

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO**

**SUBSTRATO, TEMPERATURA E REGULADOR DE  
CRESCIMENTO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES EM  
ACESSOS DE MAMOEIRO (*Carica Papaya* L.)**

**Vanessa Pierote Silva**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2023**

**SUBSTRATO, TEMPERATURA E REGULADOR DE CRESCIMENTO NA  
GERMINAÇÃO DE SEMENTES EM ACESSOS DE MAMOEIRO (*Carica  
Papaya* L.)**

**Vanessa Pierote Silva**

Bacharel em Engenharia Florestal  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2021

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

**Orientador:** Carlos Alberto da Silva Ledo

**Co-orientadora:** Fabiana Ferraz Aud

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2023**

## FICHA CATALOGRÁFICA

S586s	<p>Silva, Vanessa Pierote. Substrato, temperatura e regulador de crescimento na germinação de sementes em acessos de mamoeiro (<i>Carica papaya</i> L.) / Vanessa Pierote Silva. _ Cruz das Almas, BA, 2023. 50f.; il.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo. Coorientadora: Mestra Fabiana Ferraz Aud.</p> <p>1.Mamão – Sementes – Germinação. 2.Mamão – Crescimento. 3.Fisiologia vegetal – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 634.651</p>
-------	--

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB. Responsável pela  
Elaboração Antonio Marcos Sarmento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO**

**SUBSTRATO, TEMPERATURA E REGULADOR DE CRESCIMENTO NA  
GERMINAÇÃO DE SEMENTES EM ACESSOS DE MAMOEIRO (*Carica  
Papaya L.*)**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de  
Vanessa Pierote Silva

Aprovada em: 10 de julho de 2023

Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo  
Embrapa Mandioca e Fruticultura  
(Orientador)

Dr<sup>a</sup>. Hellen Cristina da Paixão Moura  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
(Examinador Externo)

Dr<sup>a</sup>. Liliane Santana Luquine  
Embrapa Mandioca e Fruticultura  
(Examinador Externo)

## **AGRADECIMENTOS**

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que esse trabalho fosse realizado. A todos vocês, muito obrigada.

Primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À UFRB e EMBRAPA pela infraestrutura concedida e pelo suporte financeiro tornando possível a realização desse trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais pela oportunidade.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À meu orientador, Prof. Dr Carlos Alberto da Silva Ledo, pelo apoio, dedicação e confiança na orientação.

À minha Coorientadora, Ma. Fabiana Ferraz Aud, que além de me proporcionar engrandecimento pessoal e profissional, tornou-se uma amiga.

À Tatiane pelo acompanhamento no laboratório de sementes e apoio na pesquisa.

À Celeste e Liliane pelo auxílio nas coletas das sementes.

À meu esposo pelo suporte e incentivo.

À minha família, pelo amor e apoio incondicional.

E finalmente, aos meus amigos que fizeram parte da minha formação.

## **SUBSTRATO, TEMPERATURA E REGULADOR DE CRESCIMENTO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES EM ACESSOS DE MAMOEIRO (*Carica Papaya* L.)**

**RESUMO:** A *Carica papaya* L., é uma fruteira tropical com grande importância econômica devido ao valor nutritivo dos seus frutos e suas propriedades farmacológicas. O Brasil é o segundo maior produtor da cultura com uma produção média de 1,2 milhões de toneladas anuais. Apesar da importância econômica desta espécie alguns fatores têm sido limitantes para o desenvolvimento da cultura, entre eles a ocorrência de dormência nas sementes e as grandes dificuldades enfrentadas na propagação da espécie por deficiências em estudos relacionados a superação de barreiras germinativas. A utilização de sementes com alta qualidade genética, física e fisiológica é um dos fatores mais importantes para o sucesso de estabelecimento das culturas. O objetivo deste trabalho é avaliar as taxas de germinação das sementes de mamoeiro em dois substratos (papel e vermiculita), em diferentes regimes de temperaturas, e dosagens do produto Promalin<sup>®</sup>, formulado com ácido giberélico e banziladenina, reguladores de crescimento. Para o primeiro capítulo desta dissertação foram utilizados os acessos CMF-L78, CMF-248, CMF-249 e CMF-250, todos provenientes do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura. As taxas de germinação das sementes foram avaliadas para os substratos papel e vermiculita nas temperaturas de 25°C, 35°C, 30°C/20°C e 35°C/25°C. Os dados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A utilização da vermiculita como substrato, associada à temperatura mais alta, como 35°C constante ou alternância de temperatura de 25°/35° C, propiciou melhores taxas de germinação. No segundo capítulo, utilizou-se os acessos CMF-L78; CMF-245; CMF-248; CMF-249; CMF250 e CMF-256. As taxas de germinação das sementes foram avaliadas primeiro em temperaturas alternada de 25°C/35°C utilizando dosagens diluídas em água para que se atinja uma solução final de concentração 100mg/L até 600 mg/L do produto comercial Promalin<sup>®</sup>, e em seguida avaliadas as dosagens em duas temperaturas (25°C e 25°C/35°C). Os dados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância, os tratamentos foram agrupados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, e realizada análise de regressão para doses, a significância do coeficiente de determinação. Em temperatura ótima de germinação, a utilização de regulador de crescimento promove a diminuição da germinação em sementes de mamoeiro, indicando que o uso do produto associado a temperatura ótima para germinação, é deletério para as taxas de germinação da espécie. Em contrapartida, em condições de temperatura sub ótimas o uso do Promalin<sup>®</sup> pode promover a germinação de sementes de mamoeiro, sendo indicado o uso apenas em situações em que as temperaturas forem mais baixas.

**Palavras-chave:** Conservação; mamoeiro; qualidade fisiológica; vigor.

## **Substrate, Temperature, and Growth Regulator in the Seed Germination in Papaya trees accessions (*Carica Papaya* L.)**

**ABSTRACT:** *Carica papaya* L. is a tropical fruit tree of significant economic importance due to the nutritional value of its fruits and their pharmacological properties. Brazil is the second-largest producer of this crop, with an average annual production of 1.2 million tons. Despite the economic importance of this species, several factors have limited the development of the crop, including seed dormancy and challenges in propagating the species due to deficiencies in studies related to overcoming germination barriers. The use of seeds with high genetic, physical, and physiological quality is one of the most important factors for the successful establishment of the crops. The objective of this study was to evaluate the germination rates of papaya seeds in two substrates (paper and vermiculite), under different temperature regimes, and with varying doses of the Promalin® product, formulated with gibberellic acid and benzyladenine as growth regulators. For the first chapter of this dissertation, it was used the accessions CMF-L78, CMF-248, CMF-249, and CMF-250, all derived from the Embrapa Mandioca e Fruticultura Active Germplasm Bank, were used. Seed germination rates were evaluated for the paper and vermiculite substrates at temperatures of 25°C, 35°C, 30°C/20°C, and 35°C/25°C. The obtained data were subjected to an analysis of variance F-test. Treatment means were compared using the Tukey test at a 5% probability level. The use of vermiculite as a substrate, combined with higher temperatures such as constant 35°C or alternating temperatures of 25°C/35°C, resulted in better germination rates. For the second chapter, the accessions CMF-L78, CMF-245, CMF-248, CMF-249, CMF-250, and CMF-256 were used. Seed germination rates were first evaluated at alternating temperatures of 25°C/35°C using diluted doses in water to achieve a final solution concentration of 100 mg/L up to 600 mg/L of the commercial product Promalin®. Subsequently, the doses were evaluated at two temperatures (25°C and 25°C/35°C). The obtained data were subjected to an analysis of variance F-test, and the treatments were grouped using the Scott-Knott test at a 5% probability level. A regression analysis was performed for doses to determine the significance of the coefficient of determination. Under optimal germination temperatures, the use of a growth regulator led to a decrease in papaya seed germination, indicating that the product's use, combined with the optimal germination temperature, is detrimental to the germination rates of the species. On the other hand, under suboptimal temperature conditions, the use of Promalin® may promote papaya seed germination, suggesting its use only in situations in which temperatures are lower.

**Keywords:** Conservation; papaya tree; physiological quality; force.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	9
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	11
2.1 A CULTURA DO MAMÃO ( <i>Carica papaya L.</i> ) .....	11
2.2 BANCO DE GERMOPLASMA DE MAMOEIRO .....	12
2.3 DORMÊNCIA EM SEMENTES DE MAMÃO .....	13
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	16
<b>3 CAPÍTULO 1: TEMPERATURA E SUBSTRATO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES EM ACESSOS DE MAMOEIRO</b> .....	22
3.1 INTRODUÇÃO .....	24
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	25
3.2.1 Material Vegetal .....	25
3.2.2 Análise Estatística .....	26
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
3.4 CONCLUSÕES .....	32
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	32
<b>4 CAPÍTULO 2: PROMALIN® NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO (<i>Carica papaya L.</i>)</b> .....	34
4.1 INTRODUÇÃO .....	36
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	37
4.2.1 Material Vegetal .....	37
4.2.2 Regulador de Crescimento .....	38
4.2.3 Metodologia .....	38
4.2.4 Análise Estatística .....	39
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
4.4 CONCLUSÕES .....	45
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	50

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O crescimento da demanda internacional é um dos fatores que têm influenciado na exigência por alta produtividade na cultura do mamoeiro, segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária, o Brasil é um dos líderes mundiais na produção do mamão, se destacando também na exportação (CNA, 2022; TRIDGE, 2021).

Considerado o segundo maior produtor mundial, ficando atrás apenas da Índia e destaca-se entre os principais países exportadores com uma quantidade produzida de 1.256.703 Toneladas no ano de 2021 (IBGE., 2023). Atualmente, o mamoeiro é cultivado em quase todo o território nacional, com destaque para os estados do Espírito Santo, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte, responsáveis por cerca de 80% da produção nacional (IBGE 2023).

O mamoeiro é uma fruteira tropical com grande importância econômica devido ao alto valor nutritivo dos seus frutos (SOUZA et al., 2015). A espécie cultivada comercialmente é *Carica papaya* L., pertencente à família Caricaceae, a qual é constituída por 35 espécies organizadas em seis gêneros: *Jaracatia* (7 espécies), *Jarilla* (3 espécies), *Carica* (uma espécie), *Horovitzia* (uma espécie), *Vasconcellea* (21 espécies) que são espécies distribuídas na América do Sul e *Cylicomorpha* (2 espécies) espécies distribuídas na África Equatorial (COSTA et al., 2021).

O fruto é comercializado principalmente na forma “in natura”, porém tem também destinação para geração de produtos e subprodutos, para as indústrias alimentícia, farmacêutica, têxtil e produção de ração animal (SOUZA et al., 2015).

O mamão possui capacidade de produção durante todo o ano, e a forma mais comum de propagação é por meio de sementes (FARIA et al., 2009).

A propagação sexuada do mamão apresenta muitas vantagens em vista da expressiva quantidade de semente por fruto, rápida obtenção de mudas, as quais podem ser selecionadas para se obter lotes de tamanho e vigor padronizados da espécie do mamão (KINUPP., 2011).

Na fase de germinação das sementes é possível determinar o potencial máximo de um lote de sementes em condições controladas, o que pode ser utilizado para comparar a qualidade de diferentes lotes e também para estimar o valor para fins de semeadura (FERRARI et al., 2008). Dessa forma, a avaliação de fatores que influenciam o processo germinativo de sementes de mamoeiro é um componente fundamental para o controle de qualidade de lotes de sementes (BEBERT, 2008).

Alguns fatores externos, como à água, temperatura e oxigênio podem afetar a capacidade germinativa das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2002; SANTOS et al., 2023). As variações da temperatura podem influenciar na velocidade, porcentagem e uniformidade de germinação (TOKUHISA et al. 2009). O tipo de substrato utilizado também pode exercer influência fundamental no processo germinativo. Fatores do substrato como teor de nutrientes, capacidade de troca de cátions, esterilidade biológica e retenção de umidade têm grande impacto na germinabilidade (ZORZETO, 2011).

Outro fator relacionado a qualidade de lotes de sementes é o vigor. O vigor deve ser avaliado levando em consideração os parâmetros de porcentagem e velocidade de germinação, bem como aspectos morfológicos das plântulas resultantes do processo germinativo (TOKUHISA et al. 2009). A velocidade de germinação pode ser utilizada para identificar condições que propiciem emergência de sementes mais rápidas, em campo ou em casa de vegetação, visando minimizar o período de exposição às condições adversas que ocorrem durante a germinação e estabelecimento de plântulas (BEBERT et al, 2007).

As sementes do mamoeiro são envoltas por uma sarcotesta gelatinosa, que suprime a germinação, e mesmo com a remoção da sarcotesta, a germinação da semente de mamão frequentemente apresenta baixas taxas e podem apresentar algum tipo de dormência (TOKUHISA, 2007). Essas sementes são permeáveis à água e têm algum mecanismo de inibição fisiológica no embrião, resultando em baixo potencial de crescimento, insuficiente para quebrar a resistência mecânica das estruturas de revestimento, evitando a germinação (BASKIN E BASKIN, 2014).

A temperatura tem influência primordial no processo germinativo, podendo ser considerada um dos fatores que influenciam na quebra de dormência, pois ela tem ação tanto na velocidade, quanto na porcentagem da germinação, sendo que cada espécie apresenta uma temperatura ótima para a germinação (TOKUHISA et al. 2009).

Dependendo da força do mecanismo de inibição fisiológica, a dormência pode ser suprimida pelo uso de hormônios (BASKIN E BASKIN, 2014). O ácido giberélico e a benziladenina presentes no produto Promalin®, quando utilizado na fase de germinação podem melhorar o desempenho de sementes de várias espécies, principalmente em condições adversas, atuando no auxílio do desenvolvimento da raiz primária, fazendo com que a mesma rompa os tecidos como o endosperma que

restringem o seu crescimento, o tegumento da semente ou do fruto (TAIZ E ZEIGER, 2017; COUTINHO et al., 2023).

