



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA
CAMPUS PORTO GRANDE

ANA CAROLINE DE FREITAS GONÇALVES
GIZELI SANTIAGO LIMA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) EM
FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO DO FRUTO**

PORTO GRANDE - AP

2024

ANA CAROLINE DE FREITAS GONÇALVES
GIZELI SANTIAGO LIMA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) EM
FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO DO FRUTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito final para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrônoma do Instituto Federal do Amapá, Campus Agrícola Porto Grande.

Orientador: Prof. Me. Breno Henrique Pedroso de Araújo.

Coorientadora: Profa. Dra. Ana Maria Guimarães Bernardo.

PORTO GRANDE - AP

2024

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G635q Gonçalves, Ana Caroline de Freitas
 Qualidade fisiológica de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) em função
 do estágio de maturação do fruto / Ana Caroline de Freitas Gonçalves, Gizeli
 Santiago Lima. - Porto Grande, 2024.
 40 f.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de
 Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Porto Grande,
 Bacharelado em Engenharia Agrônômica, 2024.

 Orientador: Breno Henrique Pedroso de Araújo.
 Coorientadora: Ana Maria Guimarães Bernardo.

 1. Qualidade Fisiológica. 2. *Euterpe oleracea*. 3. Sementes. I. Lima, Gizeli
 Santiago. I. Araújo, Breno Henrique Pedroso de, orient. II. Bernardo, Ana
 Maria Guimarães, coorient. III. Título.

ANA CAROLINE DE FREITAS GONÇALVES

GIZELI SANTIAGO LIMA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) EM
FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO DO FRUTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito final para obtenção do Título
de Bacharel em Engenharia Agrônoma do
Instituto Federal do Amapá, Campus Agrícola
Porto Grande.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Breno Henrique Pedroso de Araújo (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP

Profa. Dra. Ana Maria Guimarães Bernardo (coorientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP

Profa. Dra. Fabricia Kelly Cabral Moraes - Examinadora Externa
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Prof. Dr. Wellington Luiz de Almeida - Examinador Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP

Apresentado em: 12 / 12 / 2024.

Conceito/Nota: APROVADO/ 95 (noventa e cinco)

Toda a honra e glória a Deus, pois é sua presença constante e sua infinita bondade que nos guiou durante essa jornada. Somos também profundamente gratas aos nossos pais que sob muito sol nos fizeram chegar até aqui pela sombra e com água fresca e *in memoriam* a todos aqueles que partiram, mas cuja lembrança e legado perpetuam em nós: aos meus avôs amados Antônio, Antônia, Antônio Miguel e ao meu irmão amado e querido Zezé Benedito.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos profundamente a Deus pela dádiva da vida, pela força que nos sustenta e pela sabedoria que guiaram nossos passos até este momento.

Ao nosso orientador Prof. Ms. Breno Henrique Pedroso de Araújo por todo o apoio, paciência e dedicação durante essa jornada e a nossa coorientadora Profa. Dra. Ana Maria Guimarães Bernardo em que sua presença ao longo dessa caminhada foi fundamental, não apenas pelo seu vasto conhecimento, mas por todo cuidado genuíno com o nosso desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Gostaríamos de deixar nosso sincero agradecimento a todos os professores que estiveram conosco durante nossa jornada acadêmica. Cada um de vocês, com sua dedicação e paixão pelo ensino, teve um papel fundamental na nossa formação, nos inspirando e nos desafiando a crescer não apenas como estudantes, mas como pessoas, em especial a Profa. Dra. Fabricia Kelly Cabral Moraes, Prof. Dr. Nilvan Carvalho Melo, Prof. Dr. Erialdo de Oliveira Feitosa e ao Prof. Dr. Cleber Macedo de Oliveira.

Aos nossos amigos Arthur, Karla Samylle, Madson, Arliene, Diomax, Cleverton, e Brenda é raro encontrar pessoas como vocês, que fazem os desafios mais leves e as conquistas ainda mais especiais. Agradecemos por cada gesto de carinho, por cada palavra de incentivo e por compartilharem conosco tantas risadas e boas memórias.

Gizeli: Aos meus pais Raimunda e Antônio, e a minha avó Maria por todo amor, apoio e exemplo de perseverança; às minhas irmãs Adrielim e Sabrina, por acreditarem em mim e estarem ao meu lado em cada etapa dessa jornada e a minha dupla de TCC, minha irmã e melhor amiga Ana Caroline, obrigada por compartilhar comigo cada desafio, risada e conquista ao longo dessa jornada. Vocês foram meu alicerce nos dias difíceis e minha alegria nos dias de vitória.

Ana Caroline: Aos meus pais Maria Raimunda e Manoel, a minha avó Arcangela e aos meus irmãos Rosicléia, Rosineth, Maria Ivonete, Cristiano, Clebson, Luiz Abel e Zezé Benedito (*in memoriam*), a minha segunda família, não unida por sangue, mas pelos laços de coração e alma: Raimunda, Antônio, Adrielim, Sabrina, e especialmente a Gizeli que sempre esteve ao meu lado com tanta paciência, encorajamento, cuidado e amizade. Cada um de vocês é um pedaço essencial da minha história, e sou eternamente grata por tudo o que compartilhamos.

“Você não pode se esquecer de onde você é e nem de onde você veio, porque assim você sabe quem você é e para onde você vai”.

Ailton Krenak

RESUMO

O açai (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira pertencente à família Arecaceae, cuja propagação ocorre via semente. Ao longo do processo de maturação, a semente sofre mudanças fisiológicas, morfológicas e bioquímicas que influenciam diretamente sua qualidade, afetando o vigor e a capacidade de germinação. Apesar da importância desse processo, ainda há poucos estudos que investiguem a qualidade das sementes de açai. Com isso, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica das sementes de açai colhidas em diferentes estádios de maturação do fruto. O trabalho foi conduzido no Instituto Federal do Amapá - *Campus* Agrícola Porto Grande. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, exceto para o comprimento, que foram utilizadas cinco repetições. Os dados foram analisados pela análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os frutos de açai foram colhidos em uma propriedade rural do município de Porto Grande-AP em três estádios de maturação: paró, vitrin e tuíra, os quais constituíram os tratamentos. Após a colheita, os frutos foram despulpados em batedeiras, e, em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente, e posteriormente secas em temperatura ambiente. Em seguida, as sementes foram submetidas aos seguintes testes: grau de umidade, peso de mil sementes, germinação, primeira contagem, emergência, condutividade elétrica, comprimento de plântulas e a massa seca de plântulas. Houve efeito do estágio maturação do fruto na qualidade fisiológica das sementes. Com base nos resultados, conclui-se que sementes de *E. oleracea* provenientes de frutos com a coloração tuíra apresentaram maior germinação e vigor, indicando que é o estágio de maturação ideal para a produção de mudas de alta qualidade.

Palavras-chave: palmeira; Arecaceae; vigor; germinação.

ABSTRACT

Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) is a palm tree belonging to the Arecaceae family which propagates via seed. During its maturation process, the seed undergoes physiological, morphological and biochemical changes that directly influence its quality affecting vigor and germination capacity. Despite the importance of this process there are still few studies investigating the quality of açaí seeds. Therefore, the objective was to evaluate the physiological quality of açaí seeds harvested at different stages of fruit ripening. The study was conducted at the Federal Institute of Amapá - Porto Grande Agricultural Campus. The experimental design was completely randomized with four replicates, except for length which used five replicates. Data were analyzed by analysis of variance and means compared by Tukey's test at 5% probability. Açaí fruits were harvested from a rural property in the city of Porto Grande-AP at three stages of maturation: *paró*, *vitrin* and *tuíra* which constituted the treatments. After harvesting, fruits were pulped in blenders and the seeds were then washed in running water and subsequently dried at room temperature. Then, seeds were subjected to the following tests: moisture content, weight of a thousand seeds, germination, first count, emergence, electrical conductivity, seedling length and dry mass of seedlings. There was an effect of fruit maturation stage on the physiological quality of seeds. Based on the results, it was concluded that *E. oleracea* seeds from fruits with *tuíra* coloration presented greater germination and vigor, indicating that it is the ideal maturation stage to produce high-quality seedlings.

Keywords: palm tree; Arecaceae; vigor; germination.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da área de coleta dos frutos	23
Figura 2 - Estádios de maturação dos frutos	24
Figura 3 - Teste de Germinação	25
Figura 4 - Plântulas consideradas normais	26
Figura 5 - Emergência de plântulas	26
Figura 6 - Comprimento da parte aérea e raiz	27
Figura 7 - Condutividade elétrica	27
Figura 8 - Massa seca de plântulas	28
Figura 9 - Peso de mil sementes obtidas de frutos com coloração paró, vitrin e tuira	30
Figura 9 - Porcentagem de germinação obtidas da coloração paró, vitrin e tuira	30
Figura 10 - Porcentagem de plântulas obtidas na primeira contagem de frutos na coloração paró, vitrin e tuira	31
Figura 11 - Emergência das sementes obtidas de frutos com coloração paró, vitrin e tuira	32
Figura 12 - Teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) das sementes obtidas de frutos com coloração paró, vitrin e tuira	33
Figura 13 - Comprimento de plântulas (cm)	34
Figura 14 - Matéria seca de plântulas determinada em balança analítica	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Açaizeiro - Características Botânicas	15
3.2 Importância do açaí	15
3.3 Propagação	16
3.5 Maturação	17
3.6 Germinação	17
3.7 Testes de vigor	18
3.7.1 Primeira contagem	19
3.7.2 Condutividade elétrica	19
3.7.3 Emergência de plântulas	20
3.7.4 Comprimento da parte aérea e raiz	20
3.7.5 Massa seca de plântulas	21
3.8 Testes físicos	21
3.8.1 Determinação do grau de umidade	21
3.8.2 Peso de mil sementes	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Local do estudo	23
4.2 Caracterização da área de coleta	23
4.3 Obtenção dos frutos	23
4.4 Testes realizados	24
4.5 Análise dos dados	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira pertencente à família *Arecaceae*, nativa da região Amazônica brasileira, caracterizada por apresentar inflorescência do tipo cacho, flores agrupadas em tríades, frutos do tipo drupa globosa e sendo adaptada às condições climáticas da região Norte (Homma *et al.*, 2006).

