56 a	78	79	79
F	-	-	-	1,44 ^{ns}	25,39*	2,57 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,78 ^{ns}
CV (%)	-	-	-	148,46	19,86	10,87	6,77	5,8

Lotes	Horas							
	108	120	132	144	156	168	180	192
2021	82	82	83	83	83	83	83	83
2022	83	83	84	84	84	84	84	84
2023	79	79	79	79	80	81	81	81
F	0,78 ^{ns}	0,78 ^{ns}	1,37 ^{ns}	1,37 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,27 ^{ns}
CV (%)	5,8	5,8	5,51	5,51	6,22	7,12	7,12	7,12

Lotes	Horas						
	204	216	228	240	252	264	276
2021	83	83	83	83	83	83	84
2022	84	84	84	84	84	84	84
2023	81	81	81	81	81	81	81
F	0,27 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,36 ^{ns}
CV (%)	7,12	7,12	7,12	7,12	7,12	7,12	6,96

*significativo pelo teste F; ns – não significativo pelo teste F; CV - Coeficiente de variação; Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A temperatura de 25 °C não foi suficiente para que um número considerável de sementes do lote 2021 emitisse a raiz primária em 60 horas de teste, demonstrando seu baixo vigor comparado aos demais lotes. A elevação da temperatura para 30 e 35 °C impossibilitou a diferenciação do vigor dos lotes, apesar de acelerar a protrusão de radícula. A influência da temperatura também foi observada com gabioba [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg] - a 20 °C foram necessárias 142 horas para as sementes emitirem a raiz primária, a 25 °C, 94 horas e a 35 °C, 70 horas (Leão-Araújo et al., 2019) – e o aumento da temperatura também provocou a emissão de raiz de sementes de soja em um período mais curto (Rego et al., 2023).

A emissão de radícula em 48 horas sob as temperaturas de 30 e 35 °C possivelmente aconteceu porque a espécie germina bem sob essas temperaturas (Pacheco et al., 2008). As temperaturas elevadas aumentam as taxas metabólicas das sementes, modulando a atividade enzimática, a fluidez das membranas celulares e a taxa de reações metabólicas, que são essenciais para o início e a manutenção dos processos fisiológicos que culminam na protrusão

da radícula (Carvalho; Nakagawa, 2012). Porém, a influência da temperatura na germinação das sementes também depende do seu vigor intrínseco (Almeida et al., 2019), o que explica o menor número de protrusão de radícula do lote 2021, enquanto os lotes mais vigorosos (2022 e 2023) emitiram um maior número de raiz primária em 60 horas de teste.

A temperatura é um dos principais fatores ambientais que regulam o processo de germinação, atuando diretamente sobre a taxa e a uniformidade do desenvolvimento germinativo das sementes. Com sementes de chia a temperatura influenciou na velocidade da protrusão da raiz - a temperatura de 20 °C retardou a emissão de raízes; a temperatura de 30°C acelerou a emissão da raiz, mas os resultados não foram condizentes com o teste de emergência; e a temperatura de 25°C foi a mais eficiente, pois permitiu a classificação dos lotes com resultados similares aos do teste de emergência (Oliveira et al., 2019).

O aumento da temperatura para 30 e 35 °C acelerou a emissão da raiz primária em 12 horas e os lotes mantiveram valores finais de emissão de radícula próximos aos obtidos a 25 °C, sugerindo que essas temperaturas são favoráveis à germinação das sementes de craibeira. Cada espécie apresenta uma faixa ideal de temperatura para a germinação, na qual seus processos fisiológicos ocorrem de forma mais eficiente (Marcos-Filho, 2015). Para o gênero *Tabebuia*, Santos et al. (2005) indicaram que a faixa de temperatura ideal está entre 20 e 30 °C, enquanto Pacheco et al. (2008) apontaram uma faixa ligeiramente mais elevada, de 25 a 35 °C.

Tabela 7 - Porcentagem acumulada de emissão de raiz primária em três lotes de sementes de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) a 30 °C, com observações a cada 12 horas.

