

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
BOTÂNICA

**Aspectos Fisiológicos e Bioquímicos da Germinação de Sementes de Inajá (*Maximiliana  
maripa* (Aublet) Drude)**

Cecília Bezerra Carvalho Fabricio

Manaus, Amazonas  
Março, 2010

Cecília Bezerra Carvalho Fabricio

**Aspectos Fisiológicos e Bioquímicos da Germinação de Sementes de Inajá (*Maximiliana maripa* (Aublet) Drude)**

Orientadora: Dra. Zilvanda Lourenço de Oliveira Melo  
Co-orientadora: Dra. Ires Paula de Andrade Miranda

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Botânica.

Manaus, Amazonas  
Março, 2010

**Banca Examinadora da Defesa**

---

Dr. Ronaldo Ribeiro Moraes  
EMBRAPA/AM

---

Dr. Sidney Alberto N. Ferreira  
INPA/CPCA

---

Dra. Jeruza de Souza Andrade  
INPA/CPTA

---

Dra. Eva Maria Alves C. Atroch  
UFAM

---

Dr. Daniel F. de Oliveira Gentil  
UFAM

F126

Fabricio, Cecília Bezerra Carvalho

Aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de Inajá (*Maximiliana maripa* (Aublet) Drude) / Cecília Bezerra Carvalho Fabrício. ---  
Manaus : [s.n.], 2010.  
xi, 36 f. : il.

Dissertação (mestrado)-- INPA, Manaus, 2010  
Orientador : Zilvanda Lourenço de Oliveira Melo  
Co-orientador : Ires Paula de Andrade Miranda  
Área de concentração : Biodiversidade Vegetal da Amazônia, Reprodução e Crescimentos de Vegetais

1. Inajá – Sementes – Germinação. 2. *Maximiliana maripa*. 3. Lipídios.  
4. Palmeira. I. Título.

CDD 19. ed. 584.5

Aos meus pais e irmãos,  
com muito amor  
dedico.

## AGRADECIMENTOS

- Primeiramente a Deus, por toda a força de vontade;
- Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e ao Programa de Pós-Graduação pela oportunidade de realizar este trabalho;
- À FAPEAM por proporcionar minha bolsa de mestrado;
- À Dra. Zilvanda Melo por ter me aceitado em sua primeira orientação na pós-graduação;
- À Dra. Ires Miranda pela experiência de vida que passa a sua equipe de trabalho e por me co-orientar;
- À Dra. Maria Lúcia Absy, coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Botânica pelo apoio dado durante o mestrado;
- Às amigas da secretaria da Pós-Graduação em Botânica Neide e Jéssica por resolverem diversos problemas dos alunos;
- Aos amigos MSc. Michele Ramos e Lúcio Batalha (INPA), aos pesquisadores Sidney A. N. Ferreira (INPA) e Eva Maria Alves C. Atroch (UFAM) por me cederem um espaço nos laboratórios a fim de realizar meus experimentos;
- À Dra. Deborah Yara (USP), pela contribuição na análise dos ácidos graxos;
- Ao Dr. Ronaldo Ribeiro Moraes (EMBRAPA), pela contribuição com as análises estatísticas;
- Ao técnico do laboratório de Bioquímica de Plantas e de Água do Max Planck Wallace Rabelo Costa e à Dra. Astrid Liberato por me auxiliarem na extração de óleos;
- Aos amigos do laboratório de palmeiras (LABPALM): Filomena, Lena, Afonso, Benaion, Edelcílio, Daniela Bragança e Ana;
- Aos professores doutores do curso de botânica, pela preocupação e experiência de ministrar boas aulas, de passar seus conhecimentos, aos quais queremos nos espelhar como professores;
- A todos os amigos do curso de botânica, pelos momentos de distração e auxílio quando precisávamos;
- Às amigas Amanda Boeira (não dá bobeira) e Natália Sá (a conselheira) pelo companheirismo e por me fazerem dar umas boas risadas nas horas difíceis;
- Ao amigo Rômulo Junior por sempre se preocupar com meus estudos;
- Aos meus irmãos pelo companheirismo e carinho;
- Aos meus queridos pais pelos conselhos constantes de não desistir de estudar;

- A todos que contribuíram de diferentes formas com o desenvolvimento deste trabalho,  
MUITO OBRIGADA!!!

## RESUMO

A família Arecaceae é representada como a terceira mais importante para o homem e a primeira para as populações tradicionais e comunidades indígenas da região amazônica. *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude, palmeira conhecida vulgarmente como inajá, destaca-se por possuir amêndoa rica em óleo, além de outras importâncias econômicas. Sendo a propagação dessa espécie feita por sementes, estudos relacionados à fisiologia da germinação e composição bioquímica das reservas orgânicas bem como a sua mobilização durante o processo germinativo, são importantes para o entendimento de parte do ciclo de vida dessa planta e de suas estratégias de estabelecimentos de plântulas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi obter informações sobre os aspectos morfofisiológicos das sementes e da germinação, quantificação das reservas lipídicas e sua mobilização. Os frutos de *M. maripa* foram coletados no Município de Mucajá em Roraima. Para o teor de água foram tomadas duas repetições de 10, 20, 30 e 40 sementes e para a morfologia interna e externa, 100 sementes foram medidas longitudinal e transversalmente, e posteriormente fotografadas durante o processo germinativo. Para os estudos de germinação foram utilizadas quatro repetições contendo 25 sementes cada, semeadas em bandejas plásticas utilizando vermiculita como substrato e acondicionadas em temperatura ambiente e em câmaras de germinação a 25, 30 e 35°C. A análise dos lipídios foi realizada em sementes quiescentes e em quatro estádios da germinação sendo estes: protrusão do pecíolo cotiledonar, raiz primária, raiz adventícia e primeiro eófilo. A germinação de inajá caracterizou-se como remota tubular, hipógea e criptocotiledonar. Apresentou baixo percentual de sementes germinadas em todas as temperaturas. Contudo a temperatura exerceu influência no percentual e no padrão de distribuição da germinação ao longo do tempo, sendo a 35°C obtido o maior percentual de sementes germinadas (28%). O processo germinativo é longo e desuniforme, iniciando aos 19 dias e estabilizando-se aproximadamente aos 86 dias. A quantificação das reservas lipídicas nas sementes quiescentes revelou um elevado percentual de óleo (72,45%), decrescendo ao longo da germinação, chegando ao último estágio de germinação (primeiro eófilo) com 61,17%. Foram identificados oito ácidos graxos diferentes independente do grau de saturação (caprílico, cáprico, láurico, mirístico, palmítico, esteárico, oléico, linoléico). Em sementes quiescentes não foi encontrado o ácido graxo linoléico, sugerindo a síntese deste no período germinativo.



## ABSTRACT

The family *Arecaceae* is represented as the third most important man communities and the first for traditional and indigenous communities in the Amazon region. *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude, commonly known as palm inaja, stands out for having rich almond oil, and other economic importance. As the propagation of this species made by seed, studies related to germination physiology and biochemical composition of organic reserves and their mobilization during germination, are important for understanding the life cycle of this plant and its strategies of businesses seedlings. Therefore, the objective of this study was to obtain information on the morpho-physiological aspects of seeds and germination, quantification of lipid reserves and their mobilization. The fruits of *M. maripa* were collected in the municipality of Mucajai in Roraima. For the water content were taken two repetitions of 10, 20, 30 and 40 seeds and the internal and external structure, 100 seeds were measured lengthwise and crosswise, and then photographed during the germination process. For studies of germination, four replicates containing 25 seeds were sown in plastic trays using vermiculite as substrate and were stored at room temperature and in germination chambers at 25, 30 and 35°C. The analysis of lipids was performed in quiescent seeds and in four stages of germination: cotyledonary sheath appearance, primary root, adventitious root and first eophyll. Germination inaja characterized as remote tubular, hypogeal and cryptocotylar. Presented a low percentage of seeds germinated at all temperatures. However, the temperature significantly influence the percentage and pattern of distribution of germination over time, and the 35°C obtained the highest percentage of germinated seeds (28%). The germination process is long and uneven, starting at 19 days and stabilized at approximately 86 days. The quantification of lipid reserves in quiescent seeds showed a high percentage of oil (72,45%), decreasing during germination, reaching the last stage of germination (first eophyll) with 61,17%. We identified eight different fatty acids independent of the degree of saturation (caprylic, capric, lauric, myristic, palmitic, stearic, oleic, linoleic). In quiescent seeds not found the polyunsaturated fatty acids, suggesting the synthesis of the germination period.

## SUMÁRIO

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	viii
Lista de Figuras	x
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	3
<b>3. OBJETIVO</b>	8
3.1. Objetivo Geral	8
3.2. Objetivos Específicos	8
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	9
4.1. Procedência do material biológico	9
4.2. Beneficiamento e determinação do grau de umidade das sementes	9
4.2.1. Contribuição do fruto na manutenção da umidade da semente	9
4.3. Estudo dos aspectos morfológicos externos e internos das sementes e da germinação	10 10
4.4. Testes de germinação	10
4.5. Análise de lipídios constituintes do metabolismo primário	11
4.5.1. Determinação e identificação dos ácidos graxos	12
4.6. Análise estatística	12
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	13
5.1. Grau de umidade das sementes	13
5.2. Contribuição do fruto na manutenção da umidade da semente	13
5.3. Morfologia interna e externa do fruto, pireno e da semente	14
5.4. Morfologia da germinação	16
5.5. Aspectos temporais da germinação em diferentes temperaturas	18
5.6. Teor e mobilização de lipídios das sementes	20
5.7. Padrão de ácidos graxos das sementes	21
<b>6. CONCLUSÕES</b>	24
<b>7. REFERÊNCIAS</b>	26
<b>8. ANEXOS</b>	31
<b>9. APÊNDICES</b>	35

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1.</b> Principais eventos associados à embebição da semente.	4
<b>Figura 2.</b> Sementes de <i>Maximiliana maripa</i> (Aublet) Drude semeadas em bandejas plásticas com vermiculita.	11
<b>Figura 3.</b> Extração de lipídio de <i>Maximiliana maripa</i> (Aublet) Drude.	11
<b>Figura 4.</b> Teor de água (A) e germinação de sementes (B) de <i>Maximiliana maripa</i> (Aublet) Drude em diferentes períodos de armazenamento das sementes mantidas nos frutos.	14
<b>Figura 5.</b> Fruto, pireno e semente de <i>Maximiliana maripa</i> (Aublet) Drude: <b>A</b> – fruto: <b>ep</b> – epicarpo; <b>pe</b> – perianto, <b>es</b> - estígma; <b>B</b> - mesocarpo (polpa); <b>C</b> – endocarpo ( <b>en</b> ): <b>sf</b> – sementes férteis, <b>sa</b> - sementes atrofiadas, <b>op</b> – opérculo; <b>D</b> - pireno com um, dois, três e quatro sementes, respectivamente.	15
<b>Figura 6.</b> Morfologia interna da semente de <i>Maximiliana maripa</i> (Aublet) Drude: <b>e</b> – embrião, <b>end</b> – endosperma.	15
<b>Figura 7.</b> Estádios da germinação e estabelecimento da plântula de <i>Maximiliana maripa</i> (Aublet) Drude: <b>A</b> : protrusão do pecíolo cotiledonar; <b>B</b> : raiz primária; <b>C</b> : raiz adventícia; <b>D</b> : primeiro eófilo. <b>sem</b> - semente; <b>pc</b> – pecíolo cotiledonar; <b>rp</b> – raiz primária; <b>rs</b> – raiz secundária; <b>ra</b> – raiz adventícia; <b>pb</b> – primeira bainha; <b>sb</b> – segunda bainha; <b>pe</b> – primeiro eófilo.	16
<b>Figura 8.</b> Haustório bem desenvolvido na plântula (em formação) de <i>Maximiliana maripa</i> (Aublet) Drude. <b>ha</b> – hautório; <b>e</b> – eófilo em formação; <b>en</b> – endocarpo; <b>end</b> – endosperma; <b>rp</b> – raiz primária.	17
<b>Figura 9.</b> Pireno de <i>Maximiliana maripa</i> (Aublet) Drude com duas sementes germinadas.	18

