

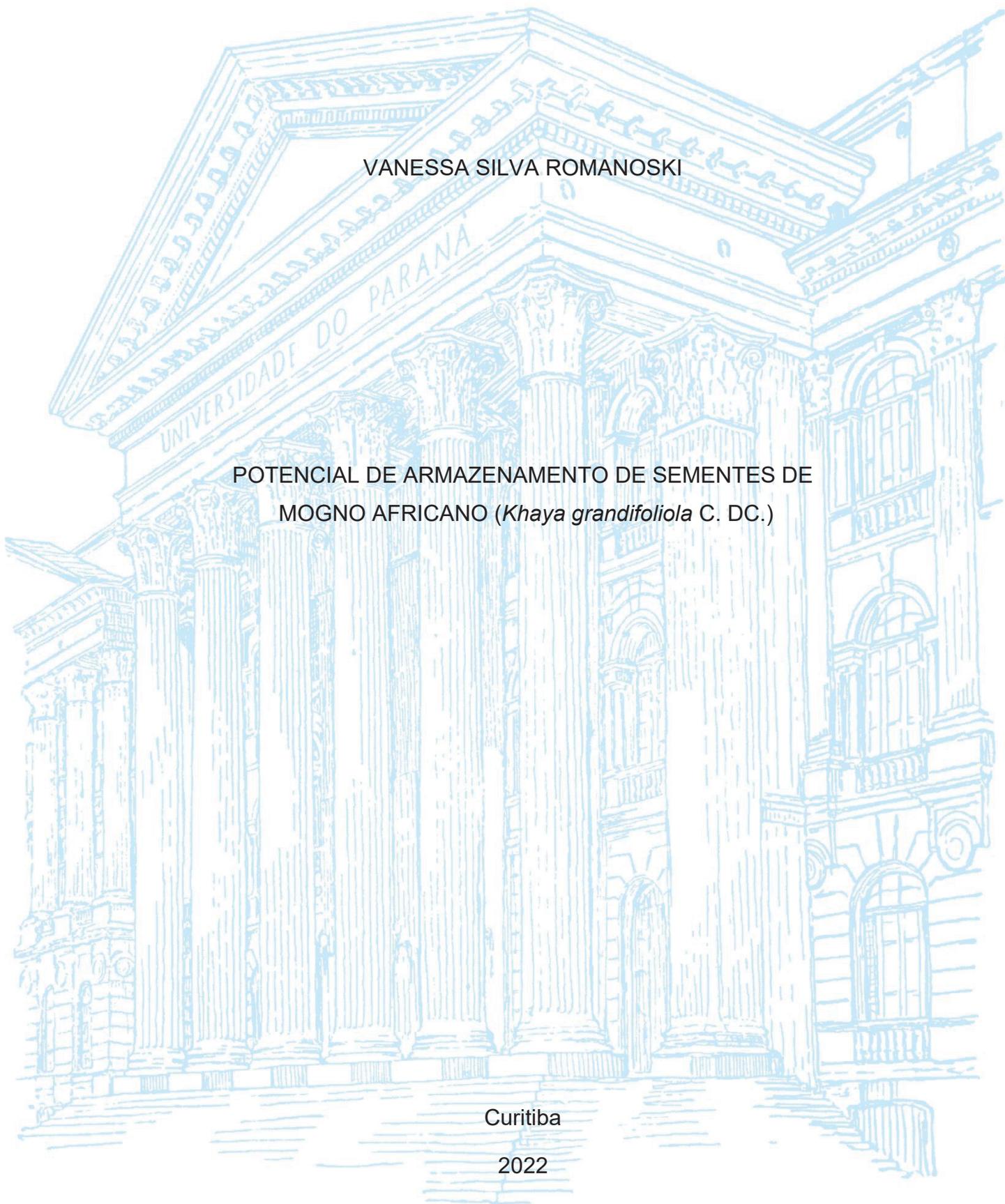
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VANESSA SILVA ROMANOSKI

POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE
MOGNO AFRICANO (*Khaya grandifoliola* C. DC.)

Curitiba

2022



VANESSA SILVA ROMANOSKI

POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE
MOGNO AFRICANO (*Khaya grandifoliola* C. DC.)

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em
Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Maristela Panobianco Vasconcellos

Coorientadora: Dra. Elisa Serra Negra Vieira

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA

Romanoski, Vanessa Silva

Potencial de armazenamento de sementes de Mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.). / Vanessa Silva Romanoski. – Curitiba, 2022.

1 recurso online : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Maristela Panobianco Vasconcellos.

Coorientador: Prof. Dr. Elisa Serra Negra Vieira.

1. Conservação e produção florestal. 2.

Bibliotecário: Fernando Cavalcanti Moreira CRB-9/1665



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL) - 40001016031P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **VANESSA SILVA ROMANOSKI** intitulada: **POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MOGNO AFRICANO (*Khaya grandifoliola* C.DC.)**, sob orientação da Profa. Dra. MARISTELA PANOBIANCO VASCONCELLOS, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 11 de Fevereiro de 2022.

Assinatura Eletrônica

11/02/2022 17:24:28.0

MARISTELA PANOBIANCO VASCONCELLOS

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

22/03/2022 14:27:28.0

ELISA SERRA NEGRA VIEIRA

Avaliador Externo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA)

Assinatura Eletrônica

11/02/2022 17:40:08.0

ROSEMEIRE CARVALHO DA SILVA

Avaliador Externo (INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ)

Rua dos Funcionários, 1540 - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 80035-050 - Tel: (41) 3350-5601 - E-mail: pgapv@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 148241

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jspe> insira o código 148241

AGRADECIMENTOS

Ao meus pais, Marcia e Edegar Romanoski, que sempre me incentivaram a estudar.

A minha irmã Ana Paula, pelo carinho e incentivo.

Ao meu marido Lucas, pela paciência, compreensão e incentivo.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Maristela Panobianco Vasconcellos, por toda dedicação e empenho para me orientar.

À minha coorientadora, Dr^a Elisa Serra Negra Vieira, por toda ajuda e disponibilidade.

À Universidade Federal do Paraná, por possibilitar ampliar os horizontes do conhecimento.

Ao programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de qualificação profissional.

À Embrapa Florestas, pela parceria na condução desta dissertação e por possibilitar o desenvolvimento desta pesquisa.

À Empresa Futuro Florestal, por disponibilizar as sementes de mogno africano.

Ao grupo de pesquisa CTSEM_UFPR e aos colegas Thomas, Andreza e Lucas, pelas contribuições.

À equipe técnica do Laboratório de Patologia de Sementes Florestais da Embrapa, a Carolina e Ana Carolina.

À Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

O mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.) é uma espécie florestal que apresenta excelente qualidade madeireira, em virtude das características de estabilidade dimensional e trabalhabilidade, o que contribuem para o seu elevado valor no mercado internacional. A espécie tem sido também bastante utilizada em sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF) e na fabricação de movelaria de luxo, instrumentos musicais, construção naval, lenha e produção de carvão. Com a crescente demanda por sementes viáveis para atender programas de conservação e produção florestal, tem-se observado a necessidade de estudos sobre a capacidade de armazenamento dessa espécie florestal. O objetivo deste trabalho foi determinar o potencial de armazenamento de sementes de *Khaya grandifoliola* C. DC., testando-se diferentes ambientes e embalagens. Foram determinados, inicialmente, o teor de água das sementes (método de estufa, a 105 ± 3 °C, por 24 horas); a germinação e o comprimento de plântulas. Para o estudo de armazenamento, foram testados dois ambientes - câmara fria (6 °C e 72 % UR) e ambiente de laboratório (16 °C e 73 % UR); duas embalagens (polietileno e vidro); três períodos de armazenamento (72, 144 e 216 dias). As variáveis analisadas durante o armazenamento foram: teor de água, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento de plântulas. A análise estatística foi baseada na utilização dos Modelos Lineares Generalizados (MLG), por meio da utilização do Critério de Informação de Akaike (AIC). As médias dos dados foram comparadas pelo teste de Tukey, com significância de 0,05. Pelos dados obtidos conclui-se que as sementes de mogno africano armazenadas em ambiente de câmara fria (6 °C e 72 % UR), em embalagem de polietileno, mantiveram a sua qualidade fisiológica por um período de 216 dias.

Palavras-chave: conservação, qualidade fisiológica, embalagem.

ABSTRACT

The African mahogany (*Khaya grandifoliola* C. DC.) is a forest species with excellent logging quality due to its dimensional stability and workability, which contribute the high cost in the international market. It is used in integrated crop-livestock-forest systems (ICLFS), and in the luxury furniture manufacture, musical instruments, shipbuilding, firewood and coal production. The increasing demand for viable seeds to conservation programs and to forest production promotes studies on the forest species storage constraints, especially the African mahogany which has no information. The objective of this work was to determine the storage potential of *Khaya grandifoliola* C. DC. seeds by testing different environments and packaging. Thus, we aiming to contribute to the expansion of the production of seedlings in Brazil. The seed water content was initially determined (stove method, at 105 ± 3 °C, for 24 hours); the germination (four plastic boxes containing vermiculite substrate with 50 seeds, in a germinator at 25 °C, with 12 h photoperiod); and the seedlings length. For the storage essay: (a) two environments - cold chamber (6 °C e 72% HR) and laboratory (16 °C e 73% HR); (b) two packages (polyethylene bags and glass); (c) three storage periods (72, 144 and 216 days). The variables analyzed were water content, germination percentage, germination rate index (GRI) and seedling length. For the statistical analysis, was based on the of Generalized Linear Models (LGM), through the use of the Akaike Information Criterion (AIC). The data averages were compared by the Tukey test, with significance of 0.05. The results indicates that the African mahogany seeds stored in a cold chamber environment (6 °C and UR 72%), in polyethylene packaging maintained their physiological quality for a period of 216 days.