Em 2022, o Estado do Pará destacou-se como o maior produtor de açaí no Brasil, com uma produção de aproximadamente 1,7 milhão de toneladas, representando 90,4% da produção nacional, já o Estado do Amapá ocupou a 7ª posição, com uma produção total de 3,3 mil toneladas, das quais 164 toneladas foram provenientes do município de Porto Grande (Homma *et al.*, 2006; Chaves; Matos; Oliveira, 2024; Belém; Montagner; Lima, 2024).

Diante disso, a maior parte do açaí produzido ainda é obtido por meio do extrativismo, uma atividade econômica que não consegue suprir a crescente demanda do mercado (Martins; Nakagawa; Bovi, 2009). No Amapá, a produção é concentrada principalmente em pequenas áreas úmidas nas margens dos igarapés, conhecidas popularmente como grotas, sendo que esse ambiente, embora tradicional e importante para a economia local, apresenta limitações de escala e produtividade, reforçando a necessidade de iniciativas que promovam o cultivo em sistemas mais controlados e sustentáveis (Queiroz; Mochiutti; Santos, 2015).

Para impulsionar o cultivo do açaí de grotas e preservar a biodiversidade, é fundamental desenvolver tecnologias que favoreçam a propagação de sementes de alta qualidade, assegurando lavouras mais produtivas e sustentáveis. O açaí faz parte da dieta nortista, principalmente em regiões estuarinas, onde a polpa é amplamente consumida, além de apresentar potencial para a produção de celulose e uso na medicina caseira (De Queiroz, 2001).

O crescente interesse pela polpa de açaí, impulsionado pelo aumento da demanda, tem levado os produtores a buscarem técnicas que melhorem a produtividade da espécie (Mesquita, 2011). Nesse contexto, uma das principais estratégias para garantir a qualidade das sementes é a observação da mudança de cor do epicarpo, que indica o ponto ideal de maturação dos frutos, pois a colheita e a extração das sementes no momento adequado são fundamentais para assegurar a alta qualidade fisiológica e o sucesso na produção de mudas (Ferreira, 1996).

A propagação do açazeiro ocorre principalmente por via sexuada, sendo o método mais utilizado devido à sua rapidez e eficiência. Esse processo envolve a colheita de frutos maduros provenientes de plantas saudáveis e com alta produtividade (Silva, Souza e Berni, 2005). Para que a propagação por sementes seja bem-sucedida, é essencial garantir a alta

qualidade das mesmas, considerando que se trata de sementes recalcitrantes, sensíveis à desidratação e suscetíveis à deterioração, por isso, é fundamental compreender as alterações que ocorrem desde a divisão celular até a maturação e colheita dos frutos, garantindo condições adequadas para o desenvolvimento das mudas (Iossi *et al.*, 2007; Da Silva *et al.*, 2015).

Após serem fertilizadas, as sementes sofrem várias mudanças funcionais, morfológicas, bioquímicas e fisiológicas (Carvalho; Nakagawa, 2000). A maturação pode ser compreendida como uma sequência de alterações que se inicia na fecundação do óvulo e termina quando atinge a maturidade fisiológica, no instante exato em que as sementes alcançam a máxima capacidade de acúmulo de matéria seca (Marcos-Filho, 2015). Neste momento, as sementes atingem seu máximo potencial de germinação e vigor, enquanto o seu nível de deterioração é mínimo. Logo, as principais transformações ocorrem no teor de umidade, no peso da matéria seca, no potencial germinativo e no vigor da semente (Pereira; Mantovani, 2001).

O vigor é definido como a capacidade da semente em garantir uma germinação rápida e uniforme das plântulas sob diferentes condições ambientais no campo, sendo um alto nível de vigor importante para obter um estande satisfatório e, conseqüentemente, para o estabelecimento bem-sucedido da lavoura (Krzyzanowski; França Neto, 2001).

É importante ressaltar que a maturidade das sementes nem sempre ocorre de maneira uniforme entre as plantas de um mesmo campo, entre os frutos de uma mesma planta e, às vezes, entre as sementes de um mesmo fruto. Dessa forma, torna-se essencial caracterizar o estágio de maturação no campo com base na proporção de frutos que atingiram determinados critérios relacionados à maturidade fisiológica (Carvalho; Nakagawa, 2000), garantindo a colheita no momento mais adequado para maximizar a qualidade fisiológica e o vigor das sementes.

Segundo Nakagawa (1999), para verificar a qualidade fisiológica das sementes é necessário a realização de testes fisiológicos como teste de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, comprimento de plântulas e dentre outros. Assim, o tema investigado permitirá o desenvolvimento de estratégias para aprimorar a cadeia produtiva do açaí, com ênfase na produção de sementes de alta qualidade fisiológica e, conseqüentemente, mudas mais vigorosas. Além disso, compreender a relação do processo de maturação dos frutos de *Euterpe oleracea* e a qualidade fisiológica de sementes, pode contribuir para a melhoria da produtividade, dada à escassez de estudos sobre essa relação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade fisiológica de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) colhidas em diferentes estádios de maturação do fruto.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade fisiológica das sementes em três estádios de maturação: paró, vitrin e tuíra.
- Verificar o estágio de maturação dos frutos ideal para obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica.
- Produzir informações técnicas para intensificar a produção de sementes e mudas de açaí nativo no Estado do Amapá.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Açaizeiro - Características Botânicas

O Açaizeiro apresenta a seguinte classificação: Reino: Vegetal; Ordem: Monocotiledônea; Família: *Palmae*; Subfamília: *Ceroxyloideae*; Gênero: *Euterpe*. Considera-se como uma das mais importantes espécies do gênero "*Euterpe*": A *Euterpe oleracea* Mart (Gantuss, 2006; APG IV, 2016).

A *Euterpe oleracea* Mart. conhecida popularmente como açaí, açaí-do-Pará, açaí-do-Baixo Amazonas, açaí-de-touceira, açaí-de-planta e açaí verdadeiro, é uma palmeira nativa da Amazônia, encontrada nos estados do Pará, Amapá, Maranhão e leste do Amazonas (Mendonça; Bianchi; Luiz, 2014).

Adaptado a climas tropicais quentes e úmidos, com temperatura média anual acima de 26°C, umidade relativa do ar entre 71% e 91%, precipitação anual acima de 1.600 mm e não é exigente em relação ao tipo de solo, podendo crescer em solos pobres e ácidos, mas se desenvolve melhor em solos mais férteis (Gama *et al.*, 2011).

É uma palmeira cespitosa, que produz touceira com até 25 estipes, cujos perfilhos apresentam diferentes estádios de desenvolvimento, quando adulta têm estipes de 3 a 20 m de altura e 7 a 18 cm de diâmetro e suas folhas são compostas, pinadas com arranjo em forma de espiral de 40 a 80 pares de folíolos (Carvalho, 2022).

A inflorescência do tipo cacho possui flores estaminadas e pistiladas, cuja disposição das flores é ordenada em tríades, de tal forma que cada flor feminina fica ladeada por duas flores masculinas (Oliveira; Carvalho; Nascimento, 2000). O fruto do açaizeiro é uma drupa globosa, de 1 a 2 cm de diâmetro e peso médio de 1,5 gramas. O epicarpo, dependendo do tipo, é roxo ou verde na maturação. O mesocarpo polposo com cerca de 1 mm de espessura envolve o endocarpo volumoso e duro que acompanha a forma do fruto e contém uma semente em seu interior que pode levar de 30 a 60 dias para germinar (Oliveira; Carvalho; Nascimento, 2000).

3.2 Importância do açaí

O maior Estado produtor de açaí é o Pará com uma produção de cerca de 1,7 milhões de toneladas, representando expressivos 90,4% da produção nacional, já o Estado do Amapá ocupava a 7ª posição com 3,3 mil toneladas com a produção anual de frutos de açaí crescendo substancialmente, em média 36,68% (período de 8 anos) de acordo com dados de 2015 a 2022 (Chaves; Matos; Oliveira, 2024; Belém; Montagner; Lima, 2024).

O açaí é uma fonte importante de alimento na região Norte, uma vez que a polpa natural é muito apreciada pelo sabor e é comumente encontrada na alimentação de comunidades locais, podendo ser consumido de diversas maneiras, dentre elas como polpa pura ou bebidas energéticas, cápsulas, sobremesas frias e outros (Carvalho, 2022). Além disso, os frutos são a principal matéria-prima para uma variedade de subprodutos de alto valor comercial, como polpa processada, sorvetes, geleias, doces, corantes naturais e ingredientes para alimentos e bebidas energéticas, além de serem utilizados na indústria farmacêutica e cosmética (Costa; Oliveira, 2019). Diante disso, além da polpa do fruto, a palmeira apresenta possibilidade de aproveitamento de outros componentes como a semente, utilizado como compostagem orgânica, e também extrair o palmito para alimentação humana ou animal (Costa; Oliveira, 2019).

Do ponto de vista social, a cadeia produtiva do açaí emprega mais de 150 mil pessoas de forma direta e indireta (Medina; Cruz, 2021). No estado do Amapá, existem 1.901 estabelecimentos agrícolas produzindo 2.770 toneladas desde a colheita até a comercialização e industrialização do fruto (IBGE, 2017).