Lotes	Horas							
	12	24	36	48	60	72	84	96
2021	0	0	0	65	80	87	88	88
2022	0	0	0	79	89	90	90	90
2023	0	0	0	58	77	78	78	78
F	-	-	-	2,72 ^{ns}	1,65 ^{ns}	1,88 ^{ns}	2,02 ^{ns}	2,02 ^{ns}
CV (%)	-	-	-	19,25	11,89	10,73	10,6	10,6

Lotes	Horas								
	108	120	132	144	156	168	180	192	204
2021	88	88	88	88	88	88	88	88	88
2022	90	90	90	90	90	90	90	90	91
2023	78	79	79	79	79	79	79	79	79
F	2,02 ^{ns}	2,05 ^{ns}	2,05 ^{ns}	2,05 ^{ns}	2,05 ^{ns}	2,05 ^{ns}	2,05 ^{ns}	2,05 ^{ns}	2,11 ^{ns}
CV (%)	10,6	9,56	9,56	9,56	9,56	9,56	9,56	9,56	9,99

ns – não significativo pelo teste F; CV - Coeficiente de variação; Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Porcentagem acumulada de emissão de raiz primária em três lotes de sementes de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) a 35 °C, com observações a cada 12 horas.

Lotes	Horas							
	12	24	36	48	60	72	84	96
2021	0	0	0	53	62	84	85	86
2022	0	0	0	69	74	77	79	79
2023	0	0	0	52	75	79	79	79
F	-	-	-	2,51 ^{ns}	3,04 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,83 ^{ns}
CV (%)	-	-	-	20,75	11,8	9,35	10,44	10,94

Lotes	Horas						
	108	120	132	144	156	168	180
2021	86	87	88	89	89	89	89
2022	80	80	80	80	80	81	82
2023	79	79	81	81	81	81	81
F	0,74 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,31 ^{ns}	1,99 ^{ns}	1,99 ^{ns}	1,70 ^{ns}	1,75 ^{ns}
CV (%)	10,8	9,96	9,19	8,39	8,39	8,47	7,86

ns – não significativo pelo teste F; CV - Coeficiente de variação; Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença entre os índices de velocidade de emissão da raiz primária, não sendo possível determinar o vigor dos lotes por esse índice (Tabela 9). Na avaliação do vigor de lotes, o ideal é que mais de um teste seja executado, incluindo a utilização de um lote de alto vigor como referência para comparação, a fim de garantir resultados confiáveis e comparativos (Marcos-Filho, 2020). Portanto, apesar dos testes iniciais demonstrarem o alto vigor o lote 2022, o IVERP do teste de precocidade não possibilitou a classificação dos lotes.

Tabela 9 – Índice de velocidade de emergência da raiz primária (IVERP) das sementes de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore).

Lotes	Temperaturas (°C)		
	25	30	35
2021	10,29	13,31	12,70
2022	11,38	14,04	12,37
2023	10,57	11,99	12,02
F	2,10 ^{ns}	2,51 ^{ns}	0,30 ^{ns}
CV (%)	7,28	10	10,05

ns – não significativo pelo teste F; CV - Coeficiente de variação; Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A metodologia para o teste de precocidade de emissão de raiz primária varia entre espécies, especialmente quanto à temperatura ideal e ao período de contagem para a emissão da raiz. No presente estudo foi possível classificar os lotes através do teste de emissão de raiz

com apenas 60 horas após a instalação do teste de germinação à 25°C, trazendo informações mais rápida a respeito dos lotes do que o teste de primeira contagem, cuja recomendação é de 10 dias (Brasil, 2013).

5 CONCLUSÕES

Para sementes de craibeira, o teste de pH de exsudato pode ser realizado a 35 °C com 18 horas de embebição e o teste de precocidade de emissão de raiz na temperatura de 25 °C por 60 horas, no entanto, recomenda-se estudos complementares antes de serem usados em análise de rotina.