Keywords: Conservation. Physiological quality. Packaging.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.). (A) Plantio comercial em Marília, fonte: Futuro Florestal (2017); (B) sementes.....25
- FIGURA 2. Processo de germinação – estágios de desenvolvimento da plântula de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.). (A) Emissão da raiz. (B) Início do desenvolvimento da parte aérea. (C) Formação da plântula normal.....29
- FIGURA 3. Plântulas de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.). (A) Plântula normal; (B) e (C) Plântulas anormais.....30
- FIGURA 4. Dados de temperatura e umidade relativa do ar em diferentes ambientes testados, durante o período de armazenamento de sementes de mogno africano. A – Laboratório (Colombo, Paraná). B - Câmara Fria.....30
- FIGURA 5. Teor de água de sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.) armazenadas em diferentes ambientes e embalagens, durante 216 dias.....31
- FIGURA 6. Germinação de sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.), armazenadas em diferentes ambientes e embalagens.....32
- FIGURA 7. Vigor - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e comprimento de plântulas (cm) de sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.), armazenadas em diferentes ambientes e embalagens. (A e C) IVG e comprimento de plântula no ambiente de laboratório. (B e D) IVG e comprimento de plântula na câmara fria.....33

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Caracterização biométrica de sementes de mogno africano <i>Khaya grandifoliola</i> C. DC.	28
TABELA 2. (ANEXO). Teor de água de sementes de mogno africano (<i>Khaya grandifoliola</i> C. DC.) armazenadas em diferentes embalagens, durante 216 dias.....	37
TABELA 3 (ANEXO). Germinação de sementes de mogno africano (<i>Khaya grandifoliola</i> C. DC.), armazenadas em diferentes ambientes e embalagens, durante 216 dias.....	37
TABELA 4 (ANEXO). Vigor - índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de mogno africano (<i>Khaya grandifoliola</i> C. DC.), armazenadas em diferentes ambientes e embalagens, durante 216 dias.....	38
TABELA 5 (ANEXO). Vigor - comprimento de plântulas de sementes de mogno africano (<i>Khaya grandifoliola</i> C. DC.), armazenadas em diferentes ambientes e embalagens, durante 216 dias.....	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE.....	11
2.2 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS.....	13
2.2.1 TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA E TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES	15
2.2.3 TIPOS DE EMBALAGENS	16
REFERÊNCIAS GERAIS	17
3. CAPÍTULO I – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MOGNO AFRICANO EM DIFERENTES AMBIENTES E EMBALAGENS	22
3.1 INTRODUÇÃO.....	23
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.2.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
3.5 CONCLUSÕES.....	33
3.6 REFERÊNCIAS	34
ANEXO	37

1. INTRODUÇÃO GERAL

A espécie *Khaya grandifoliola* C. DC. conhecida como mogno africano, apresenta excelente qualidade madeireira em virtude de características de estabilidade dimensional e trabalhabilidade. A sua madeira é empregada para diversos fins comerciais, devido à raridade e beleza do tom avermelhado. Geralmente, ela é utilizada para confecção de móveis, instrumentos musicais, brinquedos, marcenaria, construção naval, lenha e produção de carvão vegetal (Opuni-Frimpong, 2008; Ribeiro *et al.*, 2017; Reis *et al.*, 2019).

Esta espécie, destaca-se seu emprego em sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF), com o cultivo do mogno-africano associado à criação de gado e ao cultivo do café, consistindo em alternativa de diversificação de renda do produtor rural, bem como de geração de serviços ambientais como o sombreamento de animais e a consequente regulação térmica (Reis *et al.*, 2019). É importante ressaltar, também, a facilidade de manejo da espécie, que atinge o fuste comercial de 10 metros de altura sem a necessidade de se realizar poda (Reis *et al.*, 2019).

Nativa da África, região de clima tropical, pertence a mesma família do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*) e apresenta adaptações às diferentes características edafoclimáticas dos estados brasileiros, como São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Bahia, Pará e Amazônia (Carvalho *et al.*, 2010; França *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2016; Casaroli *et al.*, 2018).

Atualmente, o mogno africano pode ser considerado um bom investimento a longo prazo; a sua madeira nobre é bastante apreciada no mercado europeu e norte americano, com valor cotado em dólar, sendo que o preço do metro cúbico da madeira do mogno africano é 84% maior que o valor da madeira serrada do eucalipto (ITTO, 2021).

Com a crescente demanda por sementes viáveis para atender programas de conservação e a produção de mudas para reflorestamento ambiental (Terrones *et al.*, 2016), tendo em vista que a propagação do mogno africano ocorre preferencialmente via sementes (Mathias, 2013), tem-se observado a necessidade de estudos sobre a capacidade de armazenamento dessas espécies florestais, especialmente o mogno africano, o qual poderá contribuir para a expansão da produção de mudas da espécie.

Baseado no exposto, a presente pesquisa teve por objetivo determinar o potencial de armazenamento de sementes de *Khaya grandifoliola* C. DC., testando-se diferentes ambientes (ambiente de laboratório e câmara fria) e embalagens (polietileno e vidro).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

O Brasil tem se destacado na cadeia produtiva do setor florestal; a área total de árvores plantadas no Brasil foi de 9,55 milhões de hectares em 2020, sendo que 7,47 milhões foram ocupados por eucalipto, 1,7 milhão de hectares por pinus e 382 mil hectares por espécies como mogno, seringueira, acácia, teca e paricá (Ibá, 2021).

A família Meliaceae agrupa os gêneros mais valiosos do mundo, em função da alta qualidade de madeiras, sendo valorizado no mercado de madeira nobre; os gêneros que fazem parte desta família são: Swietenia, Cedrella, Toona, Khaya, entre outros. Em função do controle de corte e comércio de madeiras nativas, o cultivo de espécies arbóreas exóticas é uma alternativa para a instalação de plantios comerciais dessas espécies (Reis *et al.*, 2019).

A redução de florestas nativas e a alta demanda por madeira tem movido o interesse dos produtores rurais em investir no setor florestal de madeiras nobres, sendo o mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.) um bom investimento a longo prazo, visto que o metro cúbico da madeira do mogno africano é 84% maior que o valor da madeira serrada do eucalipto (ITTO, 2021).

A *Khaya grandifoliola* C. DC. é de origem africana, estando presente desde o sul da Angola até a costa leste da Costa do Marfim e Camarões, podendo ocorrer também em Guiné, Libéria, República Centro-Africana e Congo (Lamprecht 1990; Opinu-Frimpong, 2008; Ribeiro *et al.*, 2017). As árvores do gênero *Khaya* são conhecidas por inúmeros nomes, como: Acajou D'Afrique, na França e Bélgica; African mahogany na Inglaterra e Estados Unidos; *Khaya mahagoni* na Alemanha; Afrikaan's mahoganie na Holanda e mogno-africano pelos portugueses (Praciak *et al.*, 2013).

As árvores de *K. grandifoliola* C. DC. são robustas, apresentam porte médio, podendo atingir 40,0 a 60,0 m de altura e 23,0 a 30,0 m de fustes diâmetro acima do peito de 0,2 m, apresenta melhor crescimento quando comparado com outras

espécies do gênero (Reis *et al.*, 2019). Possuem sapopemas na base (sapopema é um tipo de raiz que se desenvolve junto com o tronco da árvore), o que proporciona uma melhor sustentação e apresenta vigoroso sistema radicular. Tem como característica a coloração rosa a avermelhada da madeira e marrom avermelhada da casca, a qual é espessa e rugosa. Apresenta brilho moderado, coloração rosada e os discos de crescimento são pouco diferenciados (França *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2016). A árvore quando jovem suporta o sombreamento; porém, quando adulta, é heliófila (Opinu-Frimpong, 2008; Praciak *et al.*, 2013).

A madeira apresenta elevada durabilidade; o alburno tem coloração de marrom amarelado e o cerne marrom avermelhados. Se desenvolve satisfatoriamente em solos profundos, com textura média, desenvolve bem, em regiões com índice pluviométrico na faixa de 1.200 a 2.400 mm ao ano, com estação seca de dois a três meses, em temperatura média variando entre 24 °C e 27 °C (Opinu-Frimpong, 2008; Praciak *et al.*, 2013). Suporta condições de déficit hídrico por períodos de quatro a seis meses; entretanto, nesse tempo a planta interrompe seu crescimento (Sérvulo *et al.*, 2017).