3.3 Propagação

As mudas de açazeiro (*Euterpe oleracea*), podem ser obtidas de forma vegetativa (assexuada) ou por sementes (sexuada), sendo que a multiplicação por brotações de perfílios é preferida quando se deseja obter um número reduzido de mudas de um genótipo específico. No entanto, apesar da possibilidade de propagação assexuada, a principal forma é por sementes, que tem origem na fecundação do óvulo após o processo de polinização, sendo o método de propagação mais rápido e eficiente (Damião filho, 1993; Silva; Souza; Berni, 2005).

Cada planta de açaí pode produzir mais de 6.000 sementes por safra, com uma taxa inicial de germinação de cerca de 90%, sendo que a semente corresponde ao fruto desprovido de epicarpo e mesocarpo com formato esférico e representando 73% do peso total do fruto com um pequeno eixo embrionário e uma grande quantidade de tecido endospermático (Nascimento; Cicero; Novembre, 2010).

3.4 Qualidade das sementes

A qualidade das sementes está relacionada à sua capacidade de germinação e ao vigor quando semeadas em campo. Lotes de sementes de excelente qualidade devem possuir uma variedade de características genéticas, fisiológicas, físicas e sanitárias que determinam seu

valor para semeadura e têm um impacto direto no sucesso da produção (Popinigis, 1985; Nakagawa, 1999).

Uma semente de qualidade apresenta um excelente desempenho ao produzir plântulas consideradas normais, com uma velocidade uniforme de emergência em campo, desenvolvimento adequado durante seus estádios até a maturação e mantém suas características ao longo do armazenamento e transporte (Hampton e Tekrony, 1995). Para a germinação de uma semente, são necessárias condições ambientais que incluam a presença adequada de umidade, temperatura e oxigênio (Toledo e Marcos-Filho, 1977).

As sementes de açaí são consideradas recalcitrantes, o que implica que sua capacidade de germinação e vigor são drasticamente reduzidas quando desidratadas abaixo de um nível crítico de umidade, sendo assim, essa peculiaridade ressalta a necessidade de um controle de qualidade eficiente após a colheita (Martins; Nakagawa; Bovi, 2009). Além de serem sensíveis ao dessecamento, as sementes também sofrem impacto negativo em temperaturas baixas, o que resulta na perda de viabilidade quando armazenadas a 15°C ou menos. Portanto, para assegurar a viabilidade das sementes, é recomendado que elas mantenham um teor de água entre 37,0% e 43,0% (Nascimento, 2006).

3.5 Maturação

A maturação da semente envolve mudanças morfológicas e fisiológicas, como o aumento de tamanho, variações na umidade, vigor e acúmulo de massa seca. Essas mudanças ocorrem após a fecundação do óvulo e levam à maturidade fisiológica, quando a semente está em suas melhores condições para germinar vigorosamente e produzir uma plântula normal (Marcos-Filho, 2015).

Segundo Corvello *et al.* (1999) as sementes se separam da planta mãe e a transferência de substâncias fotossintetizadas cessa, desencadeando mudanças fisiológicas que resultam na secagem das sementes. A maturidade fisiológica das sementes geralmente vem acompanhada de mudanças visíveis na aparência e na coloração dos frutos. A alteração na coloração dos frutos tem se mostrado um indicador eficaz na determinação da maturidade fisiológica das sementes (Alves, 2005).

3.6 Germinação

A germinação de sementes é um processo fundamental no ciclo de vida das plantas, pois envolve a reativação do crescimento do embrião, e resulta na ruptura da cobertura da semente, permitindo a emergência da plântula. Diante disso, o processo de germinação depende de diversos fatores fisiológicos da semente, como a dormência, as substâncias

inibidoras e promotoras de germinação, e de fatores externos como as condições ambientais (Marcos-Filho, 2015; Nassif, 1998).

O processo de germinação geralmente ocorre em três fases distintas, conhecidas como o processo trifásico. Na primeira fase, ocorre a entrada de água na semente, sem a necessidade de gasto de energia. Durante essa etapa, também ocorrem processos de reparo de DNA e de mitocôndrias. Na segunda fase, há uma redução na entrada de água na semente, e dá-se início à síntese de mitocôndrias. E por fim, na terceira ocorre a retomada da entrada de água na semente, mas agora de forma ativa, demandando energia. Logo, ocorre o consumo de reservas armazenadas, síntese de DNA, divisão celular, e o alongamento da radícula (Bewley, 1997).

Contudo, a germinação é essencial para analisar e comparar a qualidade de distintos lotes de sementes para estabelecer o potencial máximo de germinação, bem como para estimar a quantidade adequada de sementes necessárias para a semeadura em campo. Geralmente conduzido em laboratório, sob condições de temperatura controlada, este teste permite uma germinação mais uniforme e uma maior porcentagem de plantas germinadas (Brasil, 2009).

No laboratório é possível identificar a porcentagem de germinação de sementes e número de sementes que produziu plântulas com as estruturas essenciais para serem consideradas normais. As estruturas fundamentais que uma plântula deve possuir para ser uma planta normal incluem um sistema radicular bem desenvolvido, composto por raízes primárias e secundárias, e parte aérea que engloba cotilédones, epicótilo, gemas terminais e hipocótilo. Plântulas consideradas normais apresentam um sistema radicular robusto, caracterizado por uma raiz primária longa contendo pêlos absorventes, bem como raízes secundárias. Já na parte aérea, é importante que o hipocótilo seja reto e o epicótilo esteja bem desenvolvido. Em alguns casos, plântulas que apresentam pequenos defeitos, como atraso no crescimento das raízes e da parte aérea podem ser consideradas como normais (Brasil, 2009).

3.7 Testes de vigor

Vigor é o conjunto de características da semente que afeta a capacidade de germinar, promover o desenvolvimento eficiente e assegurar a uniformidade das plântulas em diversas condições ambientais. Sementes de bom desempenho são chamadas de "vigorosas", enquanto sementes de baixo vigor dão origem a plântulas fracas, com baixo desempenho no campo (Marcos-Filho, 2015; Tavares *et al.*, 2012).

Historicamente, os testes de vigor têm origens distintas. Nos Estados Unidos, foram inicialmente criados para avaliar o desempenho das sementes no campo, direcionados

principalmente aos agricultores. Já na Europa, surgiram como uma medida de controle de qualidade das sementes para sua comercialização (Alves; Coimbra; Boeno, 2016).

Nesse sentido, os testes de vigor avaliam o desempenho das plântulas ao emergirem. Podem ser conduzidos em laboratório, sob condições controladas, o que os classifica como métodos indiretos, ou em campo se inserem dentro dos métodos diretos (Marcos Filho, 1999).

Os testes de vigor são classificados em métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos seriam os métodos que procuram simular as condições (às vezes adversas) que ocorrem no campo, enquanto os métodos indiretos procuram avaliar os atributos que se relacionam indiretamente com o vigor das sementes (físicos, biológicos, fisiológicos), permitindo distinguir diferentes lotes (Carvalho; Nakagawa, 2012).

Atualmente, há uma variedade de testes de vigor que são usados juntamente com os testes de germinação, possibilitando distinguir os lotes de sementes com germinação semelhante, fornecendo uma forma relativamente confiável de diferenciar entre lotes de alto e baixo vigor para tomadas de decisão. Além disso, esses testes fornecem informações sobre a capacidade de armazenamento desses lotes (Alves; Coimbra; Boeno, 2016).

3.7.1 Primeira contagem

No teste padrão de germinação, são feitas duas contagens: uma inicial e outra final. O objetivo da primeira contagem é determinar o vigor relativo do lote de sementes, avaliando a porcentagem de plântulas normais que são obtidas inicialmente no teste de germinação da amostra em análise. Logo, esse teste pode expressar melhor as diferenças de velocidade de germinação entre lotes de sementes do que os índices de velocidade de germinação (Nakagawa, 1999).

3.7.2 Condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica tem sido reconhecido como um método eficaz para avaliar o vigor de sementes em várias espécies como soja, ervilha, feijão e entre outras (Marcos-Filho, 2015; Krzyanowski *et al.*, 2023). Diante disso, após as sementes atingirem o ponto de maturidade fisiológica, as mesmas iniciam um processo de desidratação, resultando em níveis de umidade relativamente baixos em comparação com as fases iniciais de sua formação. Essa perda de água causa modificações nas estruturas internas das membranas, impactando sua permeabilidade (Alves; Coimbra; Boeno, 2016).

Quando sementes desidratadas entram em contato com a umidade, o tegumento age como um controlador do fluxo de água, facilitando a reconstituição e organização das membranas dos tecidos embrionários para evitar danos pela embebição. No entanto, sementes

com menor vigor ou em estado mais deteriorado demonstram uma recuperação mais lenta da integridade das membranas celulares durante esse processo, o que resulta na liberação de maiores quantidades de solutos para o meio exterior. Já as sementes vigorosas, por outro lado, tendem a reestruturar suas membranas mais rapidamente durante a embebição, o que impede a liberação de íons. Portanto, a perda desses íons ocorre por difusão passiva, sem envolver necessariamente a ruptura das membranas (Alves; Coimbra; Boeno, 2016; Marcos-Filho, 2015).

Para determinar a condutividade elétrica, uma amostra específica de sementes (25, 50 ou 75) é previamente pesada e imersa em um volume de água destilada, geralmente entre 25 e 250 mL. Em seguida, as sementes são colocadas em uma câmara de germinação do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) a uma temperatura de 20 ou 25°C. O método padrão requer que a leitura da condutividade elétrica da solução seja realizada após 24 horas de embebição, utilizando um condutivímetro. Os resultados são expressos em microsiemens por centímetro por grama de sementes ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) ou em gramas de sódio por centímetro por grama de sementes ($\text{gS}/\text{cm}/\text{g}$) (Marcos-Filho, 2015).