**Figura 10.** Germinação de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude sob diferentes condições de temperatura. 18

**Figura 11.** Orifício de emergência de bruquídeos (Coleóptera – *Bruchidae*) em sementes de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude. 19

**Figura 12.** Alterações nos teores de lipídios em sementes de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude em diferentes estádios de germinação até formação do primeiro eófilo da plântula: Sementes quiescentes (0), protrusão do pecíolo cotiledonar (1), raiz primária (2), raiz adventícia (3), primeiro eófilo (4). 21

## 1. INTRODUÇÃO

A Amazônia apresenta um dos maiores índices de biodiversidade do mundo, no qual estão incluídas espécies com grande potencial econômico. Dentre estas, as palmeiras se apresentam como a terceira família mais importante para o homem e a primeira para as populações tradicionais e comunidades indígenas da região (Miranda e Rabelo, 2006). Na flora amazônica, ocorrem aproximadamente 180 espécies de palmeiras (Kahn e Granville, 1992), distribuídas em florestas de terra firme nos ecossistemas de platô, vertente e baixio; em campinaranas; em florestas periodicamente inundadas e em áreas desmatadas (Miranda e Rabelo, 2008). Para que se possa explorar e manejar adequadamente as palmeiras, assegurando às mesmas a preservação e a disponibilidade dos estoques genéticos, além da conservação do habitat, é necessário se ter mais estudos sobre suas espécies (Miranda e Rabelo, 2008; Miranda *et al.*, 2008).

Atualmente, os impactos ambientais na Amazônia, causados principalmente por meio de práticas agrícolas, da pecuária e de grilagem de terra, têm ocasionado o desaparecimento de grandes extensões de floresta primária e forte degradação do solo, determinando o surgimento de grandes populações quase homogêneas de palmeiras, como: *Orbignya phalerata* Mart., *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude, *Attalea monosperma* Barb. Rodr., *Astrocaryum acaule* Mart., *Astrocaryum vulgare* Mart. (Miranda e Rabelo, 2008).

Muitas espécies da família Arecaceae possuem frutos e sementes com alto teor de óleo, com potencialidade econômica e uma perspectiva de valorização importante para a região (Pallet, 2002). Segundo Miranda *et al.* (2008), estas espécies oleaginosas, destinadas principalmente à alimentação básica da população ribeirinha, podem também constituir a base de um modelo de desenvolvimento tecnológico auto-sustentável. A palmeira inajá possui tais características de aproveitamento, tendo grande potencial como combustível alternativo ao diesel – biodiesel (Duarte, 2008).

A propagação das palmeiras é feita principalmente por sementes (Miranda *et al.*, 2001). Dessa forma, estudos descritivos da germinação destas sementes, abordando as fases e os fatores envolvidos no processo, juntamente com a análise das reservas orgânicas estocadas e sua mobilização, são importantes, pois envolvem avaliações de uma parte do ciclo de vida do vegetal, além de investigar estratégias de estabelecimentos de plântulas (Miranda *et al.*, 2001). Com relação aos aspectos tecnológicos e fisiológicos, destacam-se os trabalhos de Carvalho *et al.* (2005), Gentil e Ferreira (2005), Ferreira e Gentil (2006), Silva *et al.* (2006) e Luz *et al.* (2008).

Segundo Carvalho *et al.* (2005), os mecanismos de controle da germinação de sementes de palmeiras também são poucos conhecidos. Para esses autores, uma das características relevantes da germinação dessas espécies é a variação no número de dias requeridos para germinarem. Costa e Marchi (2008), em estudos realizados com germinação de palmeiras oleaginosas, verificaram que isto se deve ao fato dessas sementes poderem exibir diferentes graus de dormência, o que torna a produção de mudas um grande desafio. Ferreira e Gentil (2006) concluíram que a remoção do endocarpo e a prévia embebição das sementes aceleram e aumentam a germinação de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer).

Um dos poucos estudos, relacionados à germinação de sementes de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude, mostrou que para acelerar e elevar o número de sementes germinadas é necessário utilizar alguns procedimentos pré-germinativos como: vernalização, imersão das sementes em KNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O-80 °C, retirada do opérculo e armazenamento (Martins *et al.*, 1996). Outro estudo realizado com essa espécie, o qual pode explicar uma das dificuldades para ocorrência do processo germinativo foi em relação à predação das sementes por bruquídeos (*Bruchidae* - Coleóptera), mostrando a destruição das sementes de *M. maripa* (Cravo, 1998).

Existem inúmeras lacunas em relação ao conhecimento e aos mecanismos envolvidos nos processos fisiológicos e bioquímicos durante a germinação de sementes, particularmente sobre a caracterização quantitativa e qualitativa das reservas orgânicas e sua contribuição na germinação e, conseqüentemente, no estabelecimento da plântula. Segundo Marx *et al.* (1997), só uma fração pequena das plantas tem sua composição química conhecida, o que sugere a necessidade de maiores estudos em relação aos dados de composição de sementes.

Tendo em vista a importância ecológica e econômica das palmeiras para a região, é necessário ampliar os conhecimentos sobre essas espécies, pois ainda há uma carência de informações relacionadas às rotas bioquímicas durante a germinação das sementes tropicais, inclusive deste grupo de plantas. Por isso, foi escolhida como objeto de estudo a espécie *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude, conhecida vulgarmente como inajá, uma vez que o estudo do metabolismo é importante não só para a fisiologia e tecnologia de sementes, mas também por fornecer informações sobre viabilidade e longevidade das sementes, contribuindo assim para a preservação da espécie. Portanto, o objetivo principal deste trabalho foi caracterizar o processo germinativo e a mobilização de reservas lipídicas das sementes dessa palmeira.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

As palmeiras são componentes importantes na paisagem amazônica, pois se encontram presentes em quase todos os ecossistemas florestais (Galeano, 1992). Muitas espécies da família Arecaceae são propagadas por sementes, embora algumas façam sua propagação por meios vegetativos (Miranda *et al.*, 2001). Sendo assim, as sementes são de grande interesse para produção de mudas de plantas nativas, a fim de serem usadas em programas voltados para preservação de espécies vegetais (Bewley e Black, 1994; Lorenzi, 1998).

A semente é o óvulo maduro ou fecundado das plantas (Souza e Paoli, 2009). Contém um embrião a partir do qual uma plântula será formada quando encontrar as condições ideais para a germinação. Também possui um tecido de reserva (cotilédones, endosperma e perisperma), rico em óleos, amido e proteínas, podendo ser utilizado durante o processo germinativo. Mais externamente, encontra-se a casca ou tegumento (Esau, 1974).

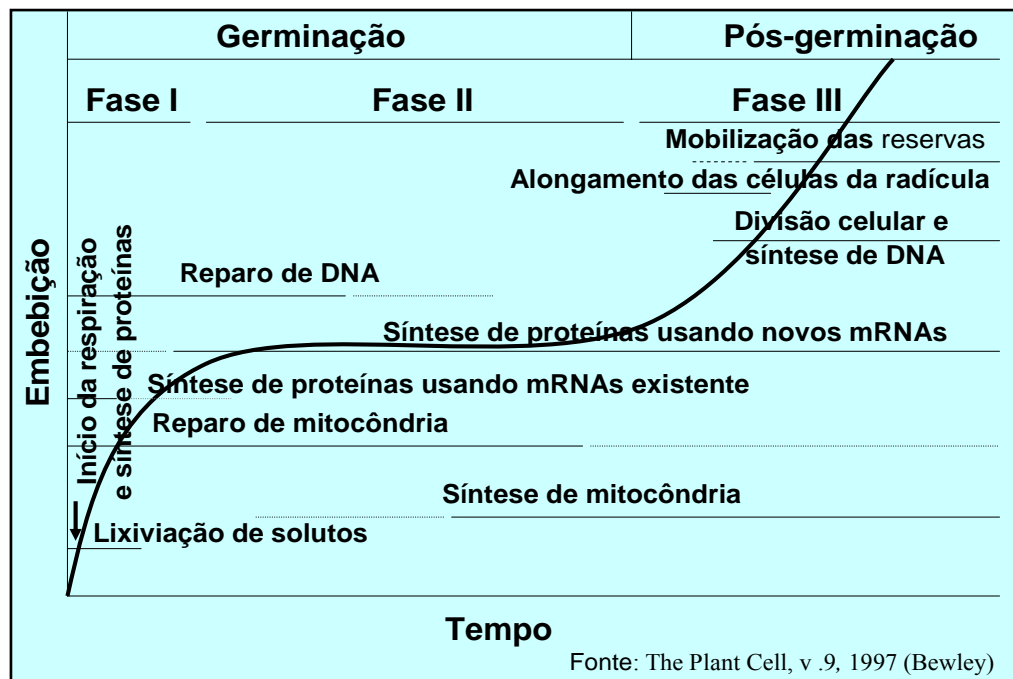
A germinação pode ser definida como uma série de processos metabólicos e morfogênicos, que se inicia com a absorção de água pela semente quiescente, seguida da síntese e ativação de várias enzimas, resultando na mobilização das reservas orgânicas e, principalmente, na digestão da parede celular. O processo germinativo termina com o alongamento do eixo embrionário, ocorrendo por consequência a protrusão da radícula ou raiz primária ou pecíolo cotiledonar, este último nas palmeiras (Castro e Hilhorst, 2004).

Quando o(s) cotilédono(s) fica(m) imerso(s) no substrato a germinação é denominada hipógea; se emergem do substrato, a germinação é epígea. Além do mais, quando os cotilédones ou o limbo cotiledonar (palmeiras) permanecem dentro da semente, a germinação é chamada de criptocotiledonar; se sai da semente é conhecida como fanerocotiledonar (Sert *et al.*, 2009).

A germinação das palmeiras é hipógea e criptocotiledonar. Além disso, há mais três classificações de germinação para as palmeiras. A primeira é chamada remota tubular e caracteriza-se pelo alongamento do pecíolo e bainha cotiledonários. O segundo tipo é denominado de remota ligular, ocorrendo semelhante ao primeiro, porém apresenta uma estrutura adicional, a lígula. O último tipo de germinação é adjacente ligular, no qual o cotilédono não apresenta grande alongamento e em consequência, a plântula desenvolve-se próximo a semente. Há, também, formação de lígula (Tomlinson, 1960).

O processo germinativo é dependente de condições ambientais favoráveis, como água (Beckert *et al.*, 2000), oxigênio, temperatura e luz (Pinheiro e Borghetti, 2003) o que determinará a distribuição geográfica de muitas plantas (Labouriau, 1983).

O mecanismo de absorção de água em sementes ortodoxas é trifásico, sendo a primeira fase dependente da ligação da água à matriz da semente e ocorre em qualquer material morto ou vivo. Na segunda fase, ocorre um período estacionário de absorção de água e de intensa ativação de processos metabólicos requeridos para o crescimento do embrião e protrusão da raiz. A última fase é marcada pelo restabelecimento do conteúdo de água na semente devido à iniciação do crescimento do embrião conforme esquema apresentado na Figura 1 (Bewley, 1997).