A promoção de aumento nas taxas de germinação das sementes de mamão é uma estratégia essencial no programa de melhoramento genético do mamoeiro, pois facilita a propagação das sementes armazenadas no banco de sementes, garantindo o sucesso da conservação de acessos do banco ativo de germoplasma de mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi promover a germinação das sementes de *Carica papaya* L. em dois substratos (papel e vermiculita), em diferentes regimes de temperaturas, e dosagens do produto Promalin®, um regulado de crescimento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DO MAMÃO (*Carica papaya* L.)

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é pertencente à família Caricacea, que representa seis gêneros e 35 espécies. O gênero *Carica* possui uma única espécie, a *C. papaya* (EMBRAPA, 2013). Considerado de origem americana, com enorme diversidade genética, o mamoeiro é caracterizado como uma planta tipicamente tropical. Segundo Kimati et al. (2005) a espécie possui sistema radicular do tipo pivotante, a raiz principal é bem desenvolvida com grande ramificação nos primeiros 30 cm do solo, com caule cilíndrico e reto, e as suas folhas são do tipo alternada, lobadas com pecíolo longo e oco. Quanto as flores, a espécie possuem três tipos e esses definem a classificação da planta como femininas, masculinas ou hermafroditas.

O fruto do mamoeiro é uma baga, podendo pesar até 5 kg e atingir 50 cm de comprimento, de cor amarela variando para alaranjado, e as suas sementes são pequenas, redondas e rugosas (CHAIM et al., 2007). Para um bom desenvolvimento do mamoeiro, são requeridos solos com textura média ou areno-argilosa, com alto teor de matéria orgânica e pH entre 5,5 a 6,7. (LIMA et al., 2007). O cultivo do mamoeiro no Brasil apresenta aspecto social, sendo fonte de alimentação, gerando produtos de alto valor comercial, com excelentes perspectivas de mercado interno e externo, além de ser fonte geradora de empregos (ALMEIDA, 2006).

Com a estimativa de dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO., 2023) evidenciam que o Brasil é um dos líderes mundiais na produção do mamão, ficando na segunda posição, com produção média de 1,2 milhões de toneladas no ano de 2021. O país se destaca também na exportação do fruto, possuindo 28,45% da exportação mundial, tendo como principais destinos à Alemanha, Portugal e Espanha (FAO., 2023; IBGE., 2023).

A espécie possui capacidade de produção durante todo o ano, com forma de propagação por meio de sementes, de estacas, e de enxertia (FARIA et al., 2009). O método mais utilizado para propagação do mamoeiro é por sementes, por apresentar crescimento rápido e elevada precocidade, com florescimento a partir do terceiro mês e colheita no oitavo (LYRA et al., 2007). O amplo mercado consumidor tem estimulado a busca por altos índices de produção do mamoeiro (EMBRAPA, 2019).

## 2.2 BANCO DE GERMOPLASMA DE MAMOEIRO

A descoberta de características agronômicas ou industriais de interesse, nos acessos conservados nos bancos de germoplasma, possibilitam o uso direto nos sistemas de produção ou nos programas de melhoramento genético, que vislumbram a introdução de outras características importantes e que permanecem separadas em diferentes genótipos, para a formação de um ideótipo da espécie (OLIVEIRA et al., 2007).

A produção brasileira de mamão conta com uma diversidade genética e possui um conjunto de cultivares desenvolvidas e registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), (CARVALHO et al., 2002). Essas cultivares se diferem por características de tamanho, cor e sabor do fruto, podendo pertencer ao grupo Solo e ao grupo Formosa, e foram obtidas a partir de melhoramento genético intra e intergrupos, com o cruzamento entre plantas de características de interesse (DA LUZ et al., 2015).

O grupo Solo possui variedades com frutos de polpa avermelhada e tamanho pequeno, de 300 a 650 gramas, sendo resistentes ao transporte e armazenamento, por isso a maioria dos frutos é destinada à exportação. Esse grupo ainda é geneticamente uniforme e possui linhagens puras fixadas por sucessivas gerações de autofecundação (DA LUZ et al., 2015). As cultivares do grupo Solo são: Sunrise Solo (obsoleta), Improved Sunrise Solo Line 72/12, Aliança, Golden, Baixinho de Santa

Amália, Taiwan, Kapoho Solo, Waimanalo e Higgins (EMBRAPA, 2013).

Já o grupo Formosa, é formado por linhagens comerciais que possuem frutos de tamanho médio, entre 1000 e 1300 gramas, com polpa avermelhada e menor resistência ao transporte e ao armazenamento, por isso tem ganhado mais espaço, espaço tanto no mercado interno quanto externo, com um forte crescimento nas vendas principalmente para a Europa, Canadá e Estados Unidos (DANTAS E OLIVEIRA, 2009; DA LUZ et al., 2015). As cultivares do grupo Formosa são: Tainung n.º 1 e Tainung n.º 2, Calimosa e Rubi (EMBRAPA, 2013).

Objetivando o máximo aproveitamento do potencial das espécies, o banco de germoplasma (BAG) busca medidas para o desenvolvimento de cultivares resistentes e tolerantes a doenças, associadas com características de interesse como a produtividade e qualidade de frutos que é essencial para o sucesso na adoção de cultivares de mamoeiro para atendimento das demandas internas e externas (DANTAS et al., 2002).

É sabido que todo banco de germoplasma deve conter uma variabilidade genética mínima que represente o acesso, e a semente do mamão é a detentora de toda bagagem genética que irá formar a planta. Porém, existem dificuldades relacionada a escolha dos acessos para ampliar a base genética, devido principalmente aos problemas de germinação nas sementes de mamão (Santos et al, 2009; EMBRAPA, 2013).

### 2.3 DORMÊNCIA EM SEMENTES DE MAMÃO

A multiplicação do mamoeiro é realizada por mudas provenientes de sementes, ocasionando a busca por rapidez e maior potencial de germinação (FERREGUETTI, 2008). A propagação oriunda de sementes é mais econômica e prática, porém, as sementes de mamão apresentam dormência, uma desvantagem na germinação e emergência, caracterizadas em lentas e irregulares (TOKUHISA et al., 2009).

A irregularidade encontrada na germinação das sementes do mamão se dá por um processo causado pela dormência, um estágio caracterizado pela ausência temporária da capacidade de germinação (TOKUHISA et al., 2009; MARTINS, 2019). A dormência é classificada em dois tipos: primária ou natural, que é a dormência inata, genética, que se instala durante a maturação da semente, de modo que a semente é dispersa da planta-mãe já em estado dormente; e secundária ou induzida, quando

condições desfavoráveis induzem uma semente quiescente a se tornar dormente (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

As sementes de mamão possuem compostos fenólicos encontrados tanto na esclerotesta como na sarcotesta, esses inibidores podem ser os responsáveis por uma falta de sincronismo existente na germinação das sementes de mamão (DIAS et al., 2015), e segundo Carvalho e Nakagawa (2012), esses fenóis podem também limitar a entrada de oxigênio na semente, retardando assim, a germinação.

Diversos procedimentos físicos têm sido avaliados para a remoção da sarcotesta, visando melhorar a germinação e favorecer a uniformidade das plântulas: remoção por meio da pressão em peneira (MELO E SELEGUINI, 2013), retirada com areia (CAVALCANTE et al., 2014) e remoção com liquidificador (SCHMILDT et al., 1993). Melo & Seleguini (2013) testaram a remoção da sacortesta em peneira com água corrente observando que a porcentagem de emergência foi favorecida. Viggiano et al. (2000) observaram dormência em sementes de mamão desprovidas de sarcotesta, indicando ser uma dormência pós-colheita. Entretanto, Singh (1981) obteve germinação máxima em sementes de mamão após a colheita. Acredita-se então, que são vários os fatores que causam essa dormência e irregularidade na germinação das sementes da espécie.

Além da remoção de sacortesta nas sementes, outros métodos podem ser utilizados para quebra da dormência e melhoria do poder germinativo das sementes de mamão: o armazenamento das sementes, a época de colheita do fruto, a temperatura e uso de hormônios (TOKUHISA et al., 2007).

No armazenamento da semente, é válido ressaltar a sua classificação quanto a tolerância à dessecação, as sementes de mamão aproximam-se mais da observada para as sementes ortodoxas (BERBERT ET AL., 2008). Sementes ortodoxas podem ser desidratadas em valores muito baixos de água sem perderem sua viabilidade, além disso, podem ser armazenadas em locais com baixas temperaturas por um período de tempo (ROBERTS, 1973; BERBERT et al., 2008).

As sementes de mamão preservam sua viabilidade por períodos de até seis anos quando armazenadas de forma ideal (BASS, 1975). Yahiro, (1979) retratou que o armazenamento das sementes de mamão por determinado período de tempo contribuiu para a superação da dormência, Viggiano et al. (2000), observou que a dormência das sementes de mamão foi superada pelo armazenamento de dois meses, Aroucha et al. (2004), em sementes da cv. Golden e do híbrido Tainung 01,

verificaram que foi necessário um período de 8 a 16 meses de armazenamento para quebra da dormência, Tokuhisa (2006) observou que sementes dormentes do híbrido Tainung 01 tiveram a dormência superada após o armazenamento de 3 a 6 meses, Esquivel et al. (2011) observaram a superação da dormência em sementes de mamão nove meses após o armazenamento.

A intensidade de dormência nas sementes de mamão pode variar dependendo também na maturação dos frutos, pois mesmo sendo capaz de germinar antes de alcançar a maturidade, o potencial máximo de uma semente é atingido com o maior acúmulo de matéria seca, e isso só acontece na maturidade fisiológica da semente, além disso, a intensidade de dormência de um lote de sementes pode também interferir diretamente na eficiência dos tratamentos usados para sua superação. (POPINIGIS, 1985; CARVALHO, 1979).

A temperatura é outro fator que pode atuar na quebra de dormência das sementes de mamão, em que uma temperatura ótima para a germinação é definida como a temperatura em que ocorre a maior percentagem de germinação em um menor tempo, quando as sementes são expostas em temperaturas muito baixas ou muito altas, inibem a germinação (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

Ao longo dos anos, alguns estudos foram realizados com objetivo de avaliar a temperatura ideal para germinação de sementes do mamão, porém, os resultados são divergentes, o trabalho realizado por Lange (1961) verificou que a temperatura mais adequada para a germinação destas sementes situa-se entre 23°C e 44°C, sendo ideais temperaturas noturnas de 23°C e diurnas de 40°C, pois o choque térmico é benéfico à germinação. Furutani e Nagao (1987) obtiveram melhor germinação a 35°C em relação à 25°C. Dantas; Castro Neto, (2000) encontraram 22°C e 26°C como temperatura ideal para germinação em sementes de mamão. Para Bhattacharya e Khuspe (2001), a temperatura mínima para a germinação é de 20°C, ocorrendo decréscimos com o aumento da temperatura até 40°C, obtendo germinação nula. Aroucha et al. (2005), Tokuisa et al. (2008) e Dias et al. (2015) notaram que a germinação é menos acentuada em períodos de altas temperaturas. Andrade et al. (2013), encontraram maior porcentagem de emergência em sementes de mamão em temperaturas alternadas (20/30°C) e menores porcentagens de emergência em temperaturas de 20 °C. Saran et al. (2016) indicou que a temperatura média de 29,6 °C foi melhor para a germinação, enquanto baixas reduziram. As Regras para Análise de

Sementes (BRASIL, 1992) recomendam o uso de temperaturas alternadas de 20/30°C, para se obter a germinação máxima em sementes de mamão.

Os tratamentos químicos também podem ser uma solução potencial para a superação da dormência, uma vez que são de rápida execução e podem ser aplicados de forma homogênea numa massa de sementes (GÓMEZ., 2016). As citocininas tem função de bloquear o efeito de alguns inibidores presentes nas sementes, permitindo que outros fitorreguladores, como as giberelinas, atuem estimulando a germinação (KHAN, 1971). Em sementes de mamão, Yahiro e Oryoji (1980) obtiveram germinação de 60% com o uso de hormônios em sementes de mamão, apenas com elevadas concentrações (1000 ppm). Leonel et al. (1998) observaram melhoria na germinação (53%), sendo que a germinação foi nula sem o uso do hormônio. Para Bhattacharya e Khuspe (2001), o uso da giberelina a 200 ppm, por 24 horas de embebição, promoveu aumento na germinação das sementes. Tokuhisa., (2006) e Favarato et al. (2023) trabalhando com sementes de mamão encontraram valores ideais para germinação, ambos alegam que quando há presença de dormência nas sementes, os tratamentos que envolveram o uso de hormônio foram os mais eficientes para promover a germinação.

Como retratado, algumas técnicas podem ser utilizadas como forma de superação da dormência e conseqüentemente melhoria da germinação, como a lavagem em água corrente, remoção da sacortesta, exposição a temperaturas, tratamentos químicos, entre outros. Porém, são métodos que exigem cuidados com os fatores a serem empregados na metodologia de uso, concentração, tempo, quantidade de produto, entre outros.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. V. B. A. Economia do mamão: o mamão no mundo, no Brasil e na CEAGESP. Toda Fruta. (2006). Disponível em: <http://www.todafruta.com.br>. Acesso em 29 de outubro de 2020.

ANDRADE, A. A.; JASPER, S. P. Temperatura na emergência de quatro variedades de mamoeiro. *Comunicata Scientiae*, v.4, n.4, p.401-406, 2013.