As folhas são uniformemente pinadas, com quatro a sete pares de folíolos com sete a quatorze centímetros de comprimento e largura. Apresenta pequenas flores brancas, nos meses de setembro a dezembro. É uma espécie monoica, sendo os frutos formados por cápsulas com coloração marrom, apresentando deiscência. Cada fruto contém aproximadamente 15 sementes de cor castanho claro, com formato de disco, achatadas e aladas o que favorece a dispersão pelo vento (Lamprecht 1990; Opinu-Frimpong, 2008; Carvalho *et al.*, 2016; Reis *et al.*, 2019). A semente é oleaginosa, contém 48% de óleo, 15% de proteína e 6% de carboidrato (Oyekunle *et al.*, 2008). A germinação ocorre no intervalo de 10 a 35 dias após a semeadura e é do tipo hipógea. As primeiras folhas são opostas e simples (Opinu-Frimpong, 2008). Em geral, o período de frutificação é aos 8 anos de idade; a partir dos 14 anos de idade, a madeira está madura e pronta para o corte e a comercialização (Wessels *et al.*, 2014).

Além do uso madeireiro, a espécie também apresenta propriedades fitoterápicos no seu local de origem, sendo utilizada no tratamento de malária (Pinheiro *et al.*, 2011).

2.2 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS

O potencial de armazenamento de sementes é um fator determinante do potencial econômico da espécie, pois está relacionado com o período que estas sementes mantêm o potencial fisiológico e poderão ser utilizadas no estabelecimento de plantios comerciais para a obtenção de madeira (Groot *et al.*, 2012).

Algumas espécies florestais apresentam alternância de produção de sementes, frutificando em intervalos bianuais e em outras situações as condições naturais interferem na produção, por exemplo, o excesso ou falta de chuva, prejudica a frutificação, sendo abundante em um determinado ano e escasso em outros, dessa forma, o armazenamento é necessário para garantir a demanda anual de sementes, disponibilizando sementes nos anos de baixa produção, permitindo a independência do período de disponibilidade natural (Macedo *et al.*, 2002; Caldeira *et al.* 2008). O armazenamento pode ser a curto ou médio prazo, sendo que, a curto prazo tem a finalidade de conservar a qualidade das sementes entre os períodos de colheita e da sementeira (Macedo *et al.*, 2002; Caldeira *et al.*, 2008). A longo prazo, o destino é garantir a demanda anual de sementes, visando os anos de baixa produtividade (Macedo *et al.*, 2002; Caldeira *et al.*, 2008).

As condições de armazenamento são definidas para conservar a qualidade fisiológica da semente, com o objetivo de desacelerar o processo de deterioração, para manter a viabilidade e o vigor das sementes, visto que é um processo complexo, devido os fatores como temperatura e umidade (Silva *et al.*, 2019). É ideal determinar a maneira adequada de armazenar as sementes de espécies florestais, para prolongar a sua qualidade fisiológica (González *et al.*, 2012).

O armazenamento de sementes tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores, almejando manter o máximo de viabilidade e vigor da semente e reduzir o processo de deterioração (Carvalho & Nakagawa, 2012). É importante evidenciar que todo o material gasto e o manejo correto durante a produção da semente podem ser perdidos se as condições de armazenamento do lote de semente forem inadequadas (Peske *et al.*, 2006).

O armazenamento depende de fatores intrínsecos relacionados à qualidade inicial das sementes, como o vigor das plantas genitoras, condições climáticas durante a maturação das sementes, estágio de maturação no momento da colheita, ataque de pragas e doenças, grau de injúria mecânica e secagem, e o fatores relacionados com

o ambiente, a exemplo do teor de água das sementes, temperatura do ar, ação de fungos e insetos de armazenamento, embalagens, dentro outros (Carvalho & Nakagawa, 2012).

A finalidade do armazenamento é manter a qualidade o máximo de tempo possível, ou seja, consiste em conservar as sementes para reduzir a sua velocidade de deterioração (Madeiros *et al.*, 2006). As alterações ocorridas na semente durante o processo de deterioração são progressivas, sendo elas: degradação das energias, danificação dos mecanismos de energia e síntese, redução da atividade respiratório e biossíntese, redução da velocidade de germinação, redução do potencial de armazenamento, redução da velocidade de crescimento e desenvolvimento das plântulas, menor uniformidade no crescimento e desenvolvimento de plântulas, menor resistência, redução no rendimento, redução da energia a campo, aumento de plântulas anormais e por fim, a perda da capacidade de germinar (Taiz & Zeiger, 2017).

A deterioração é inevitável e irreversível, sendo variável entre espécies, variedades e sementes individuais dentro de um mesmo lote (Carvalho & Nakagawa, 2012; Peske *et al.*, 2006). O armazenamento se inicia quando as sementes alcançam a maturidade fisiológica e termina com a semeadura das sementes. Durante esse período, há uma série de fatores que interferem no potencial de armazenamento das sementes. Os principais fatores que afetam o armazenamento de sementes são: temperatura, umidade relativa, teor de água da semente e o tipo de embalagem (Vieira *et al.*, 2008; Marcos-Filho 2015, Amorim *et al.*, 2021).

Abud *et al.* (2012), estudando o efeito de diferentes ambientes e embalagens, durante o período de armazenamento, na qualidade fisiológica de sementes de xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) concluíram que sementes acondicionadas em saco de polietileno mantêm a porcentagem de germinação e o vigor e a câmara fria é considerada o melhor ambiente para as sementes serem armazenadas, no período de seis meses.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva *et al.* (2014), avaliando o armazenamento de sementes de angelim-saia (*Parkia pendula*) em sacos de polietileno, alumínio e papel; observaram que o armazenamento em embalagens de polietileno, na câmara fria, possibilitou a melhor manutenção da qualidade fisiológica das sementes, no período de seis meses.

2.2.1 TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA E TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES

O período de armazenamento de espécies florestais está associado com a qualidade inicial da semente, temperatura do ambiente, umidade relativa do ar e o teor de água da semente (Amorim *et al.*, 2021). A temperatura de armazenamento influencia a qualidade das sementes por estar relacionada com a velocidade dos processos bioquímicos. A redução da temperatura é uma estratégia para reduzir a velocidade dos processos bioquímicos, a degradação de reservas, o ataque de microrganismos e agentes patogênicos, com o objetivo de manter a capacidade germinativa das sementes ao longo do tempo. (Marcos Filho, 2015; Moraes *et al.*, 2020).

A umidade relativa do ar influencia o teor de água da semente, o qual interfere diretamente no potencial de armazenamento das sementes (Bradford *et al.*, 2018). A vida útil das sementes depende do seu teor de água, desse modo, o estudo do teor de água da semente é fundamental quando a finalidade é o armazenamento, visto que, o teor de água poderá prolongar a vida útil da semente ou reduzir, em função da contaminação de fungos de armazenamento (Bakhtavar *et al.*, 2019). Os fungos reduzem a qualidade das sementes por ocasionarem a colonização do embrião e apodrecimento, reduzindo o valor nutritivo e comercial, pois favorece o aumento da taxa de ácidos graxos e rancificação de óleos, acelerando assim, a deterioração (Parisi *et al.*, 2019).

As sementes são higroscópicas, ou seja, tem a capacidade de trocar a umidade com o ambiente; em ambientes úmidos, as sementes secas absorverão umidade do ar e em condições de sementes úmidas em um ambiente seco, estas perderão umidade para o ar (Peske *et al.*, 2006).

Ocorrendo a relação de absorção e perda da umidade entre as sementes e o ambiente, existe um ponto de equilíbrio onde se igualam as pressões de vapor de umidade da semente e do ar, este é denominado ponto de equilíbrio higroscópico das sementes, que se define como o teor de água alcançado pela semente depois de certo período submetido a condições de umidade relativa do ar e temperaturas constantes (Peske *et al.*, 2006; Baudet e Villella, 2006).

Segundo Baudet e Villella (2006), não é recomendável armazenar sementes com elevado teor de água e temperatura em função do ataque de patógenos. Ainda de acordo com os autores, quanto maior o teor de água na semente armazenada,

maior o número de fatores adversos para conservar sua qualidade fisiológica. De forma geral, o teor de água acima de 13% não é desejável armazenar sementes.

2.2.3 TIPOS DE EMBALAGENS

A embalagem tem função de servir como barreira para as trocas gasosas entre as sementes e o ambiente de armazenamento, contribuindo para manter a qualidade das sementes por determinado período (Marcos Filho, 2015). O tipo de embalagem é um fator importante para a manutenção da viabilidade da semente e é necessário ser estudado para cada espécie em função de características e comportamentos distintos nas mesmas condições de armazenamento (Souza *et al.*, 2011).

Existem três tipos de embalagens quanto à permeabilidade, sendo: embalagens porosas ou permeáveis; embalagens resistentes à penetração do vapor de água ou semipermeáveis; e embalagens impermeáveis ou à prova de umidade (Peske *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2010).

As embalagens permeáveis são sacos de tecido, papel multifoliado e de plástico ou polietileno, que permitem trocas de umidade entre a semente e o ambiente, são utilizadas em curtos períodos de armazenamento. Apresenta resistência à corte e facilidade no manuseio, entretanto, permitem as flutuações de umidade dentro da embalagem (Silva *et al.*, 2010).