**Figura 1.** Principais eventos associados à embebição da semente.

O oxigênio, apesar de ser um fator fundamental para a germinação, visto que a atividade respiratória é uma das primeiras alterações ocorridas a partir da embebição das sementes, é requerido em pequenas quantidades comparando-se com os níveis em que ocorre na atmosfera (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Há uma faixa térmica característica para cada espécie e com temperaturas mínimas e máximas, acima ou abaixo das quais pode não ocorrer a germinação das sementes (Carvalho e Nakagawa, 2000). Para as sementes de palmeiras, Meerow (1991) relatou que temperaturas entre 20 e 40°C são aceitáveis, com melhores resultados entre 30 e 35°C para a maior parte das espécies. Já Broschat (1994) relata que sementes de muitas espécies germinam melhor na



faixa de 25 a 35°C, enquanto Lorenzi *et al.* (2004) consideraram favoráveis temperaturas entre 24 e 28°C, com umidade relativa do ar de aproximadamente 70%.

Durante o processo de germinação, a temperatura afeta a velocidade de absorção de água pelas sementes e pode alterar, entre outros aspectos, a porcentagem total, a velocidade e a uniformidade de germinação (Bewley e Black, 1996; Carvalho e Nakagawa, 2000; Castro e Hilhorst, 2004).

Os efeitos da luz sobre as sementes, via de regra, estão relacionados ao genótipo e a fatores ambientais predominantes no período da sua ontogênese, podendo induzir a dormência, promover a germinação ou mesmo ser um fator de regulação da germinação no campo. Deste modo, pode ser decisivo para a sobrevivência das plântulas, determinando assim o seu posicionamento no estágio sucessional na floresta (Válio e Scarpa, 2001; Abreu e Garcia, 2005).

Segundo Broschat (1994), a germinação de várias espécies de palmeiras é lenta, desuniforme e a porcentagem de germinação pode ser muito baixa. A velocidade, uniformidade e porcentagem de germinação podem variar bastante em função de fatores intrínsecos e extrínsecos à planta. A cobertura protetora das sementes de algumas espécies pode dificultar a embebição de água, restringir a difusão de oxigênio e, ou, impor resistência mecânica ao crescimento do embrião e à subsequente emergência da plântula (Yocum, 1964; Popinigis, 1977). Visando acelerar e uniformizar o processo germinativo de algumas palmeiras, tem sido recomendada a remoção completa das partes do fruto que envolvem as sementes (Yocum, 1964), como em *Acrocomia mexicana* Karw. ex Mart., *A. sclerocarpa* Mart. (Koebernik, 1971), *Attalea geraensis* Barb. Rodr., *A. phalerata* Mart., *Butia Archeri*, *B. capitata* Mart. Becc. (Lorenzi, 1996) e *Hyphaene thebaica* Mart. (Moussa *et al.*, 1998).

Dentre os fatores endógenos preponderantes no processo de germinação de sementes, podem-se destacar as reservas orgânicas. Na germinação, estes compostos atendem a duas funções básicas: fonte de energia para manutenção de processos metabólicos em funcionamento e/ou matéria-prima para a construção de tecidos durante o desenvolvimento do embrião até que este se transforme em uma plântula, estabelecendo a mudança da fase heterotrófica para a autotrófica (Pontes *et al.*, 2002).

Os mecanismos de acúmulo e mobilização de reservas são fundamentais para a obtenção de plântulas de maior vigor (Buckeridge *et al.*, 2004). Como as sementes também são unidades de reserva, elas podem acumular vários compostos altamente energéticos que poderão ser mobilizados no período germinativo e no desenvolvimento inicial da plântula. Os produtos da mobilização de reservas são utilizados como fontes de energia e matérias-primas

(proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos e lipídios) para construção de células e tecidos, proporcionando ao novo indivíduo a independência da planta-mãe e adaptação aos mais variados ambientes (Buckeridge *et al.*, 2000).

Em termos de quantidade, pode-se afirmar que estas reservas são constituídas principalmente de carboidratos (amido, frutanos e polissacarídeos de parede celular), lipídios e proteínas (Buckeridge *et al.*, 2004).

O embrião presente nas sementes queiscentes de palmeiras é uma massa indiferenciada de células que se desenvolve à medida que as reservas são mobilizadas lenta e localmente, terminando sua maturação provavelmente durante a germinação. Sementes com estas características são chamadas de imaturo-eutróficas (Buckeridge *et al.*, 2004). O cotilédone nunca é expandido como órgão aéreo fotossintético, seu ápice permanece no interior do endosperma da semente, tornando-se um órgão suctorial ou haustorial. O alimento solúvel absorvido pelo cotilédone é transportado para o restante do embrião, através do pecíolo e da bainha desse cotilédone (Souza *et al.*, 2009).

Normalmente, os lipídeos são armazenados em organelas específicas conhecidas como corpos lipídicos. São depositados sob a forma de triglicerídeos, composto por três ácidos graxos ligados a um glicerol. Embora a composição exata de ácidos graxos varie de espécie para espécie, os ácidos graxos palmítico, oléico e linoléico geralmente ocorrem em maior quantidade, podendo compor até 60% da massa de algumas sementes oleaginosas (Buckeridge *et al.*, 2004).

Os ácidos graxos livres geralmente não são acumulados na célula. Tal acúmulo ocorre apenas em alguns casos em sementes de palmeiras nas quais o haustório se desenvolve para dentro do endosperma e absorve os lipídeos produzidos por hidrólise dos triglicerídeos. Apenas nas células do haustório o ácido graxo livre é metabolizado, podendo ser respirado, convertido a sacarose e transportado para o eixo embrionário ou até mesmo convertido novamente em triglicerídeo para armazenamento temporário (Buckeridge *et al.*, 2004).

O nível de saturação dos ácidos graxos que compõe estes lipídios armazenados pelas sementes tem grande importância, pois para algumas espécies eles conferem um mecanismo de proteção ao eixo embrionário às condições adversas do meio ambiente (Silva *et al.*, 1998). Portanto, mudanças estruturais dos lipídios pode ser um método alternativo e eficaz para monitorar alterações fisiológicas nas sementes e, conseqüentemente, o seu vigor (Walters *et al.*, 2005).

Em virtude de haver poucos estudos na Amazônia à respeito do que foi mencionado anteriormente, principalmente relacionando as palmeiras, foi escolhida uma espécie deste

grupo de plantas, *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude, conhecida vulgarmente no Brasil como anajá e inajá (Henderson *et al.*, 1995; Lorenzi, 1996). Distribui-se na floresta tropical úmida do Norte da América do Sul (Araújo *et al.*, 2000) e, no Brasil, ocorre nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e Rondônia (Miranda e Rabelo, 2008). É adaptada a ambientes muito distintos, desde áreas abertas, como pastagens e capoeiras (Kahn, 1992), até as matas de terra firme; também ocorre à margem de rios, lagos e pântanos herbáceos. Toleramos solos periodicamente inundados; porém, cresce melhor em solos bem drenados e com boa iluminação (Henderson *et al.*, 1995; Miranda e Rabelo, 2008).

É uma palmeira monocaule com até 25 m de altura. Folhas de até 10 m do tipo pinadas. Inflorescência interfoliolar monóica ou predominantemente estaminada, pistilada ou todas juntas na mesma planta (Miranda e Rabelo, 2008). Frutos oblongos elipsóides (Ferreira, 2005); endocarpo composto de uma a três sementes (Lorenzi *et al.*, 2004). Endosperma homogêneo. Plântula com primeiro eófilo inteiro e em forma de lança (Miranda e Rabelo, 2008).

O inajá possui grande potencial ornamental e paisagístico para o cultivo em parques botânicos e praças (Miranda e Rabelo, 2008). As folhas jovens (ainda fechadas) são utilizadas na cobertura de casas e às vezes em paredes de construções rurais (Henderson *et al.*, 1995). A amêndoa do fruto, semelhante a do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) tem importância para produção de biodiesel no futuro; é utilizada como óleo comestível, ração animal, servindo também de matéria-prima para a indústria de cosméticos, de saboarias e alimentícia. O endocarpo rígido-lenhoso do fruto serve para a fabricação de diversas peças de artesanato. Na coroa foliar, encontra-se um excelente palmito; no entanto, é muito difícil de ser retirado (Miranda e Rabelo, 2008).

Com este estudo de caracterização da germinação, quantificação e mobilização das reservas de lipídios estocadas pelas sementes de *M. maripa*, acredita-se que contribuirá para um melhor entendimento da fisiologia dessas sementes e servirá de referência para estudos futuros com outras espécies da família Arecaceae.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Analisar os aspectos morfofisiológicos e bioquímicos em sementes de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude, durante a germinação, com destaque para a mobilização de reservas lipídicas constituintes do metabolismo primário.

#### **3.2 Específicos**

- Obter informações sobre os aspectos morfo-estruturais das sementes de *M. maripa*;
- Caracterização morfológica e fisiológica do processo germinativo das sementes dessa espécie;
- Caracterizar qualitativamente e quantitativamente os lipídios constituintes do metabolismo primário.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Procedência do material biológico**

Os frutos de *Maximiliana maripa* foram coletados em uma área situada no Município de Mucajaí em Roraima, próximo à BR-174, Manaus - Boa Vista. A coleta foi realizada no mês de maio em 2009.

Na maior parte dessa região, segundo Barbosa *et al.* (1997), os meses de maior precipitação são maio, junho e julho, sendo este período responsável por 55-60% do volume total das chuvas anuais. A temperatura se mantém relativamente constante durante todo o ano, variando de 20 a 35°C.

Foram utilizados indivíduos localizados em áreas de pastagem, oriundas do desmatamento completo para criação de gado, cuja vegetação é constituída predominantemente de gramíneas. Nesta região, o inajá invade as pastagens e, caso não haja controle, domina a vegetação, formando populações densamente elevadas, destruindo completamente o pasto.

### **4.2. Beneficiamento e determinação do grau de umidade das sementes**

Foi considerado como semente o pireno, isto é, o endocarpo juntamente com a semente, pois não foi possível isolar a semente *stricto sensu*, em virtude de ser muito aderida ao endocarpo.

O beneficiamento das sementes foi realizado de forma manual, utilizando uma faca para retirar o epicarpo (casca) e o mesocarpo (polpa) do fruto. A assepsia das sementes foi feita com hipoclorito de sódio (2,0 a 2,5% p/p de cloro ativo) a 0,5% v/v.

Para a determinação do teor de umidade, foram tomadas duas repetições de 10, 20, 30 e 40 sementes. As mesmas foram cortadas ao meio e mantidas em estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , tomando o peso inicial e monitorando semanalmente, até que as amostras atingissem peso constante. Os resultados foram expressos conforme (Brasil, 1992).

#### **4.2.1. Contribuição do fruto na manutenção da umidade da semente**

Os frutos recém colhidos foram separados em cinco lotes contendo 96 frutos cada, e armazenados sob condições de laboratório em embalagens de polietileno, em períodos de 10,

20, 30 e 40 dias (tratamentos T1, T2, T3, T4 respectivamente). Para cada período de armazenamento foram tomadas amostras contendo quatro repetições de quatro sementes para as avaliações do grau de umidade e quatro repetições de 20 sementes para os testes de viabilidade (testes de germinação). O T0 constituiu o tratamento testemunho, ou seja, sementes recém colhidas.

### **4.3. Estudo dos aspectos morfológicos externos e internos das sementes e da germinação**

Para a avaliação do comprimento e largura das sementes foram utilizadas 100 unidades de um indivíduo de *Maximiliana maripa*. Para as observações da morfologia interna, as sementes foram seccionadas longitudinalmente e transversalmente, sendo posteriormente fotografadas. As observações da morfologia da germinação foram feitas ao longo do processo germinativo até o estabelecimento da plântula.