AROUCHA, E.M.M.; SILVA, R.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, A.P.; FREITAS, S.P. Influência do estágio de maturação dos frutos e período de armazenamento das sementes no vigor das sementes de mamão dos grupos Solo e Formosa. In: Reunião de Pesquisa do Frutimamão, 2, 2004. Anais... Campos de Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2004. p.71-75.

AROUCHA, E.M.M.; SILVA, R.F.; OLIVEIRA, J.G.; VIANA, A.P.; GONZAGA, M.P. época de colheita e período de repouso dos frutos de mamão (*carica papaya* L.) Cv. Golden na qualidade fisiológica das sementes. *Ciência rural*, V.35, N.3, P.537-543, 2005.

BASS, G.E. (1975). Seed viability of papaya. *Journal of horticultural SCIENCE*, 50(4), 295-299.

BASKIN, C.C., BASKIN, J.M., 2014. *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*, 2nd ed. Elsevier, Kentucky, USA.

BEBERT, P. A.; CARLESSO, V. O.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; THIÉBAUT, J. T. L.; MENDES AROUCHA, EDNA MARIA, SOUSA NUNES, GLAUBER HENRIQUE, FERREIRA DA SILVA, ROBERTO, BALBINOT, ERNANDO. Qualidade fisiológica de sementes de mamão após o armazenamento dos frutos e de sementes. *Revista Caatinga* [en linea]. 2007, 20(3), 136-143. Consulta 3 de Agosto de 2022. ISSN: 0100-316X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117565018>.

BERBERT, P.A., CALDEIRA, M.L., OLIVEIRA, E.C., GARCIA, D.C., AGUIAR, F.L. (2008). Comportamento fisiológico de sementes em função do tamanho e do substrato de germinação. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2), 9-18.

BHATTACHARYA, J.; KHUSPE, S.S. In vitro and in vivo germination of papaya (*Carica papaya* L.) seeds. *Scientia Horticulturae*, v.91, p.39-49, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: SNDA/ DNDV/CLV, 1992. 365 p.

CAVALCANTE, J. A.; PEREIRA, N. A. E.; NOBRE, R. G.; LOPEZ, K. P.; MARQUEZ, K. M. Qualidade fisiológica de sementes de mamão submetidas a diferentes métodos de remoção da sarcotesta. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.9, n.2, p.285-290, 2014.

CARVALHO, G.J. *Maturação de Sementes*. Belo Horizonte: EMATER-MG, 1979. 6p. (Série Sementes, 4).

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 588p.

CARVALHO, L.M.J. & NAKAGAWA, J. (2012). Fenologia de sementes. In: Aguiar, I.B. & Piña-Rodrigues, F.C.M. (Eds.). *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. 2a ed. Brasília, DF: ABRATES, p. 1-38.

,,,,,,,,,,,,,  
CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/> Acesso em 03 de agosto de 2022.

CHAIM, A.; SANTOS, A., *Fruteiras tropicais de interesse comercial*. Embrapa, Brasília, DF 2007.

COSTA, A. de F. S. da et al., *A cultura do mamoeiro*. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Brasília, DF. 426p. 2021.

COUTINHO, M. E. D.; LAUVERS, F. S.; CARRARA, J. A. M.; PAIXÃO, M. V. S.;

MEIRELES, R. C. GIBERELINA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO CV. GOLDEN. Revista Foco, Curitiba-PR, p. 01-08, 10 mar. 2023. DOI 10.54751/revistafoco.v16n3-052. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/1295/958>. Acesso em: 31 maio 2023.

DA LUZ, L. N., PEREIRA, M. G., BARROS, F. R., BARROS, G. DE B. & FERREGUETTI, G. A. (2015). Novos híbridos de mamoeiro avaliados nas condições de cultivo tradicional e no semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Fruticultura, 37(1), 159-171.

DANTAS, J.L.L.; CASTRO NETO, M.T. Aspectos botânicos e fisiológicos. p. 11-14. In: TRINDADE, A.V. (org.). Mamão produção: aspectos técnicos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2000. (Frutas do Brasil, 3).

DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, E. J. (2009) O melhoramento genético do mamoeiro: avanços, desafios e perspectivas, In: I Simpósio Nordestino de Genética e Melhoramento de Plantas, Fortaleza - CE, O melhoramento genético no contexto atual, Fortaleza - CE: Embrapa Agroindústria Tropical, v. 1, p. 151- 180.

DANTAS, R. TC., FIGUEIREDO, DV., RIBEIRO, LA., BELTRÃO, NED., & Siqueira, DL. (2002). Induced polyploidy in papaya plants. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37(5), 669-674.

DIAS, N. L. P.; OLIVEIRA, E. J.; DANTAS, J. L. L. Avaliação de genótipos de mamoeiros com uso de descritores agronômicos e estimação de parâmetros. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 46, n. 11, p. 1471-1479, nov. 2011.

DIAS, M. A.; DIAS, D. C. F. S.; BORGES, E. E. D. L.; DIAS, L. A. D. S. Quality and phenolic compounds in papaya seeds changed by harvest and maturity of fruits. Ciência Rural, v.45, n.4, p.737-743, 2015.

EMBRAPA. Mamão: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Coordenação editorial: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. 176p.

EMBRAPA. Mamão, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/%20%20mandioca-e-fruticultura/cultivos/mamao> Acesso em: 02 ago. 2022.

ESQUIVEL, M. A.; LOPEZ, Y. O.; RAMIREZ, R. R.; DIAS, H. O.; DEL SOL, M. C.; Dormancia em semillas de papaya cv Maradol Roja durante el almacenamiento. Agronomía Mesoamericana, v.22, n.2, p.351-357, 2011.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/e>. Acesso em: 10 de agosto de 2021.

FARIA, A. R. N. et al. A cultura do mamão. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

FAVARATO, E. C; CORREIA, P. H; MARTINS, V. S; PAIXÃO, M. V. S; FERNANDES,

A. R. GIBERELINA EN LA EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DE PAPAYA CV. FORMOSA MIEL. Revista Foco, Curitiba-PR, p. v.16.n.2|e1214|p.01-15|2023, 2 mar. 2023. DOI:10.54751/revistafoco.v16n2-230. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/1214/907>. Acesso em: 30 maio 2023.

FERRARI, T.B. et al. Germinação de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis): Fases e efeito de reguladores vegetais. Revista Biotemas, v. 21, n. 3, p. 65-74, 2008.

FERREGUETTI, G. A. (2008) 01 – O primeiro híbrido de mamão Formosa brasileiro. Disponível: [site Caliman Agrícola S/A. http://www.caliman.com.br/Papaya/Papaya\\_Hibrido.asp](http://www.caliman.com.br/Papaya/Papaya_Hibrido.asp).

FURUTANI, S.C.; NAGAO, M.A. Influence of temperature, KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub> and seed drying on emergence of papaya seedlings. Scientia Horticulturae, v.32, p.67-72, 1987.

GÓMEZ, Sindy Johanna, 1986- G633e Efeito do hipoclorito de sódio na qualidade fisiológica e 2016 integridade do tegumento de sementes de mamão / Sindy Johanna Gómez. – Viçosa, MG, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de mamão no Brasil. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mamao/br>>. Acesso em: 16 de agosto 2023.

KHAN, A. A. Cytokinins: permissive role in germination. Science, v. 171, n. 3974, p. 853859, 1971.

KINUPP, V.F; Lisbôa, G.N., Barros, I.B.I. *Vasconcella quercifolia*. In: Coradin, L.; Siminski, L.C.; reis, A. (Ed.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – região sul*. Brasília: MMA, 2011, p. 209–214.

KIMATI, H. AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 10-11.

LANGE, A.H. The effect of temperature and Photoperiod on the growth of *Carica papaya*. Ecology, v.42, n.3, p.481-486, 1961b.

LEONEL, S.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Influência da alternância de temperatura e tratamentos com GA<sub>3</sub>, na germinação de sementes de mamoeiro. Semina: Ciências Agrárias, v.19 n.1, p.68-72, 1998.

LIMA, J. F.; PEIXOTO. C. P.; LEDO, C. A. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. Ciência e Agrotecnologia. Lavras, v. 31, n. 5, p. 1358- 1363, 2007.

LYRA G.B.; PONCIANO, N.J.; SOUSA, E.F.; BASTOS LYRA & SUGAWARA, M.T. Modelo de crescimento aplicado ao mamoeiro (*Carica papaya* L.) cultivar 34 UENF/CALIMAM 01. In: FRUTIMAMÃO. BOLETIM TÉCNICO DA III REUNIÃO DE

PESQUISA DO FRUTIMAMÃO. Anais Campos dos Goytacazes: UENF/Caliman, 2007. p. 146-149.

MARTINS, PEDRO HENRIQUE MARQUES. MÉTODOS DE REMOÇÃO DA SARCOTESTA PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE MAMÃO. 2019. 28 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia) - INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES, CERES – GO, 2019. Disponível em: [https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/785/1/tcc\\_Pedro%20Henrique%20Marques%20Martins.pdf](https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/785/1/tcc_Pedro%20Henrique%20Marques%20Martins.pdf). Acesso em: 1 jun. 2023.

MELO, A. P. C.; SELEGUINI, A. Estádio de maturação de frutos e remoção física da sarcotesta na produção de mudas de mamão. *Comunicata Scientiae*, v.4, n.1, p.20-25, 2013.

OLIVEIRA, E. J. d.; DANTAS, J. L. L.; CASTELLEN, M. d. S. Conservação e uso do germoplasma de mamoeiro na Embrapa. *Portal ZooNews*, [S. l.], 31 out. 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/237274364>. Acesso em: 21 jun. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. FAO. FAOSTAT. Divisão de estatística. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>. Acesso em: 16 de agosto de 2023.

POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 12, p. 499-514, 1973.

SANTOS, S. A. Dos; SILVA, R.F.; PEREIRA, M.G.; ALVES, E.; MACHADO, J.C. BORÉM, F.M.; GUIMARÃES, R.M.; MARQUES, E.R. (2009). Estudos morfo anatômicos de sementes de dois genótipos de mamão *Carica papaya* L. *Revista Brasileira de Sementes*, 31.

SANTOS, V. E; NETO, A. C. B; MOTA, L. A; OLIVEIRA, E. M; PAIXÃO, M. V. SUBSTRATOS MINERAIS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV ALIANÇA. *Revista Foco*, [S. l.], p. v.16.n.2|e1216|p.01-10|2023, 2 mar. 2023. DOI 10.54751/revistafoco.v16n2-232. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/1216/909>. Acesso em: 30 maio 2023.

SARAN, P. L.; CHOUDHARY, R.; SOLANKI, I. S.; ERCISLI, S. Influence of temperature on seed germination in papaya under subtropical conditions of India. *Erwerbs-Obstbau*, v. 58, p. 199–202, Jun. 2016.

SCHMILDT, E. R.; FRONZA, V.; DIAZ, J. L. S.; UNÊDA, S. H.; ALVARENGA, E. M. Comparação de métodos físicos de remoção da sarcotesta e de métodos de secagem de sementes de mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v.15, n.2, p.147-151, 1993.

SINGH, R. M.; SINGH, I. D. Effects methods and duration of storage on seed germination and seedling vigour in papaya. *Seed Research*, v.9, n.1, p.67-72, 1981.

SOUZA, R. R.; MATIAS, S. S. R.; SILVA, R. R.; SILVA, R. L.; BARBOSA, J. S. M. Qualidade de mudas de mamão produzidas em substrato com esterco caprino e doses de superfosfato simples. *Revista Agrarian, Dourados*, v. 8, n. 28, p. 139-146, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 722 p.

TOKUHISA, A. C. 2007. Phenolic compound inhibitors in papaya seeds (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira Sementes*. 2(3): 180-188.

TOKUHISA, DAI;. Ocorrência e superação da dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.) em função da época de colheita dos frutos / c Dai Takuhisa. – Viçosa : UFV, 2006.

TOKUHISA, A. C. 2007. Phenolic compound inhibitors in papaya seeds (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira Sementes*. 2(3): 180-188.

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Época de colheita dos frutos e ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v.30, n.2, p.75-80, 2008.

TOKUHISA, DAI; CAMILLA ATSUMI ZANUNCIO SEDIYAMA; PAULO CÉSAR HILST; DENISE CUNHA FERNANDES DOS SANTOS DIAS (2009). Teste de condutividade de elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamão (*carica papaya* l.) *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 31, nº 2, p.137-145, 2009.

TRIDGE (2021). Papaya: 2019-2020. Disponível em: <<https://www.tridge.com/intelligences/papaya>> Acesso em: 02 ago. 2022.

VIGGIANO, J. R.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). *Sementes Online*, v.1, n.1, p.6-10, 2000.

YAHIRO, M.; ORYOJI, Y. Effects of gibberellin and cytokinin treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. seeds. *Mem. Fac. Agric. Kogoshima Univ.*, v.16, p.45-51, 1980.

YAHIRO, M. Effects of pre-treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. *Mem. Fac. Agric. Kogoshima Univ.*, v.15, p.49- 54, 1979.

ZORZETO, T. Q. *Caracterização Física e Química de Substratos para Plantas*, 2011. Dissertação-Departamento de Pós-graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agronômico, Campinas, 2011.