REFERÊNCIAS

- ABBADE, L. C.; TAKAKI, M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith-Bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, p. 233-240, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000200003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/V738LsVPB46FSccjNPZfyVD>. Acesso em: dez. 2024.
- ABREU, C. B.; RIBEIRO, M. O.; PINHO, C. S.; CARNEIRO, C. N.; AZEVEDO NETO, A. D.; SOUZA, M. O.; DIAS, F. S. Exploratory analysis in the evaluation of stress due to aluminum presence in *Physalis angulata* L. and multielement determination by microwave-induced plasma optical emission spectrometry (MIP OES). **Environmental Science and Pollution Research** **JCR**, v. 28, p. 5598-5608, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10871-4>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-10871-4>. Acesso em: abr. 2025.
- AFZAL, S., CHAUDHARY, N., SINGH, N. K. Role of soluble sugars in metabolism and sensing under abiotic stress. In: AFTAB, T., HAKEEM, K. R. (eds) **Plant Growth Regulators**. Springer, Cham. 2021. E-book (498). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-61153-8_14. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-61153-8_14#citeas. Acesso em: ago. 2025.
- ALMEIDA, F. A.; SILVA-MANN, R.; SANTOS, H. O.; PEREIRA, R. W.; BLANK, A. F. Germination temperatures affect the physiological quality of seeds of lettuce cultivars. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 35, n. 4, p. 1143-1152, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v35n4a2019-42196>. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v35n4a2019-42196>. Acesso em: abr. 2025.
- ALMEIDA, R. S. et al. Biometriy of seeds of *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore and seedling growth after different periods of water immersion. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 66, p. e23220697, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2023220697>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/babt/a/fsVjSvkkctdXnNcNhSYBsJD>. Acesso em: dez. 2024.
- ARALDI, C. G.; COELHO, C. M. M. pH do exsudato na avaliação da viabilidade de sementes de *Araucaria angustifolia*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n° 3, p. 426-433, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.082314>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/dyVSVJjLhcDWfQvvZ9gJZdt>. Acesso em: abr. 2025.
- BARBOSA, M. D.; PASSOS, M. A. A.; DUARTE, L. V. L. Armazenamento de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore. **Studies in Environmental and Animal Sciences**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. e3065-e3065, 2024. DOI: <https://doi.org/10.54020/seasv5n1-003>. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/seas/article/view/3065>. Acesso em: abr. 2025.
- BEWLEY, J. D., BRADFORD, K. J., HILHORST, H. W. M., NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of development, germination and dormancy**, Nova York: Springer, 2013, 392 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013, 98 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009, 399 p.

BRITO, W. A. L. et al. Evaluation of viability of *Tabebuia aurea* seeds through tetrazolium test. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 4, p. 993–999, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n414rc>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/tBM3dBWwmLTjF6RM6ksqXPM>. Acesso em: abr. 2025.

CAROLINO, M. P. et al. Bioindicadores florísticos do estado de conservação da mata ciliar do rio Pajeú, município de Serra Talhada–PE (Brasil). **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 8, n. 4, p. 299-306, 2023. DOI: <https://doi.org/10.24221/jeap.8.4.2023.5575.299-306>. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/5575>. Acesso em: abr. 2025.

CARVALHO, D. U. de et al. pH exudate test as a method to estimate viability and vigor of *Citrus limonia* Osbeck seeds. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 2, p. 156-163, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n2187156>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/tWk7jCrNGnPPYFcwkmGvhCN>. Acesso em: abr. 2025.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

COSTA, J. C. D. de O. et al. Viability of melon seeds using the pH testing of exudate. **Journal of Seed Science**, v. 45, p. e202345040, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v45279294>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/DQkxX95JZccCYmRLcMsxHxq>. Acesso em: abr. 2025.

PUBCHEM. **Resumo do composto PubChem para CID 4764, fenolftaleína**. Centro Nacional de Informações sobre Biotecnologia. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Phenolphthalein>. Acesso em: 3 jan. 2025.

CORREIA, L. C. M. A.; MARTINS, I. S.; MARTINS, R. C. C.; SILVA, T. C.; CORRÊA, A. C. G. Seleção genética de *Handroantus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose no Distrito Federal – DF. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 35, e71795, p. 1-15, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509871795>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/71795>. Acesso em: abr. 2025.

EBONE, L. A.; CAVERZAN, A.; CHAVARRIA, G. Physiologic alterations in orthodox seeds due to deterioration processes. **Plant Physiology and Biochemistry**. v. 145, p. 34–42, 2019. DOI: [10.1016/j.plaphy.2019.10.028](https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.10.028). Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20193524343>. Acesso em: jan. 2025.