### **4.4. Testes de germinação**

Os testes de germinação foram realizados com diásporos recém colhidos e mantidos com endocarpo. Para o tratamento pré-germinativo, foram retirados os opérculos da semente, a fim de acelerar o processo.

As sementes foram semeadas em bandejas plásticas medindo 50 x 20 x 6 cm, utilizando-se vermiculita como substrato e submetidas a quatro condições de temperatura (Figura 2): temperatura ambiente e em câmaras de germinação a temperaturas constantes de 25°C, 30°C e 35°C, providas de luz branca fria, fluxo luminoso de aproximadamente 70 PAR (radiação fotossinteticamente ativa) e fotoperíodo de 12:12 horas, luz:escuro, com acompanhamento diário e contagem semanal da germinação. Foi considerada como semente germinada aquela que apresentou emissão do pecíolo cotiledonar (Tomlinson, 1990). Os cálculos de porcentagem de germinação e do tempo médio foram realizados de acordo com Laboriau e Valadares (1976). Os tempos inicial e final de germinação das sementes germináveis e o índice de velocidade de germinação (IVG) foram determinados segundo Maguire (1962).



**Figura 2.** Sementes de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude semeadas em bandejas plásticas com vermiculita. (foto: Daniela Bragança)

#### 4.5. Análise de lipídios constituintes do metabolismo primário

A quantificação de lipídios foi realizada em sementes *stricto sensu*, pois, nessa análise, foi possível separar a semente do endocarpo. Foram utilizadas sementes quiescentes, isto é, sementes que podem germinar, dependendo das condições propícias do ambiente. Porém, essas sementes não foram semeadas para a realização da análise lipídica. Também foram usadas sementes em quatro estádios do processo de germinação até o estabelecimento da plântula: protrusão do pecíolo cotiledonar, surgimento da raiz primária, surgimento da primeira raiz adventícia e, por fim, primeiro eófilo (Tomlinson, 1990), utilizando-se três repetições por amostra. O material foi seco na estufa a 75°C e, posteriormente, o endocarpo foi quebrado com auxílio de um martelo para retirada da semente. Por fim, as sementes foram trituradas até obtenção de um pó fino.

Os lipídios foram estimados com base na massa, segundo o método da A.O.A.C. (1990) modificado. As extrações foram realizadas com aparelho soxhlet, usando como extrator éter de petróleo. Em seguida, os lipídios foram coletados, as porcentagens foram estimadas e as amostras submetidas à análise de identificação dos ácidos graxos (Figura 3).



**Figura 3.** Extração de lipídio de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude. (foto: Daniela Bragança)

#### 4.5.1. Determinação e identificação dos ácidos graxos

Uma alíquota (cerca de 100 mg) de óleo foi transferida para um tubo de ensaio. A esse tubo foram adicionados 4 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5% em MeOH e aquecidos a 80°C por uma hora. Após resfriamento, foram acrescentados 4 mL de NaCl 0,5M e 2 mL de diclorometano. As amostras foram homogeneizadas e mantidas em repouso para separação das duas fases. A fase orgânica foi recolhida em um novo tubo. As amostras dos tubos iniciais foram lavadas mais duas vezes com 2 mL de diclorometano, recolhendo-se a fração orgânica no mesmo tubo da primeira extração. Ao tubo contendo agora a fração de diclorometano foram adicionados 2 mL de NaCl 0,5M. A solução foi homogeneizada, mantida em repouso para separação das fases. A fração aquosa foi descartada. Foi adicionado ao tubo sulfato de sódio anidro para eliminação de qualquer resíduo de água e, após uma hora, a fração orgânica (contendo os ésteres metílicos dos ácidos graxos) foi transferida para um frasco e armazenada em freezer até análise. As análises em CG-FID foram realizadas em equipamento Agilent HP5890 nas seguintes condições: coluna HP-INNOWAX (30m x 0,32mm d.i.); gás de arraste (He – 1 mL/min); temperatura injetor a 22°C; temperatura do detector a 275°C; rampa de aquecimento com temperatura inicial de 150°C mantida por 1 min, aquecimento de 150°C/min até 225°C, aumento de 5°C/min até a temperatura final de 260°C, mantida por 7 min. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção das substâncias com substâncias de referência.

#### 4.6. Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Nos testes de germinação foram estabelecidos quatro repetições de 25 sementes cada para as condições de temperaturas estabelecidas (ambiente e em câmaras de germinação a 25 °C, 30 °C e 35 °C). Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variâncias e a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5%. Antes da análise de variância os dados de porcentagem de germinação foram transformados em arco seno  $\sqrt{x/100}$ .

Os resultados do teor de umidade e dos ácidos graxos também foram submetidos à análise de variância e as médias contrastadas pelo teste de Tukey a 5%. O programa estatístico utilizado foi o SAEG.

Os ensaios com dados quantitativos referentes ao teor de lipídios foram ajustados a partir de equações de regressão obtidas pelo programa EXCEL.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Grau de umidade das sementes

O grau de umidade obtido das sementes de *M. maripa* exerceu influência significativa para as diferentes quantidades de sementes utilizadas (Tabela 1). Provavelmente, a utilização de amostras contendo mais de 10 sementes de inajá seja mais adequada para se estimar o teor de umidade. Segundo Silva *et al.* (2006), o teor médio de umidade de *Oenocarpus minor* Mart. (bacabinha), fazendo-se quatro repetições de 10 sementes, foi de 46,5%, muito superior ao teor da espécie de estudo.

**Tabela 1.** Grau de umidade de diferentes quantidades de sementes de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude.

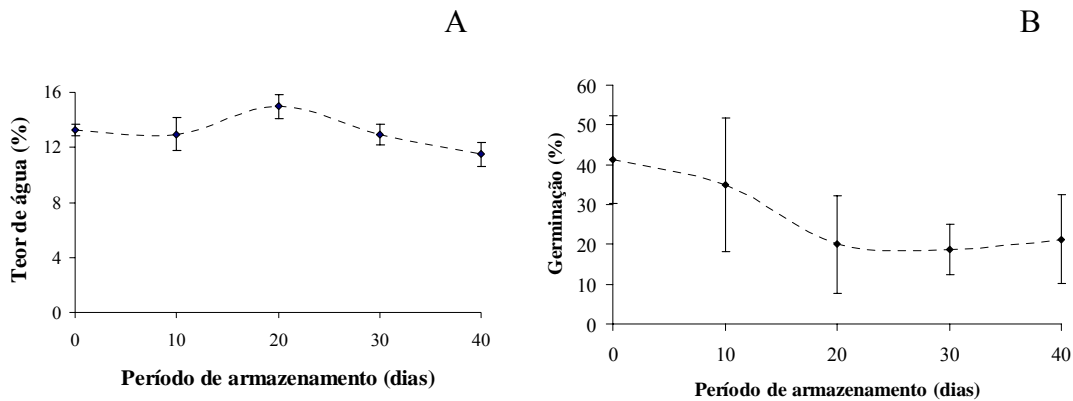
Nº de sementes	Grau de umidade (%)
10	19,9 ± 1a
20	13,6 ± 1,2b
30	16,0 ± 0ab
40	14,0 ± 1,2b

\* As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 5.2. Contribuição do fruto na manutenção da umidade da semente

Os dados médios do teor de umidade e germinação das sementes *Maximiliana maripa*, as quais foram mantidas nos frutos durante o processo de armazenamento está representada na Figura 4. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os períodos de armazenamento avaliados. No entanto foi observado um decréscimo de 13,14% no teor de umidade ao final dos 40 dias de armazenamento. A porcentagem de sementes germinadas também decresceu progressivamente ao longo do período de armazenamento, evidenciando que o teor de água desempenha papel fundamental na manutenção da viabilidade destas sementes. Contudo a porcentagem de sementes germinadas no último período de armazenamento (20%) sinaliza que o teor de umidade obtido no último período de armazenamento (11,50%) não pode ser considerado essencialmente crítico para as sementes desta espécie, visto que todo seu processo germinativo se caracterizou por um baixo percentual de germinação tanto nas sementes quiescentes quanto nos demais períodos de armazenamento. Porém, foi verificado que o epicarpo e mesocarpo dos frutos desempenharam um papel importante de proteção ao dessecação destas sementes considerando o período de armazenamento estudado. De acordo com Ferreira (2005), o teor de umidade adequado para armazenamento de sementes de

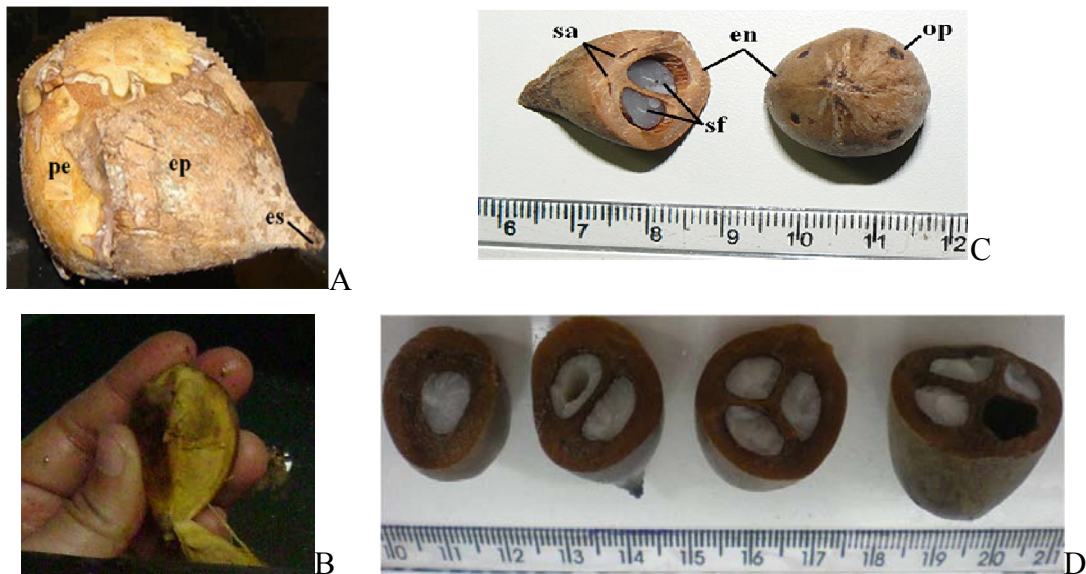
pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) é cerca de 40%, permanecendo viáveis por aproximadamente 90 dias.



**Figura 4.** Teor de água (A) e germinação de sementes (B) de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude em diferentes períodos de armazenamento das sementes mantidas nos frutos.

