

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

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES
DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart. E *Euterpe precatoria* Mart.) SUBMETIDAS AO
AUMENTO DA TEMPERATURA**

REGIANE SABLINA ALMEIDA BERNARDES

Manaus, Amazonas
Abril, 2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

REGIANE SABLINA ALMEIDA BERNARDES

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES
DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart. E *Euterpe precatoria* Mart.) SUBMETIDAS AO
AUMENTO DE TEMPERATURA**

Orientador: JOSÉ FRANCISCO DE CARVALHO GONÇALVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do INPA como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Botânica.

Manaus, Amazonas
Abril, 2010

B518

Bernardes, Regiane Sablina Almeida

Aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de açai (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart.) submetidas ao aumento da temperatura / Regiane Sablina Almeida Bernardes.---

Manaus : [s.n.], 2010.

viii, 54 f. : il. color.

Dissertação (mestrado)-- INPA, Manaus, 2010

Orientador : José Francisco de Carvalho Gonçalves

Área de concentração : Biodiversidade Vegetal da Amazônia,
Reprodução e Crescimentos de Vegetais

1. *Euterpe oleracea*. 2. *Euterpe precatoria*. 3. Sementes de açai – Germinação. 4. Fisiologia. 5. Proteína vegetal.
6. Temperatura. I. Título.

CDD 19. ed. 584.50416

Sinopse:

No presente trabalho estudaram-se os aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* submetidas ao aumento da temperatura, abordando as características germinativas e os aspectos quantitativos e qualitativos da mobilização de reservas orgânicas das sementes durante diferentes estádios de germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas.

Palavras-chave: Amazônia, palmeiras, fisiologia da germinação, carboidratos, lipídeos e proteínas totais.

À minha mãe Dilza Bernardes, minha maior incentivadora. Minha eterna gratidão e amor.
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e amparo nos momentos difíceis.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), pela oportunidade de realização deste trabalho e experiências adquiridas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo, e pelo financiamento desta pesquisa por meio do Programa de Colaboração Acadêmica (CAPES/PROCAD).

Ao Dr. José Francisco, pela orientação, dedicação, ensinamentos, conselhos, críticas construtivas e paciência. Obrigada pela possibilidade da realização deste trabalho em seu laboratório e sobretudo pelas oportunidades oferecidas durante a realização do mesmo.

Ao Dr. Eduardo Euclides de Lima de Borges, da Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela parceria no projeto CAPES/PROCAD e pela ótima recepção em seu laboratório para realização de parte das análises.

A equipe do Laboratório de Sementes Florestais da UFV, em especial ao técnico José Mauro pela disponibilidade e ajuda.

A toda equipe do Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal do INPA pela ajuda, contribuições, discussões e momentos de descontração e em especial ao Carlos Eduardo e Marciel pelas contribuições estatísticas, ao Ronisley pela ajuda com as análises laboratoriais na UFV e ao Glaudecy pela ajuda com as análises de nitrogênio total.

Ao Dr. Sidney Ferreira pela ajuda, contribuições e disponibilidade de laboratório.

Ao Sr. Passarinho e Valderico do Viveiro do INPA (V8) pela ajuda no beneficiamento das sementes.

Aos amigos que fiz aqui em Manaus, e em especial ao Adamir, Flávio, João Victor, Natasha e Rachel que compartilharam muitos dos bons momentos vividos até aqui. Obrigada pelas conversas, companheirismo, momentos de descontração e conselhos.

À minha amiga Lílian Quintão (Lee) a qual tive oportunidade de conhecer aqui e conviver, mesmo que por pouco tempo. Suas palavras e conselhos sempre me confortaram e animaram nos momentos difíceis.

Às secretárias do Curso da Botânica Neide, Gisele e Jéssica pela atenção, ajuda e disponibilidade sempre.

A todos que direta ou indiretamente estiveram presentes e me ajudaram durante a realização deste projeto, o meu MUITO OBRIGADA!

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Representação esquemática do processo trifásico de absorção de água durante a embebição de sementes, em relação aos conteúdos aproximados de água em que os diferentes processos germinativos são iniciados. Adaptado de Bewley, (1997). 2
- Figura 2.** Fotos da palmeira *Euterpe oleracea* Mart. A: Indivíduos adultos; B: Cacho com frutos maduros; C: Frutos; D: Sementes com fibras e botão germinativo e semente sem fibras. (Fonte: Top Tropicals.com). 6
- Figura 3.** Fotos da palmeira *Euterpe precatoria* Mart. A: Indivíduos adultos; B: Indivíduo fértil com cachos em diferentes estádios de maturação; C: Cacho com frutos maduros; D: Sementes com fibras (Fonte: Bernardes, R.S.A.; EMBRAPA). 7
- Figura 4.** A: Valores médios da germinação (%), B: tempo médio de germinação (dias) e C: índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* em função de regimes diferenciados de temperatura. *Euterpe oleracea* (○) *Euterpe precatoria* (●). (Barras indicam desvio padrão. Quando não aparecem, são menores que os símbolos) 20
- Figura 5.** Estádios de desenvolvimento da plântula de *Euterpe oleracea* durante 80 dias à 30°C: **bg** – botão germinativo; **lg** – lígula; **pf** – primórdio foliar; **rp** – raiz primária; **pb** – primeira bainha; **rs** – raiz secundária; **sb** – segunda bainha; **eo** – eófilo. 21
- Figura 6.** Estádios de desenvolvimento da plântula de *Euterpe precatoria* durante 80 dias à 30°C: **bg** – botão germinativo; **lg** – lígula; **pf** – primórdio foliar; **rp** – raiz primária; **pb** – primeira bainha; **rs** – raiz secundária; **sb** – segunda bainha; **eo** – eófilo. 23
- Figura 7.** Alterações nos teores de lipídeos (%) em sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* submetidas à diferentes temperaturas e tempo de germinação (dias). A: Temperatura de 20°C; B: 25°C; C: 30°C e D: 35°C. A temperatura de 40°C não possibilitou a análise dos lipídeos, pois não houve germinação. *E. oleracea* (○) e *E. precatoria* (●). 37
- Figura 8.** Alterações nos teores de amido (%) em sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* submetidas à diferentes temperaturas e tempo de germinação (dias). A: Temperatura de 20°C; B: 25°C; C: 30°C e D: 35°C. A temperatura de 40°C não possibilitou a análise dos lipídeos, pois não houve germinação. *E. oleracea* (○) e *E. precatoria* (●). 41
- Figura 9.** Alterações nos teores de açúcares solúveis (%) em sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* submetidas à diferentes temperaturas e tempo de germinação (dias). A: Temperatura de 20°C; B: 25°C; C: 30°C e D: 35°C. A temperatura de 40°C não possibilitou a análise dos lipídeos, pois não houve germinação. *E. oleracea* (○) e *E. precatoria* (●). 44
- Figura 10.** Alterações nos teores de proteínas totais (%) em sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* submetidas à diferentes temperaturas e tempo de germinação (dias). A: Temperatura de 20°C; B: 25°C; C: 30°C e D: 35°C. A temperatura de 40°C não possibilitou a análise dos lipídeos, pois não houve germinação. *E. oleracea* (○) e *E. precatoria* (●). 47

RESUMO

A temperatura é um dos principais fatores requeridos para a germinação de sementes. No entanto, as diferentes espécies vegetais apresentam um comportamento variável frente a tal fator. Este trabalho teve como objetivo investigar o efeito da temperatura na germinação de sementes de duas espécies de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart.), assim como verificar a mobilização das principais reservas orgânicas (carboidratos, lipídeos e proteínas) sob diferentes regimes de temperatura. Para o experimento de germinação utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2x5 (duas espécies e 5 temperaturas: 20, 25, 30, 35 e 40°C), com 4 repetições de 25 sementes. No experimento de mobilização de reservas o arranjo fatorial foi do tipo 2x5x4 (duas espécies, 5 temperaturas: 20, 25, 30, 35 e 40°C e 4 tempos de coleta: sementes quiescentes e com 10, 20, 30 e 40 dias de semeadura) com 6 repetições de 25 sementes. A semeadura foi realizada em caixas plásticas do tipo gerbox, utilizando papel umedecido como substrato e com acondicionamento em câmara de germinação. A emissão do botão germinativo foi adotado como critério de germinação. As seguintes características foram avaliadas: germinação (%), tempo médio de germinação (dias), índice de velocidade de germinação e teores de carboidratos (açúcares solúveis e amido), lipídeos e proteínas totais. As espécies em estudo apresentam comportamento fisiológico germinativo bastante distinto. As sementes de *E. oleracea* assim como as de *E. precatoria* apresentaram maiores porcentagens de germinação nas temperaturas de 25 e 30°C. Para *E. oleracea* isso ocorreu em curto espaço de tempo, cerca de cinco dias. Já nas sementes de *E. precatoria*, nas mesmas temperaturas, os maiores índices germinativos ocorreram em aproximadamente trinta dias. Os carboidratos (açúcares solúveis e amido) representaram as maiores fontes de reservas nas duas espécies. Durante o processo germinativo, os carboidratos são os responsáveis pelo fornecimento de energia para a formação da nova plântula, principalmente, os açúcares solúveis. Estes açúcares têm suas porcentagens diminuídas durante os quarenta dias de análise. As proteínas totais, assim como os lipídeos, têm seus teores reduzidos em valores bem menos expressivos. No entanto, as alterações que ocorrem nesses metabólitos contribuíram diretamente nos processos metabólicos e bioquímicos que ocorrem durante a germinação e desenvolvimento das plântulas, no que concerne ao fornecimento de energia ou a formação de novas estruturas.

ABSTRACT

Temperature is one of the main factors required for germination of seeds. However, the different species have a variable behavior for this factor. This study aimed to investigate the effect of temperature on seed germination of two species of palm (*Euterpe oleracea* Mart. and *Euterpe precatoria* Mart.) and to verify the mobilization of reserves seeds (carbohydrates, lipids and proteins) under different temperatures. For germination experiment, the experimental design was completely random, with factorial arrangement 2x5 (two species and 5 temperatures: 20, 25, 30, 35 and 40°C), with 4 replicates of 25 seeds. In the experiment of mobilization, it was utilized a factorial design of 2x5x4 (two species, 5 temperatures: 20, 25, 30, 35 and 40°C and 4 days of collection: quiescent seeds and 10, 20, 30 and 40 germination days), with 6 replications of 25 seeds. Seeds were placed in plastic boxes, using paper as substrate and placed in a germination chamber. The issue of the button germination was adopted as criterion for germination. The following features were assessed: germination (%), mean germination time (days), speed of germination index and levels of starch, soluble sugars, lipids and proteins. The species studied have distinct physiological germination. The seeds of *E. oleracea* as well *E. precatoria* had higher percentages of germination at 25 and 30°C. For *E. oleracea* it occurred in a short time, about five days. Already the seeds of *E. precatoria*, for the same temperatures, the highest germination rates occurred in approximately thirty days. During the germination process, the carbohydrates (starch and soluble sugars) represent the largest sources of reserves in these species, mainly soluble sugars. These sugars have, its levels decreased sharply during the 40 days of analyse. Total proteins and lipids have their levels reduced much less significant. However, during germination the changes that occur in these metabolites had a contribution in the process of germination, demonstrating that they participate directly in metabolic and biochemical processes that occur during germination and seedling development, with regard to energy supply or forming new structures.

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Aspectos gerais da germinação.....	1
1.2. Reservas orgânicas das sementes	3
1.3. Espécies de estudo	5
1.3.1. <i>Euterpe oleracea</i> Mart. (Arecaceae)	5
1.3.1.1. Descrição botânica, ecologia e habitat	5
1.3.2. <i>Euterpe precatoria</i> Mart. (Arecaceae).....	6
1.3.2.1. Descrição botânica, ecologia e habitat	6
1.3.3. Importância das espécies	7
1.4. Justificativa do estudo	8
2. OBJETIVOS	9
2.1. Geral	9
2.2. Específicos.....	9
3. REFERÊNCIAS	10
CAPÍTULO I	14
GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE AÇAÍ (<i>Euterpe oleracea</i> MART. E <i>Euterpe precatoria</i> MART.) SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES DE TEMPERATURA	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1 Procedência do material biológico	16
2.2 Beneficiamento das sementes.....	16
2.3 Biometria dos frutos e sementes.....	16
2.4 Grau de umidade.....	16
2.5 Instalação do experimento	16
2.6 Testes de germinação.....	17
2.7. Delineamento experimental.....	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
CAPÍTULO II	30
ASPECTOS BIOQUÍMICOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE AÇAÍ (<i>Euterpe oleracea</i> MART. E <i>Euterpe precatoria</i> MART.) SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES DE TEMPERATURA	30
1. INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAL E MÉTODOS	32
2.1. Procedência do material biológico	32
2.2. Beneficiamento das sementes.....	32
2.3. Instalação do experimento	32
2.4. Análises dos compostos do metabolismo primário	32
2.4.1. Extração de lipídeos	33
2.4.2 Extração de carboidratos	33
2.4.2.1. Quantificação de açúcares solúveis	33
2.4.3. Extração e quantificação de amido.....	34
2.4.4. Determinação do nitrogênio total	34
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
3.1. Lipídeos	36

3.2. Amido	40
3.3. Açúcares solúveis	43
3.4. Proteínas totais.....	46
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
5. CONCLUSÕES FINAIS	51
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1. INTRODUÇÃO

1.1. Aspectos gerais da germinação

Sementes são propágulos sexuais, estruturas vegetais diferenciadas para o acúmulo de material de estocagem, além de constituírem um envoltório protetor do embrião quando este é disperso pela planta. Estas características permitem a sobrevivência durante o período compreendido entre a maturação da semente e o estabelecimento da nova plântula (Borghetti, 2000; Gonçalves *et al.*, 2003; Perez, 2004).

