

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA BACHARELADO

JULYANNA NASCIMENTO FERREIRA

TRATAMENTOS QUÍMICOS DE SEMENTES DE *Astronium urundeuva* (M. Allemão)

Engl.: aspectos sanitários e fisiológicos

São Luís - MA

2024

JULYANNA NASCIMENTO FERREIRA

TRATAMENTOS QUÍMICOS DE SEMENTES DE *Astronium urundeuva* (M. Allemão)

Engl.: aspectos sanitários e fisiológicos

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia Bacharelado do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Dr. Paulo Henrique Aragão
Catunda

Coorientadora: Ma. Hellen Thayse Nascimento
Araújo

São Luís - MA

2024

Ferreira, Julyanna Nascimento

Tratamentos químicos de sementes de *astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.: aspectos sanitários e fisiológicos / Julyanna Nascimento Ferreira. – São Luis, MA, 2024.

43 f

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Aragão Catunda

1.Fungos fitopatogênicos. 2.Tratamento de sementes. 3.Aroeira do sertão.
I.Título.

CDU: 631.53.01

JULYANNA NASCIMENTO FERREIRA

TRATAMENTOS QUÍMICOS DE SEMENTES DE *Astronium urundeuva* (M.

Allemao) Engl.: aspectos sanitários e fisiológicos

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia Bacharelado do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 15 / 08 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Henrique Aragão Catunda - Orientador

Doutor em Produção Vegetal

Departamento de Economia Rural/CCA/UEMA

Dr.^a Larisse Raquel Carvalho Dias

Doutora em Agroecologia

Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Dr. Sérgio Heitor Sousa Felipe

Doutor em Botânica

Programa de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente/UEMA

*Aos meus amados pais, Janete
Nascimento e Dorismar Ferreira, pelo
amor e apoio incondicional.
Ao meu querido avô, João Lopes
Nascimento (in memoriam).
A todos os que estiveram comigo ao
longo desta caminhada.*

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Janete Nascimento e Dorismar Ferreira, cujo amor, apoio e incentivo incondicional são inenarráveis na minha vida. Vocês sempre acreditaram em mim e me deram forças para continuar.

A minha querida amiga Flávia Chaves, pela amizade, companheirismo, pelas conversas e risadas, pelos momentos compartilhados, tanto desafiadores quanto alegres. Sua presença e apoio foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente.

Ao meu amigo Romeu Ferreira, sua amizade fez toda a diferença e sou grata por ter você em minha vida.

Aos meus queridos amigos Eliza Gonçalves, Mariana Lima, Maurício Azevedo, Juliana Gomes, Raniele Magalhães, Lúcio Rafael, Wyllk Rodrigues, Edivaldo Lisboa, Igor Santos, Sara Beatriz e todos os outros não aqui mencionados, sou grata pelo companheirismo, pelo apoio constante, pela companhia durante momentos de dificuldade e celebração. Vocês me inspiram e influenciam (direta e indiretamente) na pessoa e profissional que desejo me tornar. Vocês foram uma parte essencial desta caminhada. Agradeço imensamente a todos.

Aos meus professores, agradeço pelo conhecimento compartilhado e pela orientação ao longo dos anos. Suas aulas e conselhos foram indispensáveis para meu desenvolvimento acadêmico e pessoal. Agradeço o professor Me. Ricardo Lucas Bastos Machado por todos os ensinamentos e vivências compartilhadas.

Ao meu orientador, Dr. Paulo Henrique Catunda, expressei minha profunda gratidão pela orientação, pelo incentivo, confiança e apoio ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

A minha coorientadora, Ma. Hellen Araújo, por toda a ajuda, orientação valiosa, suporte e a amizade que foi fundamental em todos os momentos. Sua contribuição foi essencial para a conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos do laboratório de sementes florestais, Régilla Martins e Matheus Henrique por toda a contribuição na elaboração deste trabalho, e minha amiga Luciana Silva, pelo suporte, apoio constante na instalação e elaboração deste trabalho e pela amizade durante essa caminhada.

Gostaria de expressar minha mais sincera gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos, meu mais sincero agradecimento.

“Não importa quantas vezes você caia, o importante é quantas vezes você se levanta.”

(Vince Lombardi)

RESUMO

A crescente preocupação com a preservação e recuperação ambiental destacou a importância de espécies florestais nativas, como a Aroeira (*Astronium urundeuva*), especialmente no contexto de programas de recuperação de áreas degradadas. A demanda por sementes de qualidade para tais programas é crescente, impulsionada pelas exigências legais de reposição de mata nativa e conservação de ecossistemas. Dessa forma, o objetivo principal desta pesquisa foi avaliar a eficiência de diferentes tratamentos químicos na qualidade sanitária e fisiológica das sementes de *A. urundeuva*. Primeiramente, foi avaliado o grau de umidade e determinado o peso de mil sementes. Para a avaliação da qualidade sanitária e fisiológica, os seguintes tratamentos foram utilizados: controle, hipoclorito de sódio (2%), captana, tiofanato-metílico e acibenzolar-S-metílico. Avaliou-se o percentual de incidência de fungos pelo método do “blotter test”; percentual de germinação; índice de velocidade de germinação, primeira contagem; plântulas normais, anormais, sementes mortas, comprimento da parte aérea e da raiz, diâmetro do coleto; massa seca da parte aérea, da raiz e total. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%) utilizando o Assistat. As sementes apresentaram grau de umidade e peso de mil sementes de 8,2% e 16,5g, respectivamente. Foram identificados os gêneros fúngicos *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp. e *Penicillium* spp. O tratamento das sementes com o produto captana mostrou-se eficiente na redução da incidência dos fungos associados às sementes de *A. urundeuva*, além de apresentarem taxas de germinação e vigor superiores em comparação com os demais tratamentos avaliados neste estudo. O fungicida tiofanato-metílico não proporcionou um controle fitossanitário eficaz, porém seu uso não prejudicou a qualidade fisiológica das sementes de *A. urundeuva*, preservando seu vigor e capacidade germinativa. A utilização de hipoclorito de sódio (2%) e do fungicida acibenzolar-S-metílico resultou em uma redução significativa na germinação das sementes de aroeira, sugerindo um possível efeito fitotóxico desses tratamentos. Portanto, o uso do fungicida captana pode ser considerado alternativa viável na redução de patógenos de sementes de aroeira.

Palavras-chave: fungos fitopatogênicos; tratamento de sementes; aroeira do sertão.

ABSTRACT

The growing concern for environmental preservation and recovery has highlighted the importance of native forest species, such as Aroeira (*Astronium urundeuva*), especially in the context of programs to recover degraded areas. The demand for quality seeds for these programs is growing, driven by legal requirements for regulating native forests and conserving ecosystems. Thus, the main objective of this research was to evaluate the efficiency of different chemical treatments on the sanitary and physiological quality of *A. urundeuva* seeds. First, the moisture content was evaluated and the weight of one thousand seeds was determined. To evaluate the sanitary and physiological quality, the following treatments were used: control, sodium hypochlorite (2%), captan, thiophanate-methyl and acibenzolar-S-methyl. The percentage of incidence of fungi was evaluated using the “blotter test” method; germination percentage; germination speed index, first count; normal and abnormal seedlings, dead seeds, length of the aerial part and root, stem diameter; dry mass of the aerial part, root and total. The experimental design used was completely randomized and the means were compared by the Tukey test (5%) using Assistat. The seeds presented moisture content and weight of a thousand seeds of 8.2% and 16.5 g, respectively. The fungal genera *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp. and *Penicillium* spp. were identified. The treatment of the seeds with the product captan proved to be efficient in reducing the incidence of fungi associated with the seeds of *A. urundeuva*, in addition to presenting higher germination and vigor rates compared to the other treatments evaluated in this study. The fungicide thiophanate-methyl did not provide effective phytosanitary control, but its use did not harm the physiological quality of *A. urundeuva* seeds, preserving their vigor and germination capacity. The use of sodium hypochlorite (2%) and the fungicide acibenzolar-S-methyl resulted in a significant reduction in the germination of mastic seeds, suggesting a possible phytotoxic effect of these treatments. Therefore, the use of the fungicide captan can be considered a viable alternative in the reduction of pathogens of mastic seeds.

Keywords: phytopathogenic fungi; seed treatment; aroeira do sertão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Incidência fúngica (%) associadas às sementes de <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.....	24
Figura 2	Visualização sob lupa de sementes de <i>Astronium urundeuva</i> contaminadas pelos gêneros fúngicos <i>Aspergillus</i> spp. (A), <i>Rhizopus</i> spp. (B) e <i>Penicillium</i> spp. (C). As figuras (D, E e F) mostram, na mesma ordem, os conidióforos e conídios desses fungos.....	25
Figura 3	Plântulas de <i>Astronium urundeuva</i> ao final do teste de germinação submetidas a diferentes tratamentos químicos.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tratamentos testados para controle de fungos em sementes de <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.....	20
Tabela 2	Resumo da análise de variância para os resultados de Incidência total, incidência de <i>Aspergillus</i> spp., <i>Rhizopus</i> spp. e <i>Penicillium</i> spp. em sementes de <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.....	24
Tabela 3	Gêneros fúngicos associados às sementes de <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.....	26
Tabela 4	Resumo da análise de variância para as variáveis de germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) em sementes de <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.....	29
Tabela 5	Valores médios de germinação (G), primeira contagem (PC), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.....	30
Tabela 6	Resumo da análise de variância para as variáveis de comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CRA), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) em sementes de <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.....	31
Tabela 7	Valores médios de comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CRA), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) em sementes de <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.....	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo Geral.....	13
2.2	Objetivos Específicos.....	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1	Espécie <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.....	14
3.2	Recuperação de áreas degradadas e espécies florestais.....	15
3.3	Sanidade de sementes.....	16
3.4	Tratamento químico em sementes.....	17
4	METODOLOGIA.....	19
4.1	Coleta das sementes e localização do experimento.....	19
4.2	Sanidade das sementes de <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.....	19
4.3	Qualidade fisiológica das sementes de <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.....	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.1	Qualidade sanitária de sementes de <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.....	23
5.2	Qualidade fisiológica de sementes de <i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.....	28
6	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tornou-se cada vez mais evidente a necessidade de preservar e recuperar a biodiversidade, a fim de garantir a sobrevivência das próximas gerações (Walker *et al.*, 2015). E com isso, as compensações ambientais como a reposição obrigatória de mata nativa nas propriedades rurais e a recuperação de áreas degradadas, visando atender as leis federais e estaduais, propiciaram o aumento na demanda de sementes de espécies florestais que constituem insumo básico nos programas de recuperação e conservação de ecossistemas (Vechiato; Parisi, 2013).