As embalagens semipermeáveis apresentam maior resistência à penetração de umidade do que as embalagens porosas. Essas embalagens são sacos plásticos ou de polietileno de 0,075 a 0,125 mm de espessura e sacos de papel multifoliado laminados com polietileno. As embalagens impermeáveis apresentam completa resistência às trocas de umidade com o ambiente. São de plástico, com mais de 0,125 mm de espessura seladas ao calor, pacotes de alumínio, latas de alumínio e vidro. Essas embalagens não permitem o equilíbrio do teor de umidade da semente com o ar exterior (Silva *et al.*, 2010).

Diferentes estudos podem ser citados sobre as embalagens utilizadas durante o armazenamento de sementes de espécies florestais, tais como: para as espécies *Geoffroea spinosa* e *Myrcianthes pungens* a melhor embalagem para armazenar as sementes foi em polietileno (Souza *et al.*, 2011; Gibbert *et al.*, 2019), enquanto para sementes de *Schinus terebinthifolius* o melhor tipo de embalagem foi o vidro (Oliveira *et al.*, 2018).

Corlett et al. (2007) verificaram que sementes de urucum conseguem manter sua qualidade fisiológica por até 270 dias embaladas em condições de vácuo, com umidade de 7,0%. Silva *et al.* (2019) observaram que sementes de *Caesalpinia ferrea* armazenadas em condições controladas de temperatura e umidade, após seis meses, apresentaram porcentagem de germinação de 61 % em embalagem de polietileno e 63 % em papel kraft.

REFERÊNCIAS GERAIS

ABUD, H. F.; PEREIRA, D. S.; GONÇALVES, N. R.; PEREIRA, M. S.; BEZERRA, A. M. E. Armazenamento de sementes de xique-xique. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3 p. 473 - 479, 2012.

AMORIM, I. P.; SOUZA, J. G.; BARBEDO, C. J. Análise comparativa das taxas de deterioração de sementes ortodoxas de *Erythrina speciosa* e recalcitrantes de *Eugenia* spp. Iheringia, **Série Botânica**, v, 72, p. 1 - 6, 2021.

BAUDET, L.; VILLELA, F. A. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPEL, 2006. cap. 7, p. 428-472.

BAKHTAVAR, M. A.; AFZAL, I.; BASRA, S. M. A. Moisture adsorption isotherms and quality of seeds stored in conventional packaging materials and hermetic super bag. **Plos One**, v.14, n.2 p.1 - 11, 2019.

BRADFORD, K. J.; DAHAL P.; VAN ASBROUCK, J.; KUNUSOTH, K.; BELLO P, THOMPSON J, *et al.* The Dry Chain: Reducing postharvest losses and improving food safety in humid climates. **Trends Food Sci Techno**, v. 71, p. 84-93, 2018.

CALDEIRA, S. F., PEREZ, S. C. J. G. A. Qualidade de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. armazenados sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 185-194, 2008.

CARVALHO, A. M.; SILVA, B. T. B.; LATORRACA, J. V. F. Avaliação da usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.). **Cerne**, v. 16, Suplemento, p. 106-114, 2010.

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

CARVALHO, J. C.; SANTOS, E. B.; REIS, A. R. S.; REIS, L. P.; SANTOS, J. X. Efeito de tratamentos pré-germinativos e substratos na germinação e crescimento de plântulas de mogno-brasileiro e africano. **Biota Amazônia**, v.6, n.3, p.84-88, abril. 2016.

CASAROLI, D.; ROSA, F. O.; JÚNIOR, J. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; BRITO, B. V.; PENA, D. S. Aptidão edafoclimática para o mogno africano no Brasil. **Ciência Florestal**, v.28, n.1, p.357-368, 2018.

CORLETT, F. M. F.; BARROS, A. C. S. A.; VILLELA, F. A. Qualidade fisiológica de sementes de urucum armazenadas em diferentes ambientes e embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p.148-158, 2007.

FRANÇA, T. S. F. A.; ARANTES, M. D. C.; PAES, J. B.; VIDAURRE, G. B.; OLIVEIRA, J. T. DA S.; BARAÚNA, E. E. P. Características anatômicas e propriedades físico-mecânicas das madeiras de duas espécies de mogno africano. **Cerne**, v.21 n.4, p. 633-640, 2015.

GIBBERT, P.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C.; DRANSKI, J. A. L. Conservation of seeds of *Myrcianthes pungens* (Berg) Legr. in different packaging in a controlled environment. **Revista Árvore**, v. 43, n. 8, p. 1-8, 2019.

GONZÁLEZ, J. D.; FERNÁNDEZ, B. B.; CARREÑO F. S. Influência de diferentes métodos de conservación en la germinación de semillas de palma areca (*Dyopsis lutescens*, H. Wendel). **Cultivos Tropicales**, v. 33, n. 2, p. 56-60, 2012.

GROOT, S. P. C.; SURKI, A. A.; VOS, R. C.; KODDE, J. Seed storage at elevated partial pressure of oxygen, a fast method for analysing seed ageing under dry conditions. **Annals of Botany**, v. 110, n. 6, p. 1149 – 1159, 2012.

IBÁ. Relatório da Indústria Brasileira de Árvore, 2019. Brasília: 2019. Disponível em <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em 28 de outubro de 2021.

ITTO. International Tropical Timber Organization. Tropical Timber Market Report. V. 25, n.19, p.1-27, 2021. Disponível em: < https://www.itto.int/files/user/mis/MIS_1-15_Oct2021.pdf> Acesso em 28 de oct. 2021.

LAMPRECHET, H. Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: **Cooperação Técnica República Federal da Alemanha**, 1990. 343p

MACEDO, E. C.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade sanitária de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 24, n. 1, p.42-50, 2002

MADEIROS, A. C. DE S.; EIRA, M. T. S. Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas. Circular técnico 127. **Embrapa Florestas**, Colombo-PR, 2006. 13p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Londrina, PR: ABRATES, 2015. 660 p.

MATHIAS, J. Como plantar mogno africano. **Revista Globo Rural**, 2013. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-plantar/noticia/2013/11/como-plantar-mogno-africano.html>> Acesso em 09 set. 2020.

MORAES, K. N. O.; OLIVEIRA, F. N. L.; BENTO, M. C.; BRITO, R. S. DE; MESQUITA, A. G. G. Physiological classification of forest seeds for desiccation and storage tolerance. **Revista Verde**, v. 15, n.1, p.01-05, 2020.

OPUNI-FRIMPONG, E.; TEKPEY, S. L.; OWUSU, S. A.; OBIRI, B. D.; APPIAH-KUBI, E.; OPOKU, S.; NYARKO-DUAH, N. Y.; ESSIEN, C.; OPOKU, E. M.; STORER, A. J. Managing mahogany plantation in the tropics: field guide for farmers. Kumasi/Ghana: Forest Institute of Ghana, 95 p. 2008.

OYEKUNLE, J.A.O.; OMODE, A.A. Chemical Composition and Fatty Acid Profile of the Lipid Fractions of Selected Nigerian Indigenous Oilseeds. **International Journal of Food Properties**, v. 11, p. 273-281, 2008.

OLIVEIRA, F. T. G.; VITÓRIA, R. Z.; POSSE, S. C. P.; ARANTES, S. D.; SCHMILDT, O.; VIANA, A.; MALIKOUSKI, R. G.; BARROS, B. L. A. Qualidade fisiológica de sementes de aroeira em função das condições de armazenamento. **Nucleus**, v.15, n.2, p.567 -574, 2018.

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**, Botucatu, v. 45, n. 2, p. 129-133, 2019.

PRACIAK, A.; PASIECZNIK, N.; SHEIL, D.; VAN HEIST, M.; SASSEN, M.; CORREIA, C. S.; DIXON, C.; FYSON, G.; RUSHFORD, K.; TEELING, C. (Ed.). The CABI encyclopedia of forest trees. Oxfordshire: CABI, 2013. 523 p.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; LUCCA FILHO, O. A. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 3ª edição. Pelotas: Ed. Universitária, p. 474, 2006.

PINHEIRO AL, COUTO L, PINHEIRO DT, BRUNETTA JMFC. Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilizações dos mognos-africanos (*Khaya* spp.). Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura; 2011.

REIS, C. A. F. *et al.* Mogno-africano (*Khaya* spp.): atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 378 p. 2019 ISBN 978-85-7035-923-0

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, C. A.; SCOLFORO, J. R. S. O Cultivo do Mogno Africano (*Khaya* spp.) e o Crescimento da Atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v.24, n.1, p.1-11, 2017.

SÉRVULO, A. C. O.; VELLAME, L. M.; CASAROLI, D.; ALVES JUNIOR, J.; SOUZA, P. H. African Mahogany transpiration with granier method and water table lysimeter. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.21, n.5, p.322-326, 2017.

SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA, F. T. C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**. Alta Floresta. v.8, n.1, p.45- 56. 2010.

SILVA, J. R. O.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; SILVA, I. C. O. Armazenamento de Sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (FABACEAE) em Diferentes Embalagens e Ambientes. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 4, p. 457-467, 2014.

SILVA, J. G. M.; VIDAURRE, G. B.; ARANTES, M. D. C.; BATISTA, D. C.; SORANSO, D. R.; BILLO, D. F. Wood quality of African mahogany for lumber production. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 109, p. 181-190, 2016.

SILVA, R. B.; SANTOS, I. G. O.; ALBUQUERQUE, K. A. D.; SANTOS NETO, A. L.; SANTOS, W. M.; OLIVEIRA, J. D. S. Storage and conservation of iron dick seeds native to caatinga the alagoas. **Revista Ambientale**, v.11, n.1, p. 80-87, jan./abril., 2019.