O sucesso no estabelecimento de uma espécie deve-se ao fato de suas sementes germinarem de forma rápida e uniforme, vencendo a concorrência com as demais ou tendo a capacidade de se manter viável por longos períodos até que as condições tornem-se favoráveis à germinação e ao desenvolvimento das plântulas (Borges, 2003). Para tanto, a fonte de energia para os processos vitais e para a formação de novos tecidos é resultante da mobilização de reservas contidas nas sementes. Estes mecanismos funcionais mantêm o desenvolvimento do embrião até a formação do organismo autotrófico (Buckeridge *et al.*, 2004).

De maneira geral, existem três condições básicas para que uma semente germine e promova o desenvolvimento de uma nova plântula: condições ideais de água, oxigênio e temperatura. A água é fundamental para a reativação do metabolismo do eixo embrionário. O oxigênio participa das reações de oxidação no processo de respiração e síntese de energia através da adenosina trifosfato (ATP) e a temperatura é um fator importante, pois as espécies são adaptadas a diferentes temperaturas, havendo uma ampla faixa de temperatura em que pode ocorrer a germinação (Castro *et al.*; 2004; Sert *et al.*; 2009).

O processo de germinação inicia-se com a embebição, sendo que esta ocorre de forma trifásica. Primeiramente, ocorre uma rápida absorção de água (fase I) seguida de uma fase estacionária com pouca troca no conteúdo de água (fase II), caracterizada pela ativação do metabolismo da germinação, e subsequente aumento no conteúdo de água, coincidindo com o rápido crescimento da radícula (fase III) (Figura 1). A reidratação do protoplasma desencadeia todo o processo metabólico, devido ao aumento da respiração e, conseqüentemente, acréscimo de energia que favorece o crescimento do embrião (Bewley, 1997).

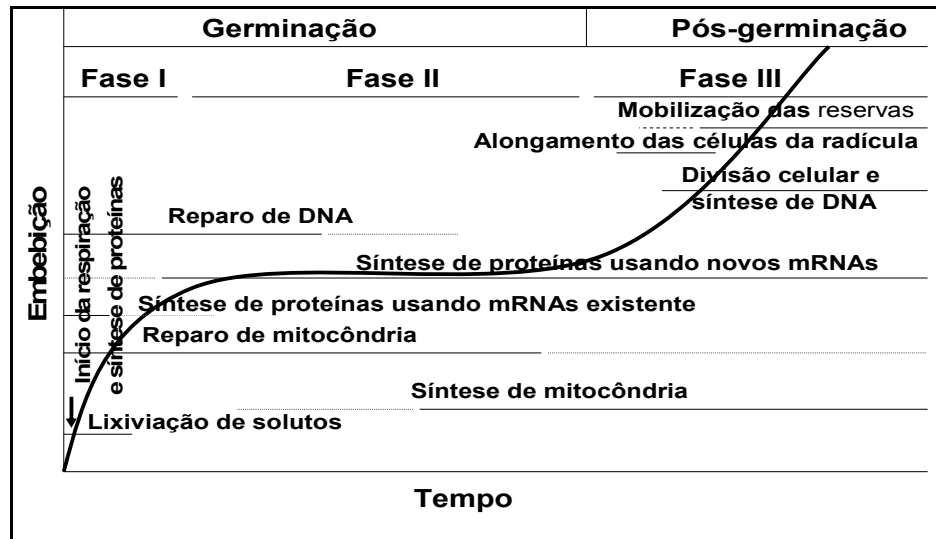


Figura 1. Representação esquemática do processo trifásico de absorção de água durante a embebição de sementes, em relação aos conteúdos aproximados de água em que os diferentes processos germinativos são iniciados. Adaptado de Bewley, (1997).

De acordo com o conceito agrônômico ou tecnológico, considera-se germinação a emergência de parte da planta no solo ou a formação de uma plântula vigorosa sobre um substrato, sendo este mais apropriado para estudos em condições de campo. Já o critério botânico considera germinadas as sementes em que uma das partes do embrião emergiu de dentro dos envoltórios, acompanhada de algum sinal de metabolismo ativo, como a curvatura da radícula (Laboriau, 1983).

Dentre os principais fatores requeridos para a germinação das sementes, água, luz e temperatura são vitais. A água é um dos fatores que mais influenciam o processo de emergência da plântula, por estimular a síntese de enzimas ou ativar aquelas pré-formadas. Este processo promove a mobilização de reservas ou digestão da parede celular, enfraquecendo-a e permitindo que a raiz rompa o tegumento e favoreça o alongamento do eixo embrionário (Bewley & Black, 1994; Córdoba *et al.*, 1995; Borges, 2003; Dantas, 2008).

A temperatura é um fator importante que influencia no metabolismo da semente, dando início à germinação e interferindo diretamente no percentual e velocidade do processo germinativo (Ramos *et al.*, 2006). No entanto, as sementes apresentam um comportamento variável frente a esse fator, não havendo uma temperatura ótima e uniforme para a germinação de sementes de espécies diferente. Assim, considera-se ótima a temperatura na qual a semente expressa seu potencial máximo de germinação e as temperaturas máxima e mínima caracterizam pontos críticos onde acima e abaixo das quais, respectivamente, não

ocorre germinação (Mayer e Poljakoff-Mayber, 1989). Para palmeiras de regiões tropicais, de acordo com a literatura, a temperatura entre 25 e 30°C apresenta-se como sendo mais favorável para germinação e formação de plântulas. No entanto, as sementes podem ter sua germinação totalmente anulada com temperaturas acima de 40°C (Iossi *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2006).

1.2. Reservas orgânicas das sementes

As plantas apresentam diferentes estratégias de adaptação às alterações dos fatores bióticos e abióticos no meio em que habitam. Nesse contexto, o acúmulo de compostos de reserva em sementes representa parte importante do processo. Estas substâncias são utilizadas durante a germinação e, posteriormente, metabolizadas para o crescimento e desenvolvimento das plântulas. São atribuídos diferentes propósitos para estas substâncias de reserva, como a geração de energia e a produção de novas biomoléculas (proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos e lipídeos) para a construção de novos tecidos e células até a plântula se tornar um organismo autotrófico (Mayer e Poljakoff-Mayber, 1989; Buckridge *et al.*, 2000; Melo *et al.*, 2009).

Há uma enorme variação na composição das sementes, no entanto as substâncias armazenadas em maior quantidade constituem-se de carboidratos, proteínas e lipídeos, sendo que esta proporção pode variar de espécie para espécie e até mesmo entre espécies da mesma família (Borges & Rena, 1993).

Desde a fase da embebição da semente até a formação das primeiras folhas da nova plântula, esses compostos são degradados por várias vias metabólicas para inúmeras finalidades, implicando assim, em alterações significativas na concentração das substâncias de reserva (Suda & Giorgini, 2000; Pontes *et al.*, 2002; Bezerra *et al.*, 2003; Benzioni *et al.*, 2006; Corte *et al.*, 2006.).

Os carboidratos e os lipídeos atuam como fontes de energia e de carbono para a germinação, crescimento e desenvolvimento das plântulas. As proteínas armazenam, principalmente, nitrogênio e enxofre, elementos essenciais para a síntese de novas proteínas, ácidos nucleicos e compostos secundários para a plântula (Bucheridge *et al.*, 2000).

Carboidratos constituem açúcares solúveis e oligossacarídeos, polissacarídeos de parede celular e amido. Os principais compostos derivados de carboidratos que atuam como reserva em sementes são a sacarose e os oligossacarídeos da série rafínósica (ocorrendo em grande número nas sementes de dicotiledôneas), e os polissacarídeos de parede celular e o

amido, sendo que este último é um dos compostos de reserva de mais larga ocorrência (Ziegler, 1995; Bucheridge *et al.*, 2004).

Os lipídeos são armazenados nas sementes em estruturas denominadas oleossomos, sob a forma de triacilgliceróis. Estes, são hidrolisados à ácidos graxos e glicerol sob a ação de enzimas denominadas lipases. Embora a composição de ácidos graxos seja diferente entre as espécies, os ácidos palmítico, oléico, linoléico e linolênico, geralmente, ocorrem em maior quantidade, compondo até 60% da massa de algumas sementes oleaginosas. Estes ácidos possuem cadeias carbônicas que variam de 14 a 18 carbonos de 1 à 3 insaturações. Dessa forma, a classe dos lipídeos representa a forma mais eficiente de estocar energia e a sua oxidação é mais energética que a dos carboidratos e das proteínas, motivo pelo qual muitas plantas sintetizam lipídeos durante o desenvolvimento das sementes, para garantir maior aporte energético durante a germinação (Miquel & Browse, 1995; Bucheridge *et al.*, 2004; Beltrão e Oliveira, 2007).

Por sua vez, as proteínas acumuladas nas sementes podem ser divididas em três categorias segundo classificações mais modernas: (1) proteínas de reserva, cuja função é armazenar nitrogênio, enxofre e carbono; (2) proteínas estruturais e metabólicas, essenciais para o crescimento e estrutura da semente e; (3) proteínas de proteção que podem conferir tolerância à planta ou a semente à patógenos microbianos, invertebrados ou até mesmo minimizar aspectos inerentes à dessecação. Os principais grupos protéicos de reserva incluem as prolaminas (principais proteínas de reservas de cereais e gramíneas selvagens); glutelinas (presentes em trigos, milho e outros cereais); as globulinas que são as principais proteínas de reservas na maioria das sementes de dicotiledôneas e as albuminas, também encontradas em sementes de dicotiledôneas (Muntz *et al.*, 2001; Bucheridge *et al.*, 2004).

A composição química das sementes bem como as alterações no conteúdo de carboidratos, lipídeos e proteínas durante a germinação, crescimento inicial e desenvolvimento de plântulas tem suas concentrações alteradas, desde o período pré-germinativo até a total senescência e abscisão dos cotilédones, sendo que os lipídeos podem contribuir com cerca de 50% da massa seca, seguidos dos outros metabólitos tais como, carboidratos solúveis, amido e proteínas. Demonstrando ser o principal composto de reserva degradado logo após o início da embebição. A diminuição no conteúdo de lipídeos no período de crescimento das plântulas evidencia a importância desse composto no fornecimento de energia no seu estágio inicial de desenvolvimento (Suda e Giorgini, 2000; Corte *et al.*, 2006).

Sementes de jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link)) Schneider apresentam cerca de 50-56% de triacilgliceróis na sua composição, sendo que a variação de temperatura a qual são submetidas pode ter influência direta na diminuição destes teores durante o período germinativo, principalmente na fase de alongamento da radícula e caulículo. Isto sugere que os lipídeos são determinantes para o fornecimento de carbono e energia para as plântulas, enquanto que as proteínas e os açúcares têm menor contribuição nestes processos (Benzioni *et al.*, 2006).

Para as sementes de palmeiras, quase sempre se espera que haja concentrações relativamente altas de óleos, conforme estudos realizados com dendezeiro, onde se verificou que a maior fonte de reserva estocada para o desenvolvimento do embrião são lipídeos e polissacarídeos insolúveis. Em sementes de *Elaeis guineensis*, o endosperma pode contribuir com até 47% de lipídeos e 36% de carboidratos insolúveis, na forma de galactomananas (Orozco-Degovia *et al.*, 2003). Estes fatos fazem refletir sobre a possibilidade de existir ou não um padrão para os metabólitos primários nas palmeiras, em particular, os conteúdos de óleos.

1.3. Espécies de estudo

1.3.1. *Euterpe oleracea* Mart. (Arecaceae)

1.3.1.1. Descrição botânica, ecologia e habitat

Palmeira multicaule com até 20 m de altura e estipe (caule) liso na parte superior e, na base, observa-se a presença de raízes adventícias. As várias estipes (touceira) apresentam-se em diferentes estádios de desenvolvimento, apresentando entre 3 e 20m de altura e 7 e 18 cm de diâmetro. As folhas são do tipo pinadas, variando em número de 8 a 14 e medindo até 3 m de comprimento com pecíolo curto e bainha fechada lisa de coloração verde ou alaranja clara com até 1,5 m de comprimento; pinas geralmente não pendentes, regularmente agrupadas e dispostas no mesmo plano. Inflorescência monóica infrafoliar ereta na antese e pêndulas com frutos em numerosas ráquias. O fruto é uma drupa globosa, apresentando epiderme (casca) lisa, medindo 1,2 – 1,3 cm de diâmetro, de coloração negra-violácea na maturidade. Cada fruto contém uma semente com endosperma (tegumento) homogêneo. As plântulas apresentam folhas bífidas (Figura 2 A-D). Flores e frutos ocorrem durante todo o ano, porém, a maior abundância ocorre na estação seca, entre os meses de julho e dezembro (Miranda *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2005; Cymerys & Shanley, 2005; Miranda e Rabelo, 2008).