A Aroeira (*Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.) é uma das espécies que podem ser utilizadas no enriquecimento ou na recomposição de áreas de reservas já legalizadas, devido ao seu reconhecido valor econômico e adaptação a diferentes condições climáticas em que é submetida (CNCFlora, 2012). A referida espécie pertence à família Anacardiaceae, também conhecida como aroeira do sertão ou aroeira do campo, e está distribuída geograficamente na região Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, além de outros países, dentre eles Bolívia, Paraguai e Argentina (Justino *et al.*, 2017).

A aroeira é utilizada na arborização de ruas e praças, apicultura, curtimento de couro, na medicina popular é indicada no tratamento de hemorragias, infecções respiratórias, urinárias e distúrbios no sistema digestivo, tendo sido comprovados também efeitos anti-inflamatórios e cicatrizantes (Albuquerque *et al.*, 2004). A propagação desta espécie é realizada através de diásporos e a qualidade fisiológica e sanitária é fator essencial para obtenção de mudas saudáveis (Senigalia *et al.*, 2020).

Vale ressaltar que as características sanitárias de sementes florestais configuram um fator importante na germinação, pois são relatadas perdas decorrentes da deterioração nas plântulas geradas, comprometendo todo o ciclo de desenvolvimento vegetal (Santos *et al.*, 2020). Além disso, a presença de patógenos em sementes, tanto interna quanto externamente, pode reduzir o poder germinativo delas, devido às perdas por deterioração, anormalidades, lesões em plântulas, causando a morte das mudas ou transmitindo doenças às árvores (Aimi *et al.*, 2016). Ao associarem-se com as sementes, os patógenos podem sobreviver por mais tempo, mantendo sua viabilidade e características, tornando-se um vetor de propagação. Podendo ser facilmente disseminados, sendo introduzidos em novas áreas e infectar a planta em desenvolvimento após a semeadura (Siqueira, 2022).

Tanto nos projetos de recuperação de áreas degradadas quanto na arborização urbana ou sistemas agroflorestais, as sementes são o principal meio de propagação das espécies, no

entanto, elas devem apresentar qualidade fisiológica e sanitária, pois elas podem ser disseminadoras de patógenos (Siqueira, 2022). Portanto, são fundamentais estudos relacionados ao tratamento das sementes de espécies florestais nativas.

Um dos principais problemas fitossanitários em sementes de espécies florestais são os fungos. Eles atacam as sementes deteriorando as mesmas e impedindo ou reduzindo a sua capacidade de germinação e até mesmo levando à morte (Brasil, 2009a). Conforme relatos na literatura, dentre os microrganismos associados às sementes de espécies florestais, estão fungos dos gêneros *Fusarium* spp, *Cladosporium* sp; *Botrytis* sp, *Pestalotiopsis* sp., *Phomopsis* sp. *Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp., *Phoma* sp, e *Penicillium* sp. (Carmo *et al.*, 2017; Lazaratto *et al.*, 2010).

Dessa forma, a avaliação da qualidade sanitária é importante para comparar a qualidade de diferentes lotes de sementes e sua utilização comercial (Aimi *et al.*, 2016). Para diminuir ou mesmo erradicar estes organismos patogênicos presentes nas sementes, é viável a utilização de tratamento das sementes. Segundo Parisi, Santos e Menten (2011), existem três tipos de tratamentos de sementes, o físico (termoterapia), o biológico e o químico.

Dentre estes, o tratamento químico de sementes possibilita proteger contra a ação de patógenos a ela associados, como também proteger a plântula contra os microrganismos presentes no solo (Cysne *et al.*, 2020). Este tipo de tratamento é uma das medidas mais antigas e eficientes de controle de doenças de plantas, sendo normalmente de baixo custo, fácil aplicação e de ação direta na fonte de inóculo do patógeno (Menten, 1987). No entanto, ao contrário das culturas comerciais agrícolas, não há tratamento químico específico para sementes florestais (Aimi *et al.*, 2016), logo, o presente trabalho tem por objetivo avaliar os métodos de controle químico de fungos associados sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl e a qualidade sanitária e fisiológica das mesmas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar os métodos de controle químico de fungos associados sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl e a qualidade sanitária e fisiológica das mesmas.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar e quantificar a incidência de fungos epifíticos associados às sementes de aroeira;
- Avaliar a qualidade fisiológica de sementes de aroeira;
- Determinar a eficácia do tratamento químico com fungicidas na germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas, bem como verificar o efeito do mesmo sobre a qualidade fisiológica das sementes e;
- Avaliar a eficiência de diferentes fungicidas para o controle de fungos em sementes de aroeira.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Espécie *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.

A *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. pertence à família Anacardiaceae, sendo conhecida popularmente como aroeira, aroeira-do-sertão ou urundeuva, e possui uma ampla distribuição por todo o país, ocorrendo em diferentes biomas, como o Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga (Maia, 2012; Pareyn *et al.*, 2018; Lorenzi, 2020). Essa espécie pode ser encontrada na região sudeste, centro-oeste e nordeste do país, com maior frequência na região nordeste, oeste dos estados da Bahia, Minas Gerais e São Paulo e ainda, no sul dos estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (Lorenzi, 2002).

A aroeira é uma árvore ornamental, medindo de 5 a 20 m de altura, e sua madeira apresenta grande durabilidade natural e está incluída no grupo das madeiras chamadas imputrescíveis (Lorenzi, 2010). A madeira é pesada, dura, excelente para obras externas, como postes, moirões, esteios, dormentes, armações de pontes, na construção civil. As flores são utilizadas na apicultura; as folhas maduras na alimentação do gado; do cerne é extraído tanino utilizado em curtume e a casca tem propriedades balsâmicas (Carlini *et al.*, 2010). No âmbito medicinal é possível utilizar a espécie para tratar enfermidades como inflamações, tosses e possíveis ferimentos externos (Sousa *et al.*, 2012), nos quais as cascas são parte da planta mais utilizada e comercializada para finalidade medicinal (Alves *et al.*, 2016).

A espécie possui capacidade de se regenerar naturalmente em solos degradados por processos erosivos e de baixa qualidade (Bertonha *et al.*, 2016; Venturoli; Fagg; Felifili, 2011; Volpato; Martins, 2013). A aroeira também apresenta boa capacidade de atração para uma diversidade de aves generalistas e especialistas, fornecendo habitat para essas espécies e potencializando a prestação de serviços ambientais da fauna para recuperação de áreas (Volpato; Martins, 2013). Todas essas características qualificam a espécie para integrar projetos de recuperação de áreas degradadas (Ferreira *et al.*, 2015).

A mais recente avaliação sobre o estado de conservação da aroeira resultou em sua classificação como “Menos Preocupante (LC)”, categoria essa que inclui espécies não ameaçadas por serem abundantes e bem distribuídas. Entretanto, a avaliação da espécie indicou que, embora amplamente distribuída, sua versatilidade de usos pode ocasionar extinção, sendo

necessário um maior monitoramento de seu uso e atenção para possibilidade de extinções locais (Domingos; Silva, 2020).

3.2 Recuperação de áreas degradadas e espécies florestais

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território brasileiro. Neste bioma encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade (Brasil, 2024). Contudo, esse bioma enfrenta graves ameaças, como desmatamento, expansão agrícola, queimadas e mudanças climáticas, que já destruíram cerca de 50% de sua vegetação original, comprometendo não só a biodiversidade, mas também o ciclo hidrológico regional, essencial para a recarga de aquíferos que abastecem importantes bacias hidrográficas (Damasco *et al.*, 2018).

Entre os anos de 1985 e 2023 foram desmatados 38 milhões de hectares do Cerrado, o que deixou o bioma com cerca de metade de sua cobertura original. Os índices representam uma perda de 27% na vegetação original do Cerrado, que hoje tem 48,3% alterados por atividades humanas (MapBiomas Brasil, 2024).

No Cerrado, a recuperação de áreas degradadas é extremamente importante para a manutenção e proteção da biodiversidade. Praticamente todas as espécies desse bioma são de uso múltiplo, especialmente medicinal, sendo necessário a conscientização das pessoas quanto ao uso sustentável dos recursos florestais do bioma (Melo, 2021).

A lei brasileira (nº 12.615/2012) que protege terras nativas de práticas exploratórias está alimentando a crescente demanda por sementes de espécies florestais nativas no país, principalmente por meio de programas que visam recuperar e restaurar áreas degradadas (Brancalion *et al.*, 2016). Isto porque as florestas nativas possuem uma grande importância no aumento dos recursos hídricos, na manutenção da fauna e flora, assim como no estoque de carbono, no combate às mudanças climáticas e redução da erosão do solo (Siqueira, 2022).

Desta forma, as sementes de espécies florestais ganharam grande importância para a formação de mudas a serem utilizadas em programa de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, arborização urbana e a preservação das espécies em extinção, entre outras atividades, que necessitam deste insumo (Vechiato; Parisi, 2013). Uma vez que a propagação de espécies florestais nativas se dá na maioria das vezes por propagação via sexuada, o sucesso de uma produção florestal dependerá de um adequado estabelecimento de plântulas no campo,

sendo que, esse fator está diretamente relacionado com a qualidade das sementes (Siqueira, 2022).

Nesse contexto, face à procura de sementes florestais para reflorestamentos com fins preservacionistas ou não, o intercâmbio de sementes entre regiões tem sido ampliado nos últimos anos e poderá constituir-se em um meio de movimentação inevitável de patógenos (Santos; Parisi; Menten, 2011). Portanto, a determinação da qualidade sanitária das sementes reduz os riscos na produção de mudas e na disseminação das mesmas, contaminadas/infectadas por fitopatógenos, para áreas sem a incidência de doenças (Carmo *et al.*, 2017).

