



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE – UFS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA – DBI

SARA LORENA DE PÁDUA SOUZA

**CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE MANGABA EM SOLUÇÃO
OSMOCONDICIONANTE**

São Cristóvão – SE
2021.2

SARA LORENA DE PÁDUA SOUZA

**CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE MANGABA EM SOLUÇÃO
OSMOCONDICIONANTE**

Monografia apresentada ao Departamento de Biologia, pertencente ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Federal de Sergipe como um dos pré-requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Silva-Mann

Co-orientadora: Dr^a. Juliana Lopes Souza

São Cristóvão – SE
2021.2

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família pelo eterno apoio e por serem meu refúgio em todos os momentos da vida.

A todos (as) os (as) professores (as) que participaram da minha formação, em especial à professora Renata Silva-Mann pela confiança, generosidade e acolhimento e à professora Laura Jane Gomes por todo o carinho fora e dentro de sala de aula.

Aos amigos José Anderson, Ariele Paiva, Gleisson Neri, Ariel Davino, Lázaro Santana, Johnny Rezende, Sandy Cavalcanti, Bruno Bastos, Maryna Gomes, Amanda Martins, Vitória Evelyn e Letícia Alves por me acompanharem nessa jornada, pelos momentos de alegria e por sempre terem um bom conselho, uma palavra amiga de conforto e motivação. À Wilson Romão, José Lucas, Mariel Salvador e Bryanne Araújo pela paciência e amizade durante meus primeiros passos na pesquisa científica.

Aos amigos e companheiros de laboratório, Valdinete Nunes, Juliana Lopes, Crislaine Calazans, Thiago Roberto, Lucas Alexandre, João Pedro, Valéria Mota e Izabel Cândido por todas as experiências acadêmicas e de vida trocadas, por todo empenho e companheirismo durante a jornada no grupo de pesquisa Genaplant.

À equipe da Econsult Group pela oportunidade de me desenvolver enquanto profissional da área de Biologia, em especial Paulinho Santana por ser meu professor, por puxar minha orelha quando necessário e pelos elogios quando eu atingia a qualidade que ele esperava por saber que eu era capaz de alcançar o meu melhor.

À Universidade Federal de Sergipe pelo belo espaço destinado ao ensino, lazer e por ser o palco de muitas das minhas mudanças como ser humano.

À COPES e CNPq pelas bolsas de pesquisa concedidas durante minha graduação.

RESUMO

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), árvore nativa do Brasil e símbolo do estado de Sergipe, é constantemente ameaçada por práticas antrópicas que ameaçam seu habitat natural. Além disso, a espécie é alógama e possui alelos de autoincompatibilidade, o que dificulta as chances de reprodução, fator que só se agrava com perda de indivíduos em populações nativas. A semente é recalcitrante e o armazenamento deste diásporo traria uma maior chance de conservação para a espécie, o que se torna um desafio para os pesquisadores. O objetivo do presente estudo foi avaliar a viabilidade e o vigor de sementes de mangaba, armazenadas em solução osmocondicionante por meio da germinação, condutividade elétrica, teor de água, tamanho de plântulas, proteínas resistentes ao calor e peroxidase. As sementes foram avaliadas em intervalos de 30 dias durante 180 dias. O maior comprimento de plântulas foi obtido com o armazenamento até 90 dias. O armazenamento das sementes na solução osmocondicionante permitiu a manutenção relativa da viabilidade e vigor, e pode-se identificar variações em proteínas resistentes ao calor e peroxidases que possibilitam o melhor entendimento e acompanhamento da conservação quanto ao estresse oxidativo. Como conclusão, foi observado que os melhores níveis de qualidade e vigor das sementes foram obtidos até os 90 dias de armazenamento.

Palavras-chave: Mangabeira; Conservação *ex situ*; Germinação; Vigor.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Teor de água (%) de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), conservadas em solução osmocondicionante.....15
- FIGURA 2. Condutividade elétrica ($\mu\text{s. cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) submetidas a diferentes tempos de armazenamento em solução osmocondicionante.....17
- FIGURA 3. Porcentagem de germinação (G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Comprimento de Plântula (CP) de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), conservadas em solução osmocondicionante.....19
- FIGURA 4. Comprimento de Plântula (CP) de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), conservadas em solução osmocondicionante.....20
- FIGURA 5. Plântulas obtidas a partir de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) armazenadas em solução osmocondicionante por 30 dias, avaliadas no equipamento de análise de imagem GroundEye® (Tbit).....21
- FIGURA 6. Plântulas obtidas a partir de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) armazenadas em solução osmocondicionante por 60 dias, avaliadas no equipamento de análise de imagem GroundEye® (Tbit).....21
- FIGURA 7. Plântulas obtidas a partir de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) armazenadas em solução osmocondicionante por 90 dias, avaliadas no equipamento de análise de imagem GroundEye® (Tbit).....22
- FIGURA 8. Atividade da enzima peroxidase ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) e das proteínas resistentes ao calor (mg. mL^{-1}) em sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), submetidas a diferentes tempos de armazenamento em solução osmocondicionante.....23

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	iv
LISTA DE FIGURAS	v
SUMÁRIO.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. PROBLEMA/JUSTIFICATIVA	2
3. OBJETIVO GERAL.....	4
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
5. REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
6. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
9. REFERÊNCIAS	23
10. ATA DA MONOGRAFIA.....	24

1. INTRODUÇÃO

A mangaba é fruto proveniente da espécie arbórea nativa do Brasil denominada mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). A árvore ocupa o bioma Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, especificamente em áreas de Tabuleiros Costeiros e Restinga, pertencentes ao bioma da Mata Atlântica (VIEIRA NETO, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2018). Estes territórios sofrem com a degradação de origem antrópica, seja pela retirada de vegetação natural para o cultivo de monoculturas e pastos no Centro-Oeste (AROUCHE-LIMA *et al.*, 2022; FILHO, 2022), salinização e desertificação no interior do Nordeste (SOUZA *et al.*, 2015) ou pela especulação imobiliária em zonas costeiras (OLIVEIRA; LANDIM, 2014).

O fruto da mangabeira possui importância social, visto que a árvore é considerada símbolo do estado de Sergipe e há comunidades extrativistas que retiram o sustento da venda do fruto *in natura* ou com a produção de derivados como doces, licores e sorvetes (NUNES, 2018). Este é o caso da organização das Catadoras de Mangaba, grupo marcante do estado de Sergipe. Além disso, as sementes da espécie são recalcitrantes, ou seja, não toleram desidratação até certos níveis e o armazenamento a baixas temperaturas (ROBERTS, 1973). Tal fato não permite sua ocorrência por longos períodos de tempo no banco de sementes da área de ocorrência.

O desenvolvimento de estudos que avaliem novas metodologias *ex situ* para armazenamento das sementes de mangaba por períodos de tempo mais longos são essenciais à conservação da espécie. Para tal, as avaliações dos perfis morfológicos e fisiológicos apresentados pelas sementes são de extrema importância, já que são indicadores da efetividade das técnicas adotadas (LIMA *et al.*, 2004; HEBERLE *et al.*, 2019).

2. PROBLEMA/JUSTIFICATIVA

Considerada fruta símbolo do estado de Sergipe, a mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) tem ampla distribuição no estado, ocorrendo naturalmente de Norte a Sul do litoral sergipano. Devido ao agradável aroma e sabor dos frutos, a mangaba é utilizada para consumo *in natura* ou na forma de produtos processados como sorvetes e doces.

A produção desta espécie não tem atendido à demanda, uma vez que é explorada, em quase sua totalidade, de forma extrativista. As práticas indevidas realizadas durante a colheita dos frutos, podem levar a quebra de galhos e a retirada de mais de 75% de frutos da árvore com o extrativismo. Outro aspecto é a retirada desordenada de indivíduos para expansão urbana e ocupação imobiliária, que a cada dia que passa invadem mais regiões de áreas verdes para construção de estradas e moradias.

O extrativismo da mangaba, no âmbito das cadeias de produtos da sociobiodiversidade, é considerada uma das cadeias mais expressivas do bioma Cerrado, segundo os critérios de significância social, importância econômica, relevância ambiental, representatividade territorial e inserção em políticas existentes. A safra difere de um estado para outro, sendo que se concentra entre dezembro e junho (safra de verão) e maio a julho (safra de inverno) em Sergipe. Na Paraíba, a safra ocorre entre os meses de outubro a janeiro, de novembro a abril no estado da Bahia e, em Minas Gerais, de outubro a janeiro (CONAB, 2014).

Geralmente a mangaba é propagada por sementes, inicia sua produção entre o terceiro e o quinto ano após o plantio. Em condições de clima, solo e manejo adequado, pode produzir até 12 toneladas de frutos por hectare. Existem poucas áreas plantadas dessa fruta no Brasil, a exceção se faz para algumas poucas que ocorrem em Sergipe e Paraíba, criadas por meio de técnicas de enxertia e cultura de tecidos (SILVA JÚNIOR; LÉDO, 2006).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento publicou a Portaria nº 747, de 25 de julho de 2014 com os preços mínimos para os produtos extrativos da safra 2014/2015, que corresponde a R\$ 2,53 por quilo para a mangaba coletada no Nordeste, visando reduzir a exploração comercial injusta junto aos extrativistas.

As sementes de mangaba são recalcitrantes e não podem ser desidratadas abaixo de um teor de água relativamente elevado (12 a 31%) e não suportam o armazenamento em baixa temperatura, sem que ocorram danos fisiológicos (ROBERTS, 1973; SOARES *et al.*, 2016).