SOUZA, V. C.; ANDRADE, L. A.; CRUZ, F. R. S.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, L. S. B. Conservação de sementes de marizeiro *Geoffroea spinosa* Jacq. utilizando diferentes embalagens e ambientes. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 93-102, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 6. ed., Artmed, 2017.

TERRONES, A.; MORENO, J.; AGULLÓ, J. C.; VILLAR, J. L.; VICENTE, A.; ALONSO, M. A.; JUAN, A. Influence of salinity and storage on germination of *Tamarix taxa* with contrasted ecological requirements. **Journal of Arid Environments**, v. 135, p. 17-21, 2016.

VIEIRA, C. V.; ALVARENGA, A. A.; EVARISTO MAURO DE CASTRO, E. M.; NERY, F. C.; SANTOS, M. O. Germination and storage of *Cupania vernalis* Cambess. seeds – sapindaceae. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 444-449, 2008.

WESSELS, C. B.; MALAN, F. S.; NEL, D. G.; RYPSTRA, T. Variation in strength, stiffness and related wood properties in young South- African grown *Pinus patula*. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v.76, n.1, p.37-46, 2014.

3. CAPÍTULO I – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MOGNO AFRICANO EM DIFERENTES AMBIENTES E EMBALAGENS

RESUMO

O mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.) do continente Africano, região de clima tropical e apresenta excelente qualidade madeireira. A propagação é seminal e com a crescente demanda por sementes viáveis para atender programas de conservação e produção florestal, tem-se observado a necessidade de estudos sobre o seu potencial de armazenamento. Assim, objetivou-se neste estudo identificar as condições adequadas de armazenamento para a manutenção da qualidade fisiológica de sementes de *Khaya grandifoliola* C. DC. Na avaliação do potencial de armazenamento, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 3 + 1$, sendo representados por duas condições de ambiente - câmara fria (6 °C e 72% de UR); e ambiente de laboratório (16 °C e 73% de UR), dois tipos de embalagem (polietileno e vidro), três períodos (72, 144 e 216 dias), com o tratamento adicional, sem armazenamento. Foram avaliados os valores de teor de água, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e comprimento de plântula. A análise estatística foi baseada na utilização dos Modelos Lineares Generalizados (MLG), por meio da utilização do Critério de Informação de Akaike (AIC). As médias dos dados foram comparadas pelo teste de Tukey, com significância de 0,05. Pelos dados obtidos conclui-se que as sementes de mogno africano armazenadas em ambiente de câmara fria (6 °C e 72% de UR), em embalagem de polietileno mantiveram a sua qualidade fisiológica por um período de 216 dias

Palavras-chave: *Khaya grandifoliola* C. DC, Sementes florestais, qualidade fisiológica, análise de sementes

3.1 INTRODUÇÃO

A família Meliaceae agrupa os gêneros mais valiosos, em função da alta qualidade de madeiras, sendo valorizada no mercado de madeiras nobres. Os gêneros que fazem parte desta família são: *Swietenia*, *Cedrella*, *Toona*, *Khaya*, entre outros. Em função do controle de corte e comércio de madeiras nativas, o cultivo de espécies arbóreas exóticas é uma alternativa para a instalação de plantios comerciais, entre elas, o mogno africano (Reis *et al.*, 2019).

A espécie *Khaya grandifoliola* C. DC., conhecida como mogno africano, apresenta excelente qualidade madeireira em virtude de características de estabilidade dimensional e trabalhabilidade. A sua madeira é empregada para diversos fins comerciais, devido à raridade e beleza do tom avermelhado. Geralmente, ela é utilizada para confecção de móveis, instrumentos musicais, brinquedos, marcenaria, construção naval, lenha e produção de carvão vegetal (Opuni-Frimpong, 2008; Ribeiro *et al.*, 2017; Reis *et al.*, 2019).

Esta espécie, destaca-se o seu emprego em sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF), com seu cultivo associado à criação de gado e ao cultivo do café, consistindo em alternativa de diversificação de renda do produtor rural, bem como de geração de serviços ambientais como o sombreamento de animais e a consequente regulação térmica (Reis *et al.*, 2019). É importante ressaltar, também, a facilidade de manejo da espécie, que atinge o fuste comercial de 10 metros de altura sem a necessidade de se realizar poda (Reis *et al.*, 2019).

Nativa da África, região de clima tropical, pertence a mesma família do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*) e apresenta adaptações às diferentes características edafoclimáticas dos estados brasileiros, como São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Bahia, Pará e Amazônia (Carvalho *et al.*, 2010; França *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2016; Casaroli *et al.*, 2018).

Atualmente, o mogno africano pode ser considerado um bom investimento a longo prazo; a sua madeira nobre é bastante apreciada no mercado europeu e norte americano, sendo que o preço do metro cúbico da madeira do mogno africano é 84% maior que o valor da madeira serrada do eucalipto (ITTO, 2021).

Com a crescente demanda por sementes viáveis para atender programas de conservação e a produção de mudas para reflorestamento ambiental (Terrones *et al.*, 2016), tendo em vista que a propagação do mogno africano ocorre preferencialmente via sementes (Mathias, 2013), tem-se observado a necessidade de estudos sobre a capacidade de armazenamento dessas espécies florestais, especialmente o mogno africano, o qual poderá contribuir para a expansão da produção de mudas da espécie.

Baseado no exposto, a presente pesquisa teve por objetivo determinar o potencial de armazenamento de sementes de *Khaya grandifoliola* C. DC., testando-se diferentes ambientes e embalagens.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.), foram coletadas de seis matrizes localizadas na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) (Figura 1). Após a coleta das sementes no mês de fevereiro de 2021, estas foram enviadas para o Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Florestas, em Colombo, PR, onde foram conduzidos os experimentos.

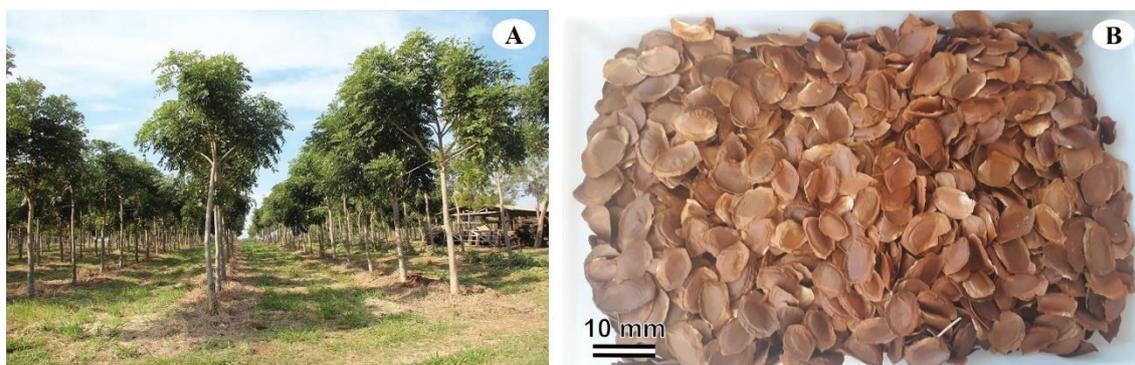


Figura 1. Mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.). (A) Plantio comercial - Fonte: Futuro Florestal (2017); (B) sementes (arquivo pessoal)

Inicialmente, determinou-se o teor de água das sementes pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (Brasil, 2009), utilizando-se quatro subamostras de 12 sementes cada. Os resultados foram expressos em porcentagem, na base úmida.

Na sequência, foi realizado o teste de germinação com quatro repetições de 50 sementes, em caixas plásticas de acrílico (29,0 x 23,0 x 9,0 cm) contendo 330 g do substrato vermiculita granulometria média e 300 mL de água, deixando o substrato com 60% da capacidade de campo e a cada dois dias foram adicionados 15 mL de

água em cada repetição. Os recipientes foram colocados em germinador (tipo B.O.D.) a 25 °C, com fotoperíodo de 12 h, de acordo com Carvalho *et al.* (2016). Foi realizado acompanhamento diário para definição a primeira e a última contagem do teste de germinação. O critério adotado para avaliação foi o de formação de plântulas normais e os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

Foi avaliado, após a última contagem do teste de germinação, o comprimento de 20 plântulas normais retiradas de cada repetição, com o auxílio de uma régua graduada. Os resultados foram expressos em centímetros (cm).

As sementes foram colocadas para armazenar em duas condições de ambiente câmara fria (6 °C e 72% UR) e ambiente de laboratório (16 °C e 73% UR); dois tipos de embalagem (saco de polietileno (espessura de 0,15 mm) e potes de vidro) e quatro períodos de armazenamento (0, 72, 144 e 216 dias). Os meses de armazenamento foram: fevereiro, abril, julho e setembro/outubro respectivamente.

O potencial fisiológico das sementes durante o período de armazenamento foi avaliado pelas seguintes determinações:

Teste de germinação - conduzido conforme descrito anteriormente.