3.3. Sanidade de sementes

As sementes constituem a via de propagação mais empregada na implantação de plantios, sendo de fundamental interesse o estudo de vários fatores que interferem na propagação, principalmente a germinação e o vigor, assim como aspectos sanitários, que influenciam diretamente na distribuição das espécies (Guedes *et al.*, 2011).

De acordo com Nóbrega e Nascimento (2020), a semente constitui-se como um importante veículo de transmissão de agentes patogênicos, o que compromete a produção das culturas. A infecção de sementes de espécies florestais por patógenos pode ocorrer tanto naturalmente, no seu local de produção, principalmente nos estágios de floração e formação das sementes, como também nos processos de colheita e beneficiamento das mesmas (Jaccoud-Filho; Dabul, 2015).

Entre os principais problemas fitossanitários em sementes, temos os fungos, nos quais podem estar associados às sementes tanto internamente quanto externamente (Siqueira, 2022). Eles podem causar danos às sementes em sua fase inicial de desenvolvimento ou à medida que germina causando-lhes baixa germinação, apodrecimento, problemas sistêmicos na plântula, tombamento e até mesmo a morte (Machado, 2000).

Vários pesquisadores conduziram testes de sanidade para detectar os fungos com maior incidência em sementes de espécies florestais nativas, identificando os principais patógenos presentes e causadores de problemas nas sementes. Os fungos mais incidentes foram os dos gêneros *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Curvularia* sp. e *Trichoderma* sp. em acácia (*Acacia mearnsii*) e *Alternaria alternata*, *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Phoma* sp. e *Phomopsis* sp. em ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp. e *Pestalotiopsis* sp. em paineira (*Ceiba speciosa*) e *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Macrophomina* sp.,

Pestalotiopsis sp., *Rhizopus* sp. e *Trichoderma* sp. em murta (*Blepharocaliux salicifolius*), *Penicillium* sp. em cuia (*Crescentia cujete* L.), *Aspergillus* sp. em jenipapo (*Genipa americana* L.), *Fusarium* sp. em juçara (*Euterpe oleraceae* Mart.) e em urucum (*Bixa orellana* L.) (Botelho *et al.*, 2008; Lazarotto *et al.*, 2010; Pissinin *et al.*, 2008; Rego *et al.*, 2012; Rosário *et al.*, 2022).

Em seus estudos, Caldeira *et al.* (2005) avaliando a microfauna presente em sementes de *A. urundeuva* encontraram os fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Rhizopus*. Por sua vez, Nobre *et al.* (2007) encontraram os fungos *Aspergillus*, *Penicillium*, *Curvularia*, *Fusarium* e *Phoma* colonizando os diásporos de aroeira.

O tratamento de sementes para eliminação dos patógenos ou proteção contra a ação do ambiente (solo ou armazenamento), tem grande importância no desenvolvimento de plantas vigorosas e saudáveis (Santos *et al.*, 2015). As sementes tratadas estarão protegidas contra patógenos associados às mesmas ou presentes no solo, evitando também a disseminação de microorganismos patogênicos para áreas não contaminadas (Parisi *et al.*, 2011). Portanto, o tratamento das sementes de espécies florestais nativas é fundamental.

3.4. Tratamento químico em sementes

Segundo Parisi, Santos e Menten (2011), existem três tipos de tratamentos de sementes, o físico (termoterapia), o biológico e o químico. Entre os tratamentos existentes, o tratamento químico é o mais utilizado e considerado o mais eficiente no controle de agentes fitopatogênicos promotores de doenças em plantas. É a forma de tratamento em sementes mais difundida, compreendendo a aplicação de diversos produtos químicos, tais como fungicidas, nematicidas, inseticidas, micronutrientes, polímeros, entre outros (Conceição *et al.*, 2014).

A eficiência do controle químico de patógenos em sementes é descrita por diversos autores, como Silvar *et al.* (2011) na avaliação da aplicação dos fungicidas Captan® e Thiram observaram que estes apresentaram resultados satisfatórios na redução da incidência dos gêneros fúngicos nas sementes das espécies florestais tratadas (Angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), Cássia do Sultão (*Senna siamea*) e Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*), quando comparados à testemunha. No trabalho realizado por Botelho (2006), o fungicida Captan® reduziu a maioria dos fungos detectados em sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) e ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*).

O tratamento químico é uma medida de controle eficiente que visa a redução de doenças futuras em espécies florestais, uma vez que muitas espécies de valor econômico ainda

necessitam de informações quanto à sanidade de suas sementes. A utilização de produtos químicos como fungicidas para o tratamento de sementes é definida para culturas comerciais agrícolas, contudo, não há registro de fungicidas recomendados para o tratamento das sementes de espécies florestais (Aimi *et al.*, 2016).

Portanto, estudos referentes a inclusão de padrões sanitários em sementes de espécies florestais, visando o controle da qualidade de sementes e mudas produzidas, pode ser uma medida estratégica para obtenção de mudas com boa qualidade sanitária e silvicultura, assim como dificultar a introdução em novas áreas e disseminação de patógenos (Parisi *et al.*, 2019; Vechiato; Parisi, 2013).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta das sementes e localização do experimento

As sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. foram coletadas em plantas matrizes na faixa de proteção do reservatório da Usina Hidrelétrica de Estreito – MA (6°35' 13.6"S e 54°27' 34.7"W), situado no bioma Cerrado, no período entre agosto e setembro de 2022, através de agitação dos galhos e uma lona estendida no solo, sem causar danos às plantas, com auxílio de escada e podão. Esse processo foi realizado no início do processo de deiscência dos frutos, no qual foram beneficiadas manualmente e mantidas à sombra para secagem natural por 48 horas. Posteriormente, foram acondicionados em garrafas plásticas e transportadas ao Laboratório de Sementes Florestais (LABSF) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), onde ficaram armazenadas em ambiente de laboratório ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $50 \pm 3\%$ de UR) até o início dos experimentos.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, campus São Luís – MA.

4.2 Sanidade das sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.

Com a ausência de registro de fungicidas específicos para espécies florestais nativas, optou-se por utilizar captana, tiofanato-metílico e acibenzolar-S-metílico, produtos amplamente recomendados para o controle da maioria dos fungos em outras espécies vegetais. As doses utilizadas dos fungicidas comerciais estão descritas na tabela 1. Para o tratamento com hipoclorito de sódio, a assepsia das sementes foi realizada com álcool 70% por 30 segundos, hipoclorito de sódio (2%) por 3 minutos, seguido de tríplice lavagem em água destilada. No preparo dos tratamentos com fungicidas, as doses foram colocadas em um béquer de vidro, adicionou-se água destilada e as sementes, e posteriormente, foram agitadas manualmente com um bastão de vidro. As sementes foram imersas nos tratamentos durante 5 minutos, e o controle em água destilada.

Tabela 1 - Tratamentos testados para controle de fungos em sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.

Ingrediente ativo	Produto comercial	Formulação ¹	Dose do i.a/kg ou l p.c	Dose do p.c/100 kg de sementes
Controle (água destilada)	-	-	-	-
Hipoclorito de sódio	Ype [®]	-	-	-
Captana	Orthocide [®] 500	PM	500g	270g
Tiofanato-metílico	Metiltiofan [®]	PM	700g	100g
Acibenzolar-S-metílico	Bion [®] 500 WG	WG	500g	25g

¹ PM: Pó molhável, WG: Grânulos dispersíveis em água.

Para avaliação da qualidade sanitária, as sementes após receberem os diferentes tratamentos, foram dispostas em caixas plásticas tipo “gerbox”, contendo duas camadas de papel de filtro esterilizado e umedecido com água destilada correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco, utilizando o método “blotter test” (Brasil, 2009a). Foram utilizadas 200 sementes por cada tratamento, divididas em oito repetições de vinte e cinco sementes cada. As sementes foram incubadas em condições de fotoperíodo de 12 horas sob temperatura de 25 ± 2 °C, por sete dias.

Após o período de incubação, foram analisadas visualmente com auxílio de uma lupa binocular ZEISS Stemi 305 para verificar a presença ou ausência de colônias de fungos em desenvolvimento. Os fungos verificados foram quantificados e identificados em nível de gênero utilizando a chave de identificação. A identificação foi realizada com base nas características morfológicas visualizadas em lâminas coradas com azul de metileno, com auxílio de microscópio óptico binocular acromático 40x-1600x OLEN k55-Ba, segundo Barnett e Hunter (1999).

4.3 Qualidade fisiológica das sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.

A caracterização inicial foi realizada na avaliação do grau de umidade e o peso de mil sementes das sementes, conforme metodologia a seguir.

Grau de umidade: expresso em base úmida foi determinado segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009b), pelo método da estufa a 105 °C com quatro repetições de 50 sementes por 24 horas.

Peso de mil sementes: foi determinado pela contagem de oito subamostras de 100 sementes, provenientes da porção semente pura de cada lote, as quais foram submetidas à pesagem, sendo os resultados expressos em gramas (Brasil, 2009b).

Para o teste de germinação, as sementes foram imersas nas soluções dos tratamentos descritos anteriormente no teste de sanidade. Posteriormente, foram dispostas em caixas plásticas do tipo *gerbox* previamente desinfestadas com álcool 70%, contendo três folhas de papel germitest umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, foram utilizadas 100 sementes, sendo 4 repetições de 25 sementes.

A incubação das sementes foi realizada em câmara de germinação do tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) a 25°C e fotoperíodo de 12 horas. A avaliação foi realizada no 14º dia, considerando as sementes germinadas aquelas que emitiram raiz e parte aérea, sendo o resultado expresso em porcentagem de germinação. A primeira contagem de germinação foi conduzida juntamente ao teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no 6º dia após a instalação do teste, com o resultado de germinação expresso em porcentagem (%).