### 3. CAPÍTULO 1: TEMPERATURA E SUBSTRATO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES EM ACESSOS DE MAMOEIRO

**RESUMO:** O mamão é uma fruta altamente consumida e vista como uma boa fonte de renda para agricultores de diversas regiões, com isso a sua produção tem sido crescente, aumentando a busca por maior qualidade das sementes. Para que as sementes possam expressar o seu máximo potencial genético a germinação e emergência de plântulas devem ocorrer de forma mais uniforme e com maior percentual. A identificação da temperatura ideal e do substrato utilizado, são fatores que devem ser otimizados para melhoria da germinação das sementes de mamão. Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de dois substratos (papel e vermiculita) em diferentes regimes de temperatura nas taxas de germinação das sementes de mamão. Dois experimentos foram instalados, o primeiro em delineamento inteiramente casualizado e esquema fatorial 2 x 3, utilizando o acesso CMF-L78 da espécie *Carica papaya* L., em dois substratos (papel e vermiculita) e três regimes de temperaturas (25°C, 35°C e 35°C/25°C). O segundo experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo quatro acessos (CMF-L78, CMF-248, CMF-249 e CMF-250) e quatro regimes de temperatura (25°C, 35°C, 30°C/20°C e 35°C/25°C). Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância. As médias dos substratos foram comparadas pelo teste F e as médias dos regimes de temperatura foram comparadas pelo teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade. Para substrato, notou-se que na vermiculita os dados de germinabilidade e taxas de germinação foram superiores às obtidas no papel. Para análise de temperatura isoladamente, à 25°C obteve valores menores para taxas de germinação em ambos os substratos, enquanto que, em temperaturas mais altas como 35°C e alternada de 25°/35°C as taxas foram superiores.

**Palavras-chave:** *Carica papaya* L.; percentual de germinação; vermiculita.

## CHAPTER 1: TEMPERATURE AND SUBSTRATE EFFECTS ON THE GERMINATION OF PAPAYA SEEDS

**ABSTRACT:** Papaya is a highly consumed fruit and is seen as a good source of income for farmers in various regions. As a result, its production has been increasing, leading to a growing higher seed quality demand. To obtain the full genetic potential of the seeds, uniform germination and seedling emergence are essential. Identifying the optimal temperature and substrate conditions is crucial for enhancing papaya seed germination. Therefore, the objective of this study was to evaluate the impact of two substrates (paper and vermiculite) under different temperature regimes on papaya seed germination rates. Two experiments were conducted. The first experiment followed a completely randomized design with a 2 x 3 factorial arrangement. The Carica papaya L. accession CMF-L78 was used, with two substrates (paper and vermiculite) and three temperature regimes (25°C, 35°C, and 35°C/25°C). The second experiment also employed a completely randomized design with a 4x4 factorial arrangement, involving four accessions (CMF-L78, CMF-248, CMF-249, and CMF-250) and four temperature regimes (25°C, 35°C, 30°C/20°C, and 35°C/25°C). The data underwent an analysis of variance using the F-test. The substrate means were compared using the F-test, and the temperature regime means were compared using the Tukey test, both at a 5% significance level. Regarding the substrate effects, vermiculite demonstrated a higher germinability and germination rates compared to paper. Isolating the temperature analysis, lower germination rates were observed at 25°C for both substrates. On the other hand, higher temperatures such as 35°C and the alternating 25°/35°C temperature regime resulted in superior germination rates.

**Keywords:** Carica papaya L.; germination percentage; vermiculite.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O mercado de fruticultura mostra-se promissor mundialmente e o Brasil tem ocupado a segunda posição entre os maiores países produtores de frutas, com uma produção anual de aproximadamente 46,9 milhões de toneladas (FAO, 2021). Dentre as fruteiras o mamão se destaca não só na produção, mas também no consumo com frutos de alta qualidade (SIM, 2016).

O mamão possui boa aceitação pela população brasileira, dessa forma é uma boa fonte de renda para agricultores de diversas regiões. Com a produção crescente existe a busca por maior produtividade (OLIVEIRA, 2020). O cultivo do mamoeiro exige uma renovação periódica dos pomares, normalmente sendo necessária a renovação entre dois anos e meio a quatro anos, o que necessita uma constante produção, e a via de propagação mais utilizada na implantação de plantios é por sementes (EMBRAPA, 2009).

A germinação e emergência de plântulas são parâmetros de qualidade fisiológica da semente, para que ela ocorra de forma mais uniforme e com maior percentual. Fatores como a identificação de temperatura e luminosidade adequadas para a germinação, o uso de técnicas para acelerar a embebição da semente, o substrato utilizado, são fatores que devem ser otimizados no momento da semeadura para que as sementes possam expressar o seu máximo potencial genético (FERRARI et al., 2008).

Para a obtenção de mudas de alta qualidade com reflexos positivos na produtividade, torna-se fundamental utilizar substratos com características que favoreçam a germinação das sementes, o desenvolvimento radicular e o crescimento adequado das plantas (RAMOS et al., 2002).

O substrato tem a finalidade de proporcionar condições adequadas à germinação e ao desenvolvimento inicial da muda, possuindo grande influência no processo germinativo (SILVA; PEREIRA, 2004). Na escolha do substrato deve-se levar em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à quantidade de água, sua sensibilidade ou não à luz e a facilidade que este oferece para a realização das contagens e avaliação das plântulas (TERRA et al, 2011).

A temperatura exerce forte influência na germinação, podendo determinar as taxas de germinação, quebrar a dormência primária ou secundária e induzir dormência secundária (BEWLEY E BLACK 1994). É considerado uma temperatura ótima quando

a semente expressa seu potencial máximo de germinação no menor espaço de tempo (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

Nesse contexto o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de dois substratos (papel e vermiculita) e regimes de temperatura nas taxas de germinação das sementes de mamão.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Material Vegetal

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Conservação e Tecnologia de Sementes da Embrapa Mandioca e Fruticultura, no município de Cruz das Almas, BA (12° 40 12 S, 39° 06 07 W, 220 m). O município está localizado no Recôncavo da Bahia e, de acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é uma transição do tipo Am a Aw (tropical subúmido a seco), com temperatura média anual do ar de 23,8 °C, precipitação anual média de 1.224 mm, concentrada de março a agosto, sendo o período de dezembro a fevereiro seco e quente, e umidade relativa do ar média de 82,3%.

Foram utilizados acessos disponíveis no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura, sendo eles: CMF-L78, CMF-248, CMF-249 e CMF-250. Os frutos coletados foram seccionados transversalmente e a sarcotesta das sementes removidas manualmente, por meio de fricção em peneira de malha fina, sendo em seguida as sementes secas à sombra por 4 dias.

**Tabela 1.** Especificação da linhagem dos acessos estudados.

ACESSOS	LINHAGEM
CMF-L78	Solo
CMF-248	Aliança
CMF-249	THB
CMF-250	BS2000

### 3.2.2 Metodologia

Dois experimentos foram instalados. No primeiro experimento, objetivou-se avaliar o substrato que proporciona uma maior taxa de germinação associado a temperatura ótima, este foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2 x 3, utilizando o acesso CMF-L78 da espécie *Carica papaya* L, em

dois substratos (papel e vermiculita) e três regimes de temperaturas (25°C, 35°C e 35°C/25°C). Para os tratamentos com o substrato papel foram utilizados papel germitest umedecido com 4 ml de água destilada e para os tratamentos com vermiculita foram colocados 15g de vermiculita umedecida com 45ml de água deionizada em cada parcela.

Com a variabilidade de características existentes em cada acesso, montou-se um segundo experimento objetivando avaliar a temperatura ótima para diferentes acessos do mamão, este foi instalado no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo quatro acessos (CMF-L78, CMF-248, CMF-249 e CMF-250) e quatro regimes de temperatura (25°C, 35°C, 30°C/20°C e 35°C/25°C).

A semeadura para ambos experimentos foi realizada em caixas tipo gerbox e foram conduzidos em câmaras de germinação com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: germinabilidade (G), em %; tempo médio de germinação ( $\bar{t}$ ), em dias; coeficiente de variação do tempo de germinação ( $CVt$ ), em %; taxa média de germinação ( $\bar{v}$ ), em dias<sup>-1</sup>, incerteza ( $I$ ) e índice de sincronia ( $Z$ ).

O tempo médio de germinação ( $\bar{t}$ ) foi calculado pela expressão  $\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$ , em que  $t_i$  é o tempo entre o início do experimento e a  $i$ -ésima observação;  $n_i$  é o número de sementes germinadas no tempo  $i$ ; e  $k$  é a última germinação. O coeficiente de variação do tempo de germinação ( $CVt$ ) foi calculado pela expressão  $CVt = \left(\frac{st}{\bar{t}}\right) \times 100$ , em que  $st$  é o desvio padrão do tempo. A taxa média de germinação ( $\bar{v}$ ) foi calculada pela expressão  $\bar{v} = \frac{1}{\bar{t}}$ . A incerteza foi calculada pela expressão  $I = -\sum_{i=1}^k f_i \log_2 f_i$ , em que  $f_i$  é a frequência relativa de germinação dada por  $f_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i} = \frac{1}{N}$ . O índice de sincronia ( $Z$ ) foi dada por  $Z = \frac{\sum C_{n,2}}{N}$ , sendo  $C_{n,2} = \frac{n_i(n_i-1)}{2}$  e  $N = \frac{\sum n_i(\sum n_i - 1)}{2}$ , em que  $C_{n,2}$  é a combinação de sementes germinadas no tempo  $i$ , dois a dois. Maiores detalhes das expressões podem ser obtidos em Ranal e Santana (2006).

### 3.2.3 Análise Estatística

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância. Para o primeiro experimento, as médias dos substratos foram comparadas pelo teste F e as médias dos regimes de temperatura foram comparadas pelo teste de Tukey, ambos a 5% de

probabilidade. Para o segundo experimento, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A variável germinação foi transformada para  $\arcsen\sqrt{(x/100)}$  visando o atendimento das pressuposições da análise de variância. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2023).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento, em que foram avaliados substratos e temperaturas, verificou-se efeitos significativos nas variáveis germinabilidade e tempo médio de germinação. Na interação substrato e temperatura houve efeito significativo para as variáveis coeficiente de variação do tempo de germinação e taxa média de germinação. Para a variável índice de sincronia houve efeito significativo apenas para o fator temperatura (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância do acesso CMF-L78 para as variáveis germinabilidade (G), em %; tempo médio de germinação ( $\bar{t}$ ), em dias; coeficiente de variação do tempo de germinação ( $CV_t$ ), em %; taxa média de germinação ( $\bar{v}$ ), em dias<sup>-1</sup>, incerteza (I) e índice de sincronia (Z).

FV	GL	Quadrado médio					
		G <sup>1</sup>	$\bar{t}$	$CV_t$	$\bar{v}$	I	Z
Substrato	1	0,5302**	19,3680**	12,5000 <sup>ns</sup>	0,0011**	0,0825 <sup>ns</sup>	0,0189 <sup>ns</sup>
Temperatura	2	0,0697**	33,0890**	211,8940**	0,0017**	0,5253 <sup>ns</sup>	0,1644*
Subs. X Temp.	2	0,0030 <sup>ns</sup>	1,0030 <sup>ns</sup>	57,07770*	0,0001*	1,1621 <sup>ns</sup>	0,0608 <sup>ns</sup>
Erro	16	0,0110	0,4946	14,3650	0,0001	0,3853	0,0323
Média geral		40,0000	12,1917	11,8813	0,0838	1,3792	0,3450
CV (%)		14,95	5,93	29,63	6,67	42,54	56,9

\*\* e \* significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup>transformado para  $\arcsen\sqrt{(x/100)}$ .

Comparando os substratos, nota-se que na vermiculita foram obtidas germinabilidade e taxas de germinação superiores às obtidas no papel. Para a variável germinabilidade o substrato vermiculita alcançou 55,6% de germinação e tempo médio de germinação de 11 dias, enquanto que no substrato papel houve 26,4% de germinação e tempo médio de germinação de aproximadamente 13 dias. Não houve diferença estatística para os índices incerteza e sincronia (Tabela 2).

O desempenho da germinação nas sementes de mamoeiro é um dos parâmetros essenciais para o êxito da recomendação a produtores interessados na implantação da cultura na região, e neste estudo o substrato vermiculita se mostrou

superior ao substrato papel. A utilização do substrato adequado pode favorecer a maior sobrevivência das mudas, propiciando maior precocidade no processo produtivo, diminuindo assim os custos de produção (DUMROESE et al., 2011).

**Tabela 2.** Valores médios do acesso CMF-L78 em substrato para as variáveis germinabilidade (G), em %; tempo médio de germinação ( $\bar{t}$ ), em dias; incerteza (I), em bit; e índice de sincronia (Z).

Substratos	G	$\bar{t}$	I	Z
Papel	26,4000 b	12,8960 b	1,3920 a	0,3400 a
Vermiculita	55,6667 a	11,0117 a	1,5150 a	0,2892 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Para que ocorra boa germinação em sementes é necessário um determinado limite de temperatura, sendo considerada a temperatura ótima aquela que possibilita uma máxima germinação em menor período de tempo possível (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; BRASIL, 2009; MENEZES ET AL., 2013). Na tabela 3, observa-se que a alternância de temperatura de 25°C/35°C foi superior para a germinação de sementes nas variáveis estudadas, com exceção da variável incerteza.

A temperatura indicada em outros estudos para germinação de mamão é entre 22°C e 26°C (DANTAS; CASTRO NETO, 2000). Porém, um trabalho realizado na Índia por Saran et al. (2016) indicou que a temperatura média de 29,6 °C foi melhor para a germinação, enquanto baixas reduziram. Os dados deste estudo demonstram que a alternância de temperatura apresenta resultados superiores, o que pode ser explicado por ser uma condição semelhante a temperaturas dos locais naturais de ocorrência da espécie.

**Tabela 3.** Valores médios do acesso CMF-L78 em temperatura para as variáveis germinabilidade (G), em %; tempo médio de germinação ( $\bar{t}$ ), em dias; incerteza (I), em bit; e índice de sincronia (Z).