Euterpe oleracea Mart. conhecida popularmente como açaí de touceira, açaí do Pará ou simplesmente açaizeiro é uma palmeira da Amazônia Oriental, nativa do Pará, ocorrendo também de forma espontânea nos estados do Amapá, Maranhão e Tocantins, além das Guianas e Venezuela. Desenvolve-se e se dispersa ao longo de rios e igarapés de solos hidromórficos, sendo bem adaptada às condições de inundação, principalmente na várzea alta e de terra firme com boa drenagem, matéria orgânica e umidade, possibilitando proteção permanente do solo. Ocorre em áreas que apresentam pluviosidade superior a 2.300 mm anuais e elevada temperatura (Muñiz-Miret *et al.*, 1996; Miranda *et al.*, 2001).



Figura 2. Fotos da palmeira *Euterpe oleracea* Mart. A: Indivíduos adultos; B: Cacho com frutos maduros; C: Frutos; D: Sementes com fibras e botão germinativo e semente sem fibras. (Fonte: Top Tropicals.com).

1.3.2. *Euterpe precatoria* Mart. (Arecaceae)

1.3.2.1. Descrição botânica, ecologia e habitat

Eutepe precatoria é uma palmeira monocaule com até 20 m de altura e estipe liso na parte superior e base com presença de raízes adventícias, medindo cerca de 25 cm de diâmetro. As folhas são do tipo pinadas variando em número 10 a 20 e até 6 m de comprimento com bainha fechada lisa de coloração verde com até 1,5 m de comprimento, pinas pendentes e dispostas regularmente. A inflorescência infrafoliar monóica na antese é formada por numerosas ráquias. Os frutos são drupas, com diâmetro em torno de 1,7 cm e

peso de 2 a 3g de coloração negro violáceo quando maduros e a semente apresenta tegumento (endosperma) homogêneo. As plântulas apresentam folhas pinadas. (Figura 3 A-D). No que se refere ao período de frutificação, este apresenta-se entre os meses de outubro a março (Miranda *et al.*, 2001; Miranda e Rabelo, 2008).

Conhecida popularmente como açaí do Amazonas, açaí de terra-firme ou açaí solitário é uma espécie nativa do oeste da Amazônia brasileira e predominante em áreas de floresta de terra firme, sendo que a maior abundância ocorre nos ecossistemas de baixio e vertente. Na Amazônia em geral a espécie é muito freqüente, porém pouco abundante, sendo raro encontrar grupos adensados como observado em *E. oleracea*. Por não apresentar brotamento laterais (perfilhos), não recomenda-se a extração do palmito, salvo em programas de melhoramento genético para o manejo sustentado da espécie (Ferreira, 2005; Silva *et al.* 2005).



Figura 3. Fotos da palmeira *Euterpe precatoria* Mart. A: Indivíduos adultos; B: Indivíduo fértil com cachos em diferentes estádios de maturação; C: Cacho com frutos maduros; D: Sementes com fibras (Fonte: Bernardes, R.S.A.; EMBRAPA).

1.3.3. Importância das espécies

Dentre as palmeiras presentes na região Amazônica, *E. oleracea* e *E. precatoria* apresentam multiplicidade de usos e altos níveis de exploração, principalmente em virtude da importância econômica em função da extração do suco dos frutos e do palmito. Atualmente, o açaí tem se difundido para outras regiões do país devido seu alto valor nutritivo, apresentando

crescimento significativo pela demanda deste produto. A característica de apresentar perfilhação abundante e, por conseguinte, indivíduos em diferentes estádios de desenvolvimento, torna a espécie *E. oleracea* mais propícia para a exploração racional e permanente de palmitos e frutos do que a *E. predatoria* (Bovi, 2000; Rogez *et al.*, 2003).

Atualmente, *E. oleracea* é a espécie com maior destaque na produção de palmito, com a região do estuário do rio Amazonas sendo a maior produtora, pois a extração em espécies solitárias ocasiona a morte da planta. Sendo assim, a característica da ramificação das estipes permite rápida regeneração das populações nativas após a extração de palmitos (Jardim e Anderson, 1987).

A despeito desta elevada importância econômica, do ponto de vista científico, ainda existem muitas lacunas sobre o conhecimento das potencialidades das espécies *E. oleracea* e *E. precatória*. Parte desta ausência pode ser atribuída às limitadas informações sobre a fisiologia e bioquímica das espécies, carecendo de informações mais sistematizadas sobre a germinação de suas sementes e o crescimento e desenvolvimento das plantas, desde os estádios mais precoces até as plantas no campo.

1.4. Justificativa do estudo

Diante do exposto até então, cabe destacar que a partir da análise conjunta dos fatores externos às sementes (temperatura, luz, oxigênio, dióxido de carbono) associados com fatores internos às sementes (estruturas morfo-anatômicas, dormência, níveis de substâncias reguladoras e reservas orgânicas) é possível explicar de maneira sistemática e consistente os possíveis mecanismos de germinação realizados por determinadas espécies.

Seguindo essa linha de raciocínio, nesta dissertação investigou-se o efeito do aumento da temperatura sobre as características germinativas das sementes de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatória*. Para tanto, dois capítulos foram elaborados com os seguintes títulos: Capítulo I - Germinação e desenvolvimento de plântulas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatória* Mart.) submetidas à diferentes regimes de temperatura e Capítulo II – Aspectos bioquímicos da germinação de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatória* Mart.) submetidas à diferentes regimes de temperatura.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Investigar os efeitos fisiológicos e bioquímicos da germinação e desenvolvimento das plântulas de duas espécies de açaizeiro (*Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*) em condições diferenciadas de temperatura, destacando as características da germinação e mobilização das reservas orgânicas, constituintes do metabolismo primário (carboidratos, lipídeos e proteínas) durante diferentes estádios de desenvolvimento das plântulas.

2.2. Específicos

Analisar as características germinativas, como porcentagem de germinação, tempo médio de germinação e índice de velocidade de germinação de sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* em condições diferenciadas de temperatura;

Analisar a influência de diferentes temperaturas nos estádios de desenvolvimento das plântulas de *E. oleracea* e *E. precatoria*;

Analisar a influência da temperatura sobre a mobilização dos carboidratos, lipídeos e proteínas durante a germinação de sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria*.

3. REFERÊNCIAS

- Bewley, J. D.; Black, M. 1994. *Seeds, physiology of development and germination*. 2 ed. New York: Plenum Press, 445 pp.
- Bewley, J. D. 1997. Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*, 9:1055-1066.
- Beltrão, N. E. de M. & Oliveira, M. I. P. 2007. Biossíntese e degradação de lipídeos, carboidratos e proteínas em oleaginosas. EMBRAPA, Campina Grande, PB.
- Benzioni, A.; Boven, M. V.; Ramamoorthy, S.; Mills, D. 2006. Composition changes in seeds and embryo axis of jojoba (*Simmondsia chinensis*) during germination and seedling emergence. *Industrial crops and products*, 23: 297-303.
- Bezerra, M. A.; Alves, J. D.; Oliveira, L. E. M. de; Prisco, J. T. 2003. Caracterização morfológica e mobilização de reservas durante os estádios iniciais de desenvolvimento de plântulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Revista Ciência Agronômica*, 34(2): 253-259.
- Borghetti, F. 2000. Ecofisiologia da germinação das sementes. *Revista Universa*, 8, 1.
- Borges, E. E. L.; Rena, A. B. 1993. Germinação de sementes. In: Aguiar, I. B.; Pina-Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília, ABRATES, 350pp.
- Borges, E. E. L. 2003. *Comportamento bioquímico e fisiológico de sementes florestais nativas durante a embebição*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 107 pp.
- Bovi, M. E. 2000. Açaí (*Euterpe oleracea*). In: Clay, J. W.; Tarso, P. de B.; Clement, C. R. *Biodiversidade Amazônica: Exemplos e estratégias de utilização*. 1ª edição, Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, p. 44-55.
- Buckridge, M. S.; Tiné, M. A. S.; Santos, dos H. P.; Lima, D. U. de. 2000. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes. Estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12 (Edição Especial): 137-162.
- Buckeridge, M. S.; Aidar, M. P. M.; Santos, H. P. dos; Tiné, M. A. S. 2004. Acúmulo de reservas. In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (Orgs). *Germinação do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, p. 31-50.
- Castro, R. D.; Bradford, K. J.; Hilhorst, H. W. M. 2004. Embebição e reativação do metabolismo. In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F.(Orgs). *Germinação do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, p.149-162.
- Cymerys, M. & Shanley, P. 2005. Açaí. In: Shanley, P. & Medina, G. (Eds.). *Fruteiras e plantas úteis na vida amazônica*. Belém: CIFOR, Imazon, p. 163-170.

- Córdoba, G. A. T.; Borges, E. E. de L. e; Borges, R. de C. G.; Neves, J. C. L. 1995. Osmocondicionamento em sementes de *Esenbeckia leiocarpa* ENGL (Guarantã). *Revista Brasileira de Sementes*, 17(2): 220-226.
- Corte, V. B.; Borges, E. E. de L.; Pontes, C. A.; Leite, I. T. de A.; Ventrella, M. C.; Mathias, A. de A. 2006. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae-Caesalpinoideae). *Revista Árvore*, 30(6): 941-949.
- Dantas, B. F.; Correia, J. de S.; Marinho, L. B.; Aragão, C. A. 2008. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.). *Revista Brasileira de Sementes*, 30(1): 221-227.
- Ferreira, E. Açaí solteiro. 2005. In: Shanley, P. & Medina, G. (Eds.). *Fruteiras e plantas úteis na vida amazônica*. Belém: CIFOR, Imazon, p. 171-175.
- Gonçalves, J. F. de C.; Fernandes, A. V.; Morais, R. R. de; Melo, Z. L. O.; Santos, Ul M. J. 2003. Aspectos fisiológicos e bioquímicos de plantas da Amazônia. In: Higuchi, N.; Santos, J. dos; Sampaio, P. de T.; Marengo, R. A.; Ferraz, J.; Sales, P. C. de; Saito, M.; Matsumoto, S. (Orgs.). *Projeto Jacaranda Fase II: Pesquisas Florestais na Amazônia Central*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p. 89-102.
- Iossi, E.; Sader, R.; Pivetta, K. F. L.; Barbosa, J. C. 2003. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de tamareira-anã (*Phoenix robelenii* O'Brien). *Revista Brasileira de Sementes*, 25(2): 63-69.
- Jardim, M. A. G. & Anderson, A. B. 1987. Manejo de populações nativas de açaizeiro no estuário amazônico. *Boletim de Pesquisas Florestais*, 15:1-18.
- Laboriau, L. G. 1983. *A germinação das sementes*. Washington: Organização dos Estados Americanos, Monografias científicas, p. 170.
- Mayer, A. M.; Poljakoff-Mayber, A. 1989. *The germination of seeds*. New York: Pergamon press, McMillan, 236pp.
- Melo, Z. L. de O.; Gonçalves, J. F. de C.; Mazzafera, P. ; Yara, D. 2009. Mobilization of seed reserves during germination of four tropical species of the Amazon Rainforest. *Seed Science and Technology*, 37: 597-607.
- Miranda, I. P. de A.; Rabelo, A; Bueno, C. R.; Barbosa, E. M.; Ribeiro, M. N. S. 2001. *Frutos de palmeiras da Amazônia*. Manaus, Amazonas, MCT/INPA, 120pp.

- Miranda, I. P. de A. & Rabelo, A. 2008. *Guia de identificação das palmeiras de Porto Trombetas/PA*. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 365pp.
- Miquel, M. & Browse, J. 1995. Lipid biosynthesis in developing seeds. *In: Kigel, J & Galili, G. Seed development and germination*, 3° ed., 853pp.
- Muñiz-Miret, N.; Vamos, R.; Hiraoka, M.; Montagnini, F.; Mendelsohn, R. O. 1996. The economic value of managing the açai palm (*Euterpe oleracea* Mart.) in the flooding of the Amazon estuary, Pará, Brazil. *Forest Ecology and Management*, 87:163-173.
- Muntz, K.; Belosersky, M. A.; Dunaevsky, Y. E.; Schlereth, A.; Tiedmann, J. 2001. Stored proteinases and the initiation of storage protein mobilization in seeds during germination and seedling growth. *Journal of Experimental Botany*, 52(362): 1741-1752.
- Orozco-Segovia, A.; Batis, A. I. Rojas-Arechiga, M.; Mendonza, A. 2003. Seed biology of Palms: A Review. *Palms*, 47(2): 79-94.
- Perez, S. C. J. G. de A. 2004. Envoltórios. *In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (Orgs). Germinação do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, p. 31-50.
- Pontes, C. A.; Borges, E. E. de L. e; Borges, R. de C. G.; Soares, C. P. B. 2002. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (vogel) J. F. Macbr. (garapa) durante a embebição. *Revista Árvore*, 26(5): 593-601.
- Ramos, M. B. P.; VARELA, V. P.; Melo, M. de F. F. 2006. Influência da temperatura e da água sobre a germinação de sementes de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke – Leguminosae-Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Sementes*, 28(1): 163-168.
- Rogez, H.; Silva, E. M.; Castro, M. N.; Lins, K. J. C. 2003. Variações de composição do açai em função da origem do material genético dos açazeiros (*Euterpe oleracea*). *Anais do 54° Congresso Nacional de Botânica*, p. 216-217.
- Sert, M. A.; Bonato, C. M.; Souza, L. A. de. 2009. Germinação da semente. *In: Souza, L. A. de (Org.). Sementes e Plântulas. Germinação, estrutura e adaptação*. Ponta Grossa: Todapalavra, p. 91-117.
- Silva, S. E. L. da; Souza, A. das G. C. de; Berni, R. F. 2005. O cultivo de açai. *Comunicado Técnico 29*, Manaus, Amazonas.
- Silva, B. M. da S. e; Cesarino, F.; Lima, J. D.; Pantoja, T. de F; Moro, F. V. 2006. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Oenocarpus minor* Mart. (Arecaceae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28(2): 289-292.