Plântulas normais e anormais: conduzido junto com o teste de germinação, utilizando como critério para plântulas normais as que apresentaram estruturas essenciais: sistema radicular (raiz primária), parte aérea já com a presença de folhas primárias verdes em expansão, as demais plântulas que não apresentaram potencial para continuar o seu desenvolvimento (ausência das estruturas essenciais), foram quantificadas como plantas anormais. Sementes mortas: conduzido junto com o teste de germinação, utilizando como critério sementes que não apresentaram protrusão de raiz primária.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi determinado concomitantemente ao teste de germinação, sendo computado diariamente o número de sementes que apresentaram protrusão da raiz primária igual ou superior a 2 mm (Maguire, 1962), sendo contadas até o 14º dia. O IVG foi calculado pela soma do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação: $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn)$, onde: IVG= índice de velocidade de germinação; G1, G2, G3, ..., Gn = número de sementes germinadas computadas na primeira, segunda, terceira até a última contagem; N1, N2, N3, ..., Nn = número de dias da semeadura até a primeira, segunda, terceira e última contagem.

Ao final do teste de germinação, foi realizado o comprimento da parte aérea e raiz das plântulas com 10 plântulas normais selecionadas ao acaso por tratamento e mensuradas com auxílio de um paquímetro digital e os resultados expressos em cm.plântula⁻¹. Além disso, o

diâmetro do coleto (DC - mm) foi mensurado utilizando paquímetro digital (precisão de 0,01 mm).

Para a determinação da massa seca de plântulas foram utilizadas 10 plântulas por tratamento, com a separação da parte aérea e das raízes primárias. Em seguida, as amostras foram colocadas em uma estufa de circulação de ar forçado, à temperatura de 65°C, até obter massa constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g e os resultados expressos em g.plântula⁻¹ (Brasil, 2009b).

Os resultados obtidos foram analisados através da Análise de Variância (ANOVA), em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os dados de incidência foram transformados para $\text{arc sen } \sqrt{x/100} + 0,5$. As médias do teste de sanidade e da qualidade fisiológica foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando software estatístico Assistat versão 7.7 beta (Silva; Azevedo, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de umidade das sementes de *A. urundeuva* foi de 8,2%. Tal resultado foi similar aos obtidos por De Paula *et al.* (2022); Senigalia *et al.* (2023) e Guedes *et al.* (2012), apresentando valores de 9,2%, 10,8% e 7,9% respectivamente para a mesma espécie. Vale ressaltar que o grau de umidade pode influenciar na viabilidade das sementes e sua capacidade de germinação e o resultado encontrado no estudo (8,2%) está em conformidade com os estudos realizado por Figliolia (1988), que classificou as sementes do gênero *Astronium* como ortodoxas, nos quais tais sementes deveriam ser armazenadas com grau de umidade em torno de 8%.

Em relação ao peso de mil sementes obteve-se resultado de 16,53g. Resultado semelhante foi encontrado por Senigalia *et al.* (2023) com 16,9g para aroeira. Segundo Brasil (2009b), o peso de mil sementes é uma informação que dá ideia do tamanho das sementes, assim como de seu estado de maturidade e de sanidade, além de ser uma medida que varia de acordo com o grau de umidade das sementes. Carvalho e Nakagawa (2012) afirmam que, em uma mesma espécie, as sementes de maior peso, por serem mais bem nutridas durante o seu desenvolvimento, possuem embriões bem formados e com maior quantidade de reservas, sendo, por conseguinte, mais vigorosas, originando plântulas mais desenvolvidas.

5.1 Qualidade sanitária de sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.

Na Tabela 2, está apresentado um resumo da análise de variância da incidência fúngica em sementes de *Astronium urundeuva* sob o efeito de diferentes fungicidas. Observa-se que houve significância para a incidência total de fungos, bem como para a incidência de *Aspergillus* spp. e *Rhizopus* spp. No entanto, para a incidência de *Penicillium* spp., a diferença não foi significativa.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para os resultados de Incidência total, incidência de *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp. e *Penicillium* spp. em sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.

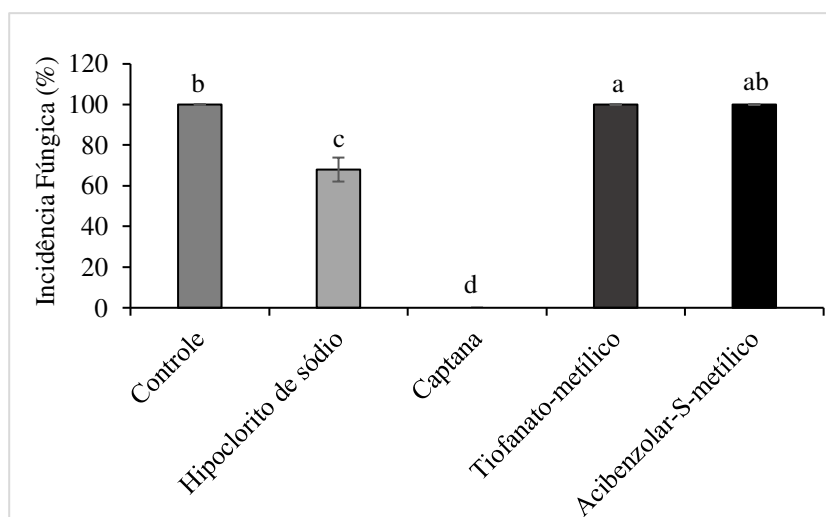
Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		Incidência Total	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
Tratamento	4	3,76592**	3,74805**	0,28659**	0,00405 ^{ns}
Resíduo	35	0,00633	0,00575	0,01444	0,00275
CV (%)		4,86	4,86	19,60	10,18

**Significativo ao nível de 1% de erro pelo teste F, ^{ns} = não significativo; GL: Grau de Liberdade; CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Para o teste de sanidade, o tratamento com o fungicida captana apresentou resultados satisfatórios, eliminando completamente a incidência fúngica (0%) dos principais fungos em sementes de *A. urundeuva*, seguido pelo tratamento com hipoclorito de sódio que reduziu a incidência fúngica para 68%, apresentando diferenças significativas ($p < 0,05$) quando comparadas ao controle (100%). Os tratamentos com os fungicidas tiofanato-metílico e acibenzolar-S-metílico não demonstraram eficácia significativa, com incidências fúngicas totais iguais e superiores ao controle (Figura 1).

Figura 1 - Incidência fúngica (%) associadas às sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.

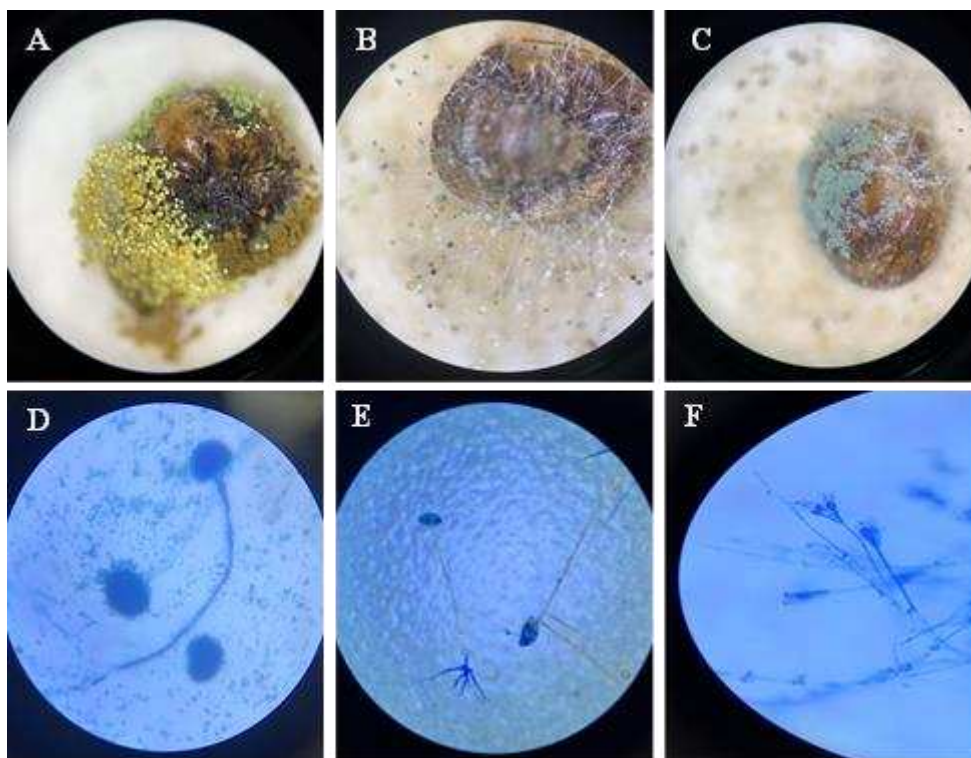


Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Segundo dados da avaliação sanitária pelo método “blotter test”, os principais gêneros de fungos associados às sementes de *A. urundeuva* são *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp. e

Penicillium spp. (Figura 2), com destaque para o gênero *Aspergillus* spp. como o mais frequente, apresentando média de 96,6% no tratamento controle. No entanto, foi observada diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 3), quando avaliada a porcentagem de ocorrência dos fungos *Aspergillus* spp. e *Rhizopus* spp., presentes nas sementes, verificando redução na ocorrência dos fungos associados às sementes tratadas com diferentes fungicidas.

Figura 2 - Visualização sob lupa de sementes de *Astronium urundeuva* contaminadas pelos gêneros fúngicos *Aspergillus* spp. (A), *Rhizopus* spp. (B) e *Penicillium* spp. (C). As figuras (D, E e F) mostram, na mesma ordem, os conidióforos e conídios desses fungos.



Fonte: FERREIRA (2024).

Entre os Ascomycetes, que são considerados o maior grupo de fungos que afetam sementes de espécies florestais, os fungos do gênero *Aspergillus* destacam-se por sua alta adaptabilidade a condições adversas. Eles podem sobreviver com baixa disponibilidade de nutrientes, em temperaturas e umidades elevadas, com pH entre 2 a 11, e salinidade de 0 a 34%. Esses fungos podem viver como saprófitos ou parasitas (El-hawary *et al.*, 2020). Durante o armazenamento, a presença de *Aspergillus* pode causar a deterioração dos órgãos de reserva das sementes, comprometendo sua qualidade fisiológica (Pinto *et al.*, 2021).