FERNANDEZ, L. G.; JESUS, T. S. R.; SANTOS, P. C (org.). ***Ricinus communis* L.: sementes, envelhecimento e estresse oxidativo**. Salvador: EDUFBA, 2021.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 69p.

FERREIRA, J. V. A.; MEIADO, M. V.; SIQUEIRA FILHO, J. A. de. Morfometria dos frutos e respostas germinativas de *Godmania dardanoi* (J.C. Gomes) A.H. Gentry (Bignoniaceae) sob a influência de diferentes fatores abióticos. **Gaia Scientia**, [S. l.], v. 11, n. 4, 2017. DOI: 10.22478/ufpb.1981-1268.2017v11n4.35468. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/35468>. Acesso em: 7 maio. 2025.

FERREIRA, R. A.; CUNHA, M. C. L. Aspectos morfológicos de sementes, plântulas e desenvolvimento da muda de craibeira (*Tabebuia caraiba* (Mart.) Bur.) Bignoniaceae e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) Apocynaceae. **Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 134-143, 2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/310226140>. Acesso em: abr. 2025.

FERREIRA, T. C. et al. Promoção em vigor e germinação em sementes da caatinga pela utilização de técnicas de *priming*. **BIOFIX Scientific Journal** v. 7 n. 1 p. 37-45 2022. DOI: <https://doi.org/10.5380/biofix.v7i1.81424>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/81424>. Acesso em: abr. 2025.

FLORES, A. V. et al. Germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* schott em diferentes temperaturas. **Revista Árvore**, v. 38, p. 1147-1154, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000600019>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/DY7D33vswSqN7mdRhsrV66c>. Acesso em: abr. 2025.

FRANÇA-NETO, J. B; KRZYZANOWSKI, F. C. **Metodologia do teste de tetrazólio em semente de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 108 p. Disponível em: infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1098452/1/Doc406OL.pdf. Acesso em: abr. 2025.

GAMA, D. C.; FERREIRA, R. A.; DE JESUS, J. B. Desenvolvimento de espécies florestais nativas em mata ciliar no Riacho Grilo, Sergipe. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 8, n. 4, p. 1605-1612, 2021. DOI: 10.34062/afs.v8i4.11733. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/view/11733>. Acesso em: abr. 2025.

GASCHLER, M. M.; STOCKWELL, B. R. Lipid peroxidation in cell death. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 482, n. 3, p. 419-425, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.10.086>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006291X16317715>. Acesso em: abr. 2025.

GOMES, C. S. B. et al. Características biométricas de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook f. ex S. Moore. In: FIGUEIREDO, L. H. A. et al (org.). **CRAD-Mata Seca: coletânea I**. Nova Xavantina: Pantanal, 2021. E-book (83 p.). DOI: 10.46420/9786588319741cap6. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/53613/2/Caracter%C3%ADsticas%20biom%C3%A9tricas%20de%20sementes%20de%20Tabebuia%20aurea%20%28silva%20manso%29%20benth.%20e%20hook%20f.%20ex%20s.%20moore%20-%20Maria%20Auxiliadora%20Pereira%20Figueiredo.pdf>. Acesso em: abr. 2025.

GUOLLO, K. et al. Evaluation of the physiological quality of forest seed species through the pH test of the exudate. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 10, n. 6, p. 1-8, 2016. DOI: <http://doi.org/10.22587/ajbas>. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2792786. Acesso em: jan. 2025.

JESUS, T. S. R. et al. Envelhecimento de sementes: natural e artificial. In: FERNANDEZ, L. G.; JESUS, T. S. R.; SANTOS, P. C. (org.). **Ricinus communis L.**: sementes, envelhecimento e estresse oxidativo. Salvador: EDUFBA, 2021. E-book (138 p.). Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/34561/3/Ricinus%20communis.pdf>. Acesso em: mar. 2025.

KRZYZANOWSKI, F. C.; DIAS, D. C. F. dos S.; FRANÇA-NETO, J. B. **Deterioração e vigor da semente**. Circular Técnica, n. 138, Londrina: Embrapa Soja, 2022. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1151118>. Acesso em: abr. 2025.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J. M. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 2020. 601 p.