Índice de Velocidade de germinação (IVG) - Conduzido conjuntamente com o teste de germinação, onde foram realizadas avaliações a cada dois dias, a partir do surgimento da primeira plântula normal, até a estabilização da germinação. O IVG foi calculado utilizando-se a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$$

onde: G_1, G_2, G_n = número de plântulas germinadas na primeira, segunda, até a última contagem e N_1, N_2, N_n = número de dias decorridos da semeadura à primeira, segunda, até a última contagem, respectivamente.

Comprimento de plântulas – Foram mensurados, após a última contagem do teste de germinação, o comprimento de 20 plântulas normais retiradas de cada repetição, com o auxílio de uma régua graduada. O resultado foi expresso em centímetros, cm.

Determinação do teor de água - efetuada pelo método da estufa, a 105 ± 3 °C por 24 horas (Brasil, 2009), utilizando-se quatro subamostras de 12 de sementes cada. Os resultados foram expressos em porcentagem, na base úmida.

Peso de mil sementes – realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), utilizando-se oito subamostras de 100 sementes puras e expresso em gramas.

Caracterização biométrica de semente – com auxílio do paquímetro digital, foram mensurados o comprimento, a largura e espessura de 50 sementes.

3.2.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para o armazenamento de sementes, empregou-se esquema fatorial triplo com tratamento adicional $2 \times 2 \times 3 + 1$, sendo representados por duas condições de ambiente, sendo câmara fria (6 °C e 72 % UR) e ambiente de laboratório (16 °C e 73% UR); duas embalagens (polietileno e vidro), três períodos de armazenamento (72, 144 e 216 dias) e tratamento adicional, sem armazenamento. O software utilizado foi o programa R Studio. A análise estatística foi baseada na utilização dos Modelos Lineares Generalizados (MLG), em que a resposta do armazenamento (germinação, IVG, teor de água e comprimento de plântula) foram avaliadas sob diferentes distribuições condizentes às características dos dados, a fim de obter o modelo mais ajustado, por meio da utilização do Critério de Informação de Akaike (AIC). As médias dos dados foram comparadas pelo teste de Tukey com nível de significância de 0,05.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso médio de mil sementes de *Khaya grandifoliola* C. DC. obtido foi de 433,16 g; as sementes apresentaram teor de água inicial de 6,77%. A caracterização biométrica das sementes está apresentada na Tabela 1, sendo os valores médios de: 40,7 mm de comprimento; 27,3 mm de largura; e 2,13 mm de espessura. Tamano *et al.* (2019) fizeram a classificação do tamanho das sementes de mogno africano, sendo o comprimento e largura de sementes pequenas de 2,34 x 1,55 cm, sementes médias

3,08 x 2,01 cm e sementes grandes 3,67 x 2,35 cm. Logo, de acordo com o autor, as sementes em estudo, podem ser classificadas como grandes.

Tabela 1. Caracterização biométrica de sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.).

Avaliações	Variações				
	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão	CV %
Comprimento (mm)	32,9	40,7	47,7	2,6	6,37
Largura (mm)	22,5	27,3	31,7	1,9	7,08
Espessura (mm)	1,38	2,13	2,8	0,41	19,42

C.V.% = coeficiente de variação, n=50

Foi verificado a porcentagem de plântulas normais por dia de avaliação de sementes de *K. grandifoliola* C. DC recém-colhida. Observou-se que 14 dias após a semeadura foi o início do aparecimento de 7% de plântulas normais. Após 19 dias de semeadura, ocorreu o pico de 42% de plântulas normais, no vigésimo primeiro dia, foi verificado 32% de plântulas normais e no vigésimo segundo dia o número de plântulas normais ficou constante. De acordo com o que ocorreu, a avaliação da primeira contagem da germinação de sementes de mogno africano poderá ser realizada 19 dias após a semeadura e a contagem final, no vigésimo primeiro dia de experimento.

A Figura 2 ilustra o desenvolvimento da plântula de mogno africano: a emissão da raiz (Figura 2A); o início do desenvolvimento da parte aérea (Figura 2B); e a formação da plântula normal (Figura 2C). O sistema radicular é pivotante, com raiz axial desenvolvida, as sementes não apresentam dormência, as primeiras duas folhas são opostas e simples (Reis *et al.*, 2019).



Figura 2. Processo de germinação – estágios de desenvolvimento da plântula de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.). (A) Emissão da raiz. (B) Início do desenvolvimento da parte aérea. (C) Formação da plântula normal.

Na Figura 3 estão ilustradas plântulas normais e anormais de *K. grandifoliola* C. DC. É possível observar que na Figura 3A, a plântula apresenta todas as partes essenciais completas, bem desenvolvidas e saudáveis com sistema radicular e parte aérea bem formados e folhas expandidas. Nas Figuras 3B e 3C estão exemplificadas as plântulas anormais, com parte aérea não desenvolvida, curto, grosso e retorcido.

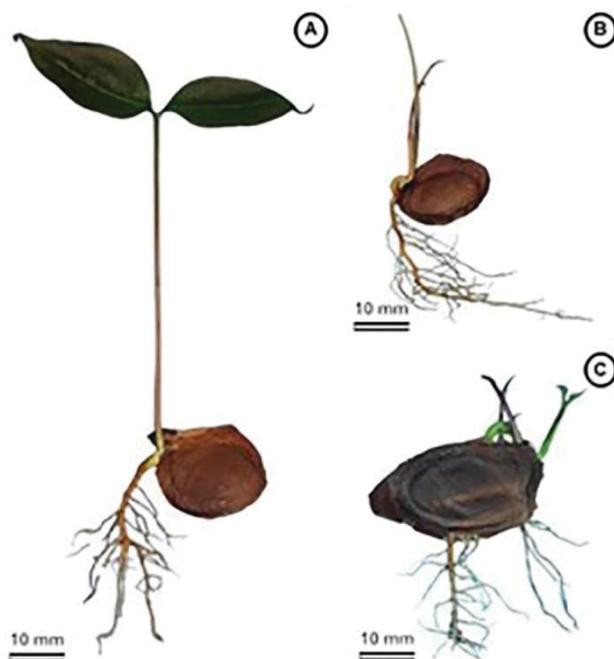


Figura 3. Plântulas de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.). (A) Plântula normal; (B) e (C) Plântulas anormais.

Nas Figuras 4A e 4B estão representadas as médias da umidade relativa do ar e as médias das temperaturas máxima, mínima e média, obtidas durante o período de armazenamento em cada ambiente. A condição de ambiente de laboratório (Figura 4A) foi a que apresentou maior variação tanto da temperatura média 16 °C, quanto da umidade relativa média 73%. A câmara fria apresentou a menor variação média de temperatura 6 °C e de umidade relativa 72%.

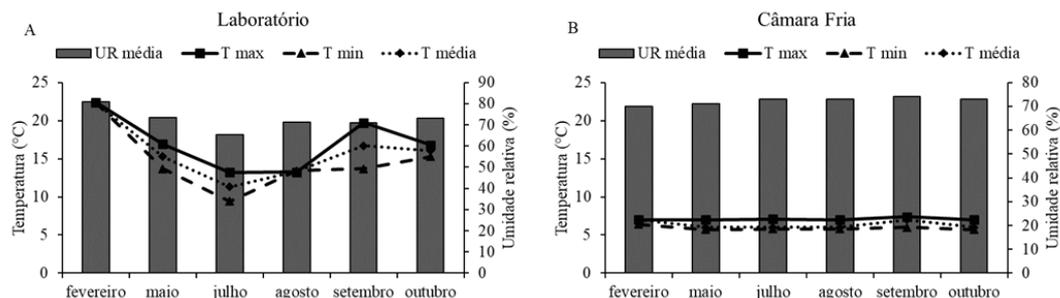


Figura 4. Dados de temperatura e umidade relativa do ar em diferentes ambientes testados, durante o período de armazenamento de sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.). A- Laboratório (Colombo, Paraná). B – Câmara fria.

Verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) da interação entre os fatores ambientes, embalagens e períodos de armazenamento para as variáveis teor de água, germinação, índice de velocidade de germinação e comprimento de plântula em centímetros.

O teor de água da semente influencia suas características físicas e bioquímicas, sendo necessário determinar durante o período de armazenamento (Carvalho & Nakagawa, 2012). O teor de água inicial das sementes foi de 6,77% (Figura 5 e Tabela 2 – Anexo). O teor de água das sementes durante o período de armazenamento de 72, 144 e 216 dias no ambiente de laboratório na embalagem de polietileno foi de 8,76%, 12,33% e 12,13% e na embalagem de vidro foi de 7,80%, 8,74%, 7,69 respectivamente. O teor de água das sementes durante o período de armazenamento de 72, 144 e 216 dias no ambiente de câmara fria na embalagem de polietileno foi de: 9,87%, 11,92% e 13,42% e na embalagem de vidro foi 9,38%, 7,34% e 7,19% respectivamente.

Observa-se que as umidades relativas do ar, nos dois ambientes, foram semelhantes, sendo no ambiente de laboratório a umidade relativa do ar foi de 73% e na câmara fria a umidade relativa foi de 72%. Nota-se que houve um aumento do teor de água das sementes em ambos os ambientes na embalagem de polietileno, ou seja, as sementes nas embalagens de polietileno absorveram umidade do ar.