Inúmeras técnicas surgiram visando à conservação em longo prazo de sementes recalcitrantes, no entanto, todas requerem ajustes a depender da espécie (NORMAH *et al.*, 1986). De maneira geral, sementes recalcitrantes podem ser armazenadas pelo período máximo de um ano, de modo que a sua conservação em banco de germoplasma é difícil (EIRA, 1996). Assim, variações podem ocorrer e se refletir na manutenção da viabilidade ao longo do armazenamento das sementes.

3. OBJETIVO GERAL

Caracterizar a qualidade de sementes armazenadas em solução osmocondicionante visando o manejo e conservação da espécie.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar teor de água, condutividade elétrica, porcentagem de germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e comprimento de plântulas (CP).

Analisar concentração da enzima peroxidase e das proteínas resistentes ao calor.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), espécie arbórea nativa do Brasil, é uma angiosperma eudicotiledônea da ordem Gentianales, família Apocynaceae e gênero *Hancornia*. De acordo com a literatura, a espécie é dividida em seis variações botânicas, identificadas pelo tipo de fruto, flor e planta que produzem (MONACHINO, 1945; FONSECA *et al.*, 2018). A árvore possui altura média, podendo atingir de 2 a 10 m de altura, a copa é irregular e os troncos são tortuosos e ramificados (LIMA; SCARIOT, 2010; COSTA *et al.*, 2011). Ocupa principalmente os biomas de Cerrado e Caatinga, além de Tabuleiros Costeiros e Restinga, pertencentes ao bioma da Mata Atlântica. Os solos mais comuns de se encontrar a espécie possuem alto nível de acidez e são pobres em matéria orgânica e nutrientes (VIEIRA NETO, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

O nome mangaba, denominação do fruto da mangabeira, tem origem na língua tupi e significa “coisa boa de comer” (VIEIRA NETO, 2010). O fruto é do tipo baga, possui formato arredondado ou elipsoide, o tamanho varia entre 2,5 a 6 cm e a coloração apresenta tons esverdeados, amarelo ou alaranjado com manchas vermelhas, a depender do estágio de maturação. Devido ao aroma e sabor ácido dos frutos, a mangaba é utilizada para consumo *in natura* ou na produção de doces como geleias e sorvetes, licor e suco (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2018; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2018b).

Diversas partes da planta podem ser utilizadas para fins medicinais e a madeira pode servir como lenha. A casca é usada no combate doenças de pele e auxilia nas funções hepáticas. Da folha pode-se extrair chá consumido para reduzir cólicas menstruais; o látex, conhecido como leite, atua contra tuberculose e no tratamento de úlceras (LIMA; SCARIOT, 2010; NUNES, 2018). Os frutos podem ser usados na regulação da pressão sanguínea e prevenção de anemia; possuem antioxidantes, vitaminas A, B e C, são ótima fonte de ferro, zinco e potássio, além de conter ácido ascórbico, carotenoides e compostos fenólicos. A espécie possui propriedades antimicrobianas, antidiabética, anti-hipertensiva e antimutagênica (MORAES *et al.*, 2008; NUNES *et al.*, 2021a; NUNES *et al.*, 2021b; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2018a; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2018b).

A partir do Decreto Estadual nº 12.723, de 20 de janeiro de 1992 (SERGIPE, 1993), a mangabeira tornou-se árvore símbolo do estado de Sergipe. Possui importância cultural, econômica e social, sendo o grupo intitulado Catadoras de Mangaba o movimento marcante do estado de Sergipe (NUNES, 2018). O extrativismo é a principal forma de exploração, sendo poucas as áreas plantadas unicamente para fins comerciais. Não houve

domesticação da espécie, então para a maior viabilidade do cultivo comercial os melhores genótipos devem ser estudados e selecionados (OLIVEIRA *et al.*, 2018; MAIA *et al.*, 2020). Estes são escolhidos através de características como peso e tamanho da fruta e das sementes, além do nível de acidez, entre outros (FONSECA *et al.*, 2018). A mangabeira faz parte da lista de espécie com potencial alimentício do Brasil, além de uma das primordiais para uso em pesquisas (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2018b).

As áreas de ocorrência da mangabeira estão entre as mais afetadas por ações antrópicas: parte da vegetação do Cerrado é desmatada para implantação de monoculturas e pastos (AROUCHE-LIMA *et al.*, 2022; OLIVEIRA FILHO, 2022), a Caatinga sofre com a salinização e desertificação do solo (SOUZA *et al.*, 2015) e áreas de restinga e tabuleiros comportam grandes empreendimentos do mercado imobiliário (OLIVEIRA; LANDIM, 2014). Para conservação dos remanescentes, boas práticas de manejo devem ser adotadas. Uma delas é deixar um percentual de frutos na árvore para que sirvam de alimento à fauna local e para reposição de novos indivíduos. É importante evitar quebra de galhos, pois favorece a ocorrência de doenças e prejudica a produção de novos frutos. Por último, somente realizar a coleta de frutos “de vez”, aqueles já maduros e amarelados, ou os “de queda”, ou seja, os frutos já caídos das árvores (LIMA; SCARIOT, 2010).

As sementes são recalcitrantes, ou seja, não toleram secagem e o armazenamento sob baixas temperaturas (ROBERTS, 1973; SOARES *et al.*, 2006; SOARES *et al.*, 2016; NUNES, 2018). Em pesquisa realizada por Nunes *et al.* (2022), foi possível armazenar sementes de mangaba em solução osmocondicionante. Porém, a recalcitrância impõe desafios na conservação da qualidade e vigor das mesmas. Por isso é importante a produção de mais pesquisas sobre alterações moleculares e enzimáticas ao longo do armazenamento.

A semeadura pode ocorrer até quatro dias após a retirada da semente do fruto, pois sofre até 30% de desidratação. Entender a variabilidade genética e amplitude geográfica de uma espécie nativa proporciona o desenvolvimento de melhores estratégias de conservação (COSTA *et al.*, 2011). A domesticação é uma alternativa apontada por Vieira Neto (2010) como compensação às constantes reduções no número de mangabeiras. Testes de germinação e de vigor são métodos para análise da qualidade fisiológica de sementes, sendo que deve haver protocolos adaptados às diferentes condições das espécies para que as mesmas expressem o máximo do potencial genético (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

A avaliação fisiológica das sementes também se estende a análises proteicas ou enzimáticas, visto que tais compostos são abundantes nestes propágulos e normalmente não apresentam metabólitos secundários, capazes de interferir nos resultados da pesquisa (CHELIAK; PITEL, 1984; SANTOS *et al.*, 2016). Cada composto estudado fornece diferentes informações sobre o estado bioquímico das sementes durante armazenamento (LIMA *et al.*, 2004; HEBERLE *et al.*, 2019), mudanças causadas por produtos químicos (HENNING *et al.*, 2009; VEIGA *et al.*, 2010), como as enzimas se comportam a cada estágio de maturação (NAKADA *et al.*, 2011), entre outros casos.

Atualmente, grande parte dos trabalhos acadêmicos que envolvem o estudo enzimático em sementes são desenvolvidos para melhorar a compreensão de como estresses ambientais afetam a evolução dos propágulos. Há maior apelo para pesquisas em espécies agrônômicas, porém é perceptível a ascensão do interesse em espécies florestais (ALBUQUERQUE *et al.*, 2009; FLORES *et al.*, 2014; AYAN *et al.*, 2018; LARA, 2019), visto que a recuperação de áreas degradadas é tema presente nas discussões mundiais (TOFANELLO, 2011; REIS, 2017).

Peroxidases são uma família de enzimas constituídas por alta diversidade de componentes químicos. Fazem parte do grupo heme de proteínas, que possui em seu centro um átomo de ferro associado a diversas cadeias heterocíclicas, conjunto denominado protoporfirina IX. Podem ser encontradas igualmente em fungos, plantas e vertebrados (MIKA; LUTHJE, 2003). Segundo Tyson *et al.* (1986), as peroxidases de plantas são codificadas em diferentes locos, além de possuírem altas chances de modificação por glicosilação. Localizam-se no citosol e na parede celular (ACQUAAH, 1992).

As funções das peroxidases estão associadas tanto a fatores bioquímicos como fisiológicos, a exemplo da formação celular, crescimento e biossíntese de etileno. Tais enzimas são ativadas também como resposta a diferentes tipos de estresse (JEBARA *et al.*, 2005). Normalmente, em estado de estresse, este grupo enzimático tende a oxidar substratos na presença de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (MIKA; LUTHJE, 2003).

As enzimas antioxidantes guaiacol peroxidase e ascorbato peroxidase são essenciais na defesa a estresses sofridos pela planta, agindo na decomposição de ROS (espécies reativas de oxigênio) e de H_2O_2 , produzidos como metabólitos secundários tóxicos gerados a partir da atividade celular. Tais compostos, além de radicais como o superóxido (O_2^-) e a hidroxila (OH^-), tendem a agir como sinalizadores para liberação das enzimas produzidas na defesa do organismo (KOMATSU *et al.*, 2010; LEE *et al.*, 2011; LEE *et*

al., 2013). Os mesmos são utilizados como importantes parâmetros em estudos que avaliam as respostas enzimáticas de plantas que sofreram algum tipo de revés ambiental.