- Suda, C. N. & K.; Giorgini, J. F. 2000. Seed reserve composition and mobilization during germination and initial seedling development of *Euphorbia heterophylla*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12(3): 226-245.
- Ziegler, P. 1995. Carbohydrate degradation during germination. *In: Kigel, J & Galili, G. Seed development and germination*, 3ª edição.

CAPÍTULO I

GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* MART. E *Euterpe precatoria* MART.) SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES DE TEMPERATURA

1. INTRODUÇÃO

Euterpe oleracea Mart. (açai do Pará) e *Euterpe precatoria* Mart. (açai do Amazonas) são palmeiras com alto valor econômico, amplamente distribuídas e exploradas na região amazônica. O palmito de açazeiro é largamente utilizado no Brasil, sendo que na Amazônia, o principal produto são seus frutos, que são consumidos *in natura* ou processados para a produção de sucos, vinhos, sorvetes, cremes, picolés e licores (Oliveira e Fernandes, 2001; Donadio *et al.*, 2003).

Com poucas exceções, as palmeiras são propagadas por meio de sementes. No entanto, esta ocorre de forma lenta e desuniforme, sendo influenciada por vários fatores como estágio de maturação da semente, presença ou não de pericarpo, temperatura entre outros. Em espécies de palmeiras que não apresentam perfilhos, como ocorre em *E. precatoria*, a semente constitui-se no principal mecanismo de propagação (Meerow, 1991; Aguiar e Mendonça, 2002).

Vários fatores são requeridos para a germinação das sementes, como luz, água, substrato e temperatura, sendo esta última um dos fatores mais preponderantes, por afetar diretamente tanto a velocidade quanto a porcentagem de germinação, influenciando também nas reações bioquímicas e nos processos fisiológicos que determinam a germinação (Bewley e Black, 1994).

As sementes apresentam capacidade germinativa em limites bem definidos de temperatura, variável de espécie para espécie, que caracterizam sua distribuição geográfica, fornecendo assim informações de interesse biológico e ecológico (Popinigis, 1985; Carvalho e Nakagawa, 1988).

Segundo Lorenzi *et al.*, (1996) a temperatura considerada favorável para a germinação de sementes de várias espécies de palmeiras varia entre 24°C e 28°C. No entanto várias espécies de palmeiras podem encontrar melhores condições de germinação quando mantidas em temperaturas mais elevadas, na faixa de 30°C a 35°C (Broschat, 1994).

Portanto, nesta breve contextualização é possível verificar que existem aspectos contraditórios que merecem ser melhor investigados sobre a fisiologia da germinação de palmeiras. Além do mais, as informações existentes são bastante fragmentadas, não permitindo um entendimento adequado do processo germinativo.

Devido a importância dessas palmeiras tanto para a região amazônica quanto para outras regiões do país assim como a necessidade de mais estudos que abordem aspectos relacionados à propagação de tais espécies por meio de sementes, este trabalho teve como objetivo analisar os aspectos fisiológicos da germinação de sementes de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*, assim como investigar o desenvolvimento das plântulas em regimes diferenciados de temperatura, especificando as mudanças qualitativas que ocorrem nas estruturas e estádios das plântulas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Procedência do material biológico

Os frutos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* foram coletados a partir de 10 plantas matrizes, selecionadas no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA (3°05'30, 96''S e 59°59'38, 37''O), levando-se em consideração o porte dos indivíduos, a maturação e o estado fitossanitário dos frutos. Após a coleta os frutos foram acondicionados em sacos de polietileno e transportados para o Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal (MCT-INPA), local onde foi realizado o beneficiamento das sementes e instalação do experimento.

2.2 Beneficiamento das sementes

Os frutos foram mantidos em água morna (aproximadamente 30°C) durante 15 minutos e posteriormente, a polpa foi removida friccionando-os manualmente em uma peneira. Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente para total remoção da polpa. Posteriormente, foi feita assepsia das sementes com hipoclorito de sódio (2,0 a 2,5% de cloro ativo) durante cinco minutos, segundo metodologia descrita por Nogueira *et al.* (1995), com pequenas modificações.

2.3 Biometria dos frutos e sementes

A biometria dos frutos e das sementes foi feita utilizando 100 frutos e 100 sementes, tomando como medidas a altura, largura e espessura, com auxílio de paquímetro digital.

2.4 Grau de umidade

O grau de umidade das sementes quiescentes foi determinado por meio do método da estufa a 105°C ± 3°C durante 24 horas, conforme as Regras de Análises de Sementes (Brasil, 1992), onde foram usadas 200 sementes distribuídas em 8 repetições de 25 sementes.

2.5 Instalação do experimento

As sementes foram semeadas em caixas do tipo gerbox (11x11x3,5 cm) utilizando papel como substrato e acondicionadas em câmara de germinação (ELETROlab, modelo EL

202) às temperaturas constantes de 20°C, 25°C, 30°C, 35°C e 40°C providas de lâmpadas fluorescentes de luz branca com fotoperíodo de 12:12 horas (luz:escuro).

O critério de germinação utilizado foi a emissão do botão germinativo, segundo Queiroz (1986). As sementes foram analisadas diariamente após o início da germinação durante período de 80 dias para acompanhamento dos estágios de desenvolvimento da plântula (raiz primária, raiz secundária, primeira bainha, segunda bainha e eófilo) assim como observação da formação e desenvolvimento de estruturas normais.

As plântulas foram consideradas normais quando apresentavam estruturas de germinação sadias, sem lesões ou anormalidades que pudessem ser visualizadas dentro de seu estágio de desenvolvimento analisado, presumindo-se que teriam condições de desenvolver-se e dar origem a plantas saudáveis.

2.6 Testes de germinação

Os cálculos de porcentagem de germinação foram realizados de acordo com (Laboriau, 1983). Para o tempo médio de germinação (TM) utilizou-se a metodologia descrita por Edmond e Drapalla (1958) e índice de velocidade de germinação (IVG) foi obtido de acordo com Maguire (1962), conforme fórmulas demonstradas a seguir.

$$\% \text{ de Germinação} = (\sum n_i \cdot N^{-1}) \cdot 100$$

Onde:

$\sum n_i$ = Número total de sementes germinadas

N= Número de sementes colocadas para germinar

$$TM = \frac{(N_1 G_1 + N_2 G_2 + \dots + N_n G_n)}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)}$$

Onde:

G_1, G_2, \dots, G_n = Números de sementes germinadas no dia da observação

N_1, N_2, \dots, N_n = Número de dias após a semeadura

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

Onde:

G_1, G_2, \dots, G_n = Número de sementes germinadas

N_1, N_2, \dots, N_n = Número de dias após a semeadura

2.7. Delineamento experimental

O experimento teve a duração de 80 dias sendo adotado um delineamento inteiramente casualizado, com experimento fatorial 2x5 (2 espécies e 5 temperaturas: 20, 25, 30, 35 e 40°C), sendo cada tratamento composto por quatro repetições de 25 sementes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos de *E. oleracea* e *E. precatória* apresentam em média dimensões de 12,7 x 14,2 x 12,5 mm e 13,7 x 14,3 x 13,5 mm, respectivamente. Já as sementes apresentaram dimensões de 11,3 x 12,7 x 10,7 mm e 12,1 x 12,4 x 11,4 mm (Tabela 1).

O grau de umidade encontrado nas sementes de *E. oleracea* e *E. precatória* foi de 38,6% e 35,1%, respectivamente (Tabela 1). Valores semelhantes foram encontrados por Silva e Silva *et al.* (2007) para as sementes de *Euterpe oleracea* que apresentaram 38,6% de umidade. De acordo com Nascimento e Silva (2005) teores de água abaixo de 33% afetam diretamente os efeitos fisiológicos das sementes de *E. oleracea*, como germinação, taxa e velocidade de emergência de plântulas. Martins *et al.*, (2009) investigando a qualidade fisiológica de sementes de diferentes lotes de *E. oleracea*, afirmaram o caráter recalcitrante da espécie em virtude de apresentarem em média 38,6% de umidade, o que influencia a velocidade de germinação das sementes. Dessa maneira, os resultados confirmam o comportamento recalcitrante das sementes de *E. oleracea*, também descritos por outros autores (Araújo *et al.*, 1994; Carvalho *et al.*, 1998; Martins *et al.*, 1999). Na literatura, valores do grau de umidade não foram encontrados para *E. precatória*. Mas, diante dos resultados obtidos neste trabalho, a expectativa é que siga o padrão apresentado para as sementes de *E. oleracea* e não haja diferenças importantes para esta variável.

Tabela 1. Média do comprimento (C), largura (L) e espessura (E) do fruto e da semente e grau de umidade de sementes de *E. oleracea* e *E. precatória*. (média±desvio padrão).

Espécie	Fruto			Semente			Grau de umidade (%)
	C (mm)	L (mm)	E (mm)	C (mm)	L (mm)	E (mm)	
<i>E. oleracea</i>	12,7±1,0	14,2±1,1	12,5±0,9	11,3±0,9	12,7±1,1	10,7±1,0	38,6±0,2
<i>E. precatória</i>	13,7±0,8	14,3±0,7	13,5±0,8	12,1±0,6	12,4±0,6	11,4±0,6	35,1±0,5

As sementes de *E. oleracea* apresentaram emissão do botão germinativo em todas temperaturas estudadas e esta ocorreu de forma uniforme. A maior porcentagem de germinação (99%) ocorreu na temperatura de 30°C (Figura 4-A). Nessa temperatura a germinação ocorreu de forma rápida e uniforme, em apenas 5 dias, apresentando portanto, o maior índice de velocidade de germinação (IVG), 4,9 (Figura 4-B e 4-C). Nas outras temperaturas, a germinação também apresentou elevadas porcentagens, com pequenas diferenças nos tempos médios de germinação e IVG (Figura 4-B e 4-C). Portanto, a

temperatura não afetou a emissão do botão germinativo das sementes de *E. oleracea*. No entanto, os diferentes regimes de temperatura provocaram alterações significativas no desenvolvimento de estruturas das plântulas.

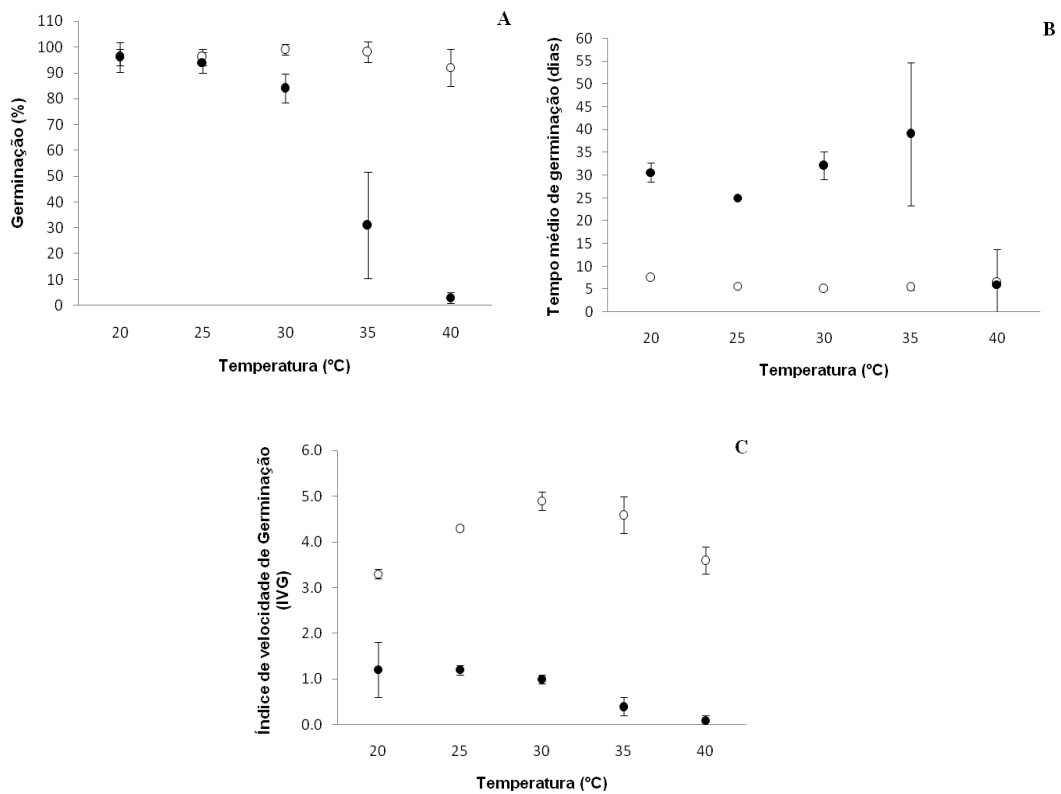


Figura 4. A: Valores médios da germinação (%), B: tempo médio de germinação (dias) e C: índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* em função de regimes diferenciados de temperatura. *Euterpe oleracea* (○) *Euterpe precatoria* (●). (Barras indicam desvio padrão. Quando não aparecem, são menores que os símbolos)

Na temperatura de 20°C, o tempo para emissão do botão germinativo ocorreu em média em sete dias e o IVG apresentou menor valor, 3,3. As plântulas de *E. oleracea* apresentaram desenvolvimento e estruturas normais e durante os 80 dias de experimento não houve emissão de eófilos - último estágio de desenvolvimento das plântulas (Tabela 2 e Figura 4-B e 4-C).