Para o gênero *Penicillium* spp. os tratamentos não diferiram entre si (Tabela 3), tal fato pode ser explicado devido a baixa incidência deste fungo nas sementes. Machado e Machado

(2011) afirmam que a quantidade de inóculo de patógenos nas sementes influencia a eficácia do tratamento.

Tabela 3 - Gêneros fúngicos associados às sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.

Tratamentos	Incidência fúngica (%)		
	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
Controle (H ₂ O)	96,6 b	2,5 b	0,5 a
Hipoclorito de sódio (2%)	45,5 c	21,5 a	1,0 a
Captana (240g 100L ⁻¹)	0,0 d	0,0 b	0,0 a
Tiofanato-metílico (100g 100L ⁻¹)	100 a	0,0 b	0,0 a
Acibenzolar-S-metílico (25g 100L ⁻¹)	99,5 ab	0,5 b	0,0 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Nos estudos realizados por Gomes *et al.* (2019), foram identificados cinco gêneros fúngicos associados às sementes de aroeira, entre eles *Fusarium* sp., *Aspergillus niger* e *Penicillium* sp., mais incidentes nas sementes. Por sua vez, Nascimento *et al.* (2019), também verificaram os fungos *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus* e *Penicillium* sp. associados às sementes de aroeira e frequentemente comprometem sua qualidade sanitária.

Os gêneros *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Chaetomium* sp. e *Rhizopus* sp., considerados como “fungos de armazenamento”, produzem micotoxinas durante o metabolismo secundário quando encontram condições climáticas favoráveis. Essas micotoxinas podem prejudicar a germinação e o vigor das sementes (Prestes *et al.*, 2019).

A importância do controle de fungos de armazenamento é destacada tanto quanto o controle de fungos fitopatogênicos, pois os danos causados são relevantes na manutenção da qualidade e desempenho agrônomo das sementes (Nunes *et al.*, 2020). Fungos como *Aspergillus* e *Penicillium*, são particularmente problemáticos durante o período de armazenamento das sementes. Segundo Pinheiro *et al.* (2016), durante o armazenamento, há um aumento na temperatura, umidade relativa do ar e umidade das sementes, criando um microclima ideal para a proliferação desses microrganismos.

O tratamento químico com fungicida captana foi o mais eficiente proporcionando a erradicação significativa dos fungos detectados nas sementes de *A. urundeuva* (Tabela 3). Isso provavelmente se deve ao fato de captana ser um fungicida de contato e de amplo espectro, que interfere em várias funções metabólicas dos fungos. Ao atuar na superfície das sementes, ele é

eficaz na eliminação de esporos e micélios presentes na casca ou próximos à superfície das sementes (Leite; Lopes, 2018).

Nascimento *et al.* (2019) observaram que os fungos *Aspergillus* e *Penicillium* sp., presentes em sementes de aroeira, podem ser controlados de forma eficaz pelo fungicida comercial Captan SC™, sem comprometer a germinação das sementes. De modo semelhante, Silva *et al.* (2011) também relataram a eficiência do fungicida Captan® e hipoclorito de sódio no controle de *Aspergillus* em sementes de cinco espécies diferentes (*Anadenanthera macrocarpa*, *Dalbergia negra*, *Tabebuia chrysotricha*, *T. heptaphylla*, e *Senna siamea*), indicando se tratar de infestação superficial desse patógeno.

Estudos realizados por Medeiros *et al.* (2012), demonstraram que o tratamento com o fungicida captana proporcionou a erradicação dos fungos *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Nigrospora* sp. e *Pestalotia* sp. detectados nas sementes de flamboyant-mirim (*Caesalpinia pulcherrima*).

O tratamento com hipoclorito de sódio (2%) proporcionou uma redução significativa na incidência de *Aspergillus* spp. (45,5%) e elevou a incidência de *Rhizopus* sp. (21,5%) (Tabela 3), o que provavelmente ocorreu pela redução do gênero principal que poderia estar competindo por alimento com este último patógeno, e também pela sua capacidade de rápida colonização.

O gênero *Rhizopus* sp. penetra no tegumento das sementes, decompondo os tecidos internos. Este processo de decomposição afeta a integridade física das sementes, reduzindo sua viabilidade e vigor (Barreto *et al.*, 2004). Além disso, seu rápido crescimento pode dificultar a detecção de outros patógenos, ao encobrir as sementes (Torres; Bringel, 2005). Esse fungo é comumente encontrado em sementes florestais transportadas diretamente do local de colheita para o laboratório (Piña-rodrigues; Vieira, 1988).

O hipoclorito de sódio é amplamente utilizado para assepsia de sementes devido à sua eficácia na eliminação de contaminantes superficiais. Estudos recentes mostram que hipoclorito de sódio é eficaz contra uma ampla gama de patógenos de sementes, incluindo fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* e *Bipolaris*, sem afetar negativamente a germinação das sementes (Mihovilović *et al.*, 2024; Sanna *et al.*, 2022). No entanto, a concentração e o tempo de exposição ao hipoclorito de sódio são críticos para otimizar a desinfecção sem prejudicar o desenvolvimento das plântulas (Parisi *et al.*, 2019).

Quanto aos tratamentos com os fungicidas tiofanato-metílico e acibenzolar-S-metílico, ambos não foram eficientes no controle dos fungos associados às sementes de *A. urundeuva*, não apresentando diferenças estatisticamente significativas em relação ao tratamento controle (Tabela 3). Resultados contrastantes foram observados por Gallo *et al.* (2013) em seu estudo

com sementes de peroba-mica (*Aspidosperma desmanthum*), onde o fungicida tiofanato-metílico mostrou-se eficaz no controle dos fungos *Penicillium*, *Rhizoctonia* e *Paecilomyces*.

Costa Júnior *et al.* (2016), em seus estudos com pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth. var. *gasipaes* Henderson), investigaram o controle de diferentes fungos (*Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp., *Trichothecium* sp., *Rhizopus* sp. e *Helminthosporium* sp.). Os resultados mostraram que todos os tratamentos com fungicidas e hipoclorito de sódio diferiram significativamente da testemunha. No entanto, os tratamentos com tiofanato-metílico + clorotalonil, tiofanato-metílico + captana e tiofanato metílico isolado apresentaram maior eficiência de controle.

O uso de acibenzolar-S-metílico não foi eficaz para reduzir a incidência do patógeno nas sementes, uma vez que esta molécula não possui atividade antimicrobiana direta contra microrganismos pois induz a produção de compostos de autodefesa da planta, intervindo em seus processos fisiológicos e bioquímicos (Myresiotis; Vryzas; Papadopoulou-Mourkidou, 2014).

O produto acibenzolar-S-metílico é registrado como ativador de plantas e recomendado para aplicação na parte aérea das plantas, uma vez que este ativa os mecanismos naturais de defesa das plantas levando ao aumento na resistência aos patógenos (ADAPAR, 2024). Em estudos realizados por Gabardo (2015), o uso do acibenzolar-S-metílico na sanidade de sementes de soja não mostrou diferenças significativas na incidência dos patógenos *Penicillium* sp., *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Rhizopus* spp. e *Cercospora kikuchii*. No entanto, para o gênero *Aspergillus* sp. houve uma diferença significativa em relação à testemunha (água).

5.2 Qualidade fisiológica de sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.

De acordo com o resumo da análise de variância para a qualidade fisiológica das sementes de *Astronium urundeuva* tratadas com hipoclorito e diferentes fungicidas (Tabela 4), observou-se um efeito estatisticamente significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$) no nível de tratamento para as seguintes variáveis: porcentagem de germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG) e plântulas normais (PN).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as variáveis de germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) em sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.

Fontes de variação	G	PC	IVG	PN	PA	SM
Tratamentos	5,4892**	10,2556**	7,5220**	4,2948*	0,5925 ^{ns}	2,5230 ^{ns}
Resíduo	160,5333	47,4667	0,4352	132,5333	116,8000	295,2000
CV (%)	25,54	30,22	23,87	35,52	75,05	32,91

^{ns} = não significativo ** = significativo a 1% e * = significativo a 5%, de probabilidade pelo teste Tukey; CV = coeficiente de variação.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Os dados obtidos na avaliação do teste de germinação nas sementes de aroeira apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos quanto à germinação (G), resultando em valores médios de 30% (hipoclorito de sódio (2%)) a 63% (captana) (Tabela 5). O uso dos fungicidas captana (63%) e tiofanato-metílico (62%) apresentaram destaque em relação aos demais tratamentos. Essa eficácia pode ser atribuída à capacidade desses fungicidas de proteger as sementes do ataque de fitopatógenos viabilizando um aumento na taxa de germinação das sementes e proteção às plântulas durante o processo de germinação, mantendo a viabilidade das sementes (Furlan *et al.*, 1986; Maeda *et al.*, 1991).

Além disso, esses tratamentos resultaram no maior valor do índice de velocidade de germinação (3,6). Conforme Campos *et al.* (2015), o vigor do lote de sementes é determinado no teste do índice de velocidade de emergência, avaliando a velocidade de emergência de plântulas em condições de campo e/ou em casa de vegetação. Dessa forma, sementes de alto vigor conseguem mobilizar com maior rapidez suas reservas energéticas, proporcionando maior crescimento inicial e desenvolvimento.

Apesar de não existirem produtos registrados, a eficiência do tratamento químico de sementes das espécies florestais com os produtos captan, thiram e tiofanato-metílico têm sido relatada experimentalmente por diversos autores. Estudos como os de Cysne, Lopes e Cunha (2020) com a espécie *Elaeis guineensis* Jacq., Araujo *et al.* (2021) com sementes de *Jatropha curcas* L. e Araújo *et al.* (2018) com sementes de *Acacia mangium* Willd. destacam a eficácia desses fungicidas na proteção das sementes florestais contra patógenos durante o processo de germinação.

Tabela 5 - Valores médios de germinação (G), primeira contagem (PC), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl submetidas a diferentes tratamentos químicos.