Proteínas resistentes ao calor constituem um grupo com alta concentração de aminoácidos hidrofílicos, mais especificamente a glicina e glutamina. Estas condições permitem que as proteínas possuam alto teor de solubilidade em água e suportem altas temperaturas sem modificação estrutural. Tais proteínas são estocadas nos estádios finais de desenvolvimento da semente (WALTERS *et al.*, 1997; CARVALHO *et al.*, 2008; MENEZES *et al.*, 2008), período em que os propágulos são expostos a diversos estresses. As proteínas resistentes ao calor atuam na tolerância à dessecação de sementes, uma vez que possuem afinidade à água, garantindo assim a hidratação de membranas e outras proteínas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2009).

Na tentativa de compreender os mecanismos fisiológicos das plantas em situações de estresse, há diversas soluções que imitam as condições ambientais. Um dos exemplos de solução relacionada ao estresse hídrico é o PEG (polietilenoglicol), substância que permite a entrada controlada de água nas sementes, de modo que haja embebição, mas que não ocorra a protusão da radícula (SOUZA *et al.*, 2020). Há proteínas que naturalmente são sintetizadas para agirem como catalisadores, com o objetivo de defender o organismo dos estresses sofridos (PANTA *et al.*, 2022).

6. MATERIAL E MÉTODOS

Foram obtidas sementes de mangaba beneficiadas através de parceria com a associação das Catadoras de Mangaba, localizadas no município de Estância-SE. Tais sementes foram homogeneizadas e uma amostra do lote foi retirada para avaliação da qualidade inicial.

A amostra obtida foi de 9.520 sementes que foram submetidas ao armazenamento em solução osmocondicionante por sete distintos períodos de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias). O composto químico conservativo trata-se da patente de número BR 10 2021 009165 7 (SILVA-MANN *et al.*, 2021). Para cada tratamento foram destinadas 340 sementes, totalizando sete tratamentos, que foram armazenados a $10 \pm 2^\circ\text{C}$, com ausência de luz.

Os testes de germinação ocorreram com 4 replicatas de 25 sementes para cada tratamento, organizadas em papel Germitest® umedecido com água destilada (2,5 vezes o peso seco do substrato de papel) e mantidas em incubadora tipo B.O.D a 25°C com 12 horas de fotoperíodo. Cada tratamento foi finalizado após 35 dias de análise germinativa (BRASIL, 2009). Com o fim dos testes, realizou-se captura de imagens de plântulas normais de cada tratamento no equipamento de análise de imagem GroundEye® (Tbit). O comprimento das plântulas, em centímetros, também foi avaliado utilizando-se o software Image J.

As variáveis de porcentagem de germinação (G%) e o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foram avaliados de acordo com as fórmulas a seguir:

$$G = (N/A) \times 100$$

Onde:

N = número de sementes germinadas;

A = número de sementes na amostra.

$$IVG = \sum (ni/ti)$$

Onde:

ni = número de sementes que germinaram no tempo “i”, ou seja, em cada avaliação;

ti = números de dias após instalação do teste em que ocorreram as avaliações.

As avaliações de teor de água ocorreram em duas etapas: massa fresca e seca. Na primeira, realizada em duplicata, 40 sementes foram retiradas de cada tratamento após atingir o limite do seu período de conservação, e pesadas em balança analítica. Sementes não conservadas (0 dias) foram também incluídas como um tratamento e, consideradas qualidade inicial. Após pesagem, as sementes foram dispostas em cápsulas e encaminhadas à estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, onde ficaram por 24 horas, e em seguida determinado o peso seco e estimada a porcentagem de água (BRASIL, 2009).

A avaliação de condutividade elétrica ocorreu com a destinação de 100 sementes para cada tratamento, imersas em 75 mL de água destilada, por 24 horas na ausência de luz, a 25°C . A análise ocorreu com 4 replicatas por tratamento.

Para a avaliação da concentração de peroxidase, 20 mg de cotilédones foram macerados por 5 minutos com o auxílio de almofariz e pistilo, homogeneizados com 1 mL de tampão fosfato de sódio (0,2 M pH 5,7). O produto foi centrifugado a 6.800 xg a 4°C por 15 minutos e o sobrenadante foi pipetado em novo microtubo (1,5 mL). Para mensuração da concentração de enzima foram obtidos 20 μg de extrato de enzima, 25 mM de tampão citrato-fosfato (pH 5,4) e 1 mM de guaiacol para cada 1 mL de amostra.

Adicionalmente, houve a inclusão de 10 μL de peróxido de hidrogênio a 30% na reação. A quantificação foi realizada em placas tipo ELISA (96 poços) a uma absorbância de 475 nm a 25°C por 1 minuto em espectrofotômetro Epoch™, com análises registradas a cada 10 segundos.

A extração de proteínas resistentes ao calor (*Heat Shock Protein*) ocorreu com a maceração de 150 mg de embrião, com adição de 1mL do tampão de extração (50 mM de Tris-HCl, pH 7,5; 500 mM de NaCl; 5 mM de MgCl_2 ; 1 mM de fluoreto de fenilmetilsulfonil - PMSF). As amostras foram homogeneizadas por 1 minuto. A centrifugação ocorreu a 4°C por 30 minutos, a uma velocidade de 16.000 xg. O sobrenadante foi colocado em novo tubo e incubado em banho-maria a 70°C por 15 minutos.

A quantificação de proteína total foi realizada com o uso do método de Bradford (1976), colocando-se 5 μL de amostra mais 195 μL de reagente Bradford [0,05 g de corante azul de Coomassie Brilliant Blue G-250, dissolução em 25 mL de etanol 95%, até completa dissolução, e posterior adição de 50 mL de ácido ortofosfórico 85%, e água

destilada em q.s.p. 500 mL]. As amostras reagiram por 5 minutos a 25°C. Em seguida as proteínas foram quantificadas em espectrofotômetro Epoch™ em placa tipo ELISA (96 poços) a uma absorbância de 595 nm, fazendo-se uso de BSA (albumina de soro bovino) como referência.

O experimento teve delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O experimento foi composto em sete períodos de avaliação (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias). Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk Bartlett (SISVAR, 2019) e submetidos à análise de variância pelo teste F. O máximo de valor para o CV (coeficiente de variação) neste estudo foi de 20%. A análise de regressão foi utilizada para analisar as variáveis por período de armazenamento.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade inicial (QI) das sementes foi avaliada pelo teor de água (TA), condutividade elétrica (CE), porcentagem de germinação (G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), comprimento das plântulas (CP), enzimas peroxidase (PRX) e proteínas resistentes ao calor (HSP). Devido à presença de fungos durante os testes de germinação, que levou a ocorrência de sementes deterioradas, não foi possível a avaliação da %G, IVG e do CP. A seguir é apresentado resultados do teor de água dos diferentes períodos de armazenamento (FIGURA 1).

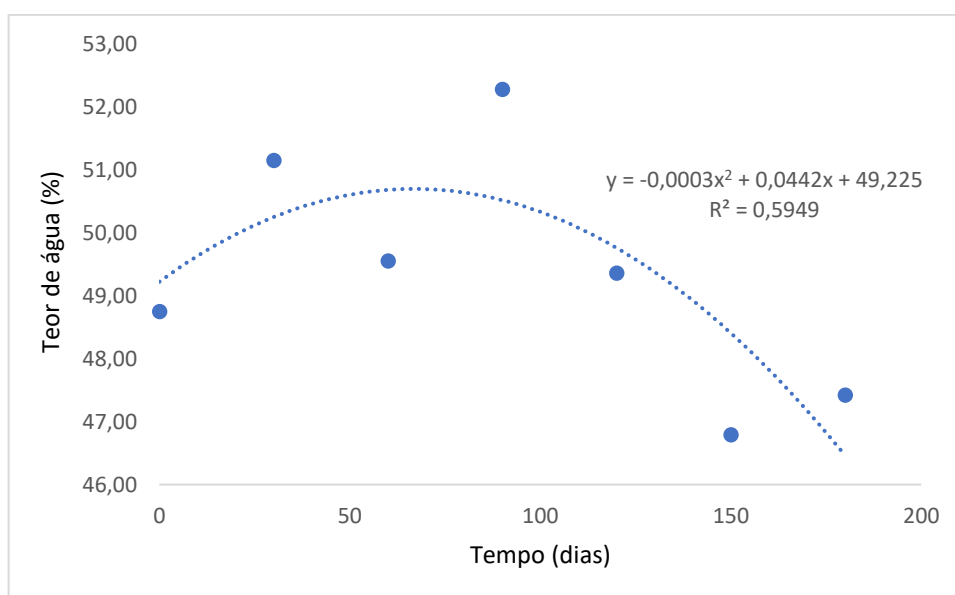


FIGURA 1. Teor de água (%) de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), conservadas em solução osmocondicionante.

Com o resultado de teor de água para a qualidade inicial das sementes (0 dias) observou-se que as sementes de mangaba apresentavam nesta condição 48,75%. Nos tratamentos com 30 dias o resultado foi de 51,15%, 60 dias com 49,56%, 90 dias com 52,28%, 120 dias com 49,36%, 150 dias com 46,79% e 180 dias com 47,42%.

As amostras armazenadas por 30 e 90 dias ultrapassaram 50% de teor de água, assim pode-se inferir que a semente, mesmo sendo conservada em solução osmocondicionante, pode sofrer variações em seu teor de água, com um ajuste osmótico ao longo do tempo. A partir dos 150 dias de armazenamento observou-se a maior redução do teor de água das sementes, com 1,96% de diferença da qualidade inicial.