Nas temperaturas de 25 e 30°C verificou-se os melhores resultados de germinação (96 e 99%), ocorrendo em média 5 dias após o início do experimento para as duas temperaturas (Figura 4-A e 4-B). O IVG apresentou valor de 4,3 na temperatura de 25°C e para a temperatura de 30°C, foi de 4,9, conforme figura 4-C. Nestas temperaturas, houve desenvolvimento de 22 e 20 plântulas com eófilos, respectivamente (Tabela 2).

Na temperatura de 35°C, o percentual germinativo encontrado foi de 98%, e a partir desta temperatura, o IVG começou a apresentar decréscimo em seus valores, sendo que para tal temperatura, o índice encontrado foi de 4,6 (Figura 4-C). Observou-se ainda, alterações significativas no desenvolvimento de estruturas como raízes secundárias, ocasionando baixa taxa na emissão das mesmas, escurecimento da lígula, bainhas apresentando coloração esbranquiçada e impedimento da emissão de eófilos.

Na temperatura de 40°C houve apenas a emissão do botão germinativo (Tabela 2), sendo que este com passar do tempo apresentou-se enegrecido, facilitando inclusive, a proliferação de patógenos. Portanto, não houve desenvolvimento das estruturas subseqüentes ao botão, ou seja, a elevada temperatura ocasionou a inibição da diferenciação das fases que sucedem a emissão do botão germinativo.

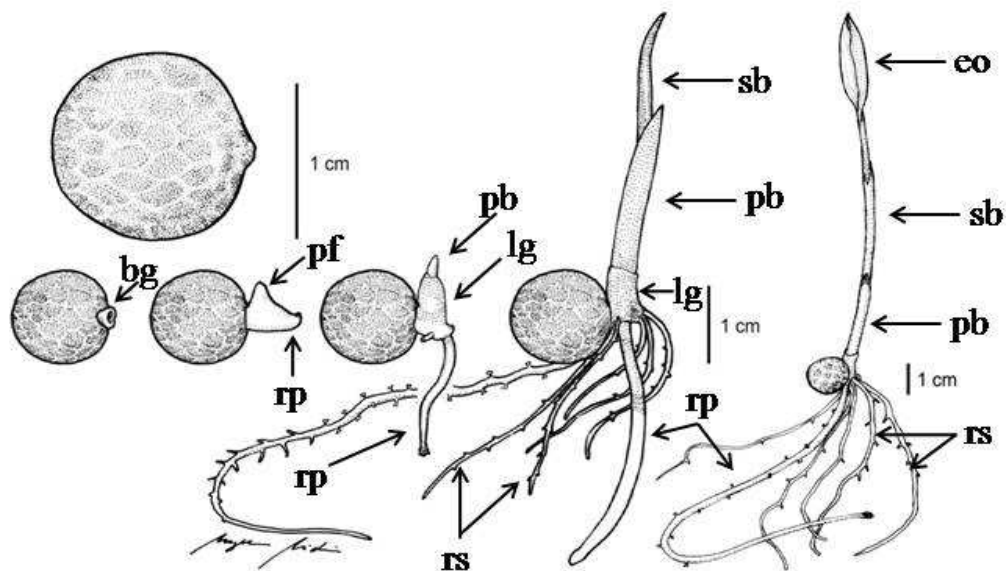


Figura 5. Estádios de desenvolvimento da plântula de *Euterpe oleracea* durante 80 dias à 30°C: **bg** – botão germinativo; **lg** – lígula; **pf** – primórdio foliar; **rp** – raiz primária; **pb** – primeira bainha; **rs** – raiz secundária; **sb** – segunda bainha; **eo** – eófilo.

As sementes de *E. precatoria* apresentaram emissão do botão germinativo em todas as temperaturas testadas. No entanto, esta emissão ocorreu de forma lenta e desuniforme (Figura 4-B). Observou-se ainda que os percentuais de germinação diminuíram fortemente com o aumento da temperatura, em particular, nas temperaturas acima de 30°C, diminuindo cerca de 80% da germinação para valores próximos à zero, na temperatura de 40°C (Figura 4-A).

Tabela 2. Estádios de desenvolvimento das plântulas de *E. oleracea* e *E. precatória* submetidas a diferentes regimes de temperatura durante 80 dias observação. Os valores indicam o número de plântulas desenvolvidas em relação ao número de sementes semeadas (n=25) seguidas de desvio padrão.

Espécies	T (°C)	Estádios de desenvolvimento das plântulas						
		Bg	Pf	Rp	Rs	Pb	Sb	Eo
<i>E. oleracea</i>	20°C	24±0,82	24±0,82	24±1,50	23±1,29	24±1,50	23±0,58	0
	25°C	24±0,82	24±0,82	24±0,82	24±0,82	24±0,82	24±0,82	22±0,50
	30°C	25±0,50	25±0,50	25±0,50	25±0,50	24±1,50	24±1,50	20±3,20
	35°C	25±0	24±0,96	24±0,96	2±2,00	24±0,96	29±2,06	0
	40°C	23±1,83	0	0	0	0	0	0
<i>E. precatória</i>	20°C	24±1,41	23±1,91	23±1,50	19±1,73	21±1,26	11±2,94	0
	25°C	24±1,00	23±0,96	23±0,96	23±0,82	23±0,96	21±0,96	4±2,99
	30°C	21±1,41	21±1,91	21±1,71	19±1,71	20±2,50	15±2,50	8±2,87
	35°C	8±5,12	7±4,55	7±4,19	1±,96	6±3,32	3±1,50	0
	40°C	1±0,5	0	0	0	0	0	0

Bg - botão germinativo; **Pf** – primórdio foliar; **Rp** – raiz primária; **Rs** – raiz secundária; **Pb** - primeira bainha; **Sb** – segunda bainha; **Eo** – eófilo.

Na temperatura de 20°C, a porcentagem de germinação apresentou-se elevada (96%), a semelhança do que foi verificado na germinação de sementes de *E. oleracea*. No entanto, o tempo para conclusão do processo ocorreu em 30 dias em média, e o IVG apresentou valor na ordem de 1,2 (Figura 4-A, B e C). No que se refere aos estádios de desenvolvimento das plântulas, estes apresentaram desenvolvimento e estruturas normais. Entretanto, durante os 80 dias de experimento, não houve emissão de eófilos (Tabela 2).

Nas temperaturas de 25 e 30°C verificou-se os melhores resultados de germinação (94 e 84%), ocorrendo em média em 25 e 32 dias, e o IVG encontrado corresponde a 1,2 e 1,0, respectivamente (Figura 4-A, B e C). Observou-se também o melhor desenvolvimento das plântulas, visto que apenas nestas temperaturas, ocorreu o início da emissão do eófilo (Tabela 2).

Na temperatura de 35°C observou-se decréscimo bastante significativo tanto para a emissão do botão germinativo (31%) (Figura 4) quanto para o desenvolvimento de todas as outras fases que o sucedem (Tabela 2), afetando principalmente a emissão das raízes secundárias. Ainda na temperatura de 35°C verificou-se que o IVG apresentou um dos mais baixos valores, 0,4.

Na temperatura de 40°C houve a emissão de apenas 1 botão germinativo dentre as 25 sementes que foram semeadas e o IVG foi o menor dentre todas as temperaturas testadas, 0,1 (Figura 4-C e Tabela 2). Não houve desenvolvimento, da plântula, ou seja, ocorreu inibição da diferenciação das fases que sucedem a emissão do botão germinativo, e este com o passar do tempo exibiu coloração preta, apresentando ainda a proliferação de patógenos, à semelhança do que ocorreu com as sementes de *E. oleracea* (Tabela 2).

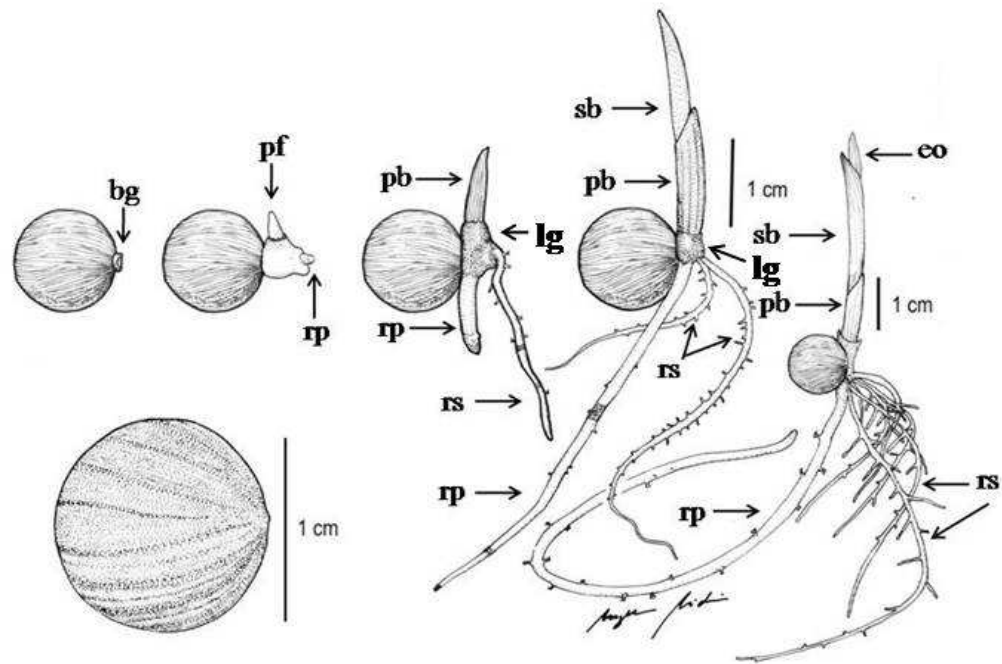


Figura 6. Estádios de desenvolvimento da plântula de *Euterpe precatória* durante 80 dias à 30°C: **bg** – botão germinativo; **lg** – lígula; **pf** – primórdio foliar; **rp** – raiz primária; **pb** – primeira bainha; **rs** – raiz secundária; **sb** – segunda bainha; **eo** – eófilo.

Quanto maior for o valor do IVG, maior é a velocidade de germinação, o que permite inferir que mais vigoroso é o lote de sementes (Nakagawa, 1999). De acordo com os resultados encontrados para as sementes de *E. oleracea*, os maiores valores de IVG, foram encontrados nas temperaturas de 25, 30 e 35°C. No entanto, as plântulas desenvolvidas sob a temperatura de 35°C não apresentaram estruturas visivelmente saudáveis (má formação de bainhas e da lígula e pouco desenvolvimento das raízes), presumindo-se que não teriam condições de desenvolver-se e dar origem a plantas normais. Assim sendo, as melhores temperaturas de germinação encontradas para a espécie *E. oleracea* foram de 25 e 30°C. Tais resultados devem-se, ainda, a germinação uniforme que essas sementes apresentaram.

Por outro lado, sementes de *E. precatória* apresentaram baixos valores de IVG para todas as temperaturas testadas, sendo que as temperaturas de 20, 25 e 30°C apresentaram os maiores valores de IVG. Tais resultados devem-se ao fato da germinação dessa espécie ter sido lenta e desuniforme. No entanto, somente as temperaturas de 25 e 30°C apresentaram, durante os 80 dias de experimento, início da emissão de eófilos. Portanto, analisando os valores de IVG e o tempo médio de germinação das sementes, as temperaturas de 25 e 30°C foram as que apresentaram melhores índices germinativos, a semelhança dos valores encontrados para *E. oleracea*.

Diante do observado para as duas espécies de *Euterpe*, sugere-se que ocorram diferentes exigências de temperatura, tanto para a emissão do botão germinativo quanto para o desenvolvimento de outras estruturas como raízes secundárias, lígula e eófilo. As baixas temperaturas, além de reduzirem a porcentagem de germinação, podem também retardar o processo germinativo em determinadas espécies, devido a redução das atividades enzimáticas envolvidas no metabolismo da semente (Simon *et al.*, 1976; Bewley & Black, 1994). Por outro lado, temperaturas mais elevadas podem promover aumento na velocidade de absorção de água assim como nas atividades enzimáticas, ocasionando rápida germinação das sementes (Carvalho e Nakagawa, 2000). De acordo com Simon *et al.*, (1976) e Bewley & Black, (1994) elevadas temperaturas podem ser prejudiciais à germinação de determinadas espécies, pois alteram a permeabilidade das membranas e promovem desnaturação de proteínas necessárias à germinação.