Tratamentos	G	PC	PN	PA	SM	IVG
	-----%-----					
Controle (H ₂ O)	55 ab	22 bc	37 ab	18 a	45 a	3,0 ab
Hipoclorito de sódio (2%)	30 b	14 bc	21 b	9 a	70 a	1,8 b
Captana (240g 100L ⁻¹)	63 a	29 bc	50 a	14 a	36 a	3,6 a
Tiofanato-metílico (100g 100L ⁻¹)	62 a	38 a	43 ab	19 a	48 a	3,6 a
Acibenzolar-S-metílico (25g 100L ⁻¹)	38 ab	11 c	26 ab	12 a	62 a	1,8 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A utilização de hipoclorito de sódio (2%) e do fungicida acibenzolar-S-metílico provocou uma redução significativa na germinação das sementes de aroeira, com percentuais de 30% e 38%, respectivamente (Tabela 5). Este resultado indica um potencial efeito fitotóxico ou uma insuficiência na proteção contra patógenos. Isso sugere que a concentração de hipoclorito de sódio e a dose do fungicida utilizadas podem ser prejudiciais às sementes ou ineficazes na desinfecção necessária, tornando esses tratamentos menos eficaz ou potencialmente prejudicial. Além disso, contribuíram negativamente no índice de velocidade de germinação (1,8) e a porcentagem de sementes mortas foi superior (70% e 62%) em comparação com o controle (Tabela 5).

Diferente do observado neste estudo, Aimi *et al.* (2016) observaram que a utilização de hipoclorito de sódio a 1% por 2' mostrou-se eficaz como método de assepsia sem inibir a germinação de sementes de *Cabralea canjerana*. Além disso, esse tratamento acelerou o processo de germinação em comparação com a testemunha.

De acordo com Soares e Maringoni (2002) o tratamento de sementes de feijoeiro com acibenzolar-S-metílico na dose de 25 g de i.a. por 100 kg de sementes (a mesma utilizada no presente estudo) teve efeito fitotóxico reduzindo a germinação de sementes e promovendo crescimento anormal de plantas. O tratamento de sementes com fungicidas, dependendo das doses e do tempo de exposição, pode causar perdas ou perturbações no microbioma das sementes, incluindo os endófitos. Isso pode comprometer tanto a germinação das sementes quanto o desenvolvimento inicial das mudas (Lugtenberg *et al.*, 2016).

Os valores obtidos no teste da primeira contagem de germinação das sementes de aroeira (Tabela 5) demonstraram que as sementes tratadas com tiofanato-metílico apresentaram

um percentual de germinação superior (38%) quando comparados com os demais tratamentos e a testemunha. A menor taxa de primeira contagem (11%) observada com o uso do fungicida acibenzolar-S-metílico sugere que pode haver uma menor eficácia inicial no desenvolvimento da germinação, possivelmente devido a uma ação retardada ou menor eficácia na proteção inicial. Não foram observadas diferenças significativas nos tratamentos quando avaliadas as porcentagens de plântulas anormais e sementes mortas, de acordo com os dados da Tabela 5.

Conforme o resumo da análise de variância para a qualidade fisiológica das sementes de *Astronium urundeuva* tratadas com hipoclorito e diferentes fungicidas (Tabela 6), o teste F revelou um efeito estatisticamente significativo ($p \leq 0,05$) apenas para as variáveis comprimento de raiz (CR) e diâmetro do coleto (DC).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para as variáveis de comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CRA), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) em sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.

Fontes de variação	CPA	CRA	DC	MSPA	MSR	MST
Tratamentos	2,0114 ^{ns}	6,1699 ^{**}	3,3153 [*]	1,3928 ^{ns}	2,0045 ^{ns}	2,0045 ^{ns}
Resíduo	0,0746	0,2536	0,0088	0,0000	0,0000	0,0000
CV (%)	19,25	47,61	15,91	13,83	0,13	15,12

^{ns} = não significativo ^{**} = significativo a 1% e ^{*} = significativo a 5%, de probabilidade pelo teste Tukey; CV = coeficiente de variação.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Nas análises de crescimento de plântulas foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para as médias de comprimento de raiz e diâmetro do coleto quando comparadas ao controle (Figura 3). Não foi observada diferença significativa para matéria seca da parte aérea, da raiz e total, ocorrendo comportamento semelhante entre todos os tratamentos (Tabela 7).

Figura 3 - Plântulas de *Astronium urundeuva* ao final do teste de germinação submetidas a diferentes tratamentos químicos.



Controle (T1); Hipoclorito de Sódio (T2); Captana (T3); Tiofanato-metílico (T4); Acibenzolar-S-metílico (T5).
Fonte: FERREIRA (2024).

O tratamento com o fungicida captana apresentou a maior média de comprimento de raiz 1,76 cm. Esse efeito pode ser atribuído à eficácia do fungicida na erradicação de fungos, o que favoreceu o desenvolvimento de plântulas mais vigorosas e com crescimento superior em comparação ao controle. O diâmetro foi maior (0,67 mm) nas plântulas tratadas com o fungicida captana em relação à testemunha, embora não tenha variado significativamente dos demais tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores médios de comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CRA), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) em sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. submetidas a diferentes tratamentos químicos.

Tratamentos	CPA	CRA	DC	MSPA	MSR	MST
	-----cm-----	mm	mm	-----g-----	-----g-----	-----g-----
Controle (H ₂ O)	1,54 a	0,95 b	0,62 ab	0,0035 a	0,0004 a	0,0039 a
Hipoclorito de sódio (2%)	1,41 a	0,89 b	0,58 ab	0,0039 a	0,0004 a	0,0042 a
Captana (240g 100L ⁻¹)	1,50 a	1,76 a	0,67 a	0,0039 a	0,0008 a	0,0047 a
Tiofanato-metílico (100g 100L ⁻¹)	1,43 a	0,85 b	0,56 ab	0,0035 a	0,0005 a	0,0040 a
Acibenzolar-S-metílico (25g 100L ⁻¹)	1,22 a	0,84 b	0,53 b	0,0038 a	0,0004 a	0,0042 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

O teste de comprimento de plântulas é muito útil para a determinação de possível fitotoxicidade decorrente da exposição de sementes a ação de fungicidas, inseticidas, macro e micronutrientes, dentre outros produtos (França-Neto *et al.*, 2000; Leite *et al.*, 2018). No

entanto, não se pode afirmar que os demais tratamentos hipoclorito de sódio, tiofanato-metílico e acibenzolar-S-metílico causaram fitotoxidez, pois não diferiram estatisticamente do controle.

Analisando o peso fresco e seco da raiz primária das sementes de baru (*Dipteryx alata*) e mogno (*Swietenia mahagoni*) tratadas com diferentes doses do fungicida Captan®, Dionizio *et al.* (2020) observaram um efeito significativo negativo nas sementes de mogno, atribuindo esse resultado a um possível efeito fitotóxico do fungicida. No entanto, os autores não observaram diferença significativa em relação ao tratamento controle nas sementes de baru, resultado semelhante ao obtido neste presente estudo.

O tratamento químico de sementes é uma medida de controle eficiente que visa à redução de doenças futuras em espécies florestais, especialmente em espécies de alto valor econômico que possuem informações limitadas sobre a sanidade de suas sementes (Silva *et al.*, 2011). A aplicação de fungicidas nas sementes pode contribuir significativamente para uma maior taxa de emergência e vigor das plantas, além de oferecer proteção contra patógenos fúngicos presentes nas sementes, no armazenamento e no solo, garantindo assim um desenvolvimento saudável desde as fases iniciais (Lamichhane *et al.*, 2020; Parisi; Santos; Mente, 2015).

Essas informações reforçam a importância da escolha adequada de fungicidas no manejo de sementes florestais, especialmente em espécies de alto valor ecológico e econômico como a *Astronium urundeuva*. A utilização de tratamentos específicos pode contribuir para a obtenção de mudas mais vigorosas e saudáveis, essencial para o sucesso na recuperação de áreas degradadas e no desenvolvimento sustentável de sistemas florestais (Santos; Parisi; Mente, 2015).

6 CONCLUSÃO

Foram identificados os seguintes gêneros fúngicos associados às sementes de *Astronium urundeuva*: *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp. e *Penicillium* spp., com ênfase para o gênero *Aspergillus* spp., que apresenta maior prevalência.

A aplicação de fungicidas exerce um impacto significativo na qualidade das sementes de *A. urundeuva*, tanto em termos fisiológicos quanto sanitários. Entre os tratamentos testados, o captana destaca-se por promover um crescimento superior das plântulas, indicando sua eficiência não apenas no controle de patógenos, mas também em potencializar o desenvolvimento inicial das plantas.

A utilização de hipoclorito de sódio (2%) e do fungicida acibenzolar-S-metílico provoca uma redução significativa na germinação das sementes de *A. urundeuva*, indicando um potencial efeito fitotóxico ou uma insuficiência na proteção contra patógenos. Embora o tiofanato-metílico não tenha demonstrado controle fitossanitário efetivo, seu uso não compromete a qualidade fisiológica das sementes de *A. urundeuva*.

Portanto, entre os tratamentos avaliados, o fungicida captana pode ser considerado alternativa viável na redução de patógenos de sementes de *A. urundeuva*.