3.7.3 Emergência de plântulas

Esse teste é realizado em condições similares às encontradas no campo, ou seja, sem qualquer controle ambiental, permitindo que as sementes interajam diretamente com o ambiente e, a partir dessa interação, é possível evidenciar o real potencial fisiológico das sementes, por isso para conduzi-lo, as sementes são dispostas em bandejas com um substrato, de preferência do produtor e posteriormente organizadas em quatro repetições, variando de 50 a 100 sementes por repetição até a estabilização da emergência, posteriormente os resultados são apresentados em porcentagem (Krzyzanowski *et al.*, 2021).

3.7.4 Comprimento da parte aérea e raiz

As diferenças de vigor entre plântulas são normalmente evidentes, mas é primordial utilizar valores numéricos para diferenciar aquelas mais vigorosas das menos vigorosas. Por essa razão, é conduzida a medição do comprimento médio das plântulas normais ou de suas partes, pois aquelas com maiores medidas são classificadas como as mais vigorosas (Nakagawa, 1999).

Essas observações são fundamentadas no fato de que sementes vigorosas levam a plântulas com taxas de crescimento mais altas, devido à sua capacidade superior de transformação e ao fornecimento expandido de reservas dos tecidos de armazenamento, além de uma maior absorção pelo eixo embrionário (Nakagawa, 1999).

Diante disso, este procedimento tem como objetivo determinar o vigor relativo do lote de sementes, avaliando o comprimento médio das plântulas normais ou de uma de suas partes (raiz primária, hipocótilo, epicótilo, plúmula), quando submetidas à germinação sob condições ambientais controladas em laboratório (Nakagawa, 1999).

3.7.5 Massa seca de plântulas

A avaliação do peso da matéria seca das plântulas é uma forma de medir o crescimento da planta, permitindo determinar com precisão a transferência de matéria dos tecidos de reserva para o eixo embrionário (Nakagawa, 1999).

Segundo Nakagawa (1999) neste teste, as amostras com maiores pesos médios de matéria seca das plântulas normais são consideradas mais vigorosas devido à maior transferência de matéria seca das sementes vigorosas para o eixo embrionário durante a germinação. Isso resulta em plântulas mais pesadas devido ao aumento do acúmulo de matéria. O objetivo deste teste é avaliar o vigor relativo do lote de sementes, analisando o peso médio da matéria seca das plântulas normais.

3.8 Testes físicos

Os testes físicos avaliam aspectos morfológicos ou características físicas das sementes, possivelmente associadas com o vigor, como o tamanho, peso, densidade e coloração da semente (Krzyzanowski; França neto, 2001).

3.8.1 Determinação do grau de umidade

O teor de umidade representa a quantidade de água presente nas sementes. A determinação desse teor em um lote de sementes é fundamental para garantir práticas adequadas durante a colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento (Brasil, 2009).

Existem vários equipamentos disponíveis para essa determinação, mas os métodos de estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas são os mais eficazes. Nesses métodos, o calor é aplicado sob condições controladas para extrair a água contida nas sementes em forma de vapor. Esses procedimentos foram desenvolvidos para minimizar a oxidação, decomposição ou perda de outras substâncias voláteis, enquanto garantem a remoção máxima possível da água (Brasil, 2009).

Entretanto, no caso das sementes recalcitrantes, não ocorre a perda natural de água durante a maturação na planta mãe. Elas são dispersas com teores elevados de água, e se esse teor for reduzido ao nível crítico, a viabilidade das sementes pode ser rapidamente comprometida, levando até mesmo à sua morte (Marcos-Filho, 2015).

3.8.2 Peso de mil sementes

Este método envolve a obtenção do peso de mil sementes de uma amostra, o qual é utilizado para calcular a densidade de semeadura, a quantidade de sementes por embalagem e o peso da amostra de trabalho para análise de pureza, quando não indicado nas Regras de Análise de Sementes (RAS). Essa informação fornece uma noção do tamanho das sementes, bem como de seu nível de maturidade e sanidade (Brasil, 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

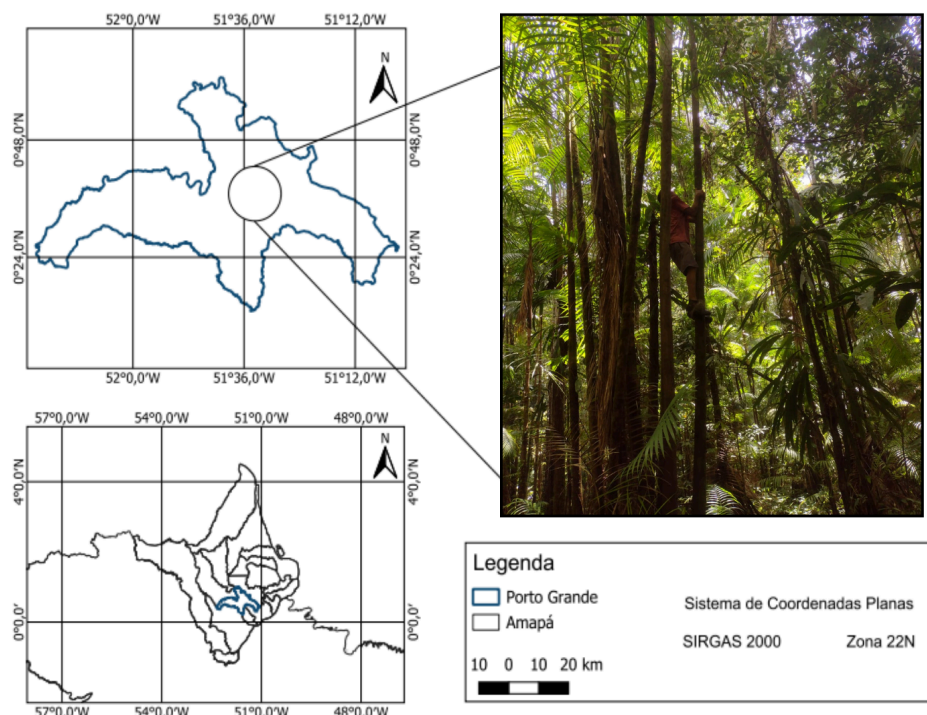
4.1 Local do estudo

O experimento foi conduzido no período de maio a outubro de 2022 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP), *Campus Agrícola Porto Grande* - AP. O clima do município, segundo a classificação de Köppen é do tipo quente e úmido, com precipitação anual acima de 3.300 mm e temperatura média anual de 27 °C (Alvares *et al.*, 2013).

4.2 Caracterização da área de coleta

Os frutos de açaí (*Euterpe oleracea*) foram coletados em uma propriedade rural localizada no município de Porto Grande (AP) em uma área de grota (Figura 1). De acordo com Queiroz; Mochiutti; Santos (2015) grotas são ambientes de solos úmidos sob influência de cursos d'água perenes nas florestas de terra firme que podem inundar após chuvas fortes por ser uma depressão no solo de largura variável.

Figura 1- Mapa de localização da área de coleta dos frutos.

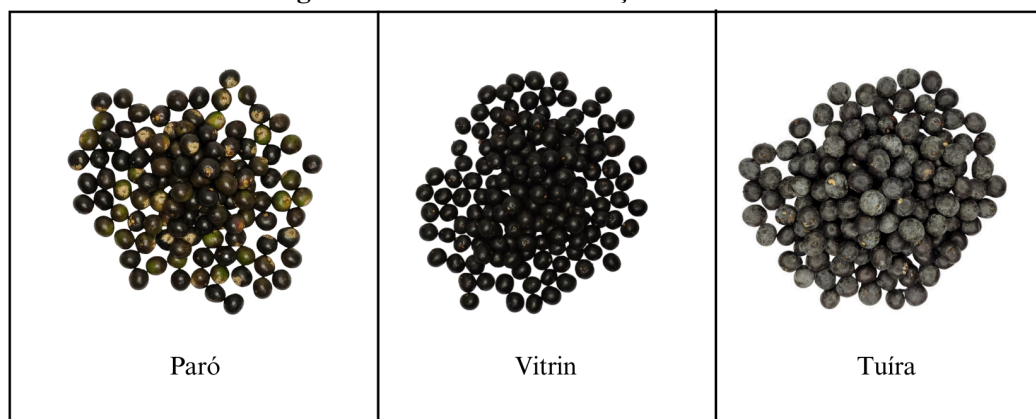


Fonte: Autores (2024).

4.3 Obtenção dos frutos

Após a colheita dos frutos, foi realizada uma seleção com base na coloração do epicarpo e separados em três estádios de maturação conforme Nogueira (2006) (Figura 2).

Figura 2- Estádios de maturação dos frutos.



Fonte: Autores (2024).

Estádio Paró/Parau: os frutos apresentam grande parte da casca (epicarpo) com a coloração roxo-escura e o restante a verde-escura.

Estádio Vitrin: os frutos apresentam a coloração roxo-escura intensa, com brilho na superfície da casca.

Estádio Tuíra: os frutos apresentam a casca com a tonalidade roxo-escura intensa, mas recoberta por uma camada de pó com a tonalidade branco-acinzentada.

Em seguida, os frutos foram individualmente separados e imersos em água com temperatura de 30°C por 20 minutos e despulpados em batedeira (Rogez, 2000). As sementes resultantes do processo de despulpamento foram encaminhadas ao Laboratório de Solos e Produção Vegetal e lavadas em água corrente com objetivo de remover os resíduos e, em seguida, colocadas para secar à temperatura ambiente por 48 horas. Foi determinado o *grau de umidade* das sementes provenientes dos diferentes tratamentos, onde foram utilizadas quatro repetições de 10 sementes, dispostas em estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas, de acordo com as instruções da RAS (Brasil, 2009).

Os resultados foram expressos por meio de porcentagem, sendo calculados com base na massa úmida (Nascimento, 2010). Além disso, o *peso de mil sementes* foi determinado através de oito repetições de 50 sementes de cada tratamento, nas quais foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g, seguindo as especificações da RAS (Brasil, 2009).