Estudos realizados com outra palmeira da Amazônia (*Astrocaryum aculeatum*) exibiram temperaturas de germinação ideal na faixa de 24 a 38°C, em condições de viveiro. Tais resultados demonstraram que o padrão de germinação para tal espécie é bastante desuniforme, levando em média 203 dias para a emissão do eófilo (Gentil e Ferreira, 2005).

Iossi *et al.* (2003) constataram o efeito altamente significativo da temperatura na germinação da palmeira *Phoenix roebelenii*, cujos melhores resultados foram obtidos com as temperaturas de 25°C e 30°C. Para a germinação de sementes da palmeira *Oenocarpus minor* a temperatura de 30°C mostrou-se como sendo a temperatura ótima de germinação, devido haver total germinação das sementes (Silva e Silva, 2006).

Os estádios de desenvolvimento das plântulas de *E. oleracea* e *E. precatória* são semelhantes aos descritos para *E. precatória* por Aguiar e Mendonça (2002) e para *Astrocaryum aculeatum* (Gentil e Ferreira, 2005).

As sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* parecem apresentar endocarpo bem distintos quanto à estrutura e composição. De acordo com as características morfo-anatômicas da semente de *E. precatoria*, além do endocarpo – estrutura externa da semente, a mesma possui outras camadas, como estrato externo, estrato médio e estrato interno (Aguiar e Mendonça, 2003).

O poro germinativo, estrutura presente nas sementes de muitas espécies da família *Arecaceae*, é a região por onde o embrião irá emergir através do endocarpo, e é recoberta pelo opérculo - porção circular do tegumento que é empurrado pelo embrião emergente durante o processo de germinação. O poro germinativo constitui uma zona de menor resistência do endocarpo, que se rompe por ocasião da germinação, ocasionando sua abertura devido à pressão de crescimento do embrião (Souza e Paoli, 2009).

O endosperma, tecido de reserva das sementes de *Euterpe*, atua como fonte de alimento para o desenvolvimento do embrião e/ou da plântula (Souza e Paoli, 2009). De acordo com Aguiar e Mendonça (2003), o endosperma de *E. precatoria* apresenta caráter homogêneo, sólido e duro. Diferentemente, *E. oleracea* apresenta endosperma ruminado, com sulcos e irregularidades, características essas que podem facilitar o suprimento de oxigênio e água para o desenvolvimento do embrião, graças ao aumento da área de contato entre o endosperma e o tegumento da semente (Bayer e Appel, 1996).

De acordo com as características morfo-anatômicas citadas acima, pode se inferir que devido as sementes de *E. precatoria* apresentarem endosperma mais resistente, tal fato pode influenciar a absorção das substâncias de reserva presentes no endosperma da semente para o crescimento do embrião, rompimento do opérculo e posterior formação dos tecidos da nova plântula, o que reflete na necessidade de maior tempo para emissão do botão germinativo e desuniformidade na germinação das sementes.

Até o momento, aspectos morfo-anatômicos não foram descritos para as sementes de *E. oleracea*. No entanto, neste trabalho observou-se que o endocarpo apresenta-se bem menos rígido e resistente que das sementes de *E. precatoria*, fator esse que pode ter contribuído para a maior velocidade e uniformidade de germinação de sementes de *E. oleracea*.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* apresentaram comportamento semelhante nas temperaturas de 25 e 30°C, no que se refere ao percentual germinativo. Mas o tempo necessário para conclusão deste processo é diferente entre as espécies.

As plântulas de *E. oleracea* e *E. precatoria* apresentam comportamento diferenciado em relação aos regimes de temperatura testados. Os extremos de temperaturas testadas (20 e 40°C) influenciaram negativamente o processo germinativo e o desenvolvimento das plântulas.

A temperatura de 20°C não impede a germinação assim como o desenvolvimento de plântulas normais, tanto para *E. oleracea* quanto para *E. precatoria*. No entanto, tal desenvolvimento ocorre de forma mais lenta, refletindo principalmente no impedimento da emissão de eófilos.

A temperatura de 40°C mostra-se como não recomendável para a germinação de sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria*, pois impede o desenvolvimento do botão germinativo assim como das estruturas que o sucedem.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, M. O.; Mendonça, M. S. de. 2002. Aspectos morfo-anatômicos do embrião de *Euterpe precatoria* Mart. durante o processo germinativo. *Acta Botanica Brasilica*, 16(3): 241-249.
- Aguiar, M. O.; Mendonça, M. S. de. 2003. Morfo-anatomia da semente de *Euterpe precatoria* Mart. (Palmae). *Revista Brasileira de Sementes*, 25(1):37-42.
- Araújo, E.F.; Silva, R.F.; Araújo, R.F. 1994. Avaliação da qualidade de sementes de açaí armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 16(1):76-79.
- Bayer, C.; Appel, O. 1996. Occurrence and taxonomic significance of ruminant endosperm. *The Botanical Review*, 62(4):301-310.
- Bewley, J. D.; Black, M. 1994. *Seeds, physiology of development and germination*. 2 ed. New York: Plenum Press, 445 pp.
- Brasil. 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 365pp.
- Broschat, T. K. 1994. Palm seed propagation. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 360: 41-147.
- Carvalho, J. E. U.; Nascimento, W. M. O.; Müller, C. H. 1998. Características físicas e de germinação de sementes de espécie frutíferas nativas da Amazônia. Belém: EMBRAPA-CPATU, Boletim de Pesquisa, 203, 18p.
- Carvalho, N.M. & Nakagawa, J. 1988. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 424pp.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. 2000. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p.
- Donadio, L.C.; Môro, F.V.; Servidone, A. A. 2004. *Frutas brasileiras*. 2. ed. Jaboticabal: Editora Novos Talentos,. 248pp.
- Edmond, J. B. Drapalla, W. J. 1958. The effects of temperature, sand and soil and acetone on germination of okra seed. *Proceedings of the American society for Horticultural Science*, 71, 428-443.
- Iossi, E.; Sader, R.; Pivetta, K. F. L.; Barbosa, J. C. 2003. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de tamareira-anã (*Phoenix robelinii* O'Brien). *Revista Brasileira de Sementes*, 25(2):63-69.

- Gentil, D. F. de O.; Ferreira, S. A. do N. 2005. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). *Acta Amazonica*, 35(3):337-342.
- Laboriau, L. G. 1983. *A germinação das sementes*. Washington: Organização dos Estados Americanos, Monografias científicas, p. 170.
- Lorenzi, H.; Souza, H. M. de; Costa, J. T. de M.; Cerqueira, L. S. C.; BEHR, N. V. 1996. *Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Plantarum., 303pp.
- Maguire, J. D. 1962. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, Madison, 2(2):176-177.
- Martins, C. C.; Nakagawa, J.; Bovi, M. L. A. 2009. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de açaí. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 31(1): 231-235.
- Martins, C.C.; Nakagawa, J.; Bovi, M.L.A.; Stanguerlim, H. 1999. Teores crítico e letal de água para sementes de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). *Revista Brasileira de Sementes*, Campinas, 21(1): 125-132.
- Meerow, A. W. 1991. *Palm seed germination*. Gainesville: Florida Cooperative Extension Service, 10p, (Bulletin, 274).
- Nakagawa, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Eds). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 2.1-2.24.
- Nascimento, W. M. O. do; Silva, W. R. da. 2005. Comportamento fisiológico de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) submetidas à desidratação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27(3):349-351.
- Nogueira, O. L.; Carvalho, C. J. R.; Muller, C. H.; Galvão, E. U. P.; Silva, H. M.; Rodrigues, J.E.L.F.; Oliveira, M.S.P.; Carvalho, J. E. U.; Rocha Neto, O. G.; Nascimento, W. M. O.; Calzavara, B. B. G. 1995. *A cultura do açaí*. Coleção plantar. EMBRAPA-SPI, Brasília-DF.
- Oliveira, M. S. P.; Fernandes, G. L. C. 2001. Repetibilidade de caracteres de cachos de açaizeiro nas condições de Belém – PA. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal, 23 (3):613-616.
- Popinigis, F. 1985. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 289pp.
- Queiroz, M.H. 1986. Botão germinativo do palmitero como indicador de germinação. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 2:55-59.

- Silva, B. M. da S. e; Cesarino, F.; Lima, J. D.; Pantoja, T. de F; Moro, F. V. 2006 Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Oenocarpus minor* Mart. (Arecaceae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28(2):289-292.
- Silva e Silva, B. M. da; Vittimôro, F.; Sader, R.; Naomikobori, N. 2007. Influência da posição e da profundidade de sementeira na emergência de plântulas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. – Arecaceae). Comunicação Científica. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29 (1): 187-190.
- Simon, E. W.; Minchin, A.; Mcmenamin, M. M.; Smith, J. M. 1976. The low temperature limit for seed germination. *New Phytologist*, 77:301-311.
- Souza, L. A. de; Paoli, A. A. S. 2009. Estrutura da semente. In: Souza, L. A. de. (Org.). *Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação*. Ponta Grossa, Paraná: Todapalavra, p. 17-87.

CAPÍTULO II

ASPECTOS BIOQUÍMICOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* MART. E *Euterpe precatoria* MART.) SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES DE TEMPERATURA

1. INTRODUÇÃO

A temperatura é um dos principais fatores ambientais que atuam no controle da germinação, influenciando tanto a velocidade quanto o percentual germinativo, especialmente por alterar a velocidade de absorção de água e das reações químicas que podem degradar as reservas armazenadas nas sementes e a síntese de várias substâncias para o crescimento das plântulas (Bewley e Black 1994; Oliveira e Garcia, 2005).

As principais substâncias presentes nas sementes que compõem os metabólitos primários são carboidratos, lipídeos e proteínas, sendo que a proporção desses compostos normalmente varia de espécie para espécie e até mesmo entre espécies de uma mesma família. Essas substâncias são mobilizadas durante a germinação e no decorrer do desenvolvimento das plântulas seus produtos de degradação são usados para dar suporte à diferentes rotas metabólicas e/ou demandas funcionais das células, como a geração de energia e a produção de matéria-prima para a construção de novas células e tecidos (Mayer e Poljakoff-Mayber, 1975; Borges e Rena, 1993; Bewley e Black, 1994; Gonçalves *et al.*, 2002).

Dentre os principais compostos derivados dos carboidratos que atuam como reserva nas sementes, estão a sacarose e os oligossacarídeos da série rafínosica, o amido e os polissacarídeos de parede celular. Enquanto o amido é o composto de reserva de mais larga ocorrência nos vegetais, os polissacarídeos de parede celular ocorrem em alguns grupos taxonômicos, a exemplo do galactomanano, um dos mais abundantes na natureza. Acredita-se que em espécies da família Arecaceae os galactomananos pouco ramificados (chamados de mananos puros) confirmam dureza ao endosperma das sementes (Buckeridge *et. al.*, 2000; Buckeridge *et. al.*, 2004).

A mobilização das reservas de lipídeos tem sido bastante estudada em sementes oleaginosas de plantas cultivadas. Nessas, os lipídeos estocados na forma de triacilgliceróis, em estruturas denominadas oleossomos, nos cotilédones ou no endosperma, são hidrolisados à glicerol e ácidos graxos, sendo estes últimos convertidos a sacarose através das reações da β -oxidação. Assim sendo, os lipídeos atuam principalmente como fonte de carbono para a

germinação e desenvolvimento da plântula (Buckeridge *et. al.*, 2004; Borek *et. al.*, 2006; Graham, 2008).

As proteínas de reservas das sementes são encontradas em organelas celulares chamadas corpos protéicos. Essas proteínas são hidrolisadas à aminoácidos por enzimas proteolíticas, muitos dos quais podem permanecer nos tecidos de estocagem. No entanto, a maioria dos aminoácidos é translocada para órgãos em desenvolvimento, como o eixo embrionário. As proteínas podem ainda ser utilizadas como fonte de carbono e nitrogênio para o desenvolvimento da nova plântula (Ashton, 1976; Buckeridge *et. al.*, 2004).

Há relevante conjunto de informações a respeito dos conhecimentos fisiológicos e bioquímicos de plantas cultivadas. No entanto, informações que abordem tais aspectos em sementes de espécies de palmeiras da flora amazônica são relativamente escassas e pouco esclarecedoras.

Tendo em vista que pouco se conhece a respeito dos aspectos bioquímicos do processo de mobilização de reservas de sementes de espécies de palmeiras da Amazônia durante a germinação, o objetivo deste trabalho foi investigar as alterações na reservas de carboidratos, de lipídios e de proteínas durante a germinação de sementes de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* submetidas ao aumento de temperatura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Procedência do material biológico

Os frutos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* foram coletados a partir de 10 plantas matrizes, selecionadas no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA (3°05'30", 96°S e 59°59'38", 37°O), levando-se em consideração o porte dos indivíduos, a maturação e o estado fitossanitário dos frutos. Após a coleta os frutos foram acondicionados em sacos de polietileno e transportados para o Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal (MCT-INPA), local onde foi realizado o beneficiamento das sementes e instalação do experimento.

2.2. Beneficiamento das sementes

Os frutos foram mantidos em água morna (aproximadamente 30°C) durante quinze minutos e posteriormente, a polpa foi removida friccionando-os manualmente em uma peneira. Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente para total remoção da polpa. Posteriormente, foi feita assepsia das sementes com hipoclorito de sódio (2,0 a 2,5% de cloro ativo) durante cinco minutos, segundo metodologia descrita por Nogueira *et al.* (1995), com pequenas modificações.