Substratos	G	$\bar{t}$	I	Z
25°C	34,0000 b	14,3600 c	1,1867 a	0,4450 a
35°C	46,0000 a	11,4175 b	1,7100 a	0,1638 b
25°C/ 35°C	45,0000 a	10,4500 a	1,4125 a	0,3713 ab

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando os valores do índice de taxa média de germinação em relação ao substrato, a vermiculita não se diferiu estatisticamente ao papel nas temperaturas de 35°C e 25°C/ 35°C (Tabela 4). Quando se avalia a temperatura isoladamente, à 25°C

pode-se observar valores menores para taxas de germinação em ambos os substratos, enquanto que, em temperaturas mais altas como 35°C e alternada de 25°/35°C as taxas foram superiores (Tabela 4).

Segundo Baskin & Baskin (2004), em sementes de mamão se observa baixos percentuais de germinação por causa da dormência fisiológica. A dormência é o evento fisiológico que mais limita a germinação de sementes (CHAODUMRIKUL et al., 2016). Nesse contexto, podemos considerar temperaturas mais altas ou alternância de temperatura como um possível método para quebra da dormência fisiológica de sementes de mamoeiro.

**Tabela 4.** Valores médios da taxa média de germinação ( $\bar{v}$ ), em dias<sup>-1</sup>, em função dos substratos e temperatura, no acesso CMF-L78.

Substratos	Temperaturas		
	25°C	35°C	25°C/ 35°C
Papel	0,0600 bC	0,0750 aB	0,0900 aA
Vermiculita	0,0725 aB	0,1025 aA	0,1025 aA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste F a 5% de probabilidade e médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o experimento 2, avaliando os acessos (CMF-L78, CMF-248, CMF-249 e CMF-250) em 4 regimes de temperaturas (25°C, 35°C, 30°C/20°C e 35°C/25°C), notou-se que houve efeitos significativos para as variáveis estudadas, exceto incerteza e sincronia que mostraram efeito significativo apenas para o fator temperatura. A interação entre acesso e temperatura apresentou efeito significativo nas variáveis tempo médio de germinação e taxa média de germinação, nas demais variáveis não houve diferença estatística significativa a 5% de probabilidade (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para as variáveis germinabilidade (G), em %; tempo médio de germinação ( $\bar{t}$ ), em dias; coeficiente de variação do tempo de germinação ( $CV_t$ ), em %; taxa média de germinação ( $\bar{v}$ ), em dias<sup>-1</sup>, incerteza (I) e índice de sincronia (Z).

FV	GL	Quadrado médio					
		G <sup>1</sup>	$\bar{t}$	$CV_t$	$\bar{v}$	I	Z
Acessos	3	0,5166**	17,7520**	174,1700**	0,0005**	0,7697 <sup>ns</sup>	0,0386 <sup>ns</sup>
Temperatura	3	0,2623**	38,7820**	611,3400**	0,0013**	1,5579**	0,2079**
Acesso x Temp.	9	0,05293 <sup>ns</sup>	3,1170*	32,1900 <sup>ns</sup>	0,0001**	0,3738 <sup>ns</sup>	0,0215 <sup>ns</sup>
Erro	45	0,02761	1,1030	17,6700	0,0001	0,3630	0,0149
Média geral		62,9508	13,6110	16,7536	0,0751	1,6250	0,2912
CV (%)		17,85	7,72	25,09	7,19	37,07	41,88

\*\* e \* significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup>transformado para  $\arcsen\sqrt{(x/100)}$ .

Uma série de fatores podem ser considerados a razão de variações da germinação em sementes de mamão, por exemplo: estágio de maturação de frutos, época de colheita, repouso dos frutos, secagem, armazenamento e constituição química das sementes (PAIXÃO et al, 2012). Na tabela 6, é possível analisar de forma isolada os acessos, nota-se que a variável germinabilidade obteve resultado superior no acesso CMF-249 quando comparado aos demais, com uma taxa de 83% de germinação, seguido pelo acesso CMF-248, CMF-L78 e CMF-250 com 65,5%, 51,1% e 49,8% respectivamente. Na variável coeficiente de variação do tempo de germinação, apenas o acesso CMF-248 obteve diferença estatística. Não houve diferença estatística entre os acessos para as variáveis incerteza e sincronia.

**Tabela 6.** Valores médios de acessos para as variáveis germinabilidade (G), em %; coeficiente de variação do tempo de germinação ( $CV_t$ ), em %; incerteza (I) e índice de sincronia (Z).

<b>Acessos</b>	<b>G</b>	<b><math>CV_t</math></b>	<b>I</b>	<b>Z</b>
CMF-L78	51,1429 bc	13,8197 a	1,4341 a	0,2906 a
CMF-248	65,5000 b	21,5112 b	1,8546 a	0,2431 a
CMF-249	83,0000 a	15,7030 a	1,7598 a	0,2819 a
CMF-250	49,8667 c	15,5377 a	1,4145 a	0,3530 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na variável germinabilidade a melhor temperatura foi de 25°C/35°C com 72% de taxa de germinação, enquanto que a temperatura 30°C/20°C se mostrou inferior com apenas 49% de taxa de germinação. O coeficiente de variação avalia a uniformidade da germinação em relação ao tempo médio de germinação, mostrando que a temperatura 25°C/35°C também foi superior. Para a variável incerteza, o valor mais alto foi encontrado na temperatura constante de 35°C, que indica maior variação no tempo de germinação, enquanto que a menor variação, ou seja, maior concentração de germinação foi na temperatura 25°C/35°C sendo considerada a melhor.

No tratamento com alternância de temperatura 25°C/35°C houve um maior número de sementes germinadas em sincronia, e nas demais temperaturas não houve diferença estatística entre si. A variável sincronia indica o número de sementes que germinaram ao mesmo tempo, quanto maior a sincronia da germinação em um lote, melhor a qualidade das sementes, e quando observada uma falta de sincronia na germinação das sementes pode indicar que existe à presença de inibidores nas membranas, restringindo a entrada de oxigênio e impedindo, portanto, o natural

desenvolvimento da germinação (GHERARDI & VALIO, 1976; REYES ET AL., 1980; SÃO JOSÉ & MARIN, 1988; TOKUHISA ET AL., 2007).

Comparando o comportamento dos diferentes acessos com relação a temperatura é possível notar que para todas as variáveis estudadas a temperatura alternada de 25°C/35°C se mostrou superior as demais (Tabela 7).

**Tabela 7.** Valores médios de temperaturas para as variáveis germinabilidade (G), em %; coeficiente de variação do tempo de germinação ( $CV_t$ ), em %; incerteza (I) e índice de sincronia (Z).

Temperaturas	G	$CV_t$	I	Z
25°C	71,5000 a	18,5647 b	1,9106 b	0,2706 b
35°C	58,4615 ab	21,9686 b	1,9377 b	0,2452 b
30°C/ 20°C	49,0000 b	19,8497 b	1,4075 ab	0,1870 b
35°C/ 25°C	72,0000 a	7,6092 a	1,3029 a	0,4533 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando isoladamente cada acesso por temperatura (tabela 8), nota-se que o acesso CMF-L78 obteve melhores resultados na temperatura alternada de 35°C/25°C e menor porcentagem de tempo médio na temperatura alternada de 30°C/20°C com média de 16 dias, enquanto que o acesso CMF-248 não diferiu estatisticamente nas diferentes temperaturas. O acesso CMF-249 obteve uma média de 15 dias para tempo de germinação na temperatura alternada de 30°C/20°C enquanto que em 35°C/25°C apresentou melhores resultados com 11 dias de tempo médio. O acesso CMF-250 apresentou melhor tempo de germinação na temperatura 35°C/25°C e não diferiu estatisticamente nas demais temperaturas. Sendo assim, todos os acessos se mostraram superiores na temperatura alternada de 35°C/25°C com tempo médio da germinação em 11 dias.

**Tabela 8.** Valores médios de tempo médio de germinação, em %, em função dos acessos e temperatura.

Acessos	Temperaturas			
	25°C	35°C	30°C/ 20°C	35°C/ 25°C
CMF-L78	16,2412 bB	15,4667 bB	16,8286 cB	11,1518 aA
CMF-248	13,4968 aB	11,9980 aA	12,5429 aAB	11,1518 aA
CMF-249	13,2120 aAB	14,6171 bB	15,1351 cbB	11,4075 aA
CMF-250	14,6832 abB	14,6614 bB	14,6103 bB	11,3811 aA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.4 CONCLUSÕES

A utilização da vermiculita como substrato, associada à temperatura mais alta, como 35 °C constante ou alternância de temperatura de 25°/35° C, propiciou melhores taxas de germinação.

### REFERÊNCIAS

BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. A classification system of seed dormancy. *Seed Science Research*, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2004.

BEWLEY, JD & BLACK, M. 1994. *Seeds: Physiology of Development and Germination*. Plenum Press, New York. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agro-pecuária. Regras para análise de sementes. Efeito do substrato no processo de germinação em duas variedades de mamão, Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência tecnologia e produção*. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p

CHAODUMRIKUL, S.; KAEWSORN, P.; CHULAKA, P.; CHANPRASERT, W. Breaking seed dormancy in smooth loofah (*Luffa cylindrica* (L.) M. Roem.) using scarification and dry heat treatment. *Agriculture and Natural Resources*, v. 50, p. 85-88, 2016.

DANTAS, J.L.L.; CASTRO NETO, M.T. Aspectos botânicos e fisiológicos. p. 11-14. In: TRINDADE, A.V. (org.). *Mamão produção: aspectos técnicos*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2000. (Frutas do Brasil, 3).

DUMROESE, R.K.; DAVIS, A.S.; JACOBS, D.F. Nursery response of *Acacia koa* seedlings to container size, irrigation method, and fertilization rate. *Journal of Plant Nutrition*, v. 34, p. 877-887, 2011.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL. *A cultura do mamão*. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128280/1/PLANTAR-Mamuo-ed03-2009.pdf>> Acesso em 15 de outubro de 2023.

FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2021. Disponível em:<<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>Acesso em: 21 março de 2023.

FERRARI, T.B. et al. Germinação de sementes: Fases e efeito de reguladores vegetais. *Revista Biotemas*, v. 21, n. 3, p. 65-74, 2008.

GHERARDI, E.; VALIO, I. F. M. Occurrence of promoting and inhibitory substances in the seed arils of *Carica papaya* L. *The Journal of Horticultural Science*, v. 15, n. 1, p. 1-14, 1976.

MENEZES, A. S.; MOREIRA, F. J. C.; SOUZA, M. C. M. R.; SILVA, M.C.B.; Efeito do

substrato no processo de germinação em duas variedades de mamão. Revista Agrogeoambiental / Instituto Federal do Sul de Minas Gerais. – Vol. 5, n.3 (dez. 2013) Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, 2013.

OLIVEIRA, E.M.; MÔNICO, A.F.; PAIXÃO, M.V.S.; CAZAROTO, R.B.; SANTOS, E.F. Esterco ovino e fertilizante misturado ao substrato na emergência de plântulas de mamoeiro. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 59048-59057, 2020.

PAIXÃO, M.V.S., SCHMILDT, E.R., MATTIELLO, H.N., FERREGUETTI, G.A., ALEXANDRE, R.S., Frações Orgânicas e Mineral na Produção de Mudas de Mamoeiro, Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 4, p. 1105-1112, Dezembro 2012.

RAMOS, J.D.; CHLFUN, N.N.J.; PASQUAL, M.; RUFINI, J.C.M. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 23, n. 216, p. 64-72, 2002.

RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. How and why to measure the germination process? Brazilian Journal of Botany, v. 29, n. 1, p. 1-11, jan.-mar. 2006

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2023. Disponível em : <https://www.R-project.org/>.

REYES, M. N.; PÉREZ, A.; CUEVAS, J. Detecting endogenous on the sarcotesta, sclerotesta, endosperm, and embryo by paper chromatography on fresh and old seeds of two papaya varieties. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, v. 64, n. 2, p. 164-72, 1980.

SÃO JOSÉ, A. R.; MARIN, S. L. D. Propagação do mamoeiro. In: Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Mamoeiro, 2, 1988. Jaboticabal - SP. Anais. Jaboticabal - SP, FCAV/UNESP, 1988. p. 177-193.

SARAN, P. L.; CHOUDHARY, R.; SOLANKI, I. S.; ERCISLI, S. Influence of temperature on seed germination in papaya under subtropical conditions of India. Erwerbs-Obstbau, v. 58, p. 199–202, Jun. 2016.

SILVA, J.A.A.; PEREIRA, F.M. Enraizamento de estacas herbáceas. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 26, n. 2, p. 369-371, 2004.

SIM – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). Sistema de inteligência de Mercados. Relatório – Cenários Prospectivos da Fruticultura Brasileira em 2018. 2016.

TERRA, S.B.; FERREIRA, A.A.F.; PEIL, R.M.N.; STUMPF, E.R.T.; BECKMANN-CAVALCANTE, M.Z.; CAVALCANTE, Í.H.L. Alternative substrates for growth and production. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 33, p. 465-471, 2011.

TOKUHISA, A. C. 2007. Phenolic compound inhibitors in papaya seeds (*Carica papaya* L.). Revista. Brasileira Sementes. 2(3): 180-188.