REFERÊNCIAS

- ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Pesquisa de Agrotóxicos**. 2024. Disponível em: <http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>. Acesso em: 19 jul. 2024.
- AIMI, S. C.; ARAÚJO, M. M.; MUNIZ, M. F. B.; WALKER, C. Teste de sanidade e germinação em sementes de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 1361-1370, 2016.
- ALBUQUERQUE, R. J. M.; RODRIGUES, L. V.; VIANA, G. S. B. Análise clínica e morfológica da conjuntivite alérgica induzida por ovalbumina e tratada com chalcona em cobaias. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 43-68, 2004.
- ALVES, C. A. B.; SILVA, S.; BELARMINO, N. A. L. A.; SOUZA, R. S.; SILVA, D. R.; ALVES, P. R. R.; NUNES, G. M. Comercialização de plantas medicinais: um estudo etnobotânico na feira livre do município de Guarabira, Paraíba, nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, v. 10, n. 4, p. 390-407, 2016. DOI: 10.21707/gaia.v10.n04a31.
- ARAÚJO, F. dos S.; SOUSA, N. A. de; ALVES, E. da C.; FARIAS, O. R. de; NASCIMENTO, L. C. do; BRUNO, R. de L. A.; PACHECO, M. V. Tratamento térmico úmido em sementes de *Acacia mangium*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 473-482, 2018.
- ARAUJO, R. F.; ZONTA, J. B.; ARAUJO, E. F.; PINTO, C. M. F. Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de pinhão-mansão submetidas a tratamentos alternativos e químico, e ao armazenamento. **Summa Phytopathologica**, v. 47, n. 3, p. 173-179, 2021.
- BARNETT, H. L.; B. B. HUNTER. Illustrated genera of imperfect fungi. **The American Phytopathological Society**, 4.ed. St. Paul: Minnesota, 1999. p. 218.
- BARRETO, A. F.; EGBERTO, A.; BONIFÁCIA, B. F.; FERREIRA, O. R. R. S.; BELÉM, L. F. Qualidade fisiológica e a incidência de fungos em sementes de algodoeiro herbáceo tratadas com extratos de agave. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 839-849, 2004.
- BERTONHA, L. J.; FREITAS, M. L. M.; CAMBUIM, J.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Seleção de progênies de *Myracrodruon urundeuva* baseada em caracteres fenológicos e de crescimento para reconstituição de áreas de Reserva Legal. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 109, p. 95-104, 2016.
- BOTELHO, L. da S. **Fungos associados às sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius*) e aroeira-salsa (*Schinus molle*): incidência, efeitos na germinação, transmissão para plântulas e controle**. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.
- BOTELHO, L. S.; MORAES, M. H. D.; MENTEN, J. O. M. Fungos associados às sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*):

incidência, efeito na germinação e transmissão para as plântulas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 343-348, 2008.

BRANCALION, P. H.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; LEWINSOHN, T. M. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. 1-15, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, p. 10-200, 2009a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, p. 399, 2009b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**. Brasília, DF: Ministério de Meio Ambiente. 2024. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado.html>. Acesso em: 01 fev. 2024.

CALDEIRA, S. F.; PEREZ, S. C. J. G. de.; BATISTA, F. L. P. Microfauna em sementes armazenadas de aroeira *Myracrodruon urundeuva* (ENGL) FR. ALL. e seu controle com fungicidas. Informativo ABRATES, Brasília, v. 15, n. 1-3, p. 304-304, 2005.

CAMPOS, L. F. C.; ABREU, C. M. D.; GUIMARÃES, R. N.; SELEGUINI, A. Escarificação e ácido giberélico na emergência e crescimento de plântulas de biribá. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1748-1754, 2015.

CARLINI, E. A.; DUARTE-ALMEIDA, J. M.; RODRIGUES, E.; TABACH, R. Antiulcer effect of the pepper trees *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-da-praia) and *Myracrodruon urundeuva* Allemão, Anacardiaceae (aroeira-do-sertão). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 140-146, 2010.

CARMO, A. M.; MAZARATTO, E.; ECKSTEIN, B.; SANTOS, A. F. Associação de fungos com sementes de espécies florestais nativas. **Summa Phytopathologica**, v. 43, p. 246-247, 2017.

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

CNCFlora. **Myracrodruon urundeuva in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2** Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/ptbr/profile/Myracrodruon urundeuva](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/ptbr/profile/Myracrodruon%20urundeuva). Acesso em 20 de jan. 2024.

CONCEIÇÃO, G. M.; BARBIERI, A. P. P.; LÚCIO, A. D.; MARTIN, T. N.; MERTZ, L. M.; MATTIONI, N. M.; LORENTZ, L. H. Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetida a diferentes tratamentos químicos nas sementes. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1711-1720, 2014.

COSTA JUNIOR, J. C. D.; SANTOS, A. F. D.; FRANCISCON, L.; SILVA, C. N. D.; TESSMANN, D. J. Qualidade sanitária e fisiológica, métodos de detecção de *Fusarium* spp. e tratamento de sementes de pupunheira. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1119-1131, 2016.

CYSNE, A. Q.; LOPES, R.; CUNHA, R. N. V. da. Tratamento sanitário e qualidade fisiológica de sementes de palma-de-óleo recém-colhidas e armazenadas submetidas a diferentes fungicidas. **Agrotrópica**, v. 32, n. 2, p. 119-126, 2020. DOI:10.21757/0103-3816.

DAMASCO, G.; FONTES, C.; FRANÇOSO, R.; HAIDAR, R. The Cerrado biome: a forgotten biodiversity hotspot. **Frontiers for Young Minds**, v. 6, 2018.

DE PAULA, J. C. B.; GUARIZ, H. R.; JÚNIOR, W. A. R.; SHIMIZU, G. D.; DE FARIA, R. T.; DE OLIVEIRA, H. C. Criopreservação de sementes da espécie nativa do Brasil aroeira-do-sertão (*Astronium urundeuva* M. Allemão Engl.). **Revista Caatinga**, v. 35, n. 4, p. 915-924, 2022.

DIONIZIO, A. F.; LIMA, N. L.; CARRER FILHO, R.; DIANESE, É. de C. Avaliação sanitária e fisiológica de sementes de mogno e baru tratadas com captana. **Heringeriana**, v. 14, n. 1, p. 13-20, 2020.

DOMINGOS, F. R.; SILVA, M. A. P. da. Uso, conhecimento e conservação de *Myracrodruon urundeuva*: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. 27, 2020.

EL-HAWARY, S. S.; EL-HAWARY, S. S.; MOAWAD, A. S.; BAHR, H. S.; ABDELMOHSEN, U. R.; MOHAMME, R. Natural product diversity from the endophytic fungi of the genus *Aspergillus*. **RSC Advances**, v. 10, p. 22058–22079, 2020.

FERREIRA, W. R.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G.; NOGUEIRA, A. P. O. Germination and emergence measurements could group individuals and species? **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, p. 457-468, 2015. DOI: 10.1007/s40415-015-0153-y.

FIGLIOLIA, M. B. Conservação de sementes de essências florestais. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, v. 42, n. 1, p. 1-18, 1988.

FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; YORINORI, J. T. **Caracterização dos problemas de fitotoxidade de plântulas de soja devido ao tratamento de sementes com fungicida Rhodiarum 500 SC, na safra 2000/01**. Londrina, Embrapa Soja, 2000. 21 p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 27).

FURLAN, S. H.; AMARAL, H. M.; MORAES M. H. D.; BUENO J. T.; e MENTEN J. O. M. Efeito de quatro fungicidas na incidência de *Colletotrichum gossypii* e *Fusarium* spp. em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e sua relação com o vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 8, n. 2, p. 67-75, 1986.

GABARDO, G. **Controle de doenças na cultura da soja com produtos alternativos**. 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015.

GALLO, R.; RONDON NETO, R. M.; EBURNEO, L.; NASCIMENTO, H. R. do. Eficiência de fungicidas em sementes de peroba-mica (*Aspidosperma desmanthum*) e seus efeitos na germinação. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 7, n. 2, p. 9, 2013.

GOMES, R. S. S.; SOUZA, F. M. C.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A. Qualidade sanitária de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão) tratadas com argila silicatada. In: GOMES, R. S. S.; NASCIMENTO, L. C. (org.). **Experimentação em Fitossanidade**. 1. ed. João Pessoa: S & S, p. 545-556, 2019b.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; GONÇALVES, E. P.; COSTA, E. G.; MEDEIROS, M. S. Armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 14, p. 68-75, 2012.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; COLARES, P. N. Q.; MEDEIROS, M. S.; JEANDSON SILVA VIANA, J. S. Germinação e vigor de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 975- 982, 2011.

JACCOUD-FILHO, D. S.; DABUL, A. N. G. Novos métodos de detecção de fungos em sementes florestais. In: SANTOS, A. F. *et al.* **Patologia de sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 69-86, 2015.

JUSTINO, S. T. P.; ARRIEL, E. F.; ARRIEL, D. A. A.; MORAIS, Y. Y. G. A.; MONTE, A. A. de M.; FERNANDES, S. P. dos S. Sistema de manejo em minijardim clonal de *Myracrodruon urundeuva* Allemão. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 3, p. 255-263, 2017.

LAMICHHANE, J. R.; YOU, M. P.; LAUDINOT, V.; BARBETTI, M. J.; AUBERTOT, J. N. Revisiting Sustainability of Fungicide Seed Treatments for Field Crops. **Plant Disease**, v. 104, n. 3, p. 610-623, 2020.

LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M. F. B.; SANTOS, A. F. Detecção, transmissão, patogenicidade e controle químico de fungos em sementes de paineira (*Ceiba speciosa*). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 36, n. 2, p. 134-139, 2010.

LEITE, C.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F.; GOMES JUNIOR, F. G. Validação do sistema de análise de imagens Vigor-S para a determinação de fitotoxicidades em plântulas de soja. In: KERN, H. S.; CAMPOS-LEITE, R. V. B. (Org.) JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 13, 2018. Londrina. Resumos expandidos. Londrina, PR: Embrapa 2018. p. 130-137. (Embrapa Soja, Documentos, 401).

LEITE, I. C. H. L.; LOPES, U. P. Controle químico de patógenos radiculares. *In*: LOPES, U. P.; MICHEREFF, S. J. (Eds.). **Desafios do Manejo de Doenças Radiculares Causadas por Fungos**. 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 179 - 192.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. vol.1. 8ª edição. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, p. 381, 2020.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5ª ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum. p. 384. 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4ª Edição, Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, v. 1, p. 384. 2002.

LUGTENBERG, B. J.; CARADUS, J. R.; JOHNSON, L. J. Fungal endophytes for sustainable crop production. **FEMS microbiology ecology**, v. 92, n. 12, p. 194, 2016.

MACHADO, J. da C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS; UFLA; FAEPE, 2000. p. 138.

MACHADO, J. da C.; MACHADO, C. F. Fatores interferentes no tratamento sanitário de sementes. *In*: Simpósio de manejo de doenças de plantas, 11, 2011, Lavras: UFLA/NEFT, 2011. p. 165 – 174.