Aos 90 dias de armazenamento, as sementes ainda apresentavam germinação e o teor de água era de 52,28%. Com a redução para 49,36%, aos 120 dias não se observou

mais germinação. O teste estatístico de regressão apresentou Coeficiente de Determinação (R^2) de valor 0,5949, demonstrando a baixa confiabilidade dos dados.

O estudo de Nunes *et al.* (2021) apresentou percentual de 54,55% de teor de água para sementes de mangaba beneficiadas manualmente e, para beneficiamento mecânico, o resultado foi de 53,61%. Na literatura, a média de valores já encontrados foi de 48% (MASETTO; SCALON, 2014) a 56% (SANTOS *et al.*, 2010).

Em trabalho desenvolvido por Martins *et al.* (2009), a média do teor de água de 3 lotes de sementes da espécie palmito-juçara (*Euterpe edulis* Mart.) foi de 47,7%, para a qualidade inicial (0 dias). Já para a espécie *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn., o resultado foi de 67% (BONJOVANI; BARBEDO, 2008). A pesquisa de Wielewicki *et al.* (2006) analisou sementes de diferentes categorias (ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias) e apresentou dados para três espécies recalcitrantes, todas da família Myrtaceae: para a cereja-do-norte (*Eugenia involucrata* DC.) o resultado foi de 48,8%, para a pitanga (*Eugenia uniflora* L.) foi de 42,7% e para o guabijú (*Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand) foi de 39,6%.

Sementes ortodoxas são aquelas liberadas da planta-mãe com baixos teores de água, toleram a dessecação, podendo assim, manter a viabilidade por períodos mais longos de armazenamento. As recalcitrantes, que foram utilizadas neste trabalho, são aquelas liberadas da planta-mãe com altos teores de água, não suportando desidratações significativas, ou seja, tendo sua viabilidade abreviada com a redução do teor de água, restringindo o período de armazenamento. Apesar da manutenção do teor de água, é importante ressaltar que as variações nos teores se devem ao equilíbrio do potencial hídrico. No entanto, com o tempo de armazenamento, a integridade de membranas pode ser comprometida, levando a perda de água pelas sementes (OHSE, 2022), e consequentemente reduzindo o teor interno de água nas mesmas.

A recalcitrância de sementes é um grande problema que dificulta a regeneração natural de uma espécie e representa um grande desafio no armazenamento e conservação de sementes. Uma forma de avaliar a manutenção da integridade de membranas celulares em sementes é monitorar para cada tratamento a condutividade elétrica.

A lixiviação de compostos intracelulares pode variar a depender dos tratamentos, aos quais as sementes são submetidas, e pode ser medida por meio do teste de condutividade elétrica. Esta lixiviação pode variar ao longo do desenvolvimento e da maturação, sendo importante ressaltar que durante a formação da semente há uma importação contínua de água dos tecidos maternos para os tecidos das sementes até a

maturidade e as sementes são liberadas em um estado totalmente hidratado. No entanto, existe um acúmulo diferencial de água nos cotilédones e no eixo embrionário. Assim, a dinâmica da água durante a embriogênese pode ser equilibrada pelo teor de ácido abscísico (ABA) (GAYATRI *et al.*, 2022).

As sementes apresentaram variações na lixiviação de eletrólitos, que foi avaliada por meio do teste de condutividade elétrica (FIGURA 2).

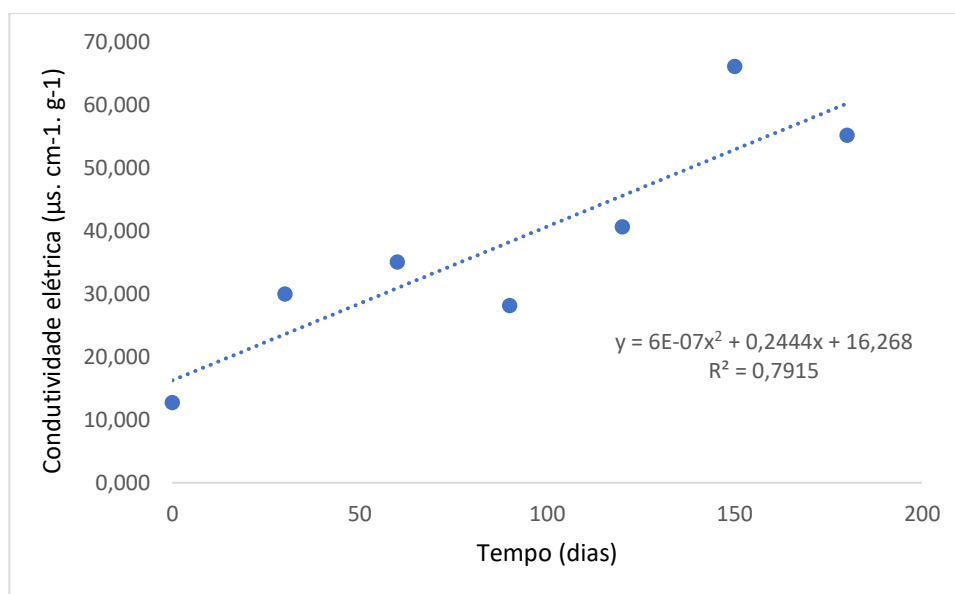


FIGURA 2. Condutividade elétrica ($\mu\text{S. cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) submetidas a diferentes tempos de armazenamento em solução osmocondicionante.

Quanto às variações observadas no teste, observou-se maior teor de lixiviados ao longo do armazenamento, com maior expressividade após 150 dias. Em estudos utilizando sementes de mangaba foram relatadas correlações negativas significativas ($p \leq 0,05$) para a germinação e condutividade elétrica (NUNES *et al.*, 2021b). O R^2 resultou em 0,7915, valor de confiabilidade maior que o observado na análise do teor de água, porém ainda pouco confiável.

Dentro das sementes compostos eletrolíticos como o peróxido de hidrogênio e a hidroxila, além de íons como o Mg^{2-} , Na^+ , Cl^- , K^+ e a própria água são excelentes condutores de eletricidade, uma vez que agem na transmissão de sinais inter e intracelulares. A maior produção destes compostos ocorre no fim da fase de germinação, período de grandes alterações bioquímicas nas sementes.

No presente trabalho, com o aumento do tempo de armazenamento, ocorreu o aumento progressivo da condutividade elétrica das sementes. À medida que a semente

vai envelhecendo as membranas celulares se tornam menos resistentes e seletivas, de modo que a troca entre compostos do meio interno e externo se torna cada vez mais frequente e ocorre sem controle. Portanto, a presença de maior quantidade de lixiviados ao longo dos períodos de armazenamento demonstra o contínuo envelhecimento das sementes e a perda da seletividade. A solução osmocondicionante foi capaz apenas de prevenir a perda de lixiviados ao longo do armazenamento até 90 dias.

No entanto, tais variações eletrolíticas precisam ser validadas com análise de plântulas obtidas com os testes de germinação, que permitem inferências acerca das sementes submetidas a determinado tratamento e como estas se comportarão em nível de viveiro e campo.

Para sementes de mangaba, a literatura apresentou uma condutividade elétrica foi de $12.4 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (beneficiamento manual) e $7.5 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (beneficiamento mecânico) (NUNES *et al.*, 2021). Os valores apresentados por Barros *et al.* (2010) variaram entre 33.4 a $50.3 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

A condutividade elétrica resultante em pesquisa realizada por Bonjovani e Barbedo (2008) com *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn. foi de $34 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para a qualidade inicial. Para a mesma espécie foram encontrados resultados de condutividade entre 0-25, 25-60 e acima de 60 mS.g de peso de matéria seca-1.cm-1 (BARBEDO; CÍCERO, 1998).

A germinação (G e IVG) de sementes armazenadas em solução osmocondicionante é apresentada na Figura 3.

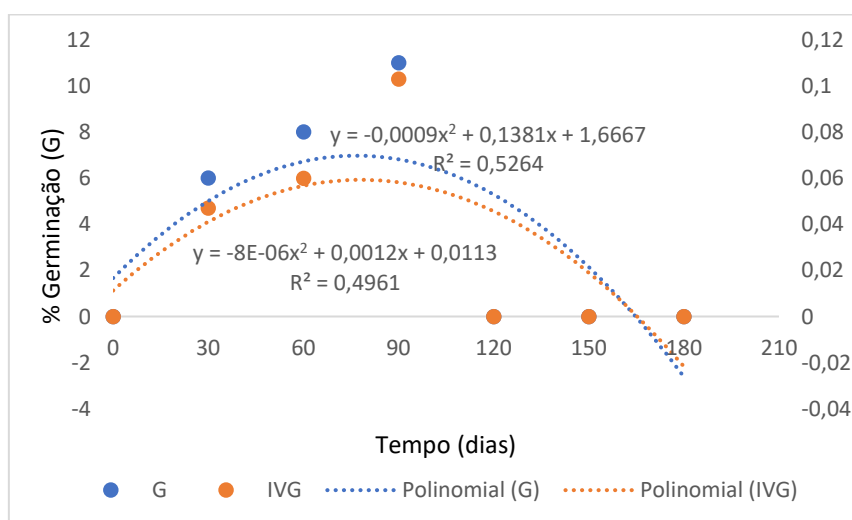


FIGURA 3. Porcentagem de germinação (G) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), conservadas em solução osmocondicionante.