LEÃO-ARAÚJO, É. F.; SANTOS, W. V.; FERREIRA, L. B. da S.; FERREIRA, E. A. S.; GOMES-JÚNIOR, F. G.; PEIXOTO, N.; SOUZA, E. R. B. Embebição e emissão da raiz primária de sementes de *Campomanesia adamantium* em função da temperatura. **Revista de Ciências Agrárias**, [S.l], v. 42; e. 2, p. 402-409, 2019. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.15654>. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/index.php/rca/article/view/15654>. Acesso em: abr. 2025.

LIMA, J. R.; PAREYN, F. G. C.; DRUMOND, M. A. *Tabebuia aurea*: Craibeira. 2018. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro**: região Nordeste. Brasília: MMA, 2018.

LOHMANN, L. G. **Tabebuia in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114257>. Acesso em: set. 2024.
LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v 1. 5 ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2008. 77 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in relation evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>. Disponível em: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>. Acesso em: jan. 2024.

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia agricola**, Piracicaba, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/TCgVpMYmRWtGn6dQSSsQVbJ/>. Acesso em: jan. 2025.

MARCOS-FILHO, J. Potencial fisiológico determina qualidade de sementes. **Visão Agrícola**, v. 3, n. 5, p. 38-41, 2006. Disponível em: esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-sementes01.pdf. Acesso em: dez. 2024.

MARCOS-FILHOS J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C. et al. (ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, 2020. p. 17-77.

MARSARO, C. C. S. et al. Viabilidade no emprego de diferentes espécies nativas para revegetação da área degradada do IFMT-Campus Cuiabá-Bela Vista. **Biodiversidade**, v. 13, n. 1, 2014. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/download/1538/1208>. Acesso em: nov. 2024.

MARTINS, E. G. P.; BENEDITO, C. P.; QUIRINO, N. I. L.; SOUSA, G. D. de; SILVA, F. S. O. Caracterização biométrica em sementes de craibeira (*Tabebuia aurea*). In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS, 2023, Mossoró. **Anais Eletrônicos do I Congresso Brasileiro de Produtos Florestais Não Madeireiros**. Mossoró: Queima Bucha, 2023. Disponível em: <https://geplat.com/morebooks/index.php/mb/article/view/28>. Acesso em: nov. 2024.

MATOS, A. L. M. **Análise da viabilidade de sementes de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos através dos testes de condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e pH de exsudato**. Brasília, 2017. 33 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade de Brasília, 2017. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/19006/1/2017_AnaLeticiaMelodeMatos.pdf. Acesso em: jan. 2024.

MATTHEWS, S. et al. Rate of physiological germination compareci with the cold test and accelerated ageing as a repeatable vigour test for maize. **Seed Science and Technology**, v.38, n.2, p. 379-389, 2010. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2010.38.2.11>. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/ista/sst/2010/00000038/00000002/art00011>. Acesso em: abr. 2025.

MENDES, D. de O. F. et al. Flores de paratudo (*Tabebuia aurea*) (Bignoniaceae) como recurso alimentar para aves no Pantanal sul, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 12, n. 2, p. 295-299, 2017. DOI: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v12i2.391>. Disponível em: <https://boletimcn.museu-goeldi.br/bcnaturais/article/view/391>. Acesso em: abr. 2025.

NEVES, G.; SERIGATTO, E. M.; DALCHIAVON, F. C.; SILVA, C. A. Viabilidade e longevidade de sementes de *Tabebuia aurea* Benth. & Hook. submetidas a diferentes métodos de armazenamento. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 737-742, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18104>. Acesso em: 25 abr. 2025.

OLIVEIRA, A. K. M. de; SCHLEDER, E. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, p. 25-32, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000100004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/3fYZBkxzTqHFVtGTyDH3NQK>. Acesso em: abr. 2025.

OLIVEIRA, A. S. et al. Semeadura direta e plantio de mudas para recuperação de nascentes no rio Piauitinga, município de Salgado, Sergipe, Brasil. **Revista Thema**, v. 21, n. 1, p. 289-302,

2022. DOI: <https://doi.org/10.15536/thema.V21.2022.289-302.2473>. Disponível em: <https://doaj.org/article/fec3680595114422baaedd2a2069294b>. Acesso em: abr. 2025.