4.4 Testes realizados

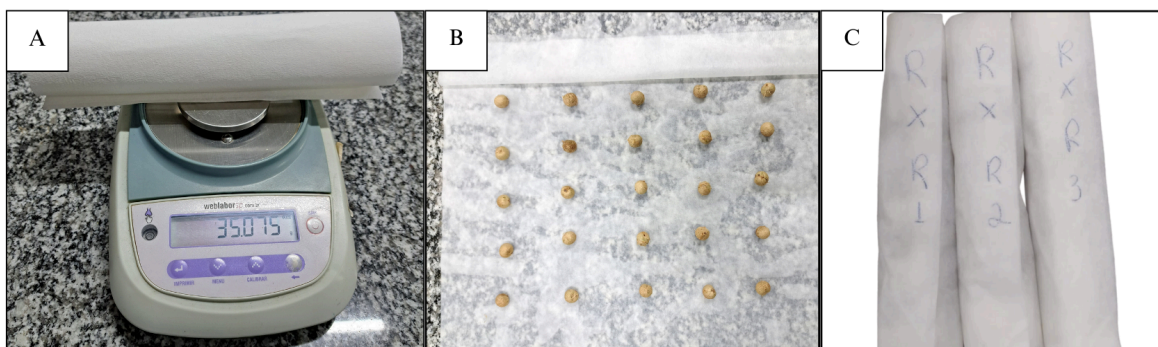
Para garantir a sanidade das sementes no teste de germinação, estas foram primeiramente colocadas em sacos plásticos, onde foi adicionado o fungicida Captan 200 FS na proporção de 2 mL para cada 1 kg de sementes. As sementes foram então agitadas e homogeneizadas para assegurar a adesão uniforme do produto. Após esse processo, as

sementes foram dispostas sobre papel toalha para permitir a secagem do fungicida em temperatura ambiente.

Os seguintes testes foram conduzidos para avaliar a qualidade fisiológica das sementes de açaí:

Germinação – Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes de cada tratamento semeadas sobre papel germitest, umedecido em bandejas de plástico com quantidade de água destilada referente ao peso do papel seco de 2,5 vezes (Figura 3A, 3B). As sementes foram postas no papel em forma de rolos, acondicionadas em sacos plásticos transparentes e mantidas em câmara de germinação do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas (Figura 3C). A porcentagem de plântulas normais foi determinada aos 90 dias após a semeadura (Machado *et al.*, 2021). Logo, foram consideradas normais as plântulas que apresentarem raízes desenvolvidas e a parte aérea maior ou igual a 2,5 cm, com o primeiro par de folhas (Lima *et al.*, 2018).

Figura 3 - Teste de Germinação. A) Peso do papel seco germitest; B) Sementes dispostas no papel germitest úmido; C) Rolos de papel para serem levados a B.O.



Fonte: Autores (2024).

Primeira contagem de germinação - Foi realizada aos 78 dias após a montagem do teste de germinação, onde foram contabilizadas as plântulas normais. Foram consideradas normais as plântulas que apresentaram a emissão de raiz primária e a parte aérea maior ou igual a 2,5 cm, com o primeiro par de folhas (Lima *et al.*, 2018) (Figura 4).

Figura 4 - Plântulas consideradas normais.



Fonte: Autores (2024).

Emergência de plântulas – Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes em cada tratamento, dispostas em bandejas de isopor contendo areia e solo na proporção de 1:1 (Figura 5A, 5B). Dessa forma, foi considerado o número de plântulas existentes que emergiram a partir dos 43 dias após a semeadura até a estabilização do número de plântulas expostas acima da superfície do substrato (Nascimento, 2005) (Figura 5C).

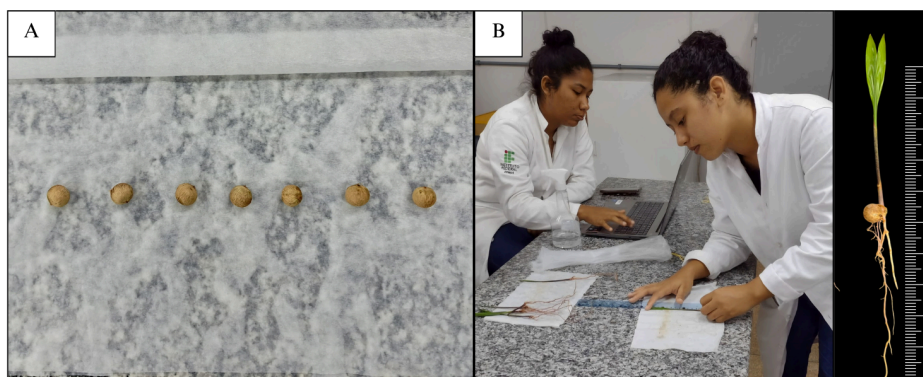
Figura 5 - Teste de Emergência de plântulas. A) Preparo do solo na proporção 1:1 contendo areia e solo; B) Semeio em bandejas de isopor; C) Contagem das plântulas emergidas.



Fonte: Autores (2024).

Comprimento da parte aérea e raiz - Foram utilizadas cinco repetições de 7 sementes por tratamento, as quais foram colocadas em papel germitest umedecido com água destilada (Figura 6A) e levado à câmara de germinação, a 25 °C. Após 90 dias, o comprimento foi determinado com auxílio de uma régua graduada (Nakagawa, 1999) (Figura 6B).

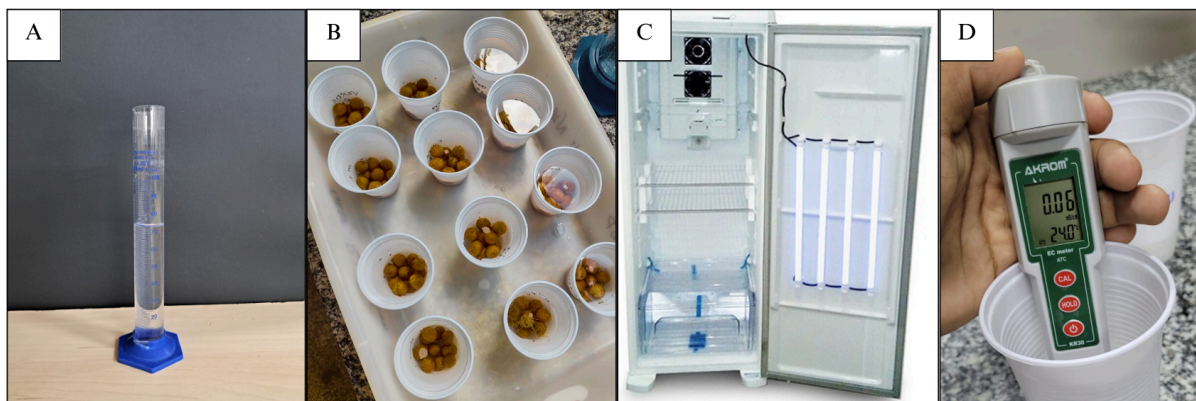
Figura 6 - Comprimento da parte aérea e raiz. A) 7 sementes dispostas sobre o papel germitest; B) comprimento tanto da parte aérea quanto da raiz sendo realizado com auxílio de uma régua graduada.



Fonte: Autores (2024).

Condutividade elétrica – Foram utilizadas quatro repetições com 10 sementes para cada tratamento, dispostas em copos plásticos descartáveis, contendo 75 ml de água destilada (Figura 7A, 7B), mantidas a 25°C por 24 horas (Figura 7C). Posteriormente, realizou-se a leitura da condutividade elétrica por meio de condutivímetro, com os valores médios expressos através de $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{g}^{-1}$ de semente (Martins; Nakagawa; Bovi, 2009) (Figura 7D).

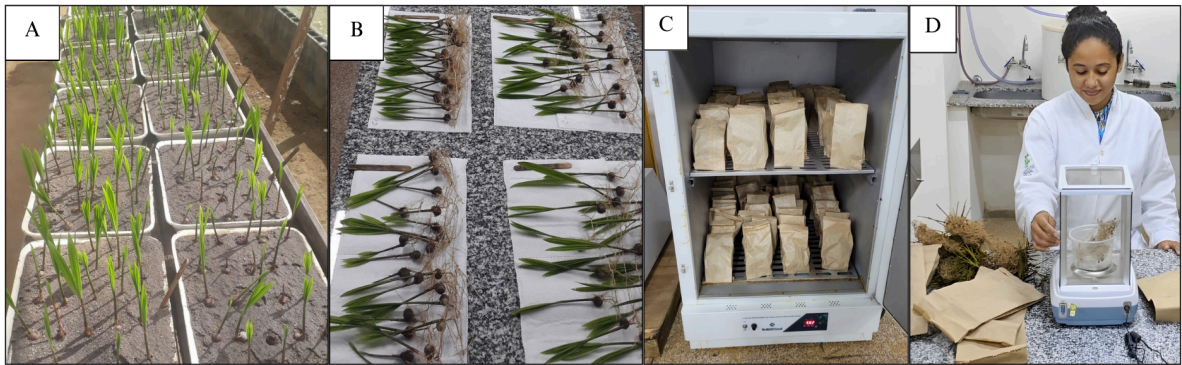
Figura 7 - Condutividade elétrica. A) Proveta graduada com 75 mL de água destilada; B) quatro repetições com 10 sementes, dispostas em copos plásticos descartáveis contendo água destilada; C) Repetições postos em B.O.D 25°C por 24 horas; D) a solução condutividade elétrica foi determinada por meio de condutivímetro.



Fonte: Autores (2024).

Massa seca de plântulas – Foi realizada a partir do teste de emergência (Figura 8A), onde as plântulas foram retiradas das bandejas de isopor, lavadas e separadas do restante das estruturas das sementes (Figura 8B). Em seguida, elas foram adicionadas em embalagem de papel kraft e colocadas na estufa a 80°C por 24 horas (Figura 8C). A massa de matéria seca (g/plântula) foi pesada e obtida por meio do quociente entre o somatório de massas de plântulas normais e o número de plântulas avaliadas (Nascimento, 2007) (Figura 8D).