2.3. Instalação do experimento

As sementes, depois de receberem o tratamento de assepsia, foram colocadas em caixas do tipo gerbox (11x11x3,5 cm) contendo papel como substrato e acondicionadas em câmara de germinação (ELETROlab, modelo EL 202) e submetidas às temperaturas constantes de 20°C, 25°C, 30°C, 35°C e 40°C, providas de lâmpadas fluorescentes de luz branca, programadas para fotoperíodo de 12:12 horas (luz:escuro), com acompanhamento diário. O papel foi umedecido sempre que necessário.

2.4. Análises dos compostos do metabolismo primário

A quantificação dos metabólitos primários (lipídios, carboidratos e proteínas totais) foi realizada em sementes quiescentes e a cada dez dias a partir da semeadura, durante o período de quarenta dias. Assim, os tempos de coleta e análises compreenderam: sementes

quiescentes, 10, 20, 30 e 40 dias de germinação, nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40°C. Após a coleta, o material biológico foi seco em estufa a 45°C durante 72 horas, pulverizado e armazenado em freezer (-20°C) conforme metodologia descrita por Corte *et. al.*, (2006), até a extração e quantificação de lipídeos, carboidratos e proteínas totais.

2.4.1. Extração de lipídeos

Os lipídeos totais foram estimados com base na massa, segundo o método modificado da A.O.A.C. (1990). Amostras pulverizadas das sementes de todas as temperaturas foram colocadas em cartuchos de papel e acondicionadas em aparelho soxhlet, sendo mantidas em refluxo durante seis horas, usando éter de petróleo como extrator. Ao final da extração, os cartuchos foram retirados, secos e pesados. O teor de lipídeo foi estimado pela diferença de peso da amostra seca inicial e final. O material desengordurado resultante foi utilizado para análise de carboidratos e proteínas.

2.4.2 Extração de carboidratos

Os carboidratos foram extraídos conforme metodologia descrita por Black *et al.* (1996), com modificações. Amostras de 600mg de material desengordurado foram homogeneizadas em 4,0mL de álcool 80% e, posteriormente, mantidas em banho-maria a 75 °C durante trinta minutos. Em seguida, foram centrifugadas a 10.000 rpm durante cinco minutos, repetindo-se esse processo por mais três vezes. Os sobrenadantes foram misturados em uma única amostra e posteriormente seca em estufa a 50°C até total evaporação do álcool; ressuspensos em 2,0mL de água ultra-pura o qual foi utilizada para as análises de açúcares solúveis. Os precipitados, após secos em estufa, foram utilizados para extração e quantificação de amido.

2.4.2.1. Quantificação de açúcares solúveis

A quantificação de açúcares solúveis foi realizada a partir da diluição de 10µl da amostra que foi ressuspensa em 2,0mL de água ultra-pura e adicionando-se 90µl de água ultra-pura. Dessa diluição original retirou-se 20µl e adicionou-se 980µl de água ultra-pura, 500µl de fenol 5% e 2,5mL de ácido sulfúrico. Posteriormente, homogenizou-se em vortex efetuando a leitura espectrofotométrica a 490nm, após quinze minutos, utilizando glicose (Sigma) como padrão, conforme metodologia descrita por Dubois *et. al.*, (1956).

2.4.3. Extração e quantificação de amido

A extração de amido foi realizada a partir de 20mg da amostra de onde foram extraídos os açúcares solúveis, o qual foi colocado em eppendorf e adicionado 1,0mL de ácido perclórico 35%, agitado em vortex e deixando digerir o amido durante quinze minutos. Após a digestão as amostras foram centrifugadas em microcentrífuga a 10.000 rpm, durante cinco minutos.

A quantificação do amido foi realizada em alíquotas de 30 μ L do sobrenadante, adicionadas à 970 μ L de água destilada, 500 μ L de fenol 5% e 2,5mL de ácido sulfúrico absoluto. Posteriormente, homogenizou-se em vortex efetuando a leitura espectrofotométrica a 490 nm, após 15 minutos, utilizando glicose (Sigma) como padrão, conforme metodologia descrita por Dubois *et. al.*, (1956).

2.4.4. Determinação do nitrogênio total

A quantificação do nitrogênio total foi realizada pelo método de Kjeldahl, utilizando procedimentos descritos no Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes da EMBRAPA (1999), após secagem em estufa à 65 °C durante 72 horas. Amostras de 100mg do material desengordurado foram colocadas em tubo de ensaio juntamente com 5,0mL de solução digestora. A digestão da amostra foi realizada em bloco digestor a 350 °C até o material apresentar-se incolor. Em seguida, realizou-se a destilação adicionando-se quinze mL de hidróxido de sódio (NaOH) 40% após mistura da amostra em 20mL de água destilada. O destilado foi coletado em becker contendo 10mL de ácido bórico (H₃BO₃) - solução receptora. A destilação se completou quando o volume do becker chegou a 60mL de uma solução com coloração verde menta, indicando a presença de nitrogênio na amostra. A titulação foi realizada utilizando ácido sulfúrico a 0,01 N. O teor de proteínas totais foi estimado utilizando o fator de correção 5,46 (Ezeagu, *et. al.*, 2002).

2.4.5. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, obedecendo o esquema fatorial 2x4 (2 espécies e 4 temperaturas) com 6 repetições (25 sementes para cada tratamento). A quantificação de lipídeos, açúcares solúveis, amido e proteínas totais foi

realizada utilizando três repetições feitas em triplicatas. Os dados obtidos foram submetidos à análises de variância e de regressão, utilizando o programa BioEstat versão 2.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Lipídeos

O teor de lipídeos encontrado nas sementes quiescentes de *E. oleracea* foi de 0,3%. Por outro lado, as sementes de *E. precatoria* apresentaram 0,5% e durante os 40 dias de análise da germinação e sob regimes crescentes de temperatura, o teor de lipídeos em tais sementes apresentaram alterações significativas quando comparadas com as sementes de *E. oleracea* (Figura 7).

As sementes de *E. oleracea* mantidas à temperatura de 20°C durante 10 dias de germinação, tiveram o teor inicial de lipídeos aumentados de 0,3% para 0,7%. A partir daí, esse teor foi reduzido para cerca de 0,4% no último dia de análise de germinação (Figura 7-A). Por sua vez, as sementes de *E. precatoria* mantiveram o teor inicial de 0,5% de lipídeos até os 10 dias de germinação, sendo que esse teor aumentou para 1,4% aos 20 dias de germinação e aos 40 dias diminuiu para menos da metade do teor observado aos 20 dias (0,6%) (Figura 7-A).

Na temperatura de 25°C, o teor inicial de 0,3% de lipídeos nas sementes de *E. oleracea* aumentou para 0,9% aos 10 dias de germinação. A partir dos 20 dias, esse teor foi reduzido na ordem de 0,5, 0,3 e 0,4%, aos 20, 30 e 40 dias, respectivamente (Figura 7-B). Para as sementes de *E. precatoria* mantidas nas mesmas condições de temperatura (25°C) os valores apresentaram acréscimo até os 20 dias, chegando ao valor de 1,3%. Nas leituras subsequentes, ou seja, aos 30 e 40 dias, verificou-se que os teores de lipídeos reduziram para 0,9 e 0,5% (Figura 7-B).

As sementes de *E. oleracea* germinadas em condições de temperatura de 30°C apresentaram acréscimo de 0,4% no teor de lipídeos aos 10 dias de germinação, sendo que aos 20 e 30 dias consecutivos esse teor reduziu-se para 0,3 e 0,2%, respectivamente. Aos 40 dias de germinação apresentou valores de 0,6% (Figura 7-C). Diferentemente, as sementes de *E. precatoria* mantidas sob as mesmas condições de temperatura (30°C) apresentaram até os 20 dias de germinação, teores de 1,2%, aos 20 dias, e aos 40 dias os valores decresceram para a metade do valor máximo, 0,6% (Figura 7-C).

Na temperatura de 35°C as sementes de *E. oleracea* tiveram seus teores iniciais de lipídeos aumentados de 0,3% na semente quiescente para 0,5% aos 10 dias de germinação. Posteriormente, houve decréscimo, mas ao fim do período de análise os lipídeos não apresentaram variação quando comparado com o início da germinação (Figura 7-D). Nas

sementes de *E. precatoria* mantidas sob as mesmas condições de temperatura (35°C), o teor inicial de lipídeos aumentou de 0,5 à 1,4% aos 10 dias de germinação, mas chegou ao término das análises exibindo teor da ordem de 0,7% (Figura 7-D).

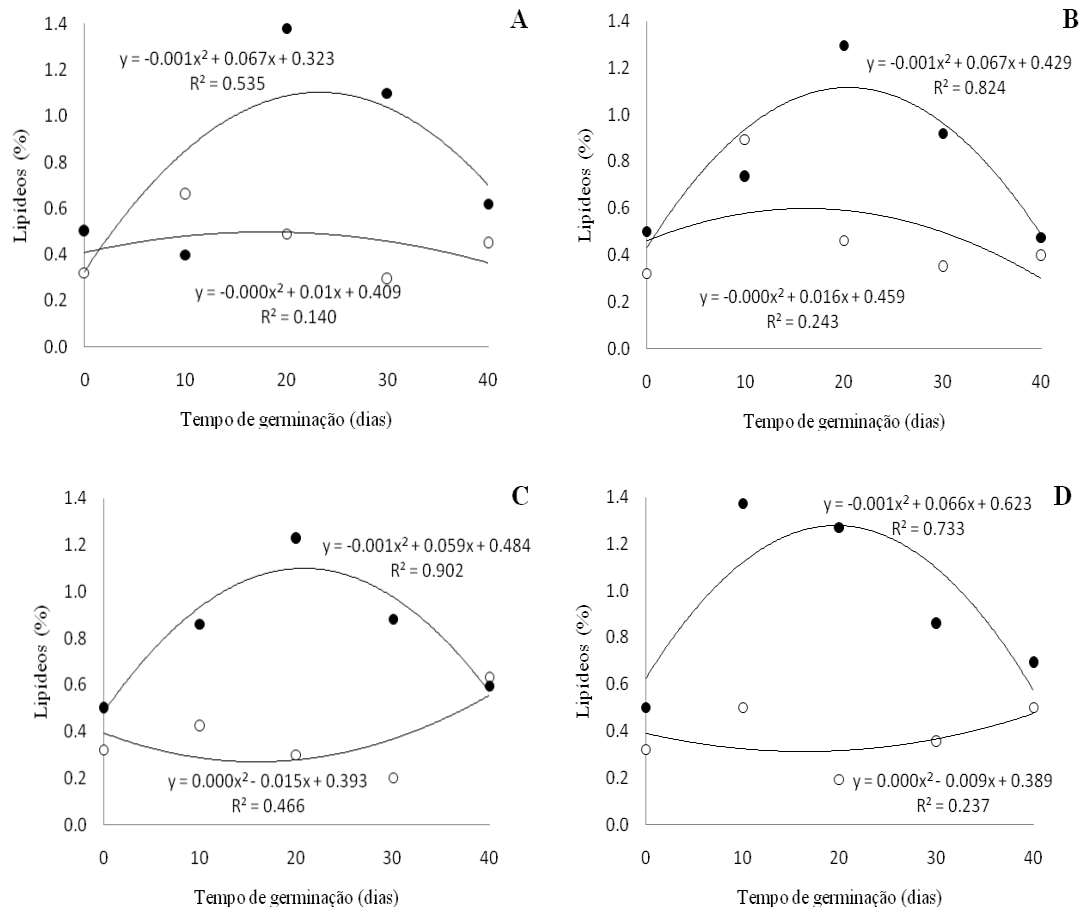


Figura 7. Alterações nos teores de lipídeos (%) em sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* submetidas à diferentes temperaturas e tempo de germinação (dias). A: Temperatura de 20°C; B: 25°C; C: 30°C e D: 35°C. A temperatura de 40°C não possibilitou a análise dos lipídeos, pois não houve germinação. *E. oleracea* (○) e *E. precatoria* (●).

De acordo com os resultados apresentados, pode-se considerar que as sementes de *E. oleracea* armazenam pouca quantidade de lipídeos como composto de reserva. Durante o período de germinação analisado (40 dias) esse teor sofreu alterações sendo, de modo geral, mais evidentes a partir dos 10 dias de germinação. Já as sementes de *E. precatoria* que apresentaram quase o dobro do teor de lipídeos que as sementes de *E. oleracea*, 0,5%, demonstram que, além de conter maior estoque desse metabólito como composto de reserva, o mesmo sofre alterações mais significativas durante o período observado, contribuindo assim,

de forma significativa para a germinação e desenvolvimento das plântulas, principalmente a partir dos 20 dias de germinação, período marcado pelo maior decréscimo desse metabólito.