#### 4. CAPÍTULO 2: PROMALIN® NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO (*Carica papaya* L.)

**RESUMO:** Para atingir uma boa produtividade é necessário sementes com boa qualidade e rápido crescimento. O uso de reguladores de crescimento em frutíferas conseguem controlar a germinação e proporcionar melhor desempenho das sementes, principalmente em condições adversas. Visando a quebra de dormência e o aumento de germinação de sementes de mamão, objetivou-se avaliar o uso do produto comercial Promalin®, formulado com ácido giberélico (A4+A7) e benziladenina, na germinação de sementes de mamão. Foram utilizados os acessos CMF-L78; CMF-245; CMF-248; CMF-249; CMF250 e CMF-256, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura. As taxas de germinação das sementes foram avaliadas em temperaturas alternada de 25°C/35°C utilizando dosagens diluídas em água para que se atinja uma solução final de concentração 100mg/L até 600 mg/L do produto comercial Promalin®, e em seguida avaliadas as dosagens em duas temperaturas (25°C e 25°C/35°C). Os dados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Observou-se que a temperatura associada a dosagens do regulador de crescimento Promalin® exerce influência determinante sobre o processo germinativo das sementes de mamoeiro. Ao avaliar as dosagens do produto associado a temperatura ideal de germinação das sementes de mamão, as dosagens de 0 (embebidas em água) e 100mg/L (dosagem diluídas do Promalin®) foram superiores as demais dosagens, evidenciando que quanto maior a dosagem do produto, menor foi a germinação das sementes de mamão. Já para os tratamentos com utilização do produto em temperatura constante de 25°C que é uma temperatura sub ótima, obteve-se uma curva com um aumento da germinação até o ponto ótimo de 253,37mg/L, e após isso uma queda. Sendo assim, o uso de dosagens do Promalin® é somente necessário em condições sub ótimas de temperatura.

**Palavras-chave:** Benziladenina; Embebição; Giberelin; Regulador de crescimento.

## CHAPTER 2: PROMALIN® IN THE GERMINATION OF PAPAYA SEEDS (*Carica papaya* L.)

**ABSTRACT:** To achieve good productivity, high-quality seeds with rapid growth are essential. The use of growth regulators in fruit-bearing plants can control germination and enhance seed performance, particularly under adverse conditions. With the aim of breaking seed dormancy and increasing papaya seed germination, the study evaluated the use of the commercial product Promalin®, formulated with gibberellic acid (A4+A7) and benzyladenine, in papaya seed germination. Accessions CMF-L78, CMF-245, CMF-248, CMF-249, CMF-250, and CMF-256 from the *Embrapa Mandioca e Fruticultura* Active Germplasm Bank were used. The seed germination rates were assessed under alternating temperatures of 25°C/35°C, using diluted doses in water to achieve a final solution with concentration of 100 mg/L up to 600 mg/L of the commercial product Promalin®. Subsequently, the doses were evaluated at two temperatures (25°C and 25°C/35°C). The obtained data underwent an analysis of variance using the F-test. Treatment means were compared using the Tukey test at a 5% significance level. It was observed that the combination of temperature and doses of the growth regulator Promalin® significantly influenced the germination process of papaya seeds. When evaluating the doses of the product associated with the ideal germination temperature of papaya seeds, the doses of 0 (soaked in water) and 100 mg/L (diluted Promalin® dosage) were higher than the other doses. This indicates that higher doses of the product led to lower papaya seed germination. For the treatments with the product at a constant temperature of 25°C, which is a suboptimal temperature, a curve showed an increase in germination up to the optimal point at 253.37 mg/L, followed by a decline. Thus, the use of Promalin® doses is only necessary under suboptimal temperature conditions.

**Keywords:** Benzyladenine; Imbibition; Gibberellin; Growth regulator.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

A cultura do mamoeiro exige uma contínua produção de mudas, necessitando da renovação de lavouras em dois a três anos, com isso a demanda por sementes passa a ter maior valor (MANICA; POMMER, 2006; SANTOS et al., 2023).

As sementes de mamão têm algumas particularidades para a germinação, como exigências intrínsecas, estabelecidas por fatores genéticos e condições em que a semente foi formada, ou extrínsecas, tais como intensidade luminosa, água, umidade e temperatura sejam adequadamente atendidas (CHACKO E SINGH, 1966; YAHIRO, 1979; GOMES et al., 2016; FAVARATO et al., 2023), além da presença do tegumento nas sementes, que também é considerada por alguns autores uma particularidade, pois possui dupla camada de células paliçádicas, que podem ser consideradas a causa da dormência (LYSHEDE, 1992, PAIXÃO, 2012; PEGORIN, 2022).

A dormência nas sementes, mesmo na presença de água, pode impedir o processo germinativo, necessitando de estímulo, como o uso de fitormônios, para que ocorra a germinação (SOUSA et al., 2022).

Para atingir um grande potencial de produção é necessária uma excepcional qualidade de sementes. Nesse cenário, os reguladores de crescimento em espécies frutíferas conseguem controlar a germinação e proporcionar um acelerado crescimento das espécies (OLIVEIRA, 2013; SAVACINI et al., 2023).

A germinação ocorre a partir da retomada de crescimento do embrião e rompimento do tegumento pela radícula. Quando a semente possui dormência esse evento é retardado ou geralmente não ocorre. Nessas situações os hormônios podem agir no alongamento embrionário, atuando na quebra do amido com consequente liberação de energia, proporcionando o enfraquecimento do endosperma que envolve o embrião e estimulando a retomada do crescimento embrionário. Por esse motivo, os fitormônios podem melhorar o desempenho de sementes de várias espécies, principalmente em condições adversas (BORGES E RENNA, 1993; FERREIRA et al., 2005; TAIZ et al., 2017; SAVACINI et al., 2023).

Muitos hormônios podem ser utilizados para essa quebra de dormência e para estimulação da germinação de sementes de mamão, em específico a giberelina e benziladenina, ambos hormônios são encontrados no produto comercial Promalin®.

As giberelinas têm papel crucial para as sementes, já que atuam como

estimulantes, responsáveis pela ativação do crescimento vegetativo do embrião, enfraquecimento da camada de endosperma que circunda o embrião e mobilização das reservas do endosperma pela ativação de enzimas hidrolíticas, o que favorece seu crescimento (BONIN et al., 2010). Assim como as giberelinas, as citocininas também possuem importante papel na germinação, pois estão relacionadas em eventos pós-germinativos, promovendo o crescimento da radícula do embrião através da divisão celular (HORCAT E LETHAM, 1990). Além disso, a citocinina é considerada substância essencial para complementar a ação do ácido giberélico em induzir a germinação ou os processos enzimáticos, quando esses são bloqueados por inibidores (TAIZ E ZEIGER, 2009). A aplicação e a eficiência desses hormônios dependem da intensidade da dormência das sementes (NONOGAKI, 2014; MENDES et al., 2022).

A promoção de aumento nas taxas de germinação das sementes de mamão é uma estratégia essencial para o programa de melhoramento genético do mamoeiro, pois facilita a propagação de sementes armazenadas no banco de sementes, garantindo o sucesso da conservação de acessos do banco ativo de germoplasma de mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Desse modo, o objetivo desse trabalho foi de avaliar o uso do produto comercial Promalin®, formulado com ácido giberélico (A4+A7) e benziladenina, na germinação de sementes de mamão.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 Material Vegetal

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Conservação e Tecnologia de Sementes da Embrapa Mandioca e Fruticultura, no município de Cruz das Almas, BA (12° 40 12 S, 39° 06 07 W, 220 m).

Os acessos estudados foram CMF-L78; CMF-245; CMF-248; CMF-249; CMF250 e CMF-256 (Tabela 1), todos provenientes do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Os frutos coletados foram seccionados transversalmente e a sarcotesta das sementes removidas manualmente, por meio de fricção em peneira de malha fina, sendo em seguida as sementes secas à sombra por 4 dias.

**Tabela 1.** Especificação da linhagem dos acessos estudados.

<b>ACESSOS</b>	<b>LINHAGEM</b>
CMF-L78	Mamão Solo
CMF-245	Mamão Formosa
CMF-248	Aliança
CMF-249	THB
CMF-250	BS2000
CMF-256	Mamão Solo

#### 4.2.2 Regulador de Crescimento

Utilizou-se o Promalin® como regulador de crescimento, fabricado pela ABBOT LABORATORIES, cujo princípio ativo é o composto pelos fitohormônios ácido giberélico (18,8 g/L) + 6-benziladenina (18,8 g/L) - Registro no MAPA 01802.

#### 4.2.3 Metodologia

Dois experimentos foram instalados, o primeiro experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 7, seis acessos da espécie *Carica papaya* L. (CMF-L78; CMF-245; CMF-248; CMF-249; CMF250 e CMF-256) e sete tratamentos com diferentes doses do Promalin® (água, 100mg/L, 200mg/L, 300mg/L, 400mg/L, 500mg/L e 600mg/L), em temperatura alternada de 25°C/35°C com quatro repetições de 25 sementes, com objetivo de avaliar as taxas de germinação em cada dosagem do produto quando associado a temperatura ótima de germinação.

O segundo experimento, foi instalado no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5, duas temperaturas (25°C e 25°C/35°C) e cinco tratamentos com diferentes dosagens do Promalin® (0, 100mg/L, 200mg/L, 300mg/L, 400mg/L) utilizando apenas o acesso CMF-L78, com quatro repetições de 25 sementes, com intuito de testar o efeito das dosagens do produto na temperatura sub ótima de germinação do mamoeiro, sendo 25°C comparada a temperatura ideal de 25°C/35°C.

O Promalin® foi diluído em água para que fossem obtidas soluções de concentração 100 mg/L, 200 mg/L, 300 mg/L, 400 mg/L, 500mg/L e 600mg/L. A forma de aplicação foi por meio de embebição, as sementes foram submersas no produto diluído por 24h tempo necessário do produto agir. Como controle foi utilizada a embebição em água destilada por 24h.

A semeadura para ambos os experimentos foi realizada em caixas do tipo

gerbox, utilizando como substrato 15g de vermiculita umedecida com 45ml de água deionizada em cada parcela. Cada parcela possuía 4 repetições com 25 sementes e os ensaios foram conduzidos em câmaras de germinação em temperaturas diferentes, com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro.

As avaliações da germinação ou emergência foram realizadas diariamente até que a curva de germinação ao longo do tempo se estabilizasse. Foram consideradas germinadas as sementes com emissão de radícula (2 mm) ou plântulas emergidas com cotilédones acima do nível do substrato.

#### 4.2.4 Análise Estatística

Foram realizadas, no primeiro e segundo experimento, as seguintes análises: teste F da análise de variância, os tratamentos foram agrupados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, e realizada análise de regressão para doses, a significância do coeficiente de determinação.

As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2023).

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados (Tabela 1), indicou que para o experimento 1, houve efeito altamente significativo para todas as fontes de variação estudadas. Os efeitos significativos retratam a existência de variabilidade genética entre os acessos, além de uma influência dos tratamentos na germinabilidade, em pelo menos uma dosagem avaliada.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para a variável germinabilidade (G).

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QME<sup>1</sup></b>
Acessos	5	1,5174**
Dose	6	5,7160**
Acesso x Dose	30	0,2048**
Erro	126	0,0181
Média geral		36,55%
CV (%)		23,34

\*\* e \* significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup>transformado para  $\arcsen\sqrt{(x/100)}$ .

O potencial de germinação de um lote de sementes, pode ser usado para comparar a qualidade e estimar o valor de semeadura em campo (COUTINHO et al., 2023).

Quando se avalia o efeito da dose dentro de cada acesso podemos observar que, na embebição com água os acessos CMF-245 junto com o CMF-250 apresentaram as maiores taxas de germinação (96 e 95 %). Trabalhos de Pérez et al., (1980) e Martins et al., (2005) também verificaram aumento na germinação das sementes de mamão embebidas em água. Segundo Ferreira e Borghetti (2004), a água amolece o tegumento, que fica mais permeável às trocas gasosas, aumentando a respiração e o metabolismo, indispensáveis para o crescimento do embrião.

Na dosagem de 100mg/L os maiores coeficientes de germinação foram obtidos para os acessos CMF-245 e CMF-248 com taxas de germinação consideradas ótimas (100% e 92%), sendo provável que as giberelinas e citocininas, presentes no Promalin<sup>®</sup>, atuaram na regulação do nível de substâncias promotoras e inibidoras da germinação, favorecendo a germinação das sementes (TAIZ, ZEIGER, 2004). Corroborando com esses resultados obtidos, alguns estudos utilizando o Promalin<sup>®</sup> em outras espécies encontraram resultados semelhantes. Marques (2009) utilizou o produto em sementes de maracujá, e obteve germinação superior em dosagens mais baixas, de 100mg/L. Koserá Neto et al., (2015), ao estudarem métodos para a superação de dormência em sementes de tomateiro arbóreo, observaram que a germinação foi favorecida pela aplicação do Promalin<sup>®</sup> com solução de 100 mg/L. Santos, (2016), com o uso do Promalin<sup>®</sup>, também encontrou resultados positivos, a germinação das sementes alcançou 98% em *P. setacea*. Ynoue et al., (1999) observaram maior porcentagem de germinação em sementes de kiwi tratadas com 150 mg/L do produto. Jorge et al., (2019) com a aplicação via sementes da mistura de GA4+7 + BA, na concentração de 150 mg/L, obteve aumento na porcentagem de germinação em jiló.

Na dosagem de 200mg/L as maiores taxas de germinação foram alcançadas para os acessos CMF-245 e CMF-250 (Tabela 2). Trabalhos de Picolotto et al. (2007) observaram maior porcentagem de germinação em sementes de pêssegos tratadas com 200 mg/L da mistura de GA4+7 + BA, alcançando 85% de sementes germinadas. Ferrari et al. (2008), ao estudarem o efeito de reguladores vegetais na germinação de sementes de maracujá-doce, observaram que as concentrações de 200 e 250 mg/L da mistura de GA4+7 + BA proporcionaram maiores valores para o incremento do processo germinativo de sementes. Ainda na Tabela 2, notou-se que a partir da dosagem de 300mg/L apenas o acesso CMF-245 apresentou as melhores taxas de germinação. José et al., (2019) também utilizando a associação dos dois reguladores

vegetais, giberelinas e citocinina, encontraram germinação superior a 90% em dosagens de 300mg/L, para espécie de maracujás silvestres.