Figura 8 - Massa seca de plântulas. A) Teste de emergência; B) Plântulas lavadas a partir do teste de emergência; C) Plântulas adicionadas em papel kraft e colocadas na estufa a 80°C por 24 horas; D) Pesagem da massa de matéria seca (g/plântula) em balança analítica após 24 horas.



Fonte: Autores (2024).

4.5 Análise dos dados

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, exceto para o comprimento, onde foram utilizadas cinco repetições. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Toda a análise foi realizada com o software estatístico R (R Development Core Team 2017).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

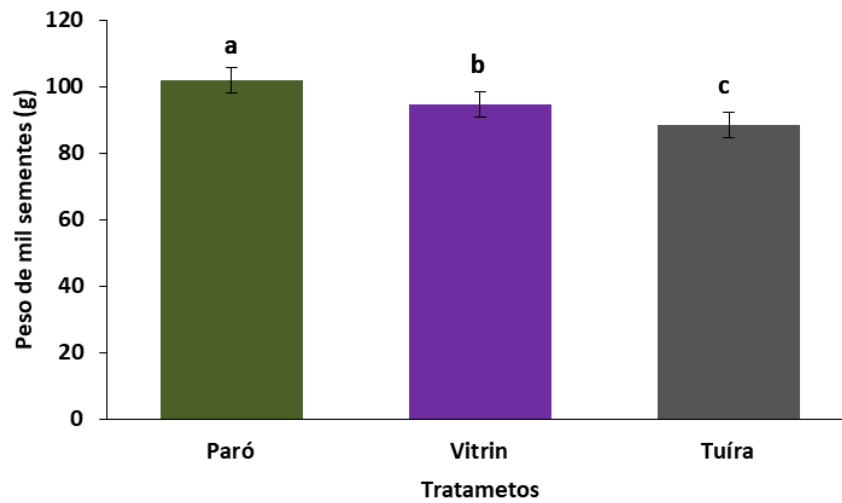
Os resultados obtidos no teste de grau de umidade revelaram que o teor de umidade foi maior no estágio paró (37,97%), seguido pelo vitrin (36,30%) e tuíra (35,48%). Iossi *et al.*, (2007) observaram redução do teor de água durante a maturação em sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien, pertencente à família *Arecaceae*, onde constataram que no início da formação das sementes, o teor de água era de 53,5%, diminuindo para 35,5% ao final da maturação.

O óvulo fecundado contém pelo menos cerca de 80% de água, tanto em plantas monocotiledôneas quanto dicotiledôneas, sendo assim, à medida que a semente amadurece, a água diminui devido à transferência de matéria seca e, quando atinge a massa máxima, as sementes se desconectam do sistema vascular e a desidratação acelera, mas a velocidade desse processo varia conforme a espécie (Marcos-Filho, 2015). Sabe-se que sementes de açaízeiro são recalcitrantes, mas podem tolerar uma desidratação entre 34,2 a 37,4% de água, sem que haja uma redução significativa na taxa de germinação (Martins; Nakagawa; Bovi, 2009).

O teor de água nas sementes exerce influência direta sobre seu peso, sendo este fator variável de acordo com as condições ambientais durante a colheita, bem como a idade e o estágio de maturação das sementes (Marcos-Filho, 2015).

Diante do exposto, verificou-se que no peso de mil sementes houve uma diminuição à medida que os frutos avançavam nos estágios de maturação, sendo que os frutos paró apresentaram peso de 101,79 g, seguido do vitrin com 94,52 g e posteriormente o tuíra 88,39 g (Figura 9). Esses valores estão relacionados ao teor de umidade, germinação e vigor. Conforme as sementes amadurecem, a umidade nelas contida diminui, o que reduz seu peso e favorece a germinação e o vigor.

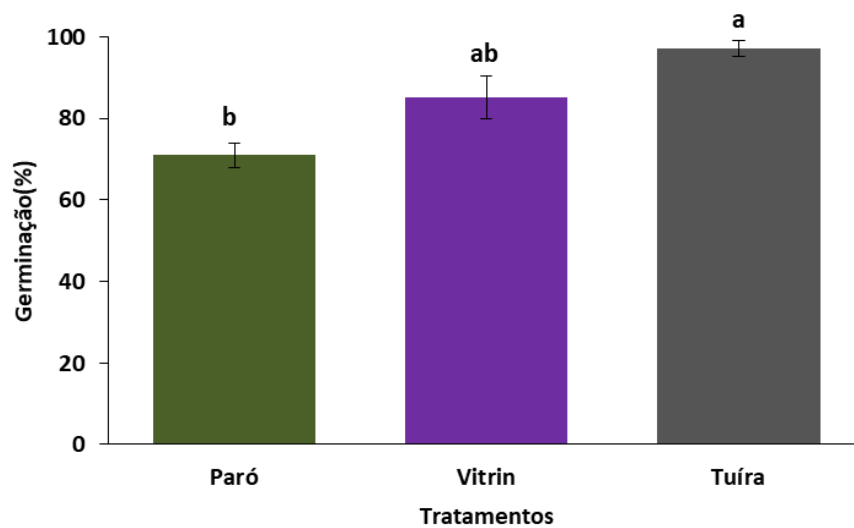
Figura 9: Peso de mil sementes obtidas de frutos com coloração paró, vitrin e tuíra. As barras representam a média de quatro repetições \pm erro padrão. Barras seguidas da mesma letra não diferiram pelo teste Tukey ($P < 0,05$).



Fonte: Autores (2024).

Com relação à porcentagem de germinação, houve diferença significativa entre os tratamentos analisados. Assim, o tratamento tuíra apresentou maior porcentagem de germinação (97%) no período de 90 dias, em comparação ao tratamento paró com (71%). Por outro lado, o estádio vitrin não mostrou diferença estatística em relação aos tratamentos paró e tuíra (Figura 10).

Figura 10: Porcentagem de germinação de sementes obtidas de frutos com coloração paró, vitrin e tuíra. As barras representam a média de quatro repetições \pm erro padrão. Barras seguidas da mesma letra não diferiram pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

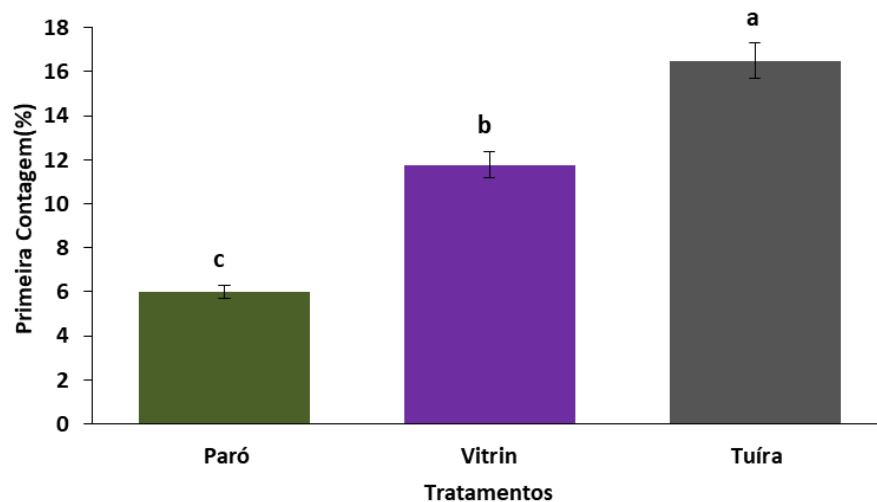


Fonte: Autores (2024).

Esses resultados são consistentes com os encontrados em um estudo anterior realizado por Iossi *et al.* (2007) onde verificou-se que sementes de *Phoenix roebelenii*, pertencente à mesma família do açaí, atingiu o ponto de maturidade fisiológicas aos 138 dias após a antese, tendo em vista, que durante essa etapa de desenvolvimento, as sementes apresentaram maiores taxas de germinação, alcançando 95%.

As sementes atingem seu maior potencial de germinação e vigor no estágio ideal de maturidade fisiológica, momento em que apresentam o máximo desempenho (Carvalho & Nakagawa, 2000). Diante disso, as sementes de frutos com coloração tuíra apresentaram a maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação aos 78 dias após a sementeira (16,5%), seguidas pelas sementes do tratamento vitrin, com vigor intermediário (11,75%), e do tratamento paró, com baixo vigor (6%) (Figura 11).

Figura 11: Porcentagem de plântulas obtidas na primeira contagem de frutos com coloração paró, vitrin e tuíra. As barras representam a média de quatro repetições \pm erro padrão. Barras seguidas da mesma letra não diferiram pelo teste Tukey ($P < 0,05$).



Fonte: Autores (2024).

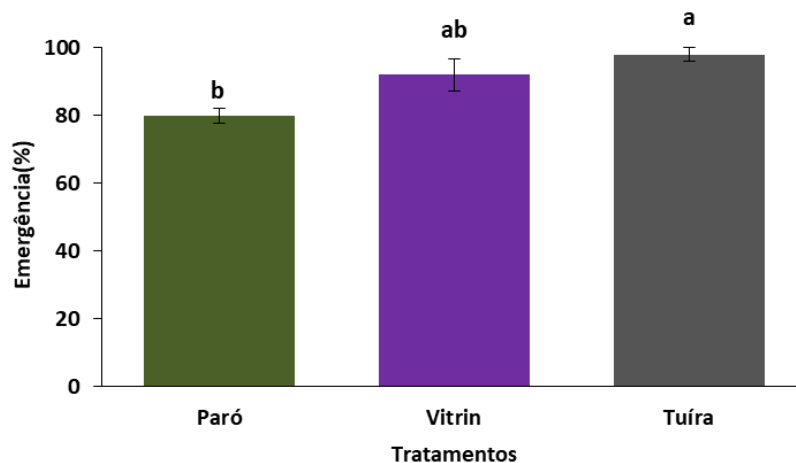
Segundo Minuzzi *et al.*, (2010) sementes de alta qualidade germinam de forma mais rápida e uniforme, e são mais capazes de resistir às adversidades do ambiente. Enquanto sementes de vigor médio ou baixo produzem plântulas fracas, com pouca ou nenhuma capacidade de competir efetivamente no campo (Sbrussi; Zucareli, 2014). Diante disso, os diferentes estágios de maturação afetaram a germinação das sementes de *Euterpe oleracea*. Observou-se que o estágio de maturação é um fator limitante para a germinação, sendo que as

sementes com coloração tuíra germinaram melhor do que as de coloração vitrin e paró, respectivamente.