No teste de germinação foram observadas plântulas normais aos 30 dias, com 6% de germinação, 60 dias, apresentando germinação em 8%, e 90 dias de armazenamento, com 11% de sementes germinadas. É importante ressaltar que na qualidade inicial e nos demais tratamentos não foi possível a identificação de plântulas devido à deterioração das mesmas. No entanto, de 30 a 90 dias de armazenamento a solução foi eficiente para a manutenção do vigor das sementes e, conseqüentemente, garantiu maior resistência a ação de fungos associados ao armazenamento.

O trabalho de Nunes *et al.* (2022) resultou em 55,6% para a germinação das amostras de qualidade inicial de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). A média de porcentagem de germinação da qualidade inicial observada para *Euterpe edulis* Mart. foi de 78,3% e o IVG foi de 12% (MARTINS *et al.*, 2009). Em trabalho desenvolvido com *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn., a germinação foi total (BONJOVANI; BARBEDO, 2008). Dados de *Eugenia involucrata* DC., *Eugenia uniflora* L. e *Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand foram 71,7%, 88% e 86%, respectivamente WIELEWICKI *et al.* (2006). Para jaqueira (*Artocarpus integrifolia* L.) a porcentagem de germinação da qualidade inicial foi de 51,25% e para o tratamento de 30 dias foi de 27,50%, ambos os teste realizados a 25°C (SILVA *et al.*, 2007).

Os dados do IVG, que representa o vigor germinativo, foram maiores no tratamento aos 90 dias (0,1) quando comparado com os demais tratamentos; tal resultado não pode ser comparado com a qualidade inicial das sementes, uma vez que não foi possível obter tal dado. Observando-se todos os tratamentos, poucas foram as sementes que conseguiram atingir o nível de plântula, explicado pela presença de fungos durante os testes de germinação.

Com relação ao comprimento das plântulas (CP) formadas, a figura a seguir apresenta os resultados, utilizando a escala do software Image J® e como unidade de medida os centímetros (cm).

As plântulas apresentaram melhor desenvolvimento quando conservadas por 90 dias em solução osmocondicionante, com 7,26 cm de comprimento, seguida do tratamento de 30 dias com 6,21 cm e, por último, o tratamento aos 60 dias com 3,53 cm. Nos demais tratamentos realizados não houve formação de plântulas. Tal realidade pode ser explicada pela possível interferência fúngica nos testes de germinação, o que afeta negativamente o vigor e qualidade das sementes de mangaba. Outra possível associação tem relação com a safra de inverno da qual o material faz parte, período em que os frutos formados têm menor qualidade que os da safra de verão.

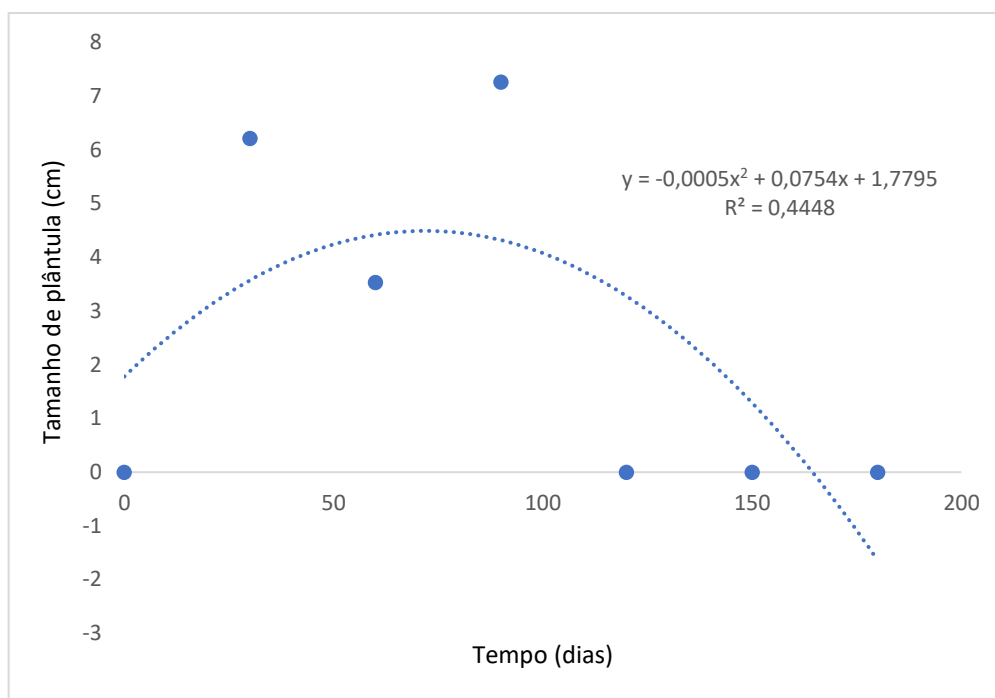


FIGURA 4. Comprimento de Plântula (CP) de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), conservadas em solução osmocondicionante.

A seguir, são expostas as figuras das plântulas obtidas nos tratamentos de 30, 60 e 90 dias, cuja imagem foi capturada em equipamento GroundEye® (Tbit) (FIGURA 5, 6 e 7).



FIGURA 5. Plântulas obtidas a partir de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) armazenadas em solução osmocondicionante por 30 dias, avaliadas no equipamento de análise de imagem GroundEye® (Tbit).

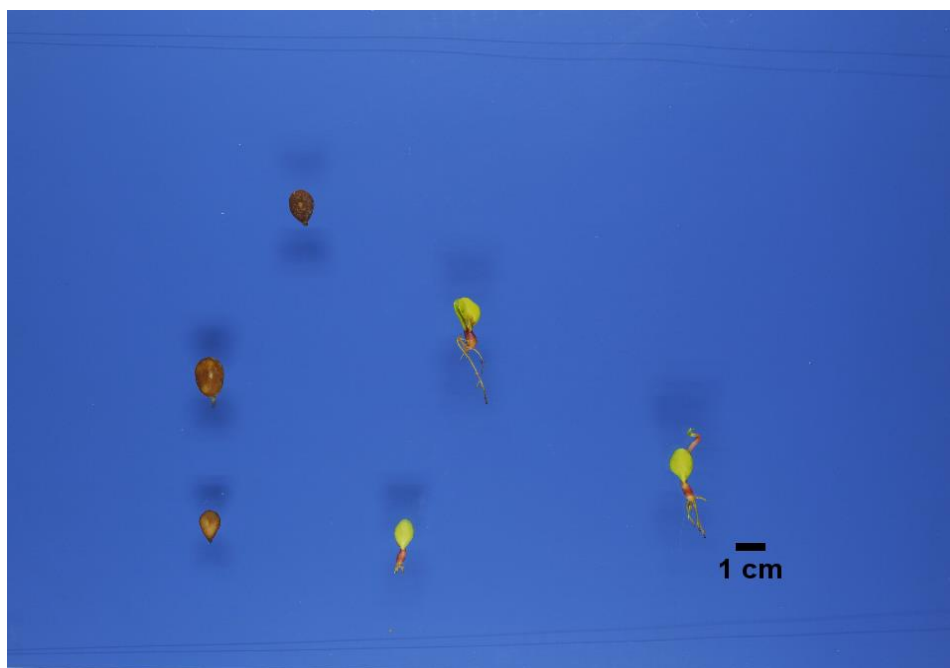


FIGURA 6. Plântulas obtidas a partir de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) armazenadas em solução osmocondicionante por 60 dias, avaliadas no equipamento de análise de imagem GroundEye® (Tbit).

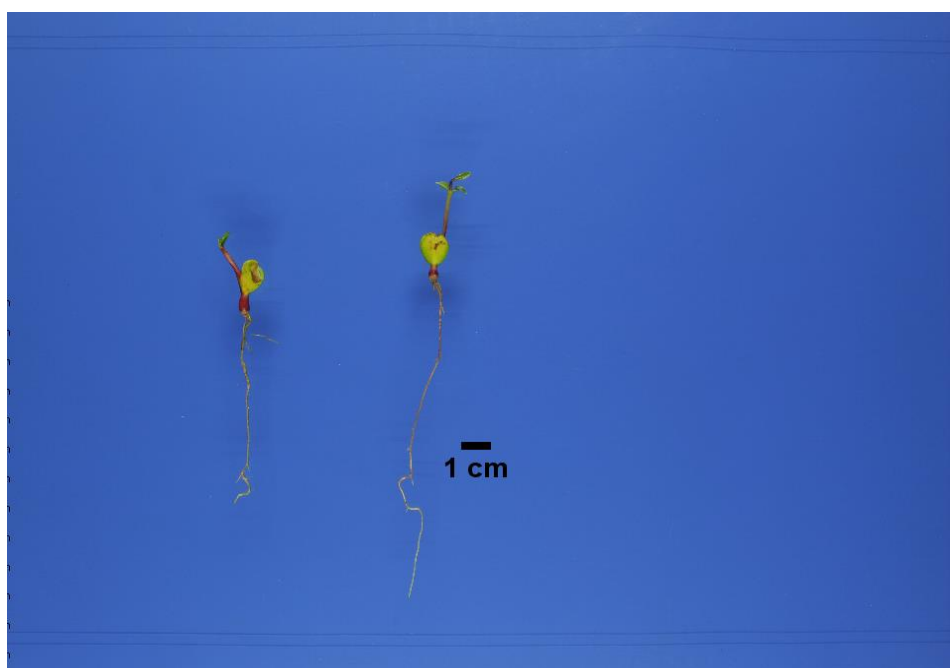


FIGURA 7. Plântulas obtidas a partir de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) armazenadas em solução osmocondicionante por 90 dias, avaliadas no equipamento de análise de imagem GroundEye® (Tbit).