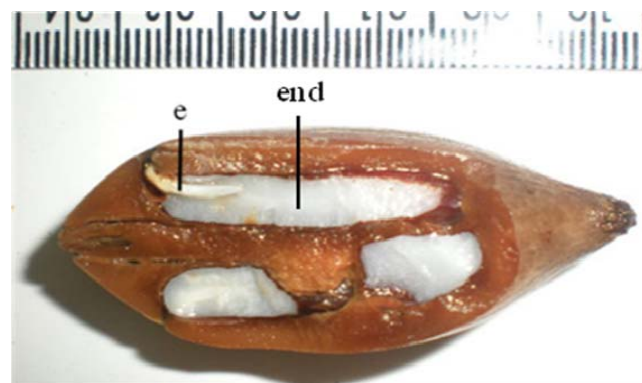
### 5.3. Morfologia interna e externa do fruto, pireno e da semente

O fruto de *Maximiliana maripa* apresenta comprimento e diâmetro em média de 5,46 cm e 2,97 cm, respectivamente. É uma drupa ovóide, com a base protegida pelo perianto e o ápice pelo estigma, ambos persistentes. De acordo com Uhl & Dransfield (1987), a persistência de estruturas no fruto que são remanescentes da flor é comum em palmeiras. Apresenta epicarpo fibroso de coloração amarelo a marrom em quase todo o fruto e branco na região apical, abaixo da corola; mesocarpo fibroso e de coloração amarelo-alaranjado; endocarpo espesso, duro e de coloração marrom. O endocarpo possui três a quatro (minoria) marcas longitudinais formadas por cicatrizes deixadas pelas fibras mesocárpicas. Entre estas cicatrizes, na região basal, observam-se três a quatro (também minoria) opérculos. O endocarpo que possui quatro opérculos, todos podem ser funcionais ou dois deles podem não ser funcionais, pois no primeiro caso, o pireno apresenta quatro sementes e no último caso há apenas duas sementes, sendo as outras duas atrofiadas. A variação no número de sementes (uma a quatro) determina o tamanho do endocarpo (Figura 5).



**Figura 5.** Fruto, pireno e semente de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude: **A** – fruto: **ep** – epicarpo; **pe** – perianto, **es** - estigma; **B** - mesocarpo (polpa); **C** – endocarpo (**en**): **sf** – sementes férteis, **sa** - sementes atrofiadas, **op** – opérculo; **D** - pireno com um, dois, três e quatro sementes, respectivamente. (fotos: Cecília)

O pireno de *M. maripa* possui comprimento e largura em média de 4,05 cm, e 2,26 cm, respectivamente. A semente é envolvida pelo endocarpo, sendo formada por um tegumento fino que, externamente, é aderido ao endocarpo e, internamente, ao endosperma. O endosperma é sólido e visivelmente oleaginoso, de coloração esbranquiçada, ocupando quase a totalidade da semente. A semente é composta por um embrião localizado no endosperma, apresentando curvatura (Figura 6).

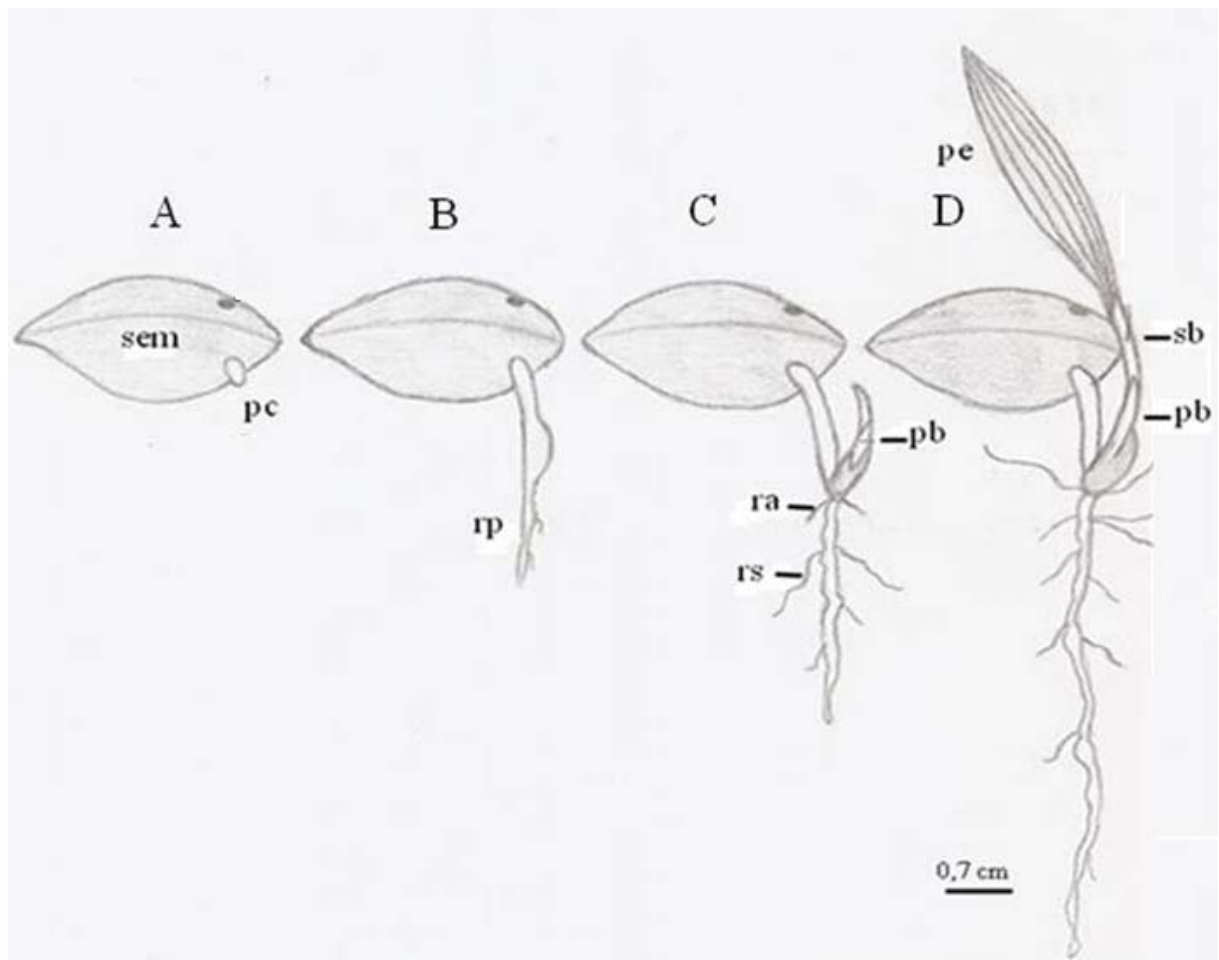


**Figura 6.** Morfologia interna da semente de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude: **e** – embrião, **end** – endosperma. (foto: Cecília)

#### 5.4. Morfologia da germinação

A descrição dos estádios da germinação até o estabelecimento da plântula da espécie estudada está representada na Figura 7.

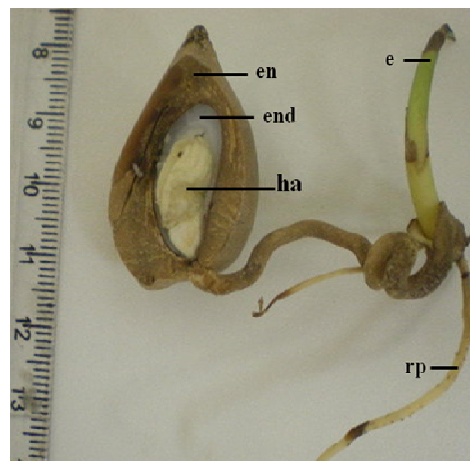
A germinação de *Maximiliana maripa* é remota tubular, caracterizada pelo alongamento do pecíolo e bainha cotiledonários. Pode ser ainda classificada como hipógea, criptocotiledonar, semelhante em *Phoenix* e *Orbignya*, de acordo com a descrição de Tomlinson (1990).



**Figura 7.** Estádios da germinação e estabelecimento da plântula de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude: **A:** protrusão do pecíolo cotiledonar; **B:** raiz primária; **C:** raiz adventícia; **D:** primeiro eófilo. **sem** - semente; **pc** - pecíolo cotiledonar; **rp** - raiz primária; **rs** - raiz secundária; **ra** - raiz adventícia; **pb** - primeira bainha; **sb** - segunda bainha; **pe** - primeiro eófilo.

A protrusão do pecíolo cotiledonar ocorreu, em média, no décimo nono dia após semeadura. O pecíolo tem forma cilíndrica, coloração branca, tornando-se marrom no decorrer do crescimento, atingindo cerca de 7,5 cm de comprimento, no sentido geotrópico positivo. A raiz primária surge sete dias após a emergência do pecíolo cotiledonar, cilíndrica,

cor bege clara. Mais tarde, aparecem as raízes secundárias e adventícias, ambas de coloração bege. Em seguida, surgem a primeira e segunda bainhas, inicialmente de cor branca, depois verde, até tornarem-se marrom na plântula formada. Nesse estágio, o haustório encontra-se bem desenvolvido, ocupando quase que a totalidade do endosperma (Figura 8). Segundo Buckeridge *et al.* (2004) o haustório se desenvolve para dentro do endosperma e absorve os lipídeos produzidos por hidrólise dos triglicerídeos. A primeira folha (eófilo) da plântula foi formada aos 40 dias de desenvolvimento e ocorre fora do solo, é lanceolada, inteira e de coloração verde. Cravo (1998) obteve resultado diferente em relação ao dia da formação do primeiro eófilo de *M. maripa*, sendo necessários 10 meses para ser formado. Provavelmente, este retardo se deva ao fato das sementes terem sido postas para germinar com seus opérculos, estrutura que promove resistência a emissão do pecíolo cotiledonar, sendo que, no presente estudo, esta estrutura foi previamente retirada.



**Figura 8.** Haustório bem desenvolvido na plântula (em formação) de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude. **ha** – haustório; **e** – eófilo em formação; **en** – endocarpo; **end** – endosperma; **rp** – raiz primária.

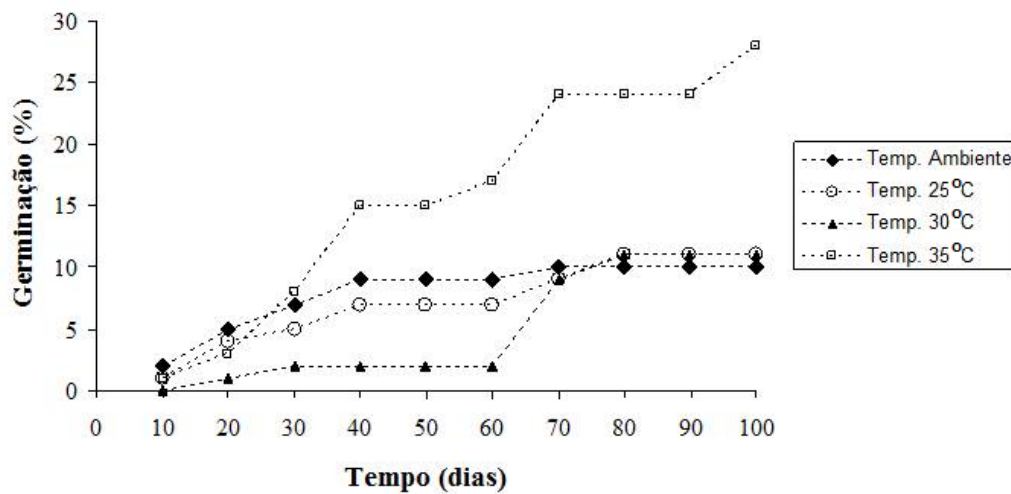
Quando o pireno apresenta mais de uma semente (até quatro), todas podem ser férteis, isto é, podem germinar (Figura 9). Porém, provavelmente, apenas uma plântula prossegue seu crescimento e desenvolvimento em virtude da competição que uma plântula pode ter sobre a outra. De acordo com Ferreira (2005), apenas uma semente de *Bactris gasipaes* Kunth (pupunha) é fértil. Em *Phoenix*, ocorre semelhante a *M. maripa*, entretanto num lote de 200 frutos, apenas um fruto apresentou germinação das três sementes (Jordan, 1970).