O armazenamento das sementes em embalagem de vidro, possibilitou menores flutuações do teor de água, em ambos os ambientes, em função do vidro ser uma embalagem impermeável a troca de vapor d'água, dessa forma, impede o estabelecimento do equilíbrio entre o teor de água da semente com a umidade relativa do ambiente armazenado (Martins et al., 2009).

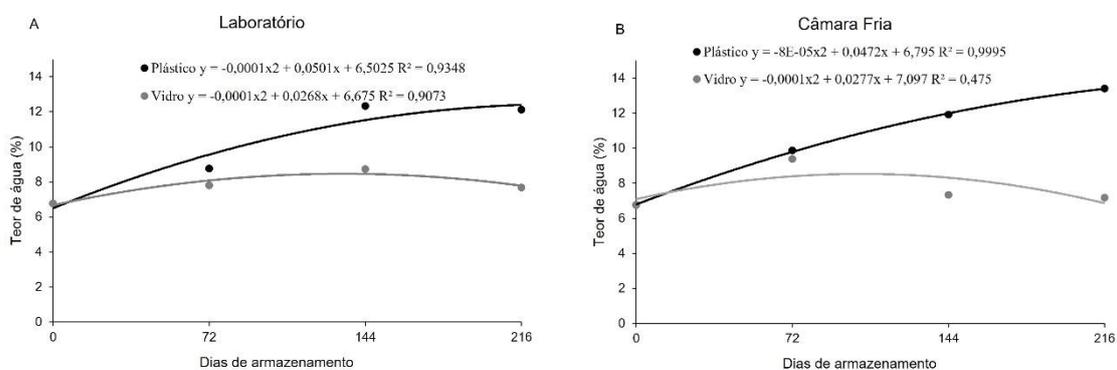


Figura 5. Teor de água de sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.). (A) Armazenadas por até 216 dias em ambiente de laboratório (B) em câmara fria.

O armazenamento das sementes em ambiente de laboratório na embalagem de polietileno (Figura 6A e Tabela 3 - Anexo) reduziu rapidamente a qualidade fisiológica das sementes, sendo que a germinação inicial de 81% foi para 54% após 72 dias de armazenamento, sendo mantido este valor até 216 dias de armazenamento. No mesmo ambiente, a embalagem de vidro (Figura 6A) se sobressaiu, visto que conseguiu manter a qualidade fisiológica das sementes por um período maior, sendo que após 72 dias de armazenamento a germinação foi de 72%, reduzindo para 52% após 144 dias e 45% após 216 dias.

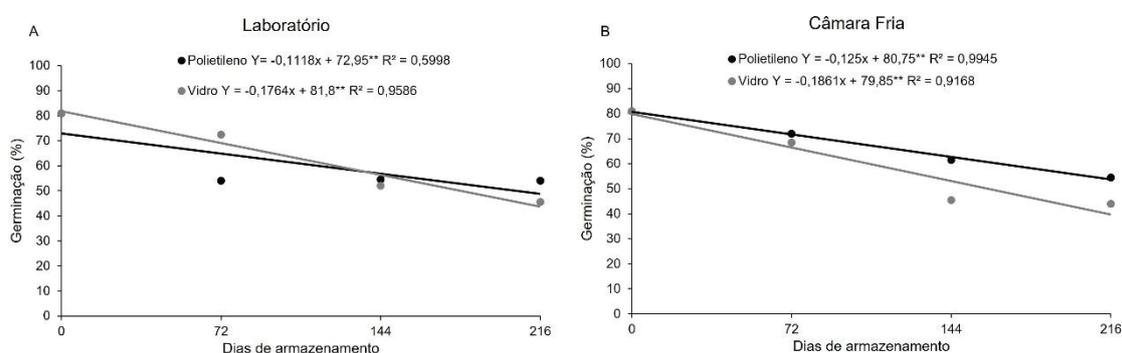


Figura 6. Germinação de sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.) armazenadas em diferentes ambientes e embalagens. (A) Ambiente de laboratório. (B) Câmara Fria.

Pinto Junior *et al.* (2012) verificaram a perda da qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso durante o armazenamento em ambiente de laboratório, nas embalagens de polietileno e vidro, por 180 dias. Entretanto, Borba-Filho *et al.* (2009), verificaram que para sementes de ipê-branco, a melhor condição de armazenamento foi em embalagem de polietileno em ambiente de câmara fria (14 a 20°C; 74 a 82% de umidade relativa). Segundo Marcos-Filho (2015) a condição de armazenamento é distinta entre as espécies e a redução da germinação em função dos períodos de armazenamento, está relacionada com a perda da qualidade fisiológica.

No ambiente de câmara fria, a embalagem de polietileno (Figura 6B e Tabela 3 - Anexo) conservou melhor a qualidade fisiológica das sementes, sendo que após 72 dias de armazenamento a germinação foi de 72%, semelhante com a germinação do ambiente de laboratório na embalagem de vidro. Após 144 e 216 dias de armazenamento, a germinação foi de 61% e 54% respectivamente. A embalagem de vidro (Figura 6B), não foi ideal para armazenar as sementes, após 72 dias de

armazenamento a germinação foi de 68% e 144 e 216 dias foi de 45% e 44% respectivamente, ou seja, a qualidade fisiológica foi reduzida de forma acentuada.

Para o armazenamento de sementes de *K. grandifoliola* C. DC., o ambiente de câmara fria e embalagem de polietileno foi o que melhor preservou o potencial fisiológico das sementes ao longo dos períodos de armazenamento (Figura 6 e Tabela 3 do Anexo).

A Figura 7 apresenta os valores de índice de velocidade de germinação (Figuras 7A e 7B, e Tabela 4 - Anexo) e o comprimento de plântula de mogno africano (Figuras 7C e 7D, e Tabela 5 - Anexo) em diferentes ambientes e embalagens.

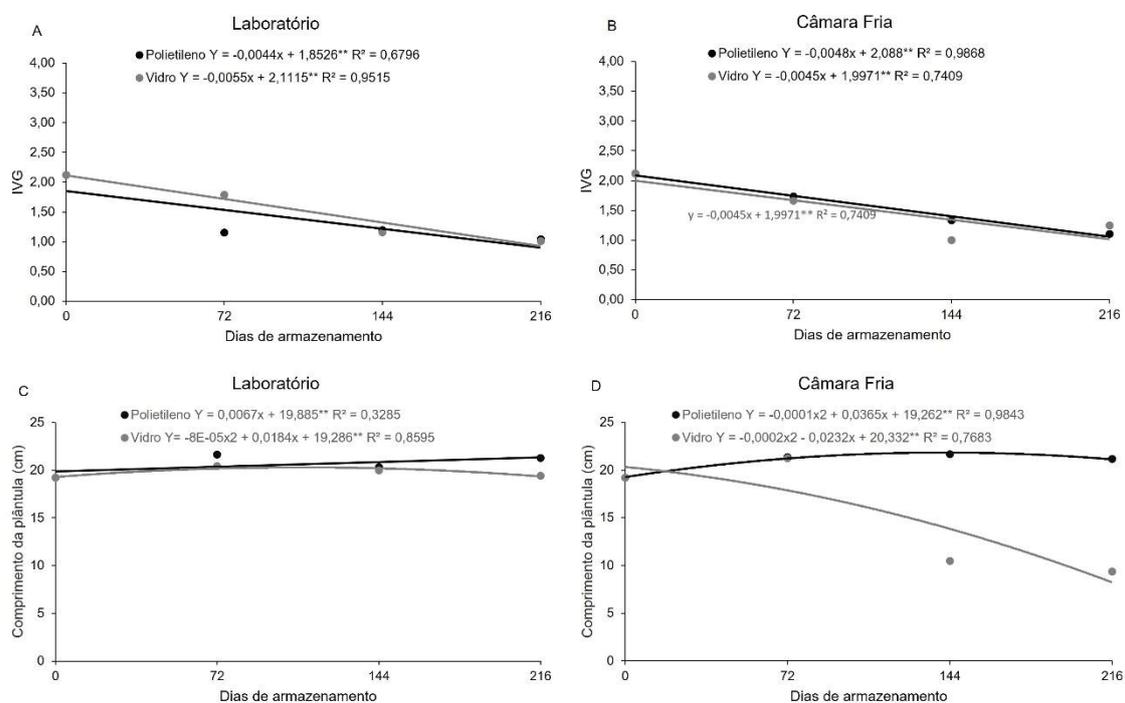


Figura 7. Vigor - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e comprimento de plântulas (cm) de sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.), armazenadas em diferentes ambientes e embalagens. (A e C) IVG e comprimento de plântula no ambiente de laboratório. (B e D) IVG e comprimento de plântula na câmara fria.

No ambiente de laboratório na embalagem de polietileno, a IVG reduziu de forma progressiva e rápida com o passar dos períodos de armazenamento, evidenciando que este tratamento é menos vigoroso. No ambiente de laboratório na embalagem de vidro, o IVG foi semelhante com o inicial no período de 72 dias de armazenamento, nos períodos de 144 e 216 dias, ocorreu redução.