Na busca por uma melhor compreensão sobre os danos oxidativos que ocorrem ao longo do armazenamento foi realizada uma análise da atividade da enzima peroxidase nas sementes armazenadas.

As sementes estão sujeitas a inúmeras fontes de danos oxidativos causados por radicais livres. O dano celular geralmente é reduzido ou prevenido por um mecanismo de proteção, até certo ponto, envolvendo enzimas que eliminam os radicais peróxidos, principais radicais livres. Suas atividades podem ser quantificadas sobre esses efeitos, procurando correlacionar o desempenho fisiológico das sementes (VIANA *et al.*, 2020).

Na Figura 8, a atividade da enzima peroxidase foi avaliada nas sementes armazenadas.

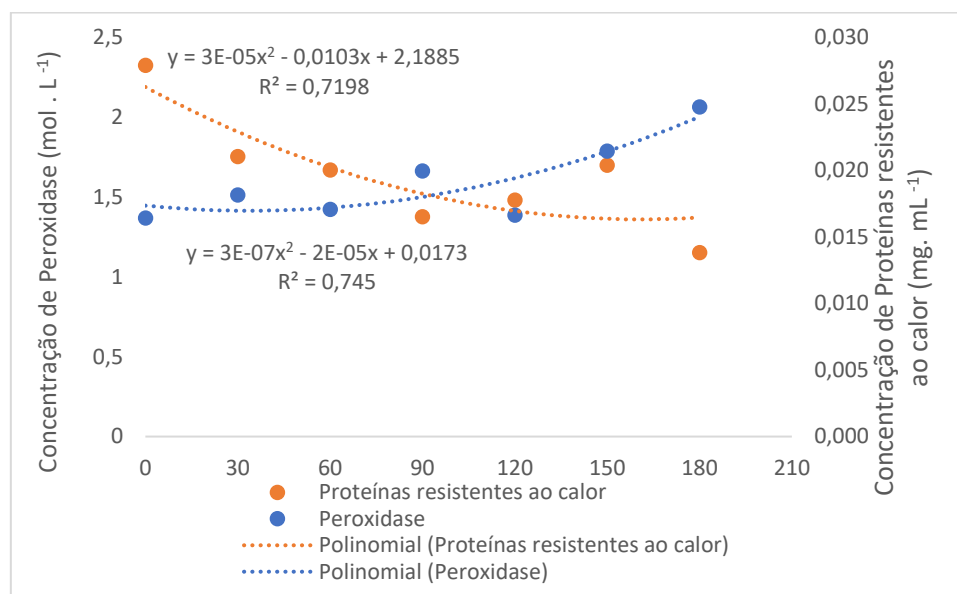


FIGURA 8. Atividade da enzima peroxidase (mol.L^{-1}) e das proteínas resistentes ao calor (mg. mL^{-1}) em sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), submetidas a diferentes tempos de armazenamento em solução osmocondicionante.

A curva de regressão da peroxidase se apresenta como uma crescente, com valor mínimo referente à qualidade inicial ($0,016 \text{ mol.L}^{-1}$) e o valor máximo para o tratamento de 180 dias ($0,025 \text{ mol.L}^{-1}$). A peroxidase é uma enzima que se expressa com maior potencialidade durante as fases finais do processo de germinação, uma vez que é ativada pelos crescentes eventos no interior da semente. Portanto, o resultado condiz com o conhecimento científico acerca da fisiologia relacionada à tal enzima, mesmo com o valor do teste de regressão sendo menor que 90%.

A peroxidase pertence às enzimas oxidoredutases e proteínas que contêm ferro, que podem degradar o peróxido de hidrogênio em vários processos celulares (MOHAMMADNIA *et al.*, 2019). Sua principal função é a resposta metabólica da planta ao estresse, sendo, portanto, uma das enzimas mais relacionadas ao estresse (CASTILLO, 1986). Uma rápida diminuição na proteção enzimática como peroxidase foi

correlacionada com a sensibilidade à dessecação em *Garcinia gardneriana* (VIANA *et al.*, 2020).

O mínimo valor de concentração da peroxidase em sementes de mangaba armazenadas em solução osmocondicionante, que tomou como base a mesma patente utilizada no presente trabalho, foi de $0,0074 \text{ mol.L}^{-1}$ (sementes armazenadas a 150 dias na solução B) e o máximo foi de $0,0277 \text{ mol.L}^{-1}$ (sementes armazenadas a 100 dias na solução C). Foi concluído que o armazenamento de tais propágulos pode ocorrer em período superior a 50 dias (NUNES *et al.*, 2022).

O mecanismo por trás do acúmulo de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e radicais superóxido podem atuar como molécula sinalizadora no aumento da dinâmica da germinação das sementes. Resultados da absorção de água durante a embebição das sementes, na iniciação de vários processos de respiração aeróbica em organelas celulares como mitocôndrias, peroxissomos e o espaço apoplástico de sementes em germinação são responsáveis pelo acúmulo de radicais superóxido (O_2^-) (ANAND *et al.*, 2019).

A concentração de Espécies Reativas de Oxigênio (ROS) produzido é fortemente regulada por enzimas sequestrantes de ROS, como superóxido dismutase, catalase e peroxidase, que permitem que elas atuem como mensageiros celulares por existirem em níveis críticos, conhecidos como “janela oxidativa” (BAILLY *et al.*, 2008).

O H_2O_2 tem uma vida útil mais longa e é uma molécula facilmente difusível para atravessar as membranas para atingir o local alvo (embrião) de seus locais de produção (ANAND *et al.*, 2019). Interage como molécula sinalizadora com fitohormônios como ácido giberélico (GA) e ácido absísico (ABA), ativando assim enzimas relacionadas à germinação, como α -amilase, quebrando a dormência das sementes (WEISS; ORI, 2007).

As proteínas resistentes ao calor, assim como a peroxidase, possuem grande papel nos processos de embebição e germinação, período que concentra as grandes modificações bioquímicas nas sementes. Uma das funções de tais proteínas é a de agir na proteção das membranas celulares, mantendo tais estruturas em bom estado para melhor funcionamento do organismo. Na Figura 8 percebe-se que, desde a qualidade inicial aos tratamentos, a concentração de proteínas resistentes ao calor diminui aos 90 ($1,37 \text{ mg.mL}^{-1}$) e 180 dias ($1,15 \text{ mg.mL}^{-1}$).

A curva de regressão é decrescente, sendo possível correlacionar tal fato com a função proteica citada anteriormente; dessa maneira, ao longo dos períodos de armazenamento não se faz necessário alta produção das proteínas resistentes ao calor, pois a solução osmocondicionante conserva as sementes. Além disso, o fato de haver um

retardo ou interrupção do processo de germinação das sementes leva à menor produção de tais proteínas.

Todos os organismos vivos apresentam síntese de proteínas resistentes ao calor, embora haja variações de relevância entre as famílias destas proteínas e quantidade produzida. A função destas proteínas é o de garantir a integridade, protegendo e remediando os danos causados em estruturas macromoleculares durante fases de déficit de água e reidratação (JOSÉ *et al.*, 2005).

Em regra, sementes ortodoxas possuem maior concentração de proteínas resistentes ao calor em comparação com as recalcitrantes, uma vez que quando separadas do fruto não possuem mais fonte de hidratação. Há chance de que estas sementes não encontrem fonte de água tão rápido, por isso necessitam de um contingente maior de componentes protetores e reparadores. Tal afirmação justifica os valores encontrados em maior quantidade nas etapas iniciais do armazenamento.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de solução osmocondicionante para conservação de sementes é eficiente na manutenção fisiológica de sementes de mangaba. No entanto é importante ressaltar que este armazenamento não deve exceder 90 dias, uma vez que acima deste limite, se iniciam processos oxidativos que resultam na não germinação das sementes.