**Figura 9.** Pireno de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude com duas sementes germinadas. (foto: Cecília)

### 5.5. Aspectos temporais da germinação em diferentes temperaturas

As sementes de *M. maripa* apresentaram um baixo percentual de germinação em todas as temperaturas (Figura 10). Caracterizou-se como um processo germinativo desuniforme mesmo retirando o opérculo (estrutura que promove um bloqueio mecânico a protusão do pecíolo cotiledonar). Germinação semelhante foi observada também por Gentil & Ferreira (2005), trabalhando com tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.), apesar de submeterem as sementes ao tratamento pré-germinativo de imersão em água por nove dias. Alguns autores atribuem a essa irregularidade da germinação a fatores endógenos relacionados a diferentes graus de dormência exibidos pelas sementes dessas espécies (Costa e Marchi, 2008). Contudo, além da influência desses fatores, a capacidade germinativa de *M. maripa* é limitada também pelas condições ambientais. As sementes da espécie de estudo foram predadas por bruquídeos (Coleóptera – *Bruchidae*), apresentando um orifício de emergência desses insetos (Figura 11). Os besouros se alimentam dessas sementes. Delobel *et al.* (1995) consideraram a incidência desses besouros em palmeiras negativa por reduzirem o potencial reprodutivo.



**Figura 10.** Germinação de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude sob diferentes condições de temperatura.



**Figura 11.** Orifício de emergência de bruquídeos (Coleóptera – *Bruchidae*) em sementes de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude. (foto: Cecília)

Os dados médios dos tempos de germinação expressos em dias e de índice de germinação estão representados na Tabela 2. A germinação de *M. maripa* iniciou aos 19 dias e se estabilizou aos 86 dias em média. O processo germinativo pode ser considerado rápido se comparado ao de outras palmeiras, como no caso do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) cujo período inicial e de estabelecimento de germinação foi de 41 e 164 dias em média, respectivamente, em quatro meses de observação (Ferreira & Gentil, 2006).

**Tabela 2.** Tempos e índice de velocidade de germinação de sementes de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude submetidas a quatro temperaturas.

Temperaturas	Tempo Inicial (dias)	Tempo Médio (dias)	Tempo de 50% germinação (dias)	Tempo Final (dias)	IVG
Ambiente	19,3 ± 17a	30,9 ± 12b	24,5 ± 13b	41 ± 23a	0,12 ± 0a
25 °C	23,5 ± 16a	41,6 ± 24ab	36,3 ± 27ab	66 ± 34a	0,11 ± 0a
30 °C	45,3 ± 24a	68,1 ± 10a	66,8 ± 11a	86,8 ± 16a	0,06 ± 0a
35 °C	21,3 ± 10a	51,8 ± 10ab	47 ± 8ab	82,5 ± 19a	0,19 ± 0a

\* As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Contudo a temperatura exerceu influência no percentual e no padrão de distribuição da germinação ao longo do tempo: tempo médio e tempo necessário para se obter 50% do total de sementes germinadas, apresentando diferenças significativas, o que não ocorreu com o índice de velocidade de germinação (IVG) cujo resultado não foi alterado em função das diferentes temperaturas testadas. O maior percentual de sementes germinadas foi obtido na temperatura de 35°C (Figura 10). Resultados diferentes, foram encontrados por Iossi *et al.* (2003) trabalhando com germinação de *Phoenix roebelenii*, os quais concluíram que a espécie germina melhor a 25 e 30°C. O fato de a temperatura exercer grande influência nas reações bioquímicas (enzimáticas e estruturais) inerentes ao processo germinativo, isso a caracteriza como um fator preponderante neste processo, influenciando diretamente na velocidade de absorção de água, uniformidade e velocidade do processo com conseqüente aumento na

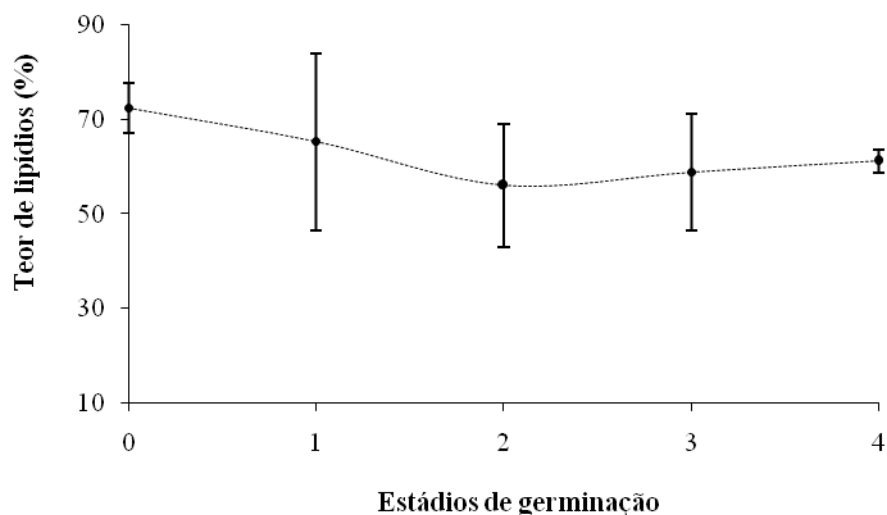
porcentagem de sementes germinadas (Bewley & Black, 1994; Carvalho & Nakagawa, 2000; Silveira *et al.*, 2004).

### 5.6. Teor e mobilização de lipídios das sementes

As sementes de *Maximiliana maripa* podem ser classificadas como oleaginosas, devido ao alto percentual de lipídios (72,45%). As sementes oleaginosas, depois de germinarem, metabolizam os triacilgliceróis armazenados, convertendo-os a carboidratos, pois as plantas não dispõem de mecanismos de transporte de gorduras do endosperma para os tecidos radiculares e órgãos aéreos da plântula (Taiz & Zeiger, 2004).

Duarte (2008), analisando lipídios de sementes quiescentes de *M. maripa*, encontrou um valor aproximado de 67,69% em média. As sementes em fase de protrusão do pecíolo cotiledonar o percentual foi de 65,33% e no estágio de raiz primária foi de 56%, o que representa 16,45% de decréscimo, indicando uso dessa reserva nestes dois estádios iniciais da germinação. Nos estádios de raiz adventícia e primeiro eófilo foram encontrados 58,85% e 61,17%, respectivamente representando um aumento de 9,23% de lipídios quando comparado como o estágio de raiz primária (Figura 12). Este acréscimo pode estar representando um menor uso dessa reserva como suporte energético, em comparação com as fases anteriores. Provavelmente, nestes estádios de germinação, já presente por meio do início do seu autotrofismo um outro mecanismo de obtenção de energia para promover seu próprio desenvolvimento e não utilize na mesma intensidade a reserva da semente. De acordo com Buckeridge *et al.* (2004), em alguns casos em que o desenvolvimento da plântula é demorado, a mobilização de reservas pode apresentar sincronismo com a fotossíntese durante o estabelecimento das folhas em expansão.





**Figura 12.** Alterações nos teores de lipídios em sementes de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude em diferentes estádios de germinação até formação do primeiro eófilo da plântula: Sementes quiescentes (0), protrusão do pecíolo cotiledonar (1), raiz primária (2), raiz adventícia (3), primeiro eófilo (4).

### 5.7. Padrão de ácidos graxos das sementes

Nos resultados de identificação dos ácidos graxos que compõe os lipídios das sementes de *Maximiliana maripa* foram encontrados oito ácidos graxos diferentes, independentemente do grau de saturação. No entanto, observou-se a predominância de ácidos graxos saturados. Para os ácidos graxos caprílico ( $C_{8:0}$ ), cáprico ( $C_{10:0}$ ), láurico ( $C_{12:0}$ ), mirístico ( $C_{14:0}$ ) e linoléico ( $C_{18:2}$ ) foram encontradas diferenças significativas entre os estádios do processo germinativo até a formação da plântula. Em contrapartida, para os ácidos graxos palmítico ( $C_{16:0}$ ), esteárico ( $C_{18:0}$ ) e oléico ( $C_{18:1}$ ) não houve influência significativa. Os ácidos com valores mais expressivos encontrados nestas sementes foram o láurico ( $C_{12:0}$  - 54,6%) e mirístico ( $C_{14:0}$  - 22,3%) ambos encontrados em sementes quiescentes. Esses resultados encontram-se na Tabela 3. De acordo com Duarte (2008), os principais ácidos graxos encontrados em sementes quiescentes de *M. maripa* foram o oléico ( $C_{18:1}$ ) e palmítico ( $C_{16:0}$ ) com 43,39% e 20,72%, respectivamente.

**Tabela 3.** Conteúdo de ácidos graxos nas sementes de *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude em diferentes estádios de germinação até a formação do primeiro eófilo da plântula.

Estádios de Germinação*	Ácidos			Graxos			%	
	8:0 caprílico	10:0 cáprico	12:0 láurico	14:0 mirístico	16:0 Palmítico	18:0 esteárico	18:1 oléico	18:2 linoléico
0	0,7 ± 0c	3,5 ± 0c	54,6 ± 1,6a	22,3 ± 0a	7,2 ± 0a	2,1 ± 0a	7,5±1a	---
1	6,0 ± 0a	5,0 ± 0a	52,9 ± 0ab	20,0 ± 0b	6,3 ± 0a	1,8 ± 0a	6,4±0a	1,4±0ab
2	3,5 ± 1b	4,2 ± 0bc	52,5 ± 1ab	22,3 ± 1a	7,5 ± 1a	2,2 ± 0a	6,6±0a	1,0±0b
3	3,6 ± 1b	3,9 ± 0bc	49,6 ± 1,7b	22,0 ± 0a	8,0 ± 0a	2,2 ± 0a	8,5±1,4a	2,0±0a
4	4,9 ± 0ab	4,4 ± 0ab	50,0 ± 2b	20,2 ± 0b	7,5 ± 0a	2,4 ± 0a	8,5±1,1a	1,7±0ab

\* 0 Sementes quiescentes, 1 Protrusão pecíolo cotiledonar, 2 Raiz primária, 3 Raiz adventícia, 4 Primeiro eófilo. As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os valores ± indicam desvio padrão.

As maiores porcentagens de ácido caprílico (C<sub>8:0</sub>) e cáprico (C<sub>10:0</sub>) foram encontradas nos estádios de protrusão do pecíolo cotiledonar (6,0 e 5,0%) e primeiro eófilo (4,9 e 4,4%), respectivamente. As menores porcentagens desses ácidos foram obtidas na fase de semente quiescente com 0,7% (caprílico) e 3,5% (cáprico), indicando que houve síntese desse ácido durante o processo de formação da plântula. Segundo Duarte (2008), esses dois ácidos graxos não foram encontrados em sementes quiescentes de *M. maripa*.

Para o ácido graxo láurico (C<sub>12:0</sub>), a maior porcentagem foi obtida nas sementes quiescentes com 54,6%. De acordo com Machado *et al.* (2006), sementes de babaçu (*Orbignya oleifera* Bur.) apresentam alto teor de ácido láurico, acima de 44%, sendo muito utilizado na indústria alimentícia. Esse ácido é resistente à oxidação não enzimática e ao contrário de outras gorduras saturadas, tem temperatura de fusão baixa e bem definida (Robinson, 1991).

O ácido mirístico (C<sub>14:0</sub>) teve maior porcentagem nos estádios de semente quiescente, raiz primária e raiz adventícia com 22,3; 22,3 e 22%, respectivamente, sendo o segundo ácido graxo mais representativo em sementes de *M. maripa*. Resultado semelhante foi encontrado por Machado *et al.*, (2006), pois o ácido graxo mirístico foi o segundo mais encontrado em sementes de babaçu (*Orbignya oleifera* Bur.).