OLIVEIRA, I. C. de et al. Root protrusion in quality evaluation of chia seeds. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 01, p. 282-287, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n129rc>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/VBdwScW9TT9x4WmyJkCz95t>. Acesso em: abr. 2025.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; NERY, M. C. Teste de tetrazólio em sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius ex AP de Candolle) Standley-Bignoniaceae. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, p. 169-174, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000200003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/V738LsVPB46FSccjNPZfyVD>. Acesso em: abr. 2025.

PACHECO, M. V. et al. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook f. ex S. Moore. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 2, p. 143-150, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5902/19805098452>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/452>. Acesso em: abr. 2025.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (ed.). **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. 4 ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019. 579 p.

POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. Seed ageing/repair hypothesis leads to new testing methods. **Seed Technology**, v. 34, n. 1, p. 15-25, 2012. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/23433631>. Acesso em: abr. 2025.

RAHMAN, A.; CHO, B. Assessment of seed quality using non-destructive measurement techniques: a review. **Seed Science Research**, v. 26, n. 4, p. 285-305, 2016. DOI: [10.1017/S0960258516000234](https://doi.org/10.1017/S0960258516000234). Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/assessment-of-seed-quality-using-nondestructive-measurement-techniques-a-review/CA4DAA31C7642A0BC38AD944448BCCC9>. Acesso em: abr. 2025.

RAHOUI, S.; CHAOUI, A.; EL FERJANI, E. Membrane damage and solute leakage from germinating pea seed under cadmium stress. **Journal of Hazardous Materials**, v. 178, n. 1-3, p. 1128-1131, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.01.115>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389410001512?via%3Dihub>. Acesso em: abr. 2025.

RECH, E. G. Contribuição do teste do pH do exsudato de sementes para a ciência e tecnologia de sementes. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 2021, **Anais Eletrônicos do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**. Campina Grande: Ed. Realize, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/73983>. Acesso em: fev. 2025.

REGO, C. H. Q. et al. Primary root emission as a vigor test in soybean seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v. 54, p. e20238714, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20230051>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/vSJpHPpCC8Tsf6Z59fHW7nN/>. Acesso em: abr. 2025.

SANTOS, B. R. V.; BENEDITO, C. P.; TORRES, S. B.; LEAL, C. C. P.; ALVES, T. R. C. *Physiological maturity of *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore seeds*. **Journal of Seed Science**, v. 41, p. 498-505, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42n4222528>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/jss/a/5xBg6dXhmfmgBMLZQsGPJFF>. Acesso em: abr. 2025.

SANTOS, C. S.; SIQUEIRA, C. G.; MEIADO, M. V. Desiccation sensitivity of fresh and germinating seeds of *Tabebuia aurea*: physiological and biochemical implications. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 46, n. 5, p. 58, 2024. DOI: 10.1007/s11738-024-03676-2. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-024-03676-2>. Acesso em: abr. 2025.

SANTOS, D. L.; SUGAHARA, V. Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand-Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 1, p. 87-92, 2005. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981826>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1826>. Acesso em: abr. 2025.

SANTOS, I. R. I.; SALOMÃO, A. N. *Cryopreservation of seeds' threatened species-Bignoniaceae*. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 7, p. e10413746010-e10413746010, 2024. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i7.46010>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/46010>. Acesso em: abr. 2025.

SANTOS, J. A. S.; LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Influência do período de maturação na germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f ex S. Moore (Bignoniaceae). **Informativo Abrates**, v. 28, n. 1, 2018. Disponível em: <https://www.abrates.org.br/informativo-abrates/153/012informativov28n11634270174pdf>. Acesso em: abr. 2025.

SANTOS, R. F. dos; BRITO, D. R. Levantamento da arborização urbana nos municípios alagoanos. **Científica Multidisciplinar O Saber**, v. 2, n. 2, p. 268-278, 2022. DOI: <https://doi.org/10.51473/rcmos.v2i2.331>. Disponível em: <https://submissoesrevistacientificaosaber.com/index.php/rcmos/article/view/297>. Acesso em: abr. 2025.