Trabalhando com sementes de mamão, Tokuhisa., (2006) e Favarato et al. (2023) encontraram valores ideais para germinação, ambos alegam que quando há presença de dormência nas sementes, os tratamentos que envolveram o uso de hormônio foram os mais eficientes para promover a germinação.

Dessa maneira podemos verificar o forte efeito do acesso na resposta de germinação para as diferentes doses de Promalin® (Tabela 2). Porém, neste trabalho os acessos avaliados somente tiveram taxas aceitáveis de germinação na embebição com água e com a utilização do regulador de crescimento na dosagem 100mg/L, nas dosagens maiores do produto a germinação foi muito baixa ou nula. A interpretação do teste de germinação foi efetuada com base nos critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), em que são computadas apenas as sementes com emissão de radícula (2 mm).

Dentro desse contexto, a discrepância encontrada para as médias de germinação nas sementes de mamão se trata possivelmente devido às características genéticas dos acessos e dos efeitos aos tratamentos aplicados, que refletem no processo de germinação. Vale salientar, que o teste de germinação foi realizado em condições controladas (temperatura, luz e umidade) que são favoráveis para a germinação do mamoeiro, determinadas no capítulo 1 dessa dissertação.

**Tabela 2.** Valores médios de germinabilidade (G), em %, em função da interação acessos x doses do Promalin®.

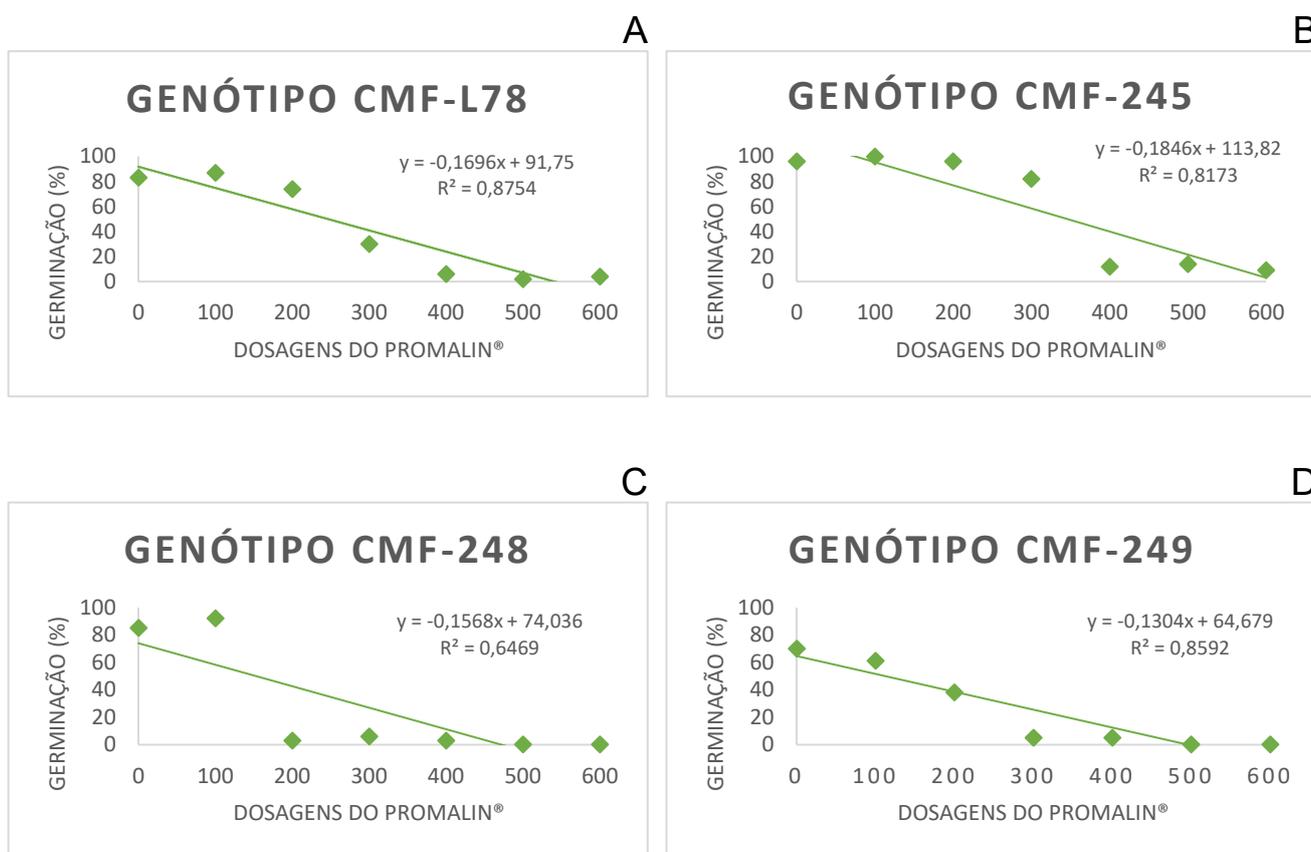
Acessos	Dose (mg/L)						
	0	100	200	300	400	500	600
CMF-L78	83 b	87 b	74 b	30 c	6 b	2 b	4 a
CMF-245	96 a	100 a	96 a	82 a	12 a	14 a	9 a
CMF-248	85 b	92 a	3 d	6 d	3 c	0 b	0 b
CMF-249	70 c	61 c	38 c	5 d	5 c	0 b	0 b
CMF-250	95 a	90 b	94 a	62 b	0 c	0 b	0 b
CMF-256	65 c	51 c	6 d	4 d	4 c	1 b	0 b

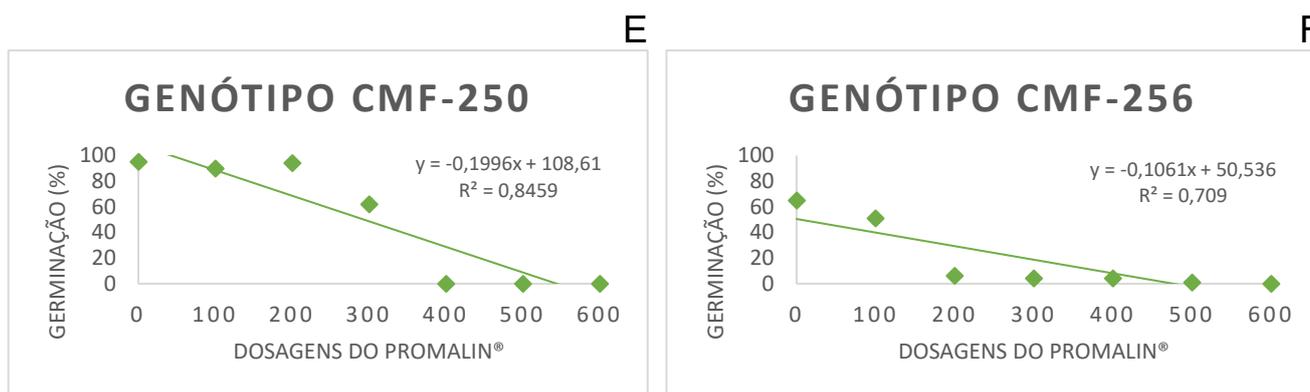
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para avaliar o efeito da dose em cada acesso foram realizadas análises de regressão (Figura 1). O acesso CMF-245 (Figura 1.B) se mostrou superior aos demais acessos para todos os tratamentos avaliados, com destaque nas dosagens de água, 100mg/L e 200mg/L do produto em que apresentou melhores valores de germinação,

atingindo 100%. Porém, a partir dessa dosagem, para este mesmo acesso a regressão tem um declínio com o aumento das doses, chegando a valores próximos de 0 na dosagem de 600mg/L. Para os acessos CMF-249 (Figura 1.D), CMF-250 (Figura 1.E) e CMF-256 (Figura 1.F) a germinação na embebição com água, sem adição do produto foram superiores. Os acessos CMF-L78 (Figura 1.A) e CMF-248 (Figura 1.C) obtiveram média de germinação parecida para os tratamentos 0 e 100mg/L, com diminuição da germinação a partir da dosagem 200mg/L.

No geral, para todos os acessos as dosagens de 0 (embebidas em água) e 100mg/L (dosagem diluídas do Promalin®) foram superiores as demais dosagens, evidenciando que quanto maior a dosagem do produto, menor foi a germinação das sementes de mamão. Sendo assim, para sementes de mamão, a utilização do produto associado a temperatura ótima de germinação de 25°C/35°C, provoca a diminuição da germinação com o aumento da dose aplicada. Dessa maneira, pode-se concluir que, nessas condições, quanto maior a dose de Promalin® menores foram as taxas de germinação para todos os acessos estudados.





**Figura 1.** Análise de regressão dos acessos de *Carica papaya* L estudados em dosagens diluídas em água, 100mg/L, 200mg/L, 300mg/L, 400mg/L, 500mg/L e 600mg/L do produto comercial Promalin®, em que A é o acesso CMF-L78; B é CMF-245; C é CMF-248; D é CMF-249; E é CMF-250 e F é o acesso CMF-256.

É provável que a absorção da água nas sementes promoveu a reidratação dos tecidos, aumentando a respiração e melhorando todas as outras atividades metabólicas, fornecendo energia e nutrientes necessários para o crescimento do eixo embrionário (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000). No entanto, o teste de germinação foi conduzido sob temperatura ótima para sementes de mamão, que já pode ser fator suficiente para a quebra de sua dormência, não necessitando nenhum outro estímulo além da temperatura para que ocorra a germinação.

A temperatura é fator primordial na germinação de sementes, sendo fator determinante na velocidade em que os processos de mobilização de reservas e crescimento embrionário acontecem, isso se dá devido a velocidade de reação enzimática (BORGHETTI E FERREIRA, 2019).

Sendo a temperatura fator primordial foi imaginado o experimento 2 como uma forma de testar o efeito do Promalin® na temperatura sub ótima de germinação do mamoeiro, sendo 25°C verificado no capítulo 1, dessa dissertação, como a pior temperatura para a germinação do mamoeiro. Foi testado com esse experimento a hipótese de que na temperatura sub ótima de germinação o Promalin® seria benéfico na quebra de dormência das sementes de mamoeiro.

Neste contexto, foi realizado o segundo experimento, utilizando a análise da variância para germinabilidade com o acesso CMF-L78 de mamão em duas temperaturas, sendo elas: alternada de 25°C/35°C que é considerada a temperatura ótima e em 25°C considerada uma temperatura baixa, analisando também as dosagens do produto Promalin®. Os dados evidenciados na Tabela 3, indicaram que existe uma influência das dosagens e na interação temperatura x dose para a germinabilidade das sementes do acesso CMF-L78.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para as variáveis germinabilidade (G), em % do acesso CMF-L78.

FV	GL	G <sup>1</sup>
Temperatura	1	0,0023 <sup>ns</sup>
Dose	4	0,4426 <sup>**</sup>
Temperatura x Dose.	4	0,8066 <sup>**</sup>
Erro	30	0,0475
Média geral		0,908
CV (%)		24,00

<sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup> significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

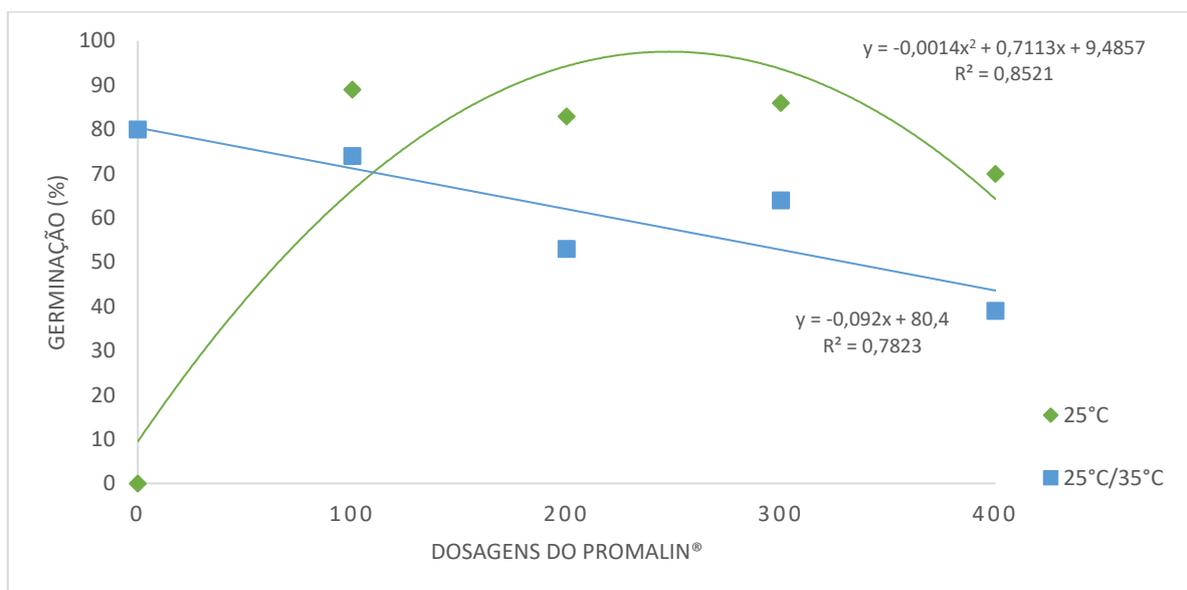
<sup>1</sup>transformado para  $\arcsen\sqrt{(x/100)}$ .