O ácido linoléico (C<sub>18:2</sub>) não foi observado em sementes quiescentes, sendo observado em todos os estádios posteriores com maior percentual no estádio de raiz adventícia (2,0%), sendo um indicativo de síntese. Mudanças observadas no percentual dos ácidos graxos, ao longo do processo de desenvolvimento da plântula, podem representar um importante papel neste processo, isto é, o aumento dos ácidos graxos insaturados pode induzir maior fluidez das membranas das células (Paula *et al.*, 1990).

Os ácidos graxos oléico (C<sub>18:1</sub>), palmítico (C<sub>16:0</sub>) e esteárico (C<sub>18:0</sub>) representaram, respectivamente, 8,5% em fase de primeiro eófilo, 8,0% em fase de raiz adventícia e 2,4%

também no estágio de primeiro eófilo, indicando que houve, provavelmente, síntese no decorrer da germinação.

Bereau *et al.* (2003), analisando óleo de *Maximiliana maripa* na Guiana Francesa, encontraram composição semelhante a obtida neste trabalho. O ácido láurico (C<sub>12:0</sub>) representou 40,5%, o mirístico (C<sub>14:0</sub>) 25,5%, oléico (C<sub>18:1</sub>) 10,8%, palmítico (C<sub>16:0</sub>) 9%, cáprico (C<sub>10:0</sub>) 4%, caprílico (C<sub>8:0</sub>) 3,8% e esteárico (C<sub>18:0</sub>) 2,4% do total dos ácidos graxos que compõe os lipídios desta espécie.

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos de acordo com as condições desenvolvidas permitem concluir que:

- O epicarpo e mesocarpo dos frutos desempenharam um papel importante de proteção ao dessecamento das sementes *M. maripa* considerando o período de armazenamento estudado.

- Com base no percentual de germinação encontrado nas sementes não armazenadas, as sementes de *M. maripa* ainda apresentaram viabilidade aos 40 dias de armazenamento quando o seu teor de umidade decresceu para um percentual de 11,50% de água.

- O pireno que apresenta quatro opérculos, todos podem ser funcionais com quatro sementes ou apenas dois funcionais com duas sementes bem desenvolvidas, e as outras atrofiadas e essa variação determina o tamanho desse endocarpo.

- A espécie de estudo apresentou baixa germinabilidade e germinação desuniforme. Contudo a temperatura exerceu influência no percentual e no padrão de distribuição da germinação ao longo do tempo, a temperatura de 35 °C se sobressaiu em relação as outras temperaturas testadas.

- Considerando o elevado teor de lipídio encontrado nas sementes de *M. maripa*, esta espécie pode ser incluída na classe de plantas que apresentam sementes oleaginosas.

- O acompanhamento da mobilização dos lipídios durante a germinação das sementes de *M. maripa* possibilitou concluir que essa reserva é usada como suporte energético para o desenvolvimento do eixo embrionário.

- Foram encontrados oito ácidos graxos nos óleos extraídos das sementes de *M. maripa*: caprílico (C<sub>8:0</sub>), cáprico (C<sub>10:0</sub>), láurico (C<sub>12:0</sub>), mirístico (C<sub>14:0</sub>), linoléico (C<sub>18:2</sub>), palmítico (C<sub>16:0</sub>), esteárico (C<sub>18:0</sub>) e oléico (C<sub>18:1</sub>). As maiores concentrações foram dos ácidos láurico (C<sub>12:0</sub>) e mirístico (C<sub>12:0</sub>).

- O ácido linoléico (C<sub>18:2</sub>) não foi observado em sementes quiescentes, sendo observado nos demais estádios indicando possível síntese ao longo do processo germinativo.

- Houve indicativo de síntese também para os ácidos oléico (C<sub>18:1</sub>), palmítico (C<sub>16:0</sub>) e esteárico (C<sub>18:0</sub>).

## **CONSIDERAÇÃO FINAL**

Os resultados obtidos neste trabalho apontaram a necessidade de mais estudos da biologia de sementes dessa espécie, visto que apesar do elevado teor de lipídios (substância altamente energética) armazenado pelas sementes e sua mobilização ao longo do processo de germinação, associado ao tratamento pré-germinativo adotado, não foi suficiente para promover a maximização da germinação. Isso indica que há fatores, sejam eles externos ou internos, determinantes na germinação destas sementes.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. E. P.; GARCIA, Q. S. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n.1, p. 149-154, 2005.
- A.O.A.C. **Official methods of analysis**. 15<sup>th</sup> edn. Association of Official Analytical Chemists: Washington, D. C. 1990.
- ARAÚJO, M. G. P.; LEITÃO, A. M.; MENDONÇA, M. S. Morfologia do Fruto e da Semente de Inajá (*Attalea maripa* (Aubl.) Mart.) Palmae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p. 31-38, 2000.
- BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E.; CASTELLON, E. **Homem, Ambiente e Ecologia em Roraima**. Manaus/INPA, 1997.
- BECKERT, O. P.; MIGUEL, M. H.; FILHO, J. M. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agrícola**, v.57, n.4, p. 671-675, 2000.
- BEREAU, D.; BENJELLOUN-MLAYAH, B.; BANOUB, J.; BRAVO, R. FA and Unsaponifiable Composition of live Amazonian Palm Kernel Oils. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.80, n.1, p.49-53, 2003.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York and London: Plenum Press, 1994. 445p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1996. 445p.
- BEWLEY, J. D. Seed germination and dormency. **The Plant Cell**, v.9, n.3, p.729-738, 1997.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BROSCHAT, T. K. 1994. **Palm seed propagation**. **Acta Horticulturae**, v.360, p. 141-147.
- BUCKERIDGE, M. S., SANTOS, P. H. dos; TINÉ, M. A. S. Mobilisation of storage cell wall polysacharides in seeds. **Plant Physiology Biochemistry**, v.38, n1/2, p.141-156, 2000.
- BUCKERIDGE, M. S.; AIDAR, M. P. M.; SANTOS, H. P. dos.; TINÉ, M. A. S. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHERETTI, F. (orgs). **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre:Artmed, 2004. p. 31-50.
- BUCKERIDGE, M. S., SANTOS, P. H. dos; TINÉ, M. A. S; AIDAR, M. P. M. Mobilização de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHERETTI, F. (orgs). **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre:Artmed, 2004. p.163-185.

- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. Uso de substâncias reguladoras e não-específicas na germinação de sementes de licuri (*Syagrus coronata* (MART.) BECC). **Sitientibus Série Ciências Biológicas**. v.5, n.1, p.28-32, 2005.
- CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.149-162.
- COSTA, C. J.; MARCHI, E. C. S. 2008. Germinação de sementes de palmeiras oleaginosas. *Revista Biodieselbr*. <http://www.biodieselbr.com> acesso em 07 de novembro de 2008.
- CRAVO, M. J. S. **Estudo de parâmetros palinológicos e aspectos ecológicos do Inajá, Maximiliana maripa (Aublet.) Drude (Palmae) em área conservada e áreas desmatadas da Amazônia**. Dissertação de Mestrado. Manaus: INPA/UA, 1998. 94p.
- DELOBEL, A.; COUTURIER, G.; KAHN, F. **Trophic relationships between palms and bruchids (Coleoptera: Bruchidae: Pachymerini) in Peruvian Amazonia**. *Amazoniana*. v.8, n.3/4, p.209-219, 1995.
- DUARTE, O. R. **Avaliação quantitativa e análise dos parâmetros biológicos, químicos e físico-químicos de frutos de Maximiliana maripa (Aublet) Drude (inajá) como subsídio ao estudo do potencial oleífero de populações promissoras para o Estado de Roraima**. Tese de doutorado. Manaus: INPA, 2008. 146p.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. Trad. Morretes, Berta Lange de. Ed. Edgard Blücher LTDA. São Paulo, 1974.
- FERREIRA, E. J. L. F. **Manual das palmeiras do Acre, Brasil**. Disponível em: [http://www.nybg.org/bsci/acre/www1/manual\\_palmeiras.html](http://www.nybg.org/bsci/acre/www1/manual_palmeiras.html). 2005.
- FERREIRA, S. A. N. Pupunha, *Bactris gasipaes* Kunth in: I. D. K. FERRAZ & J. L. C. CAMARGO (Eds) **Manual de Sementes da Amazônia**. Fascículo 5, 12p. INPA, Manaus-AM, Brasil, 2005.
- FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). **Acta Amazônica**, v.36, n.2, p.141-146, 2006.
- GALEANO, G. **Las palmas de La región de Araracuara**. Tropenbos, Colômbia, Bogotá. 1992. 180p.

- GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. A. N. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). **Acta Amazônica**, v.35, n.3, p.337-342, 2005.
- HENDERSON, A.; GALEANO, G. & BERNAL, R. **Field guide to the palms of the Americas**. New Yrk: Oxford University Press, 1995. 417p.
- KAHN, F.; GRANVILLE, J. J. **Palms in forest ecosystems of Amazonian**. Berlin, Heidelberg; New York: Springer Verlag, Ecological Series 95, 1992. 226p.
- KOEBERNICK, J. Germination of palms seed. **Principes**. v.15, n.14, p.134-137, 1971.
- IOSSI, E.; SADER, R.; PIVETTA, K. F. L. A.; BARBOSA, J. C. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenni* O'Brein). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.2, p.63-69, 2003.
- JORDAN, C. B. A study of germination and use in twelve palms of northeastern Peru. **Principes**. v.14, p.26-32, 1970.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait) Ait. F. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, n.2, p. 236-284, 1976.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos. Washington, D.C. 1983.
- LORENZI, H. (Coord.) **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa: Plantarum. 303p.
- LORENZI, H. 1998. **Árvores brasileiras**. vol. 1. São Paulo, 1996. 352p.
- LORENZI, H., SOUZA, H. M. S., MEDEIROS-COSTA, J. T., CERQUEIRA, L. S. C. & E. J. L. Ferreira. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2004. 416p.
- LUZ, P. B; PIMENTA, R. S.; PIZETTA, P. U. C.; CASTRO, A.; PIVETTA, F. L. **Germination of seeds *Dypsis decaryi* (Jum.) Beentje & J. Dransf. (Arecaceae)**. 2008.
- MACHADO, G. C; CHAVES, J. B. P; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**. v.53, n.308, p.463-470, 2006.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p. 176-177, 1962.
- MARTINS, C. C.; SILVA, W. R. da.; BOVI, M. L. A. **Tratamentos pré-germinativos de sementes da palmeira inajá**. Bragantia, Campinas, 1996.