9. REFERÊNCIAS

- ACQUAAH, G. **Practical protein electrophoresis for genetic research**. 1. ed. Portland/Oregon: Dioscorides Press, 1992.
- ALBUQUERQUE, K.; GUIMARÃES, R. M.; ALMEIDA, I. F. D.; CLEMENTE, A. D. C. S. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-Paraná, v. 31, n. 1, p. 12-19, 2009.
- ANAND, A.; KUMARI, A.; THAKUR, M.; KOUL, A. Hydrogen peroxide signaling integrates with phytohormones during the germination of magnetoprimed tomato seeds. **Scientific reports**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 1-11, 2019.
- AROUCHE-LIMA, I. M.; FILHO, J. L. C.; SOUSA, A. P.; JÚNIOR, L. P. L. Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento e conservação do Cerrado em São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão. **Sociobiodiversidade**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 144-159, 2022.
- AYAN, S.; TURFAN, N.; NURTEN YER, E.; ŠEHO, M.; BARŞ ÖZEL, H.; DUCCI, F. Antioxidant variability of the seeds in core and marginal populations of taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). **Original Scientific Papers**, [s. l.], v. 142, n. 11/12. p. 593-600, 2018.
- BAILLY, C.; EL-MAAROUF-BOUTEAU, H.; CORBINEAU, F. From intracellular signaling networks to cell death: the dual role of reactive oxygen species in seed physiology. **Comptes rendus biologiques**, [s. l.], v. 331, n. 10, p. 806-814, 2008.
- BARBEDO, C. J.; CICERO, S. M. Utilização do teste de condutividade elétrica para previsão do potencial germinativo de sementes de ingá. **Scientia Agricola**, [s. l.], v. 55, p. 249-259, 1998.
- BARROS, D. I.; BRUNO, R. L. A.; NUNES, H. V.; MENDONÇA, R. M. N.; PEREIRA, W. E. Comportamento fisiológico de sementes de mangaba submetidas à dessecação. **Revista Acta Tecnológica**, [s. l.], v. 5, p. 31-43, 2010.
- BONJOVANI, M. R.; BARBEDO, C. J. Sementes recalcitrantes: intolerantes a baixas temperaturas? Embriões recalcitrantes de *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) TD Penn. toleram temperatura sub-zero. **Brazilian Journal of Botany**, [s. l.], v. 31, p. 345-356, 2008.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. 1. ed. Brasília: DF, Mapa/ACS, 2009, 399 p.
- CARVALHO, M. L. M. D.; NERY, M. C.; OLIVEIRA, L. M. D.; HILHORST, H. W.; GUIMARÃES, R. M. Morphophysiological development of *Tabeluia serratifolia* Vahl Nich. seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 65, n. 6, p. 643-651, 2008.
- CASTILLO, F. **Extracellular peroxidases as markers of stress?** In: GREPPIN, H.; PENEL, C.; GASPAR, T. (Eds). Molecular and physiological aspects of plant peroxidases. Genève: Université de Genève, Centre de Botanique, 1986, p. 419-426.

CHELIAK, W. M.; PITEL, J. A. Techniques for starch gel electrophoresis of enzymes from forest tree species. **Information report PI-X**, Ontário, v. 42, p. 1-13, 1984.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária**. v. 2 – Safra 2014/2015, Brasília: DF, 2014, 158 p.

COSTA, T. S.; SILVA, A. V. C. D.; LÉDO, A. D. S.; SANTOS, A. R. F. D.; SILVA JÚNIOR, J. F. D. Diversidade genética de acessos do banco de germoplasma de mangaba em Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 46, n. 5, p. 499-508, 2011.

EIRA, M. T. S.; PUIGNAU, J. P.; CUNHA, R. **Classificação de sementes em ortodoxas, recalcitrantes ou intermediárias**. In: PROCISUR-IICA Diálogo 45- Conservación de germoplasma vegetal, p. 119-122, 1996.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [s. l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. Disponível em: <http://www.biometria.ufra.br/index.php/BBJ/article/view/450>. Acesso em: 17 de jun. 2019.

FLORES, A. V.; BORGES, E. E. D. L.; GUIMARÃES, V. M.; GONÇALVES, J. F. D. C.; ATAÍDE, G. D. M.; BARROS, D. D. P. Atividade enzimática durante a germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* Schott sob diferentes temperaturas. **Cerne**, Lavras-MG, v. 20, p. 401-408, 2014.

FONSECA, C. E. L.; MORAIS, F. M. D.; GONÇALVES, H. M.; AQUINO, F. D. G.; ROCHA, F. S. Repeatability of fruit traits from two *Hancornia speciosa* populations from the core region of the Brazilian Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 53, n. 6, p. 710-716, 2018.

GAYATRI, G. P.; KUMAR, K. G.; NAIR, P. S.; DETH, G.; BAIJU, K. V. Dynamics of water and abscisic acid during embryogeny and embryo drying in the recalcitrant seeds of *Vateria indica* L. **Journal of Plant Growth Regulation**, [s. l.], v. 41, n. 1, p. 15-22, 2022.

HEBERLE, E.; ARAUJO, E. F.; FILHO, A. F. L.; CECON, P. R.; ARAUJO, R. F.; AMARO, H. T. R. Qualidade fisiológica e atividade enzimática de sementes de milho durante o armazenamento. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 42, n. 3, p. 657-665, 2019.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; ZIMMER, P. D.; TEPLIZKY, M. D. F. Qualidade fisiológica, sanitária e análise de isoenzimas de sementes de aveia-preta tratadas com diferentes fungicidas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-Paraná, v. 31, p. 63-69, 2009.

JEBARA, S.; JEBARA, M.; LIMAM, F.; AOUANI, M. E. Changes in ascorbate peroxidase, catalase, guaiacol peroxidase and superoxide dismutase activities in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. **Journal of plant physiology**, [s. l.], v. 162, n. 8, p. 929-936, 2005.

JOSÉ, S. C. B. R.; VON PINHO, É. V. D. R.; VON PINHO, R. G.; SILVEIRA, C. M. D. Padrão eletroforético de proteínas resistentes ao calor em sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 115-121, 2005.

- KOMATSU, S.; SUGIMOTO, T.; HOSHINO, T.; NANJO, Y.; FURUKAWA, K. Identification of flooding stress responsible cascades in root and hypocotyl of soybean using proteome analysis. **Amino Acids**, [s. l.], v. 38, p. 729-738, 2010.
- LARA, R. D. O. **Alterações bioquímicas, fisiológicas, anatômicas e proteômica de sementes florestais sob estresse térmico**. 2019. 100 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.
- LEE, K. W.; CHOI, G. J.; KIM, K. Y.; JI, H. C.; PARK, H. S.; LEE, S. H. A proteomic approach to identify salt-responsive proteins in rye. **Pakistan Journal of Botany**, Paquistão, v. 45, n. 5, p. 1489-1496, 2013.
- LEE, S. E.; PARK, S. J.; JUNG, J. A.; KOH, T. S.; SHIM, M. Y.; KIM, T. W. Proteomic analysis of seeds of early maturing line of barley, Eam9. **Australian Journal of Crop Science**, Austrália, v. 5, n. 7, p. 801-808, 2011.
- LIMA, I. L. P.; SCARIOT, A. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável da mangaba**. 1. ed. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília: DF, 2010.
- LIMA, S. M. P.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, M. D. G. G. C. Efeitos de tempos e temperaturas de condicionamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L.) sob condições ideais e de estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 28, n. 3, p. 506-514, 2004.
- MAIA, M. C. C.; ARAÚJO, L. B.; DIAS, C. D. S.; OLIVEIRA, L. C.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA, P. D. C. Early selection in a population of the mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). **Revista Agroambiente**, [s. l.], v. 14, 2020.
- MARTINS, C. C.; BOVI, M. L.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C. G. Secagem e armazenamento de sementes de juçara. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 33, p. 635-642, 2009.
- MASETTO, T. E.; SCALON, S. P. Q. Drying and osmotic conditioning in *Hancornia speciosa* Gomes seeds. **Floresta e Ambiente**, [s. l.], v. 21, p. 62-68, 2014.
- MENEZES, M. D.; PINHO, É. V. D. R. V.; PEREIRA, A. M. D. A. R.; OLIVEIRA, J. A. D. Identificação de cultivares de milho, feijão, algodão e soja por meio de enzimas e proteínas resistentes ao calor. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-Paraná, v. 30, n. 2, p. 111-122, 2008.
- MIKA, A.; LUTHJE, S. Properties of guaiacol peroxidase activities isolated from corn root plasma membranes. **Plant Physiology**, [s. l.], v. 132, n. 3, p. 1489-1498, 2003.
- MOHAMMADNIA, F.; TORABIAN, S. Y.; REZAIE, A.; HASHEMI, S. A. The effects of seed coat removal on the activity of peroxidase enzyme in *Acer velutinum*. **Acta Ecologica Sinica**, [s. l.], v. 39, n. 3, p. 190-193, 2019.
- MONACHINO, J. A revision of *Hancornia* (Apocynaceae). **Lilloa**, Tucúman, v. 11, p. 19-48, 1945.
- MORAES, T. M.; RODRIGUES, C. M.; KUSHIMA, H.; BAUAB, T. M.; VILLEGAS, W.; PELLIZZON, C. H.; BRITO, A. R. M. S.; HIRUMA-LIMA, C. A. *Hancornia speciosa*: indications of gastroprotective, healing and anti *Helicobacter pylori* actions. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 120, p. 161-168, 2008.

NAKADA, P. G.; OLIVEIRA, J. A.; MELO, L. C. D.; GOMES, L. A. A.; VON PINHO, É. V. D. R. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 33, n. 1, p. 113-122, 2011.

NORMAH, M. N.; CHIN, H. F.; HOR, Y. L. Desiccation and cryopreservation of embryonic axes of *Hevea brasiliensis* Muell.-Arg. **Pertanika**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 299-303, 1986.

NUNES, V. V. **Caracterização e conservação de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

NUNES, V. V.; SILVA-MANN, R.; SOUZA, J. L.; CALAZANS, C. C. Genotypic diversity in a natural population of *Hancornia speciosa* Gomes: implications for conservation and improvement. **Genetic Resources and Crop Evolution**, [s. l.], v. 1, p. 1-14, 2021a.

NUNES, V. V.; SILVA-MANN, R.; SOUZA, J. L.; CALAZANS, C. C. Pharmaceutical, food potential, and molecular data of *Hancornia speciosa* Gomes: a systematic review. **Genetic resources and crop evolution**, [s. l.], p. 1-19, 2022.

NUNES, V. V.; SILVA-MANN, R.; VASCONCELOS, M. C.; RODRIGUES, A.; SOUZA, J. L. Qualidade física e fisiológica de sementes de mangaba obtidas por diferentes métodos de beneficiamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s. l.], v. 25, p. 429-435, 2021.