SASAYA, M. K.; MELO, R. S.; OLIVEIRA, J. M. S.; GARLET, J. Análise da qualidade de lotes de sementes de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex DC.) Mattos por meio de testes de condutividade elétrica. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.6, p.103-111, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.006.0009>. Disponível em: <https://sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2020.006.0009>. Acesso em: abr. 2025.

SENEME, A. M. Maturação e germinação de sementes de ipê amarelo. **Nucleus**, v. 13, n. 1, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1484>. Disponível em: <https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1484/1950>. Acesso em: abr. 2025.

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>. Disponível em:

<https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446-8355.2020v29n3p337-347>. Acesso em: abr. 2025.

SILVA, E. C. **Caracterização morfométrica de sementes, plântulas e crescimento inicial de cinco espécies arbóreas tropicais**. 2020. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/56746>. Acesso em: nov. 2024.

SILVA, E. de C. da et al. Caracterização morfométrica de sementes e plântulas de craibeira e ipê amarelo. *In: XII ENCONTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO*, 2019, Fortaleza. **Anais do XII Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação**, 2019. v. 4. p. 2335-2335. Disponível em: <https://periodicos.ufc.br/eu/article/view/55881>. Acesso em: abr. 2025.

SILVA, K. A. et al. Viability and vigor of *Moringa oleifera* Lam. seeds by means of rapid tests. **Revista Ciência Agronômica**, v. 56, p. e202392387, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20250004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/rBX7JRCXCgVtJXz6THTDZPQ>. Acesso em: abr. 2025.

SOUTO, P. C. et al. Exudate-phenolphthalein pH test for evaluation of validity in seeds of *Libidibia ferrea*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n. 04, p. e20180734, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920180734>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/6GfzNzBjgwP9nYFSJP6cHMF>. Acesso em: abr. 2025.

TOLEDO, F. F.; NOVENBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P.; MASCHIETTO, R. W. Vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.) avaliado pela precocidade de emissão da raiz primária. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 61–65, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161999000100026>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/N9RthyjMsRNFQdMpTGvFknB>. Acesso em: 24 abr. 2025.

VASCONCELOS, M. T. de O. et al. Diagnóstico de arborização urbana no município de Pedra Lavrada, estado da Paraíba, Brasil. **Revista Principia**, [S. l.], v. 60, n. 3, p. 874–893, 2023. DOI: <https://doi.org/10.18265/1517-0306a2021id6384>. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/6384>. Acesso em: 2025.

VASCONCELOS, W. A. et al. Caracterização florístico-estrutural e síndromes de dispersão de espécies lenhosas de remanescente de cerradão. **Nativa**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 514-522, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i4.10048>. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/10048>. Acesso em: abr. 2025.

WEIDLICH, E. W. A.; PESCADOR, R.; UHLMANN, A. Alocação de recursos (carboidratos) no desenvolvimento inicial de plântulas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) SF Blake (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, v. 34, p. 627-635, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000400007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/rK9gYTXKx5BGcCSBtCHLsH>. Acesso em: abr. 2025.

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. 1955. The determination of aminoacids with ninhydrin. **Analyst**, n. 80, p. 209-213. DOI: <https://doi.org/10.1039/AN9558000209>. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/1955/an/an9558000209>. Acesso em: nov. 2024.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plants extracts by anthrone. **Biochemical Journal**. Colchester. v. 57, p.508-514, 1954. DOI: <https://doi.org/10.1042/bj0570508>. Disponível em: <https://portlandpress.com/biochemj/article-abstract/57/3/508/48750/The-estimation-of-carbohydrates-in-plant-extracts?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: nov. 2024.

ZAMBRANO, I. A. N. **Caracterização ecológica de sementes e plântulas de árvores de cerrado**. 2017. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.26512/2017.03.D.24023>. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/935269>. Acesso em: abr. 2025.

ZUNTINI A. R.; LOHMANN L. G. *Tabebuia aurea*: ipê amarelo. In: VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro - Região Centro-Oeste. Brasília: MMA, 2016. p. 1064-1070. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1073295>. Acesso em: jan. 2024.