Na temperatura alternada de 25°C/35°C pode-se verificar que quanto maior a dose de Promalin® menor a germinação para o acesso CMF-L78. Porém, ao avaliar os tratamentos com utilização do Promalin® em temperatura constante de 25°C obteve-se uma curva com um aumento da germinação até o ponto ótimo de 253,37mg/L e partir desse ponto a germinação começa a diminuir novamente. Verificando-se um efeito positivo da aplicação desse fitormônio até o ponto 253 (Figura 2).

Alguns autores também utilizaram hormônios para germinação de sementes, a mais comum é a giberelina que também está presente no Promalin®. Braun et al. (2010) com *Beta vulgaris* L.; Oliveira et al. (2010) com atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.); Peixoto et al. (2011) com *Ricinus communis* L. e Silva et al. (2013) com *B. brizantha* “Marandu” e “MG 5”, todos observaram a quebra da dormência e melhora na germinação de sementes em diversas espécies vegetais tratadas com giberelinas.

Isso porque, o uso dos hormônios atua acelerando e melhorando o desempenho de sementes na fase de germinação, eles estimulam a síntese de enzimas que age na hidrólise do amido transformando em partículas menores, desta forma a absorção destes açúcares auxilia na retomada do crescimento embrionário e conseqüentemente acelera o processo de germinação (DALASTRA et al. 2010; PAIXÃO, 2023). Porém os dados obtidos evidenciam que, em temperatura ótima o regulador é dispensável, sendo a alternância de temperatura (25/35°C) fator suficiente para que ocorra a quebra da dormência para as sementes de mamão.

Neste trabalho ficou evidente, portanto, que a temperatura associada a dosagens do regulador de crescimento Promalin® exerce influência determinante sobre o processo germinativo das sementes de mamoeiro.



**Figura 2.** Curva de regressão para o acesso CMF-L78 de *Carica papaya* L em temperatura constante de 25°C e em temperatura alternada de 25°C/35°C, embebedas em dosagens diluídas em água, 100mg/L, 200mg/L, 300mg/L, 400mg/L, do produto comercial Promalin®.

#### 4.4 CONCLUSÕES

Em temperatura ótima de germinação, a utilização de regulador de crescimento promove a diminuição da germinação em sementes de mamoeiro, indicando que o uso do produto associado a temperatura ótima para germinação, é prejudicial para as taxas de germinação da espécie. Em contrapartida, em condições de temperatura sub ótimas o uso do Promalin® pode promover a germinação de sementes de mamoeiro, sendo indicado o uso apenas em situações em que as temperaturas forem mais baixas.

#### REFERÊNCIAS

BONIN, M. P. et al. Avaliação dos tratamentos pré-germinativos em diferentes concentrações de GA3 na germinação de *Alcantarea imperialis* (Vell.) Harms. *Scientia Plena*, v. 6, n. 5, p. 1-4, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BRAUN, H. et al. 2010. Germinação in vitro de sementes de beterrabas tratadas com ácido giberélico em diferentes concentrações de sacarose no meio de cultura. *Seminário: Ciências Agrárias* 31(3):539-546.

BORGES, E. E. L. & RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B., PIÑA-

RODRIGUES, F. C. M. & FIGLIOLIA, M. B (eds). Sementes florestais tropicais. p. 83-135, Brasília: ABRATES, 1993.

BORGHETTI, Fabian; FERREIRA, Alfredo Gui. INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS DE GERMINAÇÃO. ResearchGate, [S. l.], 9 ago. 2019. Germinação, p. 13ok.p65. Disponível em: file:///C:/Users/Vanessa/Downloads/Germinao\_13ok.pdf. Acesso em: 12 jun. 2023.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CHACKO, E.K.; SINGH, R.N. The effect of gibberelic acid on the germination of papaya seeds and subsequent seedling growth. Tropical Agricultural, Trinidad, v.43, p.341-346, 1966.

COUTINHO, M. E. D.; LAUVERS, F. S.; CARRARA, J. A. M.; PAIXÃO, M. V. S.; MEIRELES, R. C. GIBERELINA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO CV. GOLDEN. GIBERELINA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO CV. GOLDEN, Curitiba-PR, v. 16, n. 3, 10 fev. 2023. e.1295, p. 01-08. DOI 10.54751/revistafoco.v16n3-052. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/1295/958>. Acesso em: 8 jun. 2023.

DALASTRA, I. M.;PIO, R.; ENTELMANN, F. A.; WERLE, T.; ULIANA, M. B.I; SCARPARE FILHO, J. A. Germinação de sementes de noqueira-macadâmia submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico. Ciência e Agrotecnologia, v.34, n.3, p.641-645, 2010.

FAVARATO, E. C; CORREIA, P. H; MARTINS, V. S; PAIXÃO, M. V. S; FERNANDES, A. R. GIBERELINA EN LA EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DE PAPAYA CV. FORMOSA MIEL. Revista Foco, Curitiba-PR, p. v.16.n.2|e1214|p.01-15|2023, 2 mar. 2023. DOI:10.54751/revistafoco.v16n2-230. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/1214/907>. Acesso em: 30 maio 2023.

FERRARI, T.B.; FERREIRA, G.; MISCHAN, M.M. & DE PINHO, S. Z. (2008) – Germinação de sementes de maracujá- -doce (*Passiflora alata* Curtis): Fases e efeito de reguladores vegetais. Biotemas, vol. 21, n. 3, p. 65-74. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n3p65>

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FERREIRA, G.; OLIVEIRA, A.; RODRIGUES, J. D.; DIAS, G. B.; DETONI, A. M.; TESSER, S. M.; ANTUNES, A. M. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* Curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberilina. Revista Brasileira de Fruticultura. v.27, n.2, p.277-280, 2005.

GOMES, J. P. et al. Substratos e temperaturas para teste de germinação em sementes de Myrtaceae. Ciência Florestal, v. 26, n. 4, p. 285–293, 2016. DOI: 10.5902/1980509821120.

HOCART, C.H. & LETHAM, D S. (1990) – Biosynthesis of cytokinin in germinating seeds of *Zea mays*. *Journal of Experimental Botany*, vol. 41, n. 12, p. 1525-1528. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jxb/41.12.1525>. Acesso em: 28 jun. 2023.

JORGE, L. G.; TORRES, T. P.; MARTINS, B. N. M.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Concentrações de biorreguladores na germinação e emergência de jiló: Concentrations of bioregulators on germination and emergence of jiló. *Revista de Ciências Agrárias*, [s. l.], 17 set. 2019. DOI <https://doi.org/10.19084/rca.17478>. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/index.php/rca/article/view/17478>. Acesso em: 28 jun. 2023.

JOSÉ, S. C. B. R et al. Tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de maracujás silvestres – Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2019. 19 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 351).

KOSERA NETO, C.; FABIANE, K.C.; RADAELLI, J.C.; WAGNER JÚNIOR, A. & CORREA MOURA, G. (2015) – Métodos para superação de dormência em sementes de tomateiro arbóreo (*Solanum betaceum*). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, vol. 45, n. 4, p. 420-425. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632015v4537332>. Acesso em: 28 jun. 2023.

LYSHEDE, O. B. Studies on mature seeds of *Cuscuta pedicellata* and *C. campestris* by electron microscopy. *Annals of Botany*, v. 69, n. 4, p. 365-371, 1992.

MANICA, I.; POMMER, C. V. Uva: doplantioa produção, pós-colheita e mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. 185p.

MARQUES, D.S. Germinação de sementes de *Passiflora setacea* DC.: temperatura, luz e reguladores vegetais. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. 89 p. 2009.

MARTINS, G.N.; SIILVA, R.F.; OLIVEIRA, A.C.S.; POSSE, S.C.P. Superação da dormência em sementes de mamão. In: *PAPAYA BRASIL: MERCADO E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA O MAMÃO*, 1., 2005. Anais...Vitória: INCAPER, 2005. p.241-243.

MENDES, C. R. L. G.; VALERIO, Z.; NEVES, T. G.; FERREIRA, G. Controle fisiológico da dormência: metabolismo que impede a germinação, Botucatu: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu, 2022. Disponível em: <ISBN9786589398110.pdf> ([unesp.br](https://unesp.br)). Acesso em: 20 de junho de 2023.

OLIVEIRA, M. C. et al. 2010. Germinação de sementes de atemoia (*annona cherimola* Mill. x *a. squamosa* L.) cv “gefner” submetidas a tratamentos com ácido giberélico (GA3) e ethephon. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32(2):544-554.

OLIVEIRA, L.de. Produção de ácido giberélico por fermentação submersa e por fermentação no estado semissólido em diferentes modelos de biorreatores utilizando polpa cítrica. *Ácido giberélico*, [S. l.], p. 4-4, 2013.

PAIXÃO, M. V. S. Propagação de plantas. 3.ed. Santa Teresa: Ifes, 2023.230p.  
PEIXOTO, C. P. et al. 2011. Ação da giberelina em sementes pré-embecidas de

mamoneira. *Comunicata Scientiae* 2(2):70-75.

PEGORIN, P.; SERAPHIM, R. G.; FERREIRA, G. Histórico e classificação da dormência: a grande polêmica. Botucatu: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu, 2022. Disponível em: [ISBN9786589398110.pdf \(unesp.br\)](#). Acesso em: 20 de junho de 2023.

PÉREZ, A.; REYES, M.N.; CUEVAS, J. Germination of two papaya varieties: effect of seed aeration, K-treatment, removing of the sarcotesta, high temperature, soaking in distilled water and age of seeds. *Journal Agriculture University of Puerto Rico, Río Piedras*, v.64, n.2, p.173-180, 1980.

PICOLOTTO, L.; BIANCHI, V.J. & FACHINELLO, J.C. (2007) – Ação de giberelinas e citocininas na germinação de sementes de pessegueiro. *Scientia Agraria*, vol. 8, n. 3, p. 225-232. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v8i3.9526> Acesso em: 28 jun. 2023.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 20 de junho de 2023.

SANTOS, M. R. Combinações entre (GA3) e GA4+7 + n-(fenilmetil)- aminopurina na superação de dormência de sementes de *Passiflora setacea* DC. “BRS Pérola do Cerrado”. 2016. 24p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2016

SANTOS, V. E.; NETO, A. C. B.; MOTA, L. A.; OLIVEIRA, E. M.; PAIXÃO, M. V. SUBSTRATOS MINERAIS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV ALIANÇA. *Revista Foco*, [S. l.], p. v.16.n.2|e1216|p.01-10|2023, 2 mar. 2023. DOI 10.54751/revistafoco.v16n2-232. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/1216/909>. Acesso em: 30 maio 2023.

SARAN, P. L.; CHOUDHARY, R.; SOLANKI, I. S.; ERCISLI, S. Influence of temperature on seed germination in papaya under subtropical conditions of India. *Erwerbs-Obstbau*, v. 58, p. 199–202, Jun. 2016.

SAVACINI, T. S.; OLIVEIRA, V. C. D.; NETO, A. C. B.; SANTOS, V. E. D.; PAIXÃO, M. V. S. GIBERELINA NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. GOLDEN COM SEMENTES DE DIFERENTES IDADES. GIBERELINA NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. GOLDEN COM SEMENTES DE DIFERENTES IDADES, Curitiba-PR, 2 mar. 2023. DOI 10.54751/revistafoco.v16n2-231. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/1215/908>. Acesso em: 3 jun. 2023.

SILVA, A. B.; LANDGRAF, P. R. C.; MACHADO, G. W. O. 2013. Germinação de sementes de braquiária sob diferentes concentrações de giberelina. *Semina: Ciências Agrárias* 34(2):657-662.

SOUZA, A. R.; DONADIA, G. F.; NETO, M. Z.; LEITE, K. J.; SILVAG, R.; PAIXÃO, M. V. S. Giberelina na germinação de sementes de carambola. Simposio nacional

do Papaya Brasil, Linhares, ES, Anais...2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. (2009) – Fisiologia vegetal. 4a ed. Porto Alegre: Artmed, 848 p.  
Vasquez, M.C.N. & Rodriguez, R.C.M. (2000) – Brassinosteróides: nuevos reguladores del crecimiento vegetal com amplias perspectivas para la agricultura. Campinas (Documento IAC, n. 68).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2017. 719 p. WALL, M. M. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa sp.*) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*, v.19, p.434-445.

YAHIRO, M. Effects of pre-treatments on the promotion of 139 germination in papaya, *Carica papaya* L. Memorial Faculty Agriculture Kogoshima University, Kagoshima, v.15, n.1, p.49-54, 1979.

YNOUE, C.K.; ONO, E.O. & MARCHI, L.D.O.S. (1999) – The effect of gibberellic acid on kiwi (*Actinidia chinensis* Pl.) seed germination. *Scientia Agricola*, vol. 56, n. 1, p. 9-12. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161999000100002> Acesso em: 28 jun. 2023.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os experimentos realizados nesses trabalhos apresentaram resultados muito relevantes para o manejo de sementes em um programa de melhoramento genético.

Recomenda-se, com base nos resultados obtidos, que seja utilizada a alternância de temperatura de 25/35° com o substrato vermiculita para a obtenção de altas taxas de germinação dos acessos de mamoeiro avaliados.

O uso de Promalin® não promove incremento das taxas de germinação para o acesso avaliado, sendo somente necessários em condições sub ótimas de temperatura.

A aplicação prática de todas essas ferramentas metodológicas contribuirá para a valoração dos recursos genéticos do mamoeiro depositados no BAG-Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.