NUNES, V. V.; SILVA-MANN, R.; VASCONCELOS, M. C.; RODRIGUES, A.; SOUZA, J. L. Physical and physiological quality of mangaba seeds obtained by different processing methods. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 25, p. 429-435, 2021b.

OHSE, S. Sementes recalcitrantes: um apanhado. **Visão Acadêmica**, Curitiba-PR, v. 23, n. 2, 2022.

OLIVEIRA FILHO, J. G. **Filmes comestíveis bioativos baseados em alginato, polpa de mangaba (*Hancornia speciosa*) e *Saccharomyces boulardi***. 2022. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2022.

OLIVEIRA, E. V. S.; LANDIM, M. F. Caracterização fitofisionômica das restingas da Reserva Biológica de Santa Isabel, litoral norte de Sergipe. **Scientia Plena**, Rio de Janeiro-RJ, v. 10, n. 10, 2014.

OLIVEIRA, R. J.; SILVA, J. E. C.; CHAGAS, D. B. Morphology of fruits and seeds and germinate and initial development analysis of *Hancornia speciosa*. **Cerne**, Lavras-MG, v. 24, n. 3, p. 269-279, 2018.

PANTA, A. M. S.; SOUZA, J. L.; GAGLIARDI, P. R.; JUNIOR, L. F. G. O.; FONTES, P. T. N.; FAGUNDES, J. L.; SILVA-MANN, R. Heat stress in sugarcane: physiological changes and gene expression. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista-SP, v. 11, n. 3, p. 1-14, 2022.

- REIS, L. P. **Fisiologia e bioquímica da germinação de sementes de *Ormosia coarctata* Jacks. sob diferentes temperaturas.** 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.
- ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, [s. l.], v. 12, p. 499-514, 1973.
- SANTOS, H. O.; PEREIRA, E. M.; PIRES, R. M. O.; PEREIRA, R. W.; VON PINHO, É. V. D. R. Protocolos de extração de RNA e atividade enzimática em sementes de pimenta (*Capsicum chinense*). **Revista de Agricultura**, [s. l.], v. 91, n. 3, p. 285-299, 2016.
- SANTOS, P. C. G.; ALVES, E. U.; GUEDES, R. S.; SILVA, K. B.; CARDOSO, E. A.; LIMA, C. R. Qualidade de sementes de *Hancornia speciosa* Gomes em função do tempo de secagem. **Semina: Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 31, p. 343-352, 2010.
- SERGIPE. **Decreto Estadual nº 12.723, de 21 de janeiro de 1993.** Institui a Mangabeira, como Árvore Símbolo do Estado de Sergipe, e dá providências correlatas. Câmara Legislativa de Sergipe. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/>. Acesso em: 17 jul. de 2021.
- SILVA JÚNIOR, J. F.; LÉDO, A. S. (Ed.). **Botânica- A cultura da mangaba.** Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju: SE, 2006, p. 25-33.
- SILVA JÚNIOR, J. F.; LÉDO, A. S.; MUNIZ, A. V. C. S.; FERREIRA, E. G.; MOTA, D. M.; ALVES, R. E.; LEMOS, E. E. P. ***Hancornia speciosa*.** In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F.G. C. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial. Plantas para o futuro: Região Nordeste. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, cap. 5, 2018a, p. 177-192.
- SILVA JÚNIOR, J. F.; MOTA, D. M.; LEDO, A. S.; SCHMITZ, H.; MUNIZ, A. V. C. S.; RODRIGUES, R. F. A. **Mangaba: *Hancornia speciosa* Gomes.** Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2018b, p. 1-28.
- SILVA, T. T. A.; SOUZA, L. A.; OLIVEIRA, L. M.; GUIMARÃES, R. M. Temperatura de germinação, sensibilidade à dessecação e armazenamento de sementes de jaqueira. **Revista Ciência Agronômica**, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 436-439, 2007.
- SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; VERA, R.; SOUZA, A. G. Conservação pós-colheita de mangaba sob refrigeração e modificação da atmosfera de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 38, n. 2, p. 78-86, 2008.
- SOARES, A. N. R.; VITÓRIA, M. F.; NASCIMENTO, A. L. S.; LEDO, A. D. S.; RABBANI, A. R. C.; MUNIZ, A. D. S. Genetic diversity in natural populations of mangaba in Sergipe, the largest producer State in Brazil. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto-SP, v. 15, p. 1-12, 2016.
- SOARES, F. P.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R. C.; OLIVEIRA, L. D.; SILVA, D. E.; PAIVA, P. D. O. Cultura da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Boletim Agropecuário**, Lavras-MG, v. 67, p. 1-12, 2006.
- SOUZA, B. I. D.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. D. Caatinga e desertificação. **Mercator**, Fortaleza-CE, v. 14, p. 131-150, 2015.

SOUZA, J. L.; FREITAS, B. A.; LIMA, L. C.; NUNES, V. V.; TORRES, M. F.; SILVA-MANN, R. Seed Viability and RNA Extraction Methods of *Erythrina velutina* Under Drought Stress. **Journal of Agricultural Science**, [s. l.], v. 12, n. 12, p. 192-200, 2020.

TOFANELLO, V. R. **Análise da atividade de peroxidases e polifenoloxidasas em diferentes órgãos vegetativos de espécies arbóreas nativas de diferentes grupos sucessionais**. 2011. 39 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2011.

TYSON, H.; FILDES, M. A.; STARROBIN, J. Genetic control of acid phosphatase Rm in flax (*Linum*) genotrophs. **Biochemichal Genetics**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 369-383.

VIANA, W. G.; LANDO, A. P.; SILVA, R. A. D.; COSTA, C. D. D.; VIEIRA, P. H. M.; STEINER, N. Physiological performance of *Garcinia gardneriana* (Planch. & Triana) Zappi: a species with recalcitrant and dormant seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina-PR, v. 42, 2020.

VIEIRA NETO, R. D. **Resposta de mudas de mangabeira a fontes e doses de fósforo em solo de baixada litorânea**. 2010. 37 f. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

WALTERS, C.; RIED, J. L.; SIMMONS, M. K. W. Heat-soluble proteins extracts from wheat embryos have tightly bound sugars and unusual hydration properties. **Seed Science Research**, [s. l.], v. 7, p. 125-134, 1997.

WEISS, D.; ORI, N. Mechanisms of cross talk between gibberellin and other hormones. **Plant physiology**, [s. l.], v. 144, n. 3, p. 1240-1246, 2007.

WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. D. S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, [s. l.], v. 28, p. 191-197, 2007.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



ATA DA SESSÃO DE APRESENTAÇÃO DA MONOGRAFIA Resolução N° 197/2009/CONEPE - BACHARELADO

A Banca Examinadora, composta por Profa. Dra. Renata Silva Mann; Prof. Dr. Paulo Augusto Almeida Santos; Dra. Valdinete Vieira Nunes, sob a presidência do primeiro, reuniu-se às 18:30 horas do dia 02/06/2022, na sala virtual <https://meet.google.com/dst-kafm-myx>, da Universidade Federal de Sergipe, para avaliar a monografia, sob o título: "CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE MANGABA EM SOLUÇÃO OSMOCONDICIONANTE" apresentada pela discente Sara Lorena de Padua Souza do Curso de Graduação de Ciências Biológicas - Bacharelado, matrícula n° 201700019110 na UFS. Dando início às atividades; a Presidente da Sessão passou a palavra para a discente proceder a apresentação da monografia. A seguir, o primeiro examinador fez comentários e arguiu a discente, que dispôs de igual período para responder ao questionário. O mesmo procedimento foi seguido com o segundo examinador. Dando continuidade aos trabalhos, a Presidente da Banca Examinadora agradeceu os comentários e sugestões dos membros da Banca. Encerrados os trabalhos, a Banca Examinadora retirou-se do recinto para atribuição da nota. Com base nos preceitos estabelecidos pela Resolução N° 197/2009/CONEPE, que normatiza a elaboração e avaliação das monografias do Curso de Ciências Biológicas - Bacharelado, a Banca Examinadora decidiu APROVAR a discente com média 9,0 (nove). Nada mais havendo a tratar, a Banca Examinadora elaborou esta Ata que será assinada pelos seus membros e em seguida pela discente avaliada.

Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, 02 de junho de 2022.

Documento assinado digitalmente
Renata Silva Mann
Data: 02/06/2022 18:42:11-0000
Verifique em <https://verificador.br.br>

Orientadora – Profa. Dra. Renata Silva Mann

Documento assinado digitalmente
PAULO AUGUSTO ALMEIDA SANTOS
Data: 02/06/2022 18:42:11-0000
Verifique em <https://verificador.br.br>

1º. Examinador – Prof. Dr. Paulo Augusto Almeida Santos

Documento assinado digitalmente
Valdinete Vieira Nunes
Data: 02/06/2022 18:42:11-0000
Verifique em <https://verificador.br.br>

2º. Examinador - Dra. Valdinete Vieira Nunes

Documento assinado digitalmente
SARA LORENA DE PADUA SOUZA
Data: 02/06/2022 18:00:00-0000
Verifique em <https://verificador.br.br>

Discente avaliada - Sara Lorena de Padua Souza

Página 1

Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos. Av. Marechal Rondon S/N – Bairro Rosa Elze. CEP: 49100-000 São Cristóvão - SE. E-mail: dbi.ufs@gmail.com. Tel.: (79) 3194-6663 e 3194-6666