O teste de germinação e primeira contagem avaliam a capacidade da semente metabolizar as reservas nos tecidos dos cotilédones e transportá-las para o eixo embrionário em crescimento, promovendo a síntese de novas células nesse eixo e dando origem à plântula, sendo que a eficiência desse processo está relacionada com o nível de deterioração da semente, isto é, sementes de alto vigor, menos deterioradas, apresentam atividade metabólica mais intensa, resultando em plântulas bem desenvolvidas e vigorosas, ao contrário das sementes muito deterioradas, que produzem plântulas mais fracas, anormais ou, em alguns casos, que não germinam (Krzyzanowski *et al.*, 2021).

Os valores médios de porcentagem de emergência variaram significativamente com o estágio de maturação dos frutos, sendo assim as sementes de frutos paró apresentaram a menor porcentagem de plântulas emergidas (80%), seguidas pela coloração vitrin (92%). As sementes de frutos tuíra, ou seja, frutos completamente maduros, obtiveram os melhores resultados com 98% de emergência de plântulas (Figura 12).

Figura 12: Emergência das sementes obtidas de frutos com coloração paró, vitrin e tuíra. As barras representam a média de quatro repetições \pm erro padrão. Barras seguidas da mesma letra não diferiram pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).



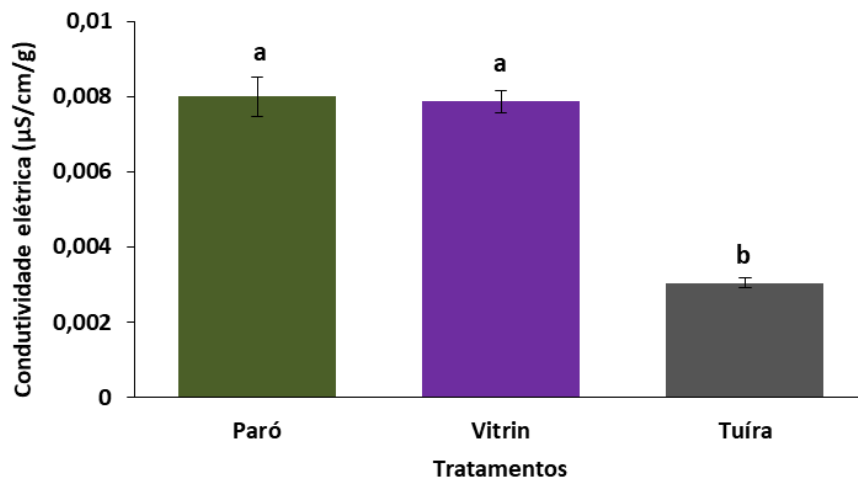
Fonte: Autores (2024).

Assim, entende-se que existe certa vantagem na utilização de frutos maduros em promover uma maior taxa de emergência devido ao estágio avançado de maturação. Logo, isso está relacionado à quantidade de massa seca presente nas sementes, ou seja, quanto maior a massa seca, mais perto as sementes estarão do ponto de maturidade, resultando em uma

maior emergência de plântulas (Araújo; Felix; Pacheco, 2014). Estudos anteriores realizados por Pimenta *et al.* (2010) com sementes da palmeira *Phoenix canariensis* e por Iossi *et al.* (2007) com sementes de *Phoenix roebelenii*, confirmaram que se tem melhor qualidade fisiológica quando os frutos estão marrons ou pretos-violáceos, indicando maturação avançada (Pereira *et al.*, 2014). Resultados encontrados por Elias (2011), mostraram que, sementes de frutos de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) colhidos com 153 dias após a abertura da espata, tiveram máxima emergência, sendo assim, considerando o estágio de maturação ideal para uma máxima capacidade de emergência.

Em relação ao teste de condutividade elétrica foi observado uma redução conforme o avanço do estágio de maturação. As sementes dos estádios paró e vitrin obtiveram maiores médias, sendo estatisticamente iguais com $0,008 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ sem diferença significativa entre elas, enquanto as sementes do estágio tuíra mostraram valores menores de $0,003 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. Esse resultado indica que sementes com menor condutividade elétrica têm maior vigor, e conseqüentemente uma melhor qualidade fisiológica (Figura 13).

Figura 13: Teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) das sementes obtidas de frutos com coloração paró, vitrin e tuíra. As barras representam a média de quatro repetições \pm erro padrão. Barras seguidas da mesma letra não diferiram pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).



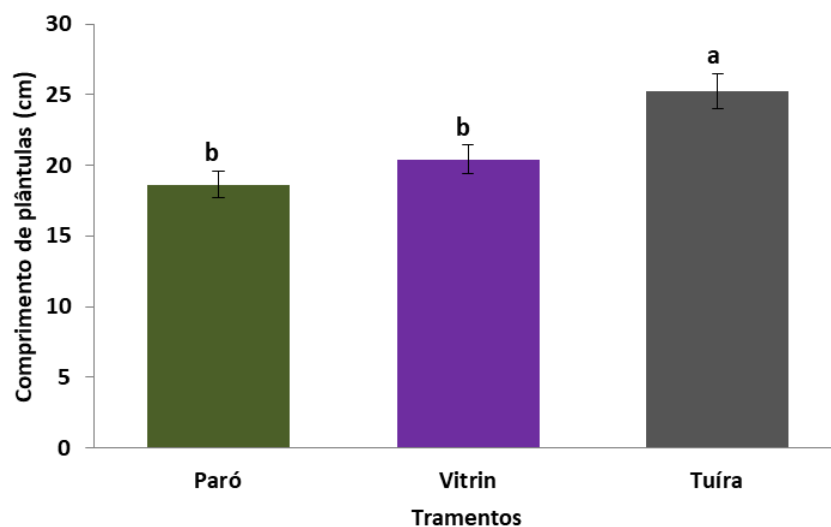
Fonte: Autores (2024).

O teste de condutividade elétrica permite avaliar a qualidade das sementes, medindo a quantidade de solutos que é composto por íons e outras substâncias liberadas no meio aquoso. Diante disso, durante o processo de deterioração, ocorre a perda de integridade e a desorganização das membranas celulares, permitindo maior lixiviação de componentes

celulares presentes nas sementes (Krzyzanowski *et al.*, 2021). Dessa forma, os resultados indicaram que em sementes imaturas há desorganização das membranas celulares, e isso possibilita maior liberação de solutos durante a embebição, resultando em maior condutividade, o que diminui os níveis de vigor das sementes (Martins; Nakagawa; Bovi, 2009). As sementes obtidas de frutos tuíra apresentaram menor condutividade elétrica, o que pode indicar que as membranas estão bem estruturadas e organizadas, havendo uma redução na lixiviação dos solutos, fato esse que contribui para o vigor das sementes.

Ao avaliar o vigor das sementes pelo teste de comprimento de plântulas foi possível observar que sementes provenientes de frutos da coloração tuíra apresentaram maior taxa de crescimento de plântulas com média de 25,25 cm quando comparadas aos estádios paró e vitrin em que não houve diferença estatística significativa (Figura 14).

Figura 14: Comprimento de plântulas (cm). As barras representam a média de quatro repetições \pm erro padrão. Barras seguidas da mesma letra não diferiram pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).



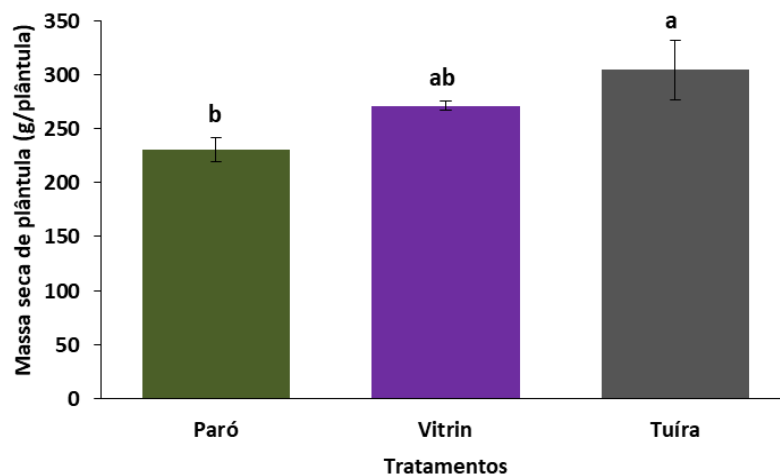
Fonte: Autores (2024).

As diferenças de vigor entre as plântulas são frequentemente evidentes, mas para uma classificação precisa, é necessário recorrer a valores numéricos. Nesse processo, calcula-se o comprimento médio das plântulas normais ou de suas partes, sendo que as amostras com os maiores valores médios são consideradas as mais vigorosas (Krzyzanowski *et al.*, 2021). Nesse sentido, sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, pois têm uma melhor capacidade de transformar e fornecer as reservas dos tecidos de armazenamento para o eixo embrionário, ou seja, em lotes mais vigorosos há maior eficiência

na mobilização e transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário (Krzyzanowski *et al.*, 2021).

Assim, o acúmulo de matéria seca das plântulas aumentou conforme maturação dos frutos, sendo maior no tuíra com 304,48 g/plântula, seguido do Vitrin (271,21 g/plântula) e paró (230,44 g/plântula) (Figura 15).