Com relação ao IVG das sementes armazenadas em câmara fria, observou-se comportamento linear quando armazenadas nas embalagens de polietileno e vidro. Entretanto, na embalagem de polietileno o IVG foi melhor, até o final de 216 dias de armazenamento. Este resultado sugere que a câmara fria é o ambiente mais adequado para o armazenamento durante um período de 216 dias, favorecendo a manutenção da qualidade fisiológica e vigor das sementes, observada por meio da avaliação da porcentagem de germinação (Figura 6B) e índice de velocidade de germinação (Figura 7B). O comportamento do IVG, apresentou uma redução após os períodos de armazenamento, o que evidenciando a rápida deterioração das sementes, verificado também por Cunha *et al.* (2019) com sementes de *Cynophalla flexuosa*.

Na determinação do comprimento de plântulas normais, é levado em consideração plântulas que expressam os maiores valores, são consideradas mais vigorosas (Guedes *et al.*, 2009). Nos períodos de 72, 144 e 216 dias de armazenamento, o comprimento de plântulas foi semelhante ao inicial nos seguintes tratamentos: ambiente laboratório, nas embalagens de polietileno e vidro e no ambiente de câmara fria na embalagem de polietileno. O comprimento de plântula no ambiente de laboratório na embalagem de vidro reduziu após 216 dias de armazenamento.

No presente trabalho, consideramos que o comprimento de plântulas não foi uma avaliação sensível para expressar o resultado de vigor entre os tratamentos, em função do período de condução dos testes. O experimento inicial foi finalizado com 22 dias após a semeadura, devido ao estabelecimento de plântulas normais. Os demais experimentos foram finalizados com 30 a 32 dias após a semeadura.

3.5 CONCLUSÕES

A melhor combinação entre ambiente e embalagem para o armazenamento de sementes de mogno africano por até 216 dias, é a condição de ambiente câmara fria, com temperatura 6 °C e UR 72%, em embalagem de polietileno.

3.6 REFERÊNCIAS

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

BORBA FILHO, A. B.; CRISTINA, S.; PEREZ, J. G. A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista brasileira de sementes**, v. 31, nº 1, p.259-269, 2009.

CARVALHO, A. M.; SILVA, B. T. B.; LATORRACA, J. V. F. Avaliação da usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.). **Cerne**, v. 16, Suplemento, p. 106-114, 2010.

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

CARVALHO, J. C.; SANTOS, E. B.; REIS, A. R. S.; REIS, L. P.; SANTOS, J. X. Efeito de tratamentos pré-germinativos e substratos na germinação e crescimento de plântulas de mogno-brasileiro e africano. **Biota Amazônia**, v.6, n.3, p.84-88, 2016.

CASAROLI, D.; ROSA, F. O.; JÚNIOR, J. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; BRITO, B. V.; PENA, D. S. Aptidão edafoclimática para o mogno africano no Brasil. **Ciência Florestal**, v.28, n.1, p.357-368, 2018.

CUNHA, M. C. L.; SOUZA, M. A. S.; MORAIS, R. M.; SANTANA, G. M.; Teor de umidade e perda de viabilidade de sementes de *Cynophalla flexuosa*. **Advances in Forestry Science**, v. 6, n. 2, p. 575-581, 2019.

FRANÇA, T. S. F. A.; ARANTES, M. D. C.; PAES, J. B.; VIDAURRE, G. B.; OLIVEIRA, J. T. DA S.; BARAÚNA, E. E. P. Características anatômicas e propriedades físico-mecânicas das madeiras de duas espécies de mogno africano. **Cerne**, v.21 n.4, p. 633-640, 2015.

GUEDES, R. S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; MEDEIROS, M.S.; LIMA, C.R. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 793-802, 2009.

ITTO. International Tropical Timber Organization. Tropical Timber Market Report. V. 25, n.19, p.1-27, 2021. Disponível em: < https://www.itto.int/files/user/mis/MIS_1-15_Oct2021.pdf> Acesso em 28 de oct. 2021.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Londrina, PR: ABRATES, 2015. 660 p.

MARTINS, C. C.; MARILENE, L. A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C.G. Secagem e armazenamento de sementes de juçara. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 635-642, 2009.

MATHIAS, J. Como plantar mogno africano. **Revista Globo Rural**, 2013. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-plantar/noticia/2013/11/como-plantar-mogno-africano.html>> Acesso em 09 set. 2020.

OPUNI-FRIMPONG, E.; TEKPETEY, S. L.; OWUSU, S. A.; OBIRI, B. D.; APPIAH-KUBI, E.; OPOKU, S.; NYARKO-DUAH, N. Y.; ESSIEN, C.; OPOKU, E. M.; STORER, A. J. Managing mahogany plantation in the tropics: field guide for farmers. Kumasi/Ghana: Forest Institute of Ghana, 95 p. 2008.

PINTO JUNIOR, A. S.; GUIMARÃES, V. F.; DRANSKI, J. A. L.; STEINER, F.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 34, nº 4 p. 636 - 643, 2012.

REIS, C. A. F. *et al.* Mogno-africano (*Khaya* spp.): atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 378 p. 2019 ISBN 978-85-7035-923-0

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, C. A.; SCOLFORO, J. R. S. O Cultivo do Mogno Africano (*Khaya* spp.) e o Crescimento da Atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v.24, n.1, p.1-11, 2017.

SILVA, J. G. M.; VIDAURRE, G. B.; ARANTES, M. D. C.; BATISTA, D. C.; SORANSO, D. R.; BILLO, D. F. Wood quality of African mahogany for lumber production. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 109, p. 181-190, 2016.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p 176-77, 1962.

TAMANO, Ademar. D. *et al.* Análise da relação do tamanho das sementes com o poder germinativo em sementes de mogno africano *Khaya grandifoliola* c. d. c. (welw). Anual IV Congresso Internacional das Ciências Agrárias, Cointer – PDVAgro, 2019. doi 10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0179

TERRONES, A.; MORENO, J.; AGULLÓ, J. C.; VILLAR, J. L.; VICENTE, A.; ALONSO, M. A.; JUAN, A. Influence of salinity and storage on germination of *Tamarix taxa* with contrasted ecological requirements. **Journal of Arid Environments**, v. 135, p. 17-21, 2016.

ANEXO

Tabela 2. Teor de água de sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.), armazenadas em diferentes ambientes e embalagens, durante 216 dias.

Teor de água no tempo zero: 6,77				
		72	144	216
Laboratório (22 °C – 11 °C e 81% - 66% UR)				
	Plástico	8,76 <i>Bab</i>	12,33 <i>Aaa</i>	12,13 <i>Baa</i>
	Vidro	7,80 <i>Bbb</i>	8,74 <i>Aba</i>	7,69 <i>Abb</i>
Câmara Fria (7 °C – 6 °C e 74% - 70% UR)				
	Plástico	9,87 <i>Aac</i>	11,92 <i>Aab</i>	13,42 <i>Aaa</i>
	Vidro	9,38 <i>Aaa</i>	7,34 <i>Bbb</i>	7,19 <i>Abb</i>
CV (%)		2.99 %		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letra maiúscula entre ambientes, letra minúscula entre embalagens, letra em itálico entre tempos.

Tabela 3. Germinação de sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.) armazenadas em diferentes ambientes e embalagens, durante 216 dias

%G no tempo zero 81				
		72	144	216
Laboratório (22 °C – 11 °C e 81% - 66% UR)				
	Plástico	54 <i>Bba</i>	54 <i>Aaa</i>	54 <i>Aaa</i>
	Vidro	72 <i>Aaa</i>	52 <i>Aab</i>	45 <i>Aab</i>
Câmara Fria (7 °C – 6 °C e 74% - 70% UR)				
	Plástico	72 <i>Aaa</i>	61 <i>Aab</i>	54 <i>Aab</i>
	Vidro	68 <i>Aaa</i>	45 <i>Abb</i>	44 <i>Abb</i>
CV (%)		9.43 %		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letra maiúscula entre ambientes, letra minúscula entre embalagens, letra em itálico entre tempos.

Tabela 4. Vigor - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.), armazenadas em diferentes ambientes e embalagens, durante 216 dias.

IVG no tempo zero: 2,1			
	72	144	216
Laboratório (22 °C – 11 °C e 81% - 66% UR)			
Plástico	1,27 Bba	1,19 Aaa	1,04 Aaa
Vidro	1,78 Aaa	1,15 Aab	1,00 Aab
Câmara Fria (7 °C – 6 °C e 74% - 70% UR)			
Plástico	1,73 Aaa	1,33 Aab	1,10 Aab
Vidro	1,66 Aaa	1,00 Abb	1,24 Aab
CV (%)	11.45 %		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letra maiúscula entre ambientes, letra minúscula entre embalagens, letra em itálico entre tempos.

Tabela 5. Vigor - Comprimento de plântulas de sementes de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.), armazenadas em diferentes ambientes e embalagens, durante 216 dias.

CP (cm) do tempo zero: 19,17			
	72	144	216
Laboratório (22 °C – 11 °C e 81% - 66% UR)			
Plástico	21,65 Aaa	20,3 Aaa	21,25 Aaa
Vidro	20,45 Aaa	19,97 Aaa	19,42 Aba
Câmara Fria (7 °C – 6 °C e 74% - 70% UR)			
Plástico	21,4 Aaa	21,7 Aaa	21,2 Aaa
Vidro	21,25 Aaa	10,47 Bbb	9,35 Bbc
CV (%)	3.86 %		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letra maiúscula entre ambientes, letra minúscula entre embalagens, letra em itálico entre tempos.