- MARX, F.; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G. **Chemical composition of the fruit pulp of *Caryocar villosum***. *Z Lebensm Unters Forsch.* v.204, p.442-444, 1997.
- MEEROW, A. W. **Palm seed germination**. Florida: Cooperative Extension Service, 1991. 10p.
- MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A.; BUENO, C. R.; BARBOSA, E. M.; RIBEIRO, M. N. S. 2001. **Frutos de palmeiras da Amazônia**. Manaus: MCT INPA, 120pp.
- MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A. **Guia de identificação de palmeiras de um fragmento florestal urbano**. Ed. UFAM, INPA, Manaus, 2006. 228p.
- MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A. **Guia de Identificação das palmeiras de Porto Trombetas/PA**. Ed. UFAM, INPA, Manaus, 2008. 364p.
- MIRANDA, I. P. A.; BARBOSA, E. M.; RABELO, A.; SANTIAGO, F. F. **Palmas de comunidades riverenas como recurso sustentável em La Amazonia brasilena**. *Ver. Peru. Biol.* v.15, p.125-130, 2008. Suplemento 1.
- MOUSSA, H.; MARGOLIS, H.A.; DUBÉ, P.A.; ODONGO, J. **Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semi-arid zone of Niger, West Africa**. *Forest Ecology and Management*, v.104, p.27-41, 1998.
- PALLET, D. **Perspectivas de valorização dos frutos amazônicos obtidos por extrativismo – colóquio SYAL – Montpellier, Cirad Flhor-São Paulo – Brasil**. 2002.
- PAULA, F. M. de; THI, A. T. P.; SILVA, J. V.; JUSTIN, A. M.; DEMANDRE, C.; MAZLIAK, P. Effects of water stress on the molecular species composition of polar lipids from *Vigna unguiculata* L. leaves. **Plant Science**, v.66, p.185-193, 1990.
- PINHEIRO, F.; BORGHETTI, F. Light and temperature requirements for germination of seeds of *Aechmea nudicaulis* (L.) Griesbach and *Streptocalyx floribundus* (Martius ex Shultes F.) Mez (Bromeliaceae). **Acta Botânica Brasileira**, v.17, n.1, p. 27-35, 2003.
- PONTES, A. C.; BORGES, E. E. de L.; BORGES, R. de C. G.; SOARES, C. P. B. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (garpa) durante a embebição. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.593-601, 2002.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: AGIPLAN. 1977. 289p.
- ROBINSON, D. S. **Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1991. 516p.
- SERT, M. A.; BONATO, C. M.; SOUZA, L. A. Germinação da semente. In: SOUZA, L. A. **Sementes e plântulas: Germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa – PR: Todapalavra, p.89-117, 2009.

- SILVA, T. R. G. da; CORTELAZZO, A. L.; DIETRICH, M. de C. Variations in storage compounds during germination and early plantlet growth of *Dalbergia miscolobium*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.10, n.2, p.119-124, 1998.
- SILVA, B. M. da S.; CESARINO, F.; LIMA, J. D.; PANTOJA, T. F.; MÔRO, F. V. Germinação de sementes e emergência de Plântulas de *Oenocarpus minor* Mart. (Arecaceae), **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.2, 2006.
- SILVEIRA, F. A. O.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G. W. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Marcetia taxifolia* (A. St.-Hil) DC. (Melastomataceae). **Acta Botânica Brasílica**, v.18, n.4, p.847-851, 2004.
- SOUZA, L. A.; PAOLI, A. A. S. Estrutura da semente. In: SOUZA, L. A. **Sementes e plântulas: Germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa – PR:Todapalavra, p.15-86, 2009.
- SOUZA, L. A.; MOSCHETA, I. S.; MOURÃO, K. S. M. M.; ALBIERO, A. L. M.; MONTANHER, D. R.; PAOLI, A. S. Morfologia da plântula e do tirodendro. In: Souza, L. A. **Germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa – PR:Todapalavra, p.119-189, 2009.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. n.11, 3.ed. Artmed. Porto Alegre, p.252-284, 2004.
- TOMLINSON, P. B. **Essays on the morphology of palms-germination and seedling príncipes**. v.4, n.2, p.56-61, 1960.
- TOMLINSON, P.B. **The structural biology of palms**. Clarendon Press, Oxford. 1990. 477p.
- UHL, N. W.; DRANSFIELD, J. **Generum Palmarum. A classification of Palms based on the work of Harold E. Moore-Jr. Lawrence, Kansas: Allen Press**, 1987. 610p.
- VÁLIO, I. F. M.; SCARPA, F. M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.1, p.79-84, 2001.
- VIDAL, W.N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica organográfica: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos**. (3 ed.). Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- YOCUM, H.G. **Factors affecting the germination of palm seeds**. The American Horticultural Magazine, v.43, n.2, p.104-106, 1964.
- WALTERS, C.; LANDRÉ, P.; HILL, L.; CORBENEAU, F.; BAILLY, C. **Organization of lipid reserves in cotyledons of primed and aged sunflower seeds**. *Planta*, v.222, p.397-407, 2005.

## **8. ANEXOS**

## 8.1. ANÁLISE DE VARIÂNCIA

### 8.1.1. Análise de grau de umidade dos frutos:

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
GRUPO	4	1.601821	0.4004554	0.174	*****
RESÍDUO	14	32.30784	2.307703		

CV% = 11.566

### 8.1.2. Análise de grau de umidade das sementes:

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
GRUPO	3	49.36964	16.45655	13.566	0.0145
RESÍDUO	4	4.852250	1.213062		

CV% = 6.932

### 8.1.3. Análise de germinação:

#### Germinação (%)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
GRUPO	3	0.8989205E-01	0.2996402E-01	6.511	0.00731
RESÍDUO	12	0.5522569E-01	0.4602141E-02		

CV% = 43.342

#### Tempo inicial

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
GRUPO	3	1752.188	584.0625	1.891	0.18503
RESÍDUO	12	3707.250	308.9375		

CV% = 64.354

#### Tempo médio

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
GRUPO	3	3001.087	1000.362	4.324	0.02765
RESÍDUO	12	2776.068	231.3390		

CV% = 31.642

#### Tempo final

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
GRUPO	3	5161.188	1720.396	3.013	0.07203
RESÍDUO	12	6851.750	570.9792		

CV% = 34.599

## 50 % Germinadas

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
GRUPO	3	3865.250	1288.417	4.719	0.02128
RESÍDUO	12	3276.500	273.0417		

CV% = 37.877

## IVG

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
GRUPO	3	0.3407500E-01	0.1135833E-01	1.736	0.21273
RESÍDUO	12	0.7850000E-01	0.6541667E-02		

CV% = 68.110

## 8.1.4. Análise dos ácidos graxos

Ácido caprílico (C<sub>8:0</sub>)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
ESTÁDIO DE GERMINAÇÃO	5				
GRUPO	4	56.74267	14.18567	34.155	0,00000
RESÍDUO	10	4.153333	0.4153333		

CV% = 18.103

Ácido cáprico (C<sub>10:0</sub>)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
ESTÁDIO DE GERMINAÇÃO	5				
GRUPO	4	3.957667	0.9894167	12.190	0.00074
RESÍDUO	10	0.8116667	0.8116667E-01		

CV% = 6.827

Ácido láurico (C<sub>12:0</sub>)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
ESTÁDIO DE GERMINAÇÃO	5				
GRUPO	4	52.75517	13.18879	6.252	0.00869
RESÍDUO	10	21.09417	2.109417		

CV% = 2.777

Ácido mirístico (C<sub>14:0</sub>)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
ESTÁDIO DE GERMINAÇÃO	5				
GRUPO	4	17.56983	4.392458	12.815	0.00060
RESÍDUO	10	3.427500	0.3427500		

CV% = 2.734

### Ácido palmítico (C<sub>16:0</sub>)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
ESTÁDIO DE GERMINAÇÃO	5				
GRUPO	4	3.832667	0.9581667	3.155	0.06398
RESÍDUO	10	3.036667	0.3036667		

CV% = 7.576

### Ácido esteárico (C<sub>18:0</sub>)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
ESTÁDIO DE GERMINAÇÃO	5				
GRUPO	4	0.6290000	0.1572500	1.273	0.34309
RESÍDUO	10	1.235000	0.1235000		
TOTAL	14	1.864			

CV% = 16.120

### Ácido oléico (C<sub>18:1</sub>)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
ESTÁDIO DE GERMINAÇÃO	5				
GRUPO	4	10.92750	2.731875	3.326	0.05606
RESÍDUO	10	8.212500	0.8212500		
TOTAL	14	19.14			

CV% = 12.083

### Ácido linoléico (C<sub>18:2</sub>)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	F	SIG.
ESTÁDIO DE GERMINAÇÃO	5				
GRUPO	4	8.192333	2.048083	23.142	0.00005
RESÍDUO	10	0.8850000	0.8850000E-01		
TOTAL	14	9.077333			

CV% = 26.721



DIVISÃO DOS  
CURSOS DE  
PÓS-GRADUAÇÃO

**PIPG BTRN**  
PROGRAMA INTEGRADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
BIOLOGIA TROPICAL E RECURSOS NATURAIS

Ministério da  
Ciência e Tecnologia



## AULA DE QUALIFICAÇÃO

### PARECER

Aluno(a): **CECÍLIA BEZERRA CARVALHO FABRÍCIO**

Curso: BOTÂNICA

Nível: Mestrado

Orientador(a): Zilvanda Lourenço de Oliveira Melo (INPA)

**Título:**

"ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE  
INAJÁ - *Maximiliana maripa* (Aublet) Drude"

**BANCA JULGADORA:**

**TITULARES:**

RONALDO RIBEIRO MORAES (EMBRAPA/AM)  
EVA MARIA ALVES C. ATROCH (UFAM)  
OTONIEL RIBEIRO DUARTE (EMBRAPA/RR)

**SUPLENTES:**

EDELCLÍLIO MARQUES BARBOSA (INPA)  
CARLOS ROBERTO BUENO (INPA)

EXAMINADORES	PARECER	ASSINATURA
RONALDO RIBEIRO MORAES	(X) Aprovado ( ) Reprovado	
EVA MARIA ALVES C. ATROCH	(X) Aprovado ( ) Reprovado	
OTONIEL RIBEIRO DUARTE	(X) Aprovado ( ) Reprovado	
EDELCLÍLIO MARQUES BARBOSA	( ) Aprovado ( ) Reprovado	
CARLOS ROBERTO BUENO	( ) Aprovado ( ) Reprovado	

Manaus(AM), 09 de fevereiro de 2009.

OBS: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

PROGRAMA INTEGRADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA TROPICAL E RECURSOS NATURAIS - PIPG BTRN  
DIVISÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

Av. André Araújo, 2936 - Bairro: Aleixo - Caixa Postal: 478 - CEP: 69.060-001, Manaus/AM.

Fone: (+55) 92 3643-3119

Fax: (+55) 92 3643-3119

site: <http://pg.inpa.gov.br>

e-mail: [cursoobot@inpa.gov.br](mailto:cursoobot@inpa.gov.br)

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE  
DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA DO  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS  
DA AMAZÔNIA

Aos três dias do mês de março do ano de 2010, às 15:30 horas, na sala de aula do Programa de Pós-Graduação em Botânica - PPG-BOTÂNICA/INPA, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: **Dr. Ronaldo Ribeiro Moraes**, da EMBRAPA, **Dr. Sidney Alberto Nascimento Ferreira**, do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia e **Dra. Jeruza de Souza Andrade**, do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, tendo como suplentes a Dra. Eva Maria Alves C. Atroch, da Universidade Federal do Amazonas e o Dr. Daniel Felipe de Oliveira Gentil, da Universidade Federal do Amazonas, sob a presidência do primeiro, afim de proceder a arguição pública da **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO** de **CECÍLIA BEZERRA CARVALHO FABRICIO**, intitulada "ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE INAJÁ – *MAXIMILIANA MARIPA* (AUBLET) DRUDE".

Após a exposição, dentro do tempo regulamentar, o(a) discente foi argüido(a) oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final:


- ( ) APROVADA  
( ) APROVADA POR UNANIMIDADE  
( ) REPROVADA  
(x) APROVADA POR MAIORIA

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos seguintes membros da Comissão Examinadora.

Dr(a). Ronaldo Ribeiro Moraes

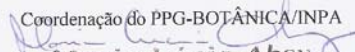


Dr(a). Sidney Alberto Nascimento Ferreira



Dr(a). Jeruza de Souza Andrade



Coordenação do PPG-BOTÂNICA/INPA  
  
**Maria Lúcia Absy**  
Coordenadora do Curso  
de PG em Botânica  
PO 176/07