Figura 15: Matéria seca de plântulas determinada em balança analítica. As barras representam a média de quatro repetições \pm erro padrão. Barras seguidas da mesma letra não diferiram pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).



Fonte: Autores (2024).

Diante disso, lotes de sementes que possibilitam maior matéria seca de plântulas possuem um menor dano e conseqüentemente conseguem transferir matéria do tecido de reserva para o eixo embrionário com mais eficiência (Krzyzanowski *et al.*, 2021). Dessa forma, as sementes do estágio tuíra se destacam pelo vigor em relação aos estádios paró e vitrin. No estudo de Pereira *et al.* (2014), foi possível verificar que frutos completamente maduros de *Copernicia prunifera* (Arecaceae) obtiveram as maiores médias de matéria seca de plântulas, ou seja, as sementes de frutos maduros possuem um maior acúmulo de reservas em seus tecidos, e conseqüentemente maior vigor.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o estágio de maturação do fruto tem impacto direto na qualidade fisiológica das sementes de açaí. Dessa forma, para garantir sementes de *Euterpe oleracea* com elevada qualidade fisiológica, recomenda-se a colheita dos frutos no estágio de coloração tuíra. Adicionalmente, os testes de primeira contagem, emergência, condutividade elétrica, comprimento de plântulas e a massa seca de plântulas foram eficientes para analisar o vigor da referida espécie, com isso, esses testes são recomendados para analisar a qualidade fisiológica das sementes de *Euterpe oleracea*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, A. F.; COIMBRA, R. de A.; BOENO, R. S. **Vigor da semente de soja através do teste de condutividade elétrica**. 2016. 31 f. TCC (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso Campus de Sinop, Sinop – Mt, 2016.
- ALVES, E. U. *et al.* Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, p. 1-8, 2005.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP *et al.* **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV**. Botanical journal of the Linnean Society, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.
- ARAÚJO, F. S.; FELIX, F. C.; PACHECO, M. V. Estádios de maturação do fruto na emergência de plântulas de *Pritchardia pacifica*. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 8, n. 5, p. 29-32, 2014.
- BELÉM, A. S. S.; MONTAGNER, D.; LIMA, J. F. Relatório de Avaliação dos Impactos de Soluções Tecnológicas Geradas pela Embrapa. **Macapá: Embrapa Amapá**, 2024.
- BEWLEY, J.D. **Seed Germination and Dormancy**. The Plant Cell, v.9, p.1055-1066, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 399 p, 2009.
- CARVALHO, L. M. G. **Diagnóstico da cadeia produtiva do açaí e aspectos socioeconômicos dos batedores no município de Laranjal do Jari-AP**. 2022. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá-Campus Laranjal do Jari, Laranjal do Jari, 2022.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.
- CHAVES, M. S.; MATOS, M. S.; OLIVEIRA, R. V. Nota técnica-**Conjuntura da Economia do Açaí**. Nota técnica, Belém: Fundação Amazônia de Amparo A Estudos e Pesquisas — Fapespa, 2024.
- CORVELLO, W.B.V. *et al.* Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.23-27, 1999.
- COSTA, D. S.; OLIVEIRA, L. B. **Análise do agroextrativismo do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) na região do rio ariramba, Mazagão, Amapá**. 2019. 46 f. TCC (Graduação) - Curso

de Licenciatura em Educação do Campo Ciências Agrárias e Biologia, Universidade Federal do Amapá-Unifap, Mazagão-Ap, 2019.

DA SILVA, L. L. *et al.* Escarificação de sementes para desenvolvimento em plântulas de açaizeiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 1, p. 72-78, 2015.

DAMIÃO FILHO, C. F. **Morfologia e anatomia de sementes**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 145 p, 1993.

DE QUEIROZ, J. A. L.; MOCHIUTTI, S. **Cultivo de açaizeiros e manejos de açazais para produção de frutos**. Embrapa, 2001.

ELIAS, Maria Elizabeth de Assis. **Maturação Fisiológica de Sementes de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey. – Arecaceae) Em Uma Área da Amazônia Central**. 2011. 121 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia Tropical, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

FERREIRA, S.A.N. **Maturação fisiológica de sementes de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth)**. Doutorado em Ciências Biológicas, área de Botânica, PPGBTRN/INPA/UFAM, Manaus: INPA. 73p, 1996.

GAMA, M. *et al.* **Açaí (*Euterpe spp.*): características, formação de mudas e plantio para a produção de frutos**. Embrapa Rondônia-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2011.

GANTUSS, C. A. R. **Caracterização física e química de locais de ocorrência do Açaizeiro (*Euterpe oleracea*, mart) no Estado do Amapá e sua relação com o rendimento e qualidade do fruto**. 2006. 79. f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour tests methods**. 3.ed. Zurich: ISTA, 1995. 117p.

HOMMA, A.K.O.*et al.* **Açaí: novos desafios e tendências**. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, Belém, v.1, n.2, p.7-23, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração e da Silvicultura**,2017.Disponívelem:<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html>> Acesso em: 16. Março. 2024

IOSSI, E. *et al.* Maturação fisiológica de sementes de Phoenix roebelenii O'Brien. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, p. 147-154, 2007.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo Abrates**, v. 11, n. 3, p. 81-84, 2001.

KRZYZANOWSKI, F. C. *et al* (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. 2. ed. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 2021. 601 p.

- LIMA, J. M. E. *et al.* Physiological performance of açai seeds (*Euterpe oleracea* Mart.) stored with different moisture contents and treated with fungicide. **Journal of Seed Science**, v. 40, p. 135-145, 2018.
- MACHADO, U. LR *et al.* Avaliação da germinação de sementes de açazeiro (*Euterpe oleracea* M.) Submetidas à inoculação de 19 linhagens de bactérias isoladas no semiárido. **Brazilian Applied Science Review**, v. 5, n. 2, p. 709-719, 2021.
- MARCOS FILHO, J. **Testes de vigor: importância e utilização**. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, p.1.1-1.24, 1999.
- MARCOS-FILHO, Júlio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015.
- MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de açai. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 231-235, 2009.
- MEDINA, G. da S.; CRUZ, J. E. Estudos em Agronegócio: participação brasileira nas cadeias produtivas-V. 5. **Goiania: Goiânia/Kelps**, v. 390, 2021.
- MENDONÇA, V. C. M.; BIANCHI, D.; LUIZ, V. Agronegócio do açai (*Euterpe Oleracea* Mart.) no município de Pinheiro - MA. **Revista Sodebras**, p. 62-65, 2014.
- MESQUITA, D. N. **Produção de mudas e cultivo de açazeiros nos estágios iniciais de crescimento na Regional do Baixo Acre**. 2011. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco. Programa de Pós-graduação em Agronomia,2011.
- MINUZZI, Andréia *et al.* Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 176-185, 2010.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.
- NASCIMENTO, W. M. O.; CICERO, S. M.; NOVEMBRE, A. D. da L. C. Conservação de sementes de açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 24-33, 2010.
- NASCIMENTO, W. M. O.; SILVA, W. R. Comportamento fisiológico de sementes de açai (*Euterpe oleracea* Mart.) submetidas à desidratação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 349-351, 2005.
- NASCIMENTO, W. M. O; NOVEMBRE, A. D. L. C. Conseqüências fisiológicas da dessecação em sementes de açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, p. 38-43, 2007.

NASCIMENTO, W.M.O. do. **Conservação de sementes de açaí** (*Euterpe oleracea* Mart). Tese Doutorado. Universidade Estadual Paulo – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz. 60p. 2006.

NASSIF, S.M.L.; VIEIRA, I.G.; FERNANDES; **Informativo Sementes IPEF**, LARGEA/LCF/ESALQ/USP, abril de 1998.

NOGUEIRA, O. L. **Sistema de produção do açaí**. Embrapa Amazônia Oriental Sistemas de Produção, 04 - 2º Edição. ISSN 1809-4325 Versão Eletrônica Dez./2006.

OLIVEIRA, M.S.P.; CARVALHO, J.E.U.;NASCIMENTO, W.M.O. do. **Açaí (Euterpe oleracea Mart.)**. Jaboticabal: Funep, 52 p. (Série Frutas Nativas, 7), 2000.

PEREIRA, D. de S. *et al.* Influência da maturação dos frutos na emergência e crescimento inicial de *Copernicia hospita* Mart.-Arecaceae. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 214-220, 2014.

PEREIRA, T. S.; MANTOVANI, W. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. na reserva biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, p. 335-348, 2001.

PIMENTA, R. S. *et al.* Efeito da maturação e temperatura na germinação de sementes de *Phoenix canariensis* hort. ex Chabaud-Arecaceae. **Revista Árvore**, v. 34, p. 31-38, 2010.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: ABRATES, 1985. p.19-95.

QUEIROZ, J. A. L.; MOCHIUTTI, S.; SANTOS, J. A. **Manejo de Açaizais de Grotas**. Comunicado Técnico, Macapá: Embrapa Amapá, 2015.

R Core Team. **R: a language and environment for statistical computing**. R Found. Stat Comput Vienna Austria, 2017.

ROGEZ, H. **Açaí: Preparo, composição e melhoramento da conservação**. Belém: EDUFPA, 2000. 313 p.

SBRUSSI, C. A. G.; ZUCARELI, C. Germinação de sementes de milho com diferentes níveis de vigor em resposta à diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 215-226, 2014.

SILVA, S. E. L.; SOUZA, A.; BERNI, R. F. **O cultivo do açaizeiro**. Embrapa Amazônia Ocidental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2005.

TAVARES, L. C. *et al.* Initial growth of soybean plants from seeds of high and low vigor subjected to water stress. **Journal of Agricultural Science**, v. 4, n. 6, p. 246, 2012.

TOLEDO, F.F. de; MARCOS-FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres. 1977. 224p.