MAEDA, J. A.; BOVI, M. L. A.; BOVI, O. A.; LAGO, A. A. Germinação de sementes de craveiro-da-índia: efeito da temperatura, polpa do fruto e tratamento fungicida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 6, p. 893-899, 1991.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding and vigour. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MAIA, G. N. **Caatinga**: Árvores e arbustos e suas utilidades. 2 ed. Fortaleza/CE. Printcolor Gráfica e Editora, 2012. p. 413.

MAPBIOMAS. **Em 2023, a perda de áreas naturais no Brasil atinge a marca de 33% do território**. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/08/21/em-2023-a-perda-de-areas-naturais-no-brasil-atinge-a-marca-historica-de-33-do-territorio/>. Acesso em: 17 ago. 2024.

MEDEIROS, J. G. F.; SILVA, B. B.; NETO, A. C. A.; NASCIMENTO, L. C. Fungos associados com sementes de flamboyant-mirim (*Caesalpinia pulcherrima*): incidência, efeito na germinação, transmissão e controle. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 303-308, 2012.

MELO, L. A. **Técnicas de análise rápida do vigor das sementes de espécies arbóreas/florestais nativas do Cerrado**. 2021. 77 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

MENTEN, J. O. M.; BUENO, J. T. Transmissão de patógenos pelas sementes. *In*:

Soave, J.; Wetzel, M.V.S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 480.

MIHOVILOVIĆ, A. B.; KEREŠA, S.; LAZAREVIĆ, B.; TOPOLOVEC PINTARIĆ, S.; MARTINKO, K.; MARKOVIĆ, Z.; TURKALJ, K.; HABUŠ JERČIĆ, I. The use of sodium hypochlorite and plant preservative mixture significantly reduces seed-borne pathogen contamination when establishing in vitro cultures of wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. **Agriculture**, v. 14, n. 4, p. 556, 2024.

MYRESIOTIS, C. K.; VRYZAS, Z.; PAPADOPOULOU-MOURKIDOU, E. Enhanced root uptake of acibenzolar-S-methyl (ASM) by tomato plants inoculated with selected *Bacillus* plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 26- 33, 2014.

NASCIMENTO, L. V.; NOGUEIRA, G. de A.; ALVES, T. R. C.; ARAÚJO, M. B. M.; DOMBROSKI, J. L. D.; MACHADO, F. S.; AMBRÓSIO, M. M. de Q.; Qualidade sanitária em sementes de espécies do bioma Caatinga e métodos de controle de fungos. **Jornal de Alimentação e Agricultura dos Emirados**. v. 31, n. 12, p. 945-950, 2019.

NOBRE, S. A. M.; MELO, G. A.; BATISTA, G. N.; AZEVEDO, D. M. Q.; NUNES, Y. R.; OLIVEIRA, D. A. Qualidade sanitária e fisiológica submetidas ao controle biológico com *Clonastachys rósea*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 161, 2007.

NÓBREGA, J. S.; NASCIMENTO, L. C. do. Sanidade de sementes e sua influência no controle de fitopatógenos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 4-8, 2020.

NUNES, M. S.; SILVA, H. F. da; SILVA, E. C. da; NASCIMENTO, L. C da. Atividade antifúngica de óleos essenciais em sementes de *Enterolobium contortisiliquum*. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, n. 53, p. 11-17, 2020.

PAREYN, F. G. C.; ARAÚJO, E. L.; DRUMMOND, M. A.; MIRANDA, M. J. A. C.; SOUZA, C. A.; SILVA, A. P. S.; BRAZOLIN, S.; MARQUES, K. K. M. *Myracrodruon urundeuva* – Aroeira, p. 766-772. In: Coradin L, Camillo J & Pareyn FGC (orgs.). **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial - Plantas para o Futuro: Região Nordeste**. Brasília/DF. MMA, 2018. p. 1311.

PARISI, J. J. D.; SANTOS, A. F.; BARBEDO, C. J.; MEDINA, P. F. Patologia de Sementes Florestais: Danos, Detecção e Controle, uma revisão. **Summa Phytopathol**, v. 45, n. 2, p. 129- 133, 2019.

PARISI, J. J. D.; SANTOS, A. F.; MENTEN, J. O. Tratamento de sementes florestais. In: SANTOS, A. F.; PARISI, J. J. D.; MENTEN, J. O. **Patologia de sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. p. 105-114.

PARISI, J.J.D.; SANTOS, A. F.; MENTEN, J. O. M. Tratamento de sementes florestais. In: SANTOS Á. F.; PARISI, J. J. D.; MENTEN, J. O. M. **Patologia de sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. p. 105-114.

- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; VIEIRA, J. D. Teste de germinação. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Ed.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, p. 70- 90, 1988.
- PINHEIRO, C. G.; LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M. F. B.; REDIN, C. G.; SANTOS, M. V. dos. Efeito da assepsia superficial na germinação e incidência de fungos em sementes de espécies florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 253-260, 2016.
- PINTO, K. M.; NORONHA, D. A. DE.; MOSER, L. M. Qualidade sanitária de sementes crioulas de feijão de corda no agreste de Pernambuco. **Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability**, v. 2, n. 1, p. 153-167. 2021.
- PISSININ, L. Z.; BARBIERI, J.; BONACINA, D. M.; MUNIZ, M. B. Tratamento de sementes e tipos de substrato na produção de mudas de *Acacia mearnsii*. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 170-176, 2008.
- PRESTES, I. D.; ROCHA, L. O.; NUÑEZ, K. V.; SILVA, N. C. Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. **Scientia Agropecuaria**, v. 10, n. 4, p. 559-570, 2019.
- REGO, S. S.; SANTOS, A. F.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYISHI, Y. S. Detection, transmission and pathogenicity of fungi on *Blepharocalyx salicifolius* (H. B. K.) Berg. seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 9-13, 2012.
- ROSÁRIO, W. C. D.; RODRIGUES, A. A. C.; OLIVEIRA, A. C. S. D.; MAIA, C. B.; MARQUES, B. R. Fisiologia, sanidade e controle de fitopatógenos em sementes florestais da Reserva Extrativista Quilombo do Frechal em Mirinzal-MA. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 2, p. 959-978, 2022.
- SANNA, M.; GILARDI, G.; GULLINO, M. L.; MEZZALAMA, M. Evaluation of physical and chemical disinfection methods of Brassica oleracea seeds naturally contaminated with *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 129, n. 5, p. 1145-1152, 2022. DOI: 10.1007/s41348-022-00635-2.
- SANTOS, Á. F. dos; PARISI, J. J. D.; MENTEN, J. O. M. Importância da sanidade das sementes florestais. In: **Patologia de sementes**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. p. 11-13.
- SANTOS, A. F.; PARISI, J. J. D.; MENTEM, J. O. M. (Ed.). **Patologia de sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. p. 236.
- SANTOS, T. M.; ALBUQUERQUE, A. R.; RAIMAM, M. P. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Cenostigma tocanthum* Ducke (Fabaceae). **Scientia Plena**, v. 16, n. 12, 2020.
- SENIGALIA, R. L. C.; BARBOSA COELHO, M. D. F.; KRATZ, D.; CLARETE CAMILI, E.; CRISTINA DE SOUZA, E.; CARDOSO FELIX, F. Bioactive compounds

in diaspores of *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. for quality maintenance during storage. **Floresta**, v. 53, n. 2, 2023.

SENIGALIA, R. L. C.; KRATZ, D.; COELHO, M. D. F. B. C.; CAMILI, E. C.; ARANTES, C. R. de A.; SANTOS, A. S. R. M. dos. Restrição hídrica em teste de sanidade de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 49617-49627, 2020.

SILVA, F. A. Z.; AZEVEDO, C. A. V. The assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, L. G. D.; COSMI, F. C.; JESUS, W. C. D.; SOUZA, A. F. D.; MORAES, W. B. Efeito do tratamento químico na sanidade de sementes de espécies florestais. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 3, p. 473-478, 2011.

SILVAR, L. G.; JESUS JUNIOR, W. C.; BELAN, L. L.; PEREIRA, A. J.; PIROVANI, D. B. Identificação e quantificação de patógenos em sementes tratadas de espécies florestais. **Anais... XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba**, São José dos Campos, 2011.

SIQUEIRA, U. R. **Tratamento em sementes de espécies florestais nativas visando ao controle de fungos: uma revisão bibliográfica**. São Cristóvão, 2022. 28 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias Aplicadas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2022.

SOARES, R. M.; MARINGONI, A. C. Efeito de acibenzolar-S-methyl sobre a germinação e desempenho de sementes de feijoeiro e na indução de resistência à murcha-de-Curtobacterium. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 28, p. 41-45, 2002.

SOUSA, R. F.; GOMES, D. S.; LEITE, A. P.; SANTOS, S. S.; ALVES, C. A. B.; LUCENA, R. F. P. Estudo etnobotânico de *Myracrodruon urundeuva* Allemão no Vale do Piancó (Paraíba, Nordeste, Brasil). **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 7, n. 1, 2012.

TORRES, S. B.; BRINGEL, J. M. M. Avaliação da qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão macassar. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 88-92, 2005.

VECHIATO, M. H.; PARISI, J. J. D. Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas. **O Biológico**, v. 75, n. 1, p. 27-32, 2013.

VENTUROLI, F.; FAGG, C. W.; FELFILI, J. M. Desenvolvimento inicial de *Dipteryx alata* vogel e *Myracrodruon Urundeuva* allemão em plantio de enriquecimento de uma floresta estacional semidecídua secundária. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 482-493, 2011.

VOLPATO, G. H.; VE MARTINS, S. V. The bird community in naturally regenerating *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae) forest in Southeastern Brazil. **Revista de**

Biologia Tropical, v. 61, n. 4, p. 1585-1595, 2013.

WALKER, C.; MEZZOMO, R.; MACIEL, C. G.; MUÑIZ, M. F. B. M. B.; ARAUJO, M. M. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Cordia americana* coletadas na planta e no solo. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 10, n. 1, p. 41, 2015.