No geral, o aumento dos teores de lipídeos seguidos de diminuições sugere que as reações de síntese e posterior degradação podem representar um mecanismo de uso de lipídeos nas sementes destas espécies. O fato é que a partir da análise de tendência das curvas percebe-se que houve comportamento semelhante para as duas espécies de *Euterpe* estudadas em função do tempo. Com relação ao efeito do aumento da temperatura na germinação das sementes das duas espécies de *Euterpe*, observou-se que não houveram alterações

Nas sementes de *E. precatoria*, a exceção da temperatura de 20°C, observa-se que houve inicialmente considerável síntese de lipídeos nos primeiros 20 dias da germinação em todas as temperaturas testadas. Nessas sementes, tal período antecede o início da emissão do botão germinativo. De acordo com Bayer e Appel (1996) as sementes de *E. precatoria* apresentam endosperma sólido e rígido, o que pode promover demora na degradação das substâncias de reserva presentes no endosperma e posterior absorção para o crescimento do embrião e formação dos tecidos da nova plântula. Portanto, é possível que antes da emissão do botão germinativo, a síntese de lipídeos seja adotada de maneira concentradora para suprir o alto gasto energético requerido para a formação dos novos tecidos, que ocorre posteriormente, na seqüência de tempo, exigindo maior demanda energética e, portanto maior síntese desse metabólito. Portanto, pode-se inferir que os lipídeos são requeridos mais fortemente para auxiliar na formação das novas estruturas da plântula de *E. precatoria*, o que é corroborado com o decréscimo no teor desse metabólito após a emissão do botão germinativo.

Na germinação de sementes de *E. oleracea*, o aumento na síntese de lipídeos é observado aos 10 dias de germinação, o qual é marcado pelo fim da emissão do botão germinativo. Nos dias subseqüentes observa-se, de modo geral, decréscimo nesse teor até o final dos 40 dias de germinação. De acordo com Bayer e Appel (1996) as sementes de *E. oleracea* apresentam endosperma ruminado, com sulcos e irregularidades, características essas que podem facilitar o suprimento de oxigênio e água para o desenvolvimento do embrião, graças ao aumento da área de contato entre o endosperma e o tegumento da semente. Portanto, o maior aporte de oxigênio e água para a semente pode ocasionar em maior degradação e posterior mobilização de lipídeos do endosperma para o embrião. Por conseguinte, o maior aporte energético requerido durante a germinação de tais sementes faz-se necessário principalmente nos estádios seguintes a emissão do botão germinativo, como a

formação de raízes, primeira e segunda bainha. Mesmo considerando que o menor aumento dos lipídeos nos primeiros dias da germinação pode se prestar ao mesmo propósito descrito acima para *E. precatória*, sendo que em menor intensidade.

De modo geral, é comum verificar que durante a germinação de sementes oleaginosas, os lipídeos armazenados são metabolizados à carboidratos em uma série de reações de uma seqüência metabólica conhecida como ciclo do glioxilato, onde o carbono gerado pela quebra dos lipídeos é convertido à carboidrato através da gliconeogênese para serem translocados dos cotilédones para os tecidos em desenvolvimento da nova plântula (Graham, 2008).

Corte *et al.*, (2006), estudando a mobilização das reservas orgânicas em sementes de *Caesalpinia peltophoroides*, encontraram altos teores de lipídeos mantidos como reserva da semente, sendo que durante a germinação ocorreu decréscimo significativo deste metabólito, sugerindo a possibilidade do mesmo promover maior aporte energético para o estabelecimento das plântulas. Diferentemente, as espécies de *Euterpe* apresentam baixos teores de lipídeos que tem acréscimos seguidos de diminuições algumas vezes acentuadas do teor desse composto. No entanto, em todos os tratamentos testados observaram-se mudanças nesses teores. Assim sendo, embora os lipídeos sejam estocados em pequenas proporções, o mesmo apresenta relevante importância, contribuindo de forma significativa com o fornecimento energético para o desenvolvimento e estabelecimento da nova plântula.

Vários estudos tem demonstrado que parece haver relação entre os metabólitos armazenados pelas sementes. Geralmente, quando os carboidratos são armazenados em menor quantidade, reservas como os lipídeos, que são mais energéticas, tendem a apresentar-se em maiores quantidades, como observado no endosperma das sementes de *Euphorbia heterophylla*, onde 60% do material estocado está na forma de lipídeos e o amido não é detectado em tais sementes (Suda e Giorgini, 2000). O teor de lipídeos apresenta rápido declínio imediatamente após a embebição até o final da germinação. No entanto, segundo esse autor, esse padrão é incomum, visto que para outras sementes de espécies cultivadas como pepino, milho e amendoim o declínio dos lipídeos ocorre em tempos mais tardios concomitante com o desenvolvimento da plântula

Nas reservas contidas nas sementes de *Aniba roseodora* verificou-se que os lipídeos juntamente com o amido são os compostos armazenados em maior quantidade, contribuindo com cerca de 18 e 48%, respectivamente. Outros metabólitos detectados, como açúcares solúveis e proteínas contribuem com um percentual bem menos expressivo, 6 e 0,6%, respectivamente (Lima *et. al.*, 2008).

De acordo com Corte *et. al.* (2006) o fato de algumas sementes estocarem grande quantidade de lipídeos como reserva pode estar relacionado à uma estratégia adaptativa inerente a espécie, possibilitando seu melhor estabelecimento em determinados ambientes.

3.2. Amido

Com relação ao teor de amido, as sementes quiescentes de *E. oleracea* apresentaram valores na ordem de 51,4% e as sementes de *E. precatoria* 56,7%. Durante os 40 dias de germinação em regimes crescentes de temperatura esses teores sofreram reduções expressivas.

As sementes de *E. oleracea* mantidas a temperatura de 20°C tiveram seus teores iniciais de amido diminuídos na ordem de 21 pontos percentuais, ou seja, o teor inicial decresceu de 51,4 a 30,4% aos 40 dias de germinação (Figura 8-A). Sob as mesmas condições de temperatura (20°C), as sementes de *E. precatoria* apresentaram a mesma tendência de decréscimo, com os teores iniciais de amido diminuídos de 56,7 a 42,9% (Figura 8-A).

As sementes de *E. oleracea* germinadas à temperatura de 25°C apresentaram redução significativa do teor de amido nos 40 dias de germinação, reduzindo de 51,4 a 32,5 % (Figura 8-B). Enquanto que nas sementes de *E. oleracea* os teores de amido diminuíram cerca de 19% durante os 40 dias de germinação, as sementes de *E. precatoria* apresentaram, durante o mesmo período, redução bem menos acentuada, com diminuição de 56,7 a 47,3%, o que corresponde com cerca de 9 pontos percentuais de degradação desse metabólito (Figura 8-B).

Na temperatura de 30°C, os teores iniciais de amido das sementes de *E. oleracea* tiveram seus valores reduzidos de 51,4 para 32,3% durante os 40 dias de germinação analisados (Figura 8-C). Já nas sementes de *E. precatoria* mantidas sob as mesmas condições de temperatura (30°C) os valores nos teores de amido decresceram de 56,7 para 45,0%, como mostra a Figura 8-C.

As sementes de *E. oleracea* mantidas à temperatura mais elevada (35°C) apresentaram redução de 51,4 a 32,0 % durante os 40 dias de germinação (Figura 8-D). As sementes de *E. precatoria*, mantidas sob as mesmas condições de temperatura, apresentaram decréscimo nos teores de amido de 56,7 a 39,9 % durante os 40 dias analisados (Figura 8-D).

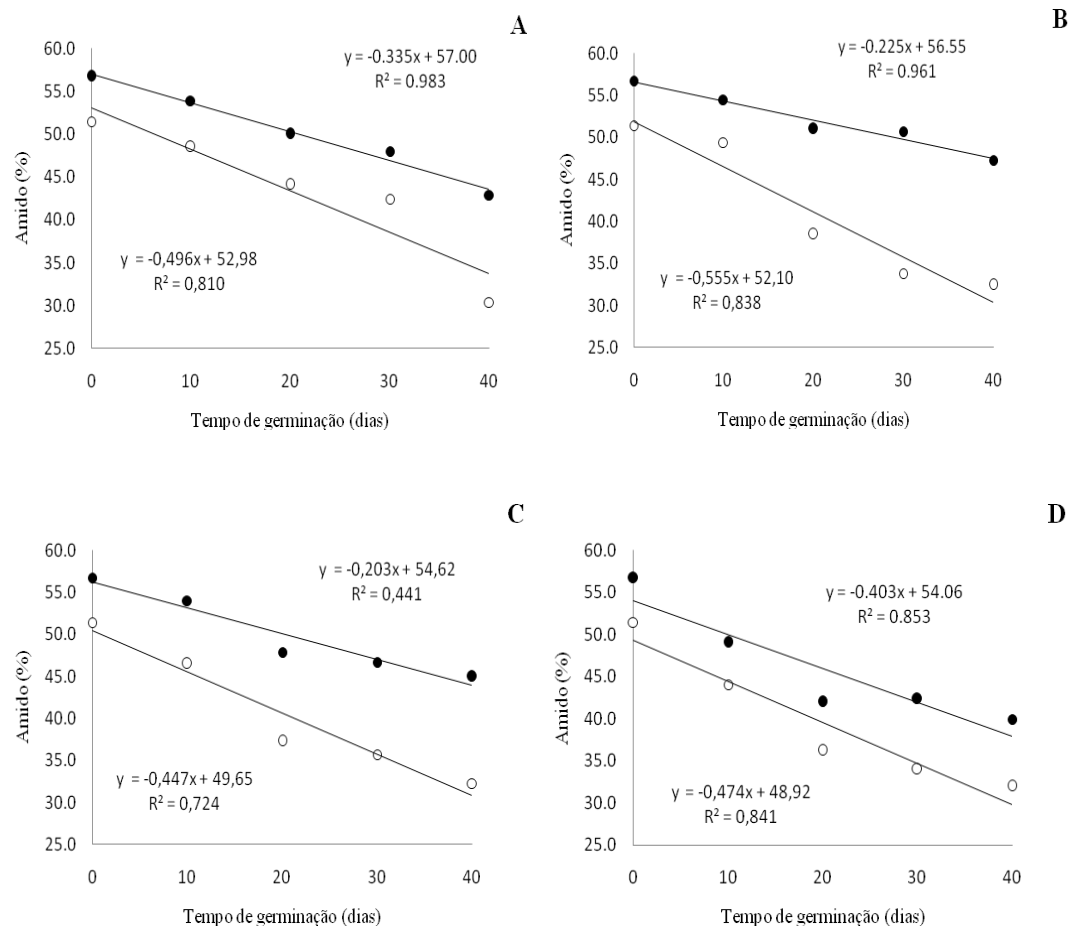


Figura 8. Alterações nos teores de amido (%) em sementes de *E. oleracea* e *E. precatória* submetidas à diferentes temperaturas e tempo de germinação (dias). A: Temperatura de 20°C; B: 25°C; C: 30°C e D: 35°C. A temperatura de 40°C não possibilitou a análise dos lipídeos, pois não houve germinação. *E. oleracea* (○) e *E. precatória* (●).

O amido é um composto largamente encontrado em sementes maduras, e suas maiores reservas localizam-se no endosperma ou nos cotilédones de muitas espécies. Por ser um composto estável, de cadeia longa e insolúvel em água, durante a germinação, enzimas como α -amilase, β -amilase e a fosforilase do amido apresentam fundamental importância na sua degradação. Dentre estas, a α -amilase e a fosforilase atuam diretamente na degradação dos grânulos de amido, sendo que esta última sem gasto de energia (ATP) e com incorporação de fósforo a molécula. A hidrólise do amido em açúcares solúveis contribui com a maior parte desse composto para desenvolvimento do embrião e/ou eixo embrionário durante o desenvolvimento da plântula (Bewley e Black, 1994; Ziegler, 1995, Buckeridge *et al.*, 2004).

Resultados que corroboram com os citados acima, foram encontrados por Lima *et al.*, 2008, investigando a germinação de sementes de *Aniba roseodora*, onde a maior atividade da

α -amilase é marcada pela alta mobilização do amido, principalmente antes da emergência da radícula.

Os teores de amido contido nas sementes de *E. oleracea* e *E. precatória* apresentaram-se elevados, podendo ser, portanto, consideradas sementes amiláceas. As alterações desses teores ocorreram de forma similar nas duas espécies e nas temperaturas testadas, isto é, exibindo diminuição constante desse composto desde o período pré-germinativo até o término das leituras aos 40 dias, período que já compreendia o processo germinativo e o início do desenvolvimento das plântulas, demonstrando relação direta entre a degradação da reserva de amido contida nas sementes o tempo de germinação e desenvolvimento das plântulas estudadas.

As sementes de *E. oleracea* apresentaram decréscimos nos teores de amido em todas as temperaturas testadas (20, 25, 30 e 35°C) e ao longo do período germinativo analisado, e o aumento da temperatura parece não ser um fator de exerça influência direta no processo de degradação de amido. No entanto, para as sementes de *E. precatória* sob as mesmas condições de temperatura, apenas a de 25°C demonstrou menor relação na degradação de amido, visto que seus teores iniciais apresentaram redução menos expressiva que as sementes mantidas nas outras temperaturas (20, 30 e 35°C).

Portanto, de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa e em virtude da intensa degradação das reservas de amido das sementes de *E. oleracea* e *E. precatória*, é possível inferir que estas reservas sejam requeridas tanto para a emissão do botão germinativo quanto para o desenvolvimento das plântulas dessas palmeiras.

As sementes de palmeiras apresentam elevados teores de polissacarídeos, como mananos e galactomananos, os quais conferem dureza ao endosperma das sementes, devido o alto grau de interatividade intermolecular formando cristais na parede celular. O grau de ramificação dos mananos define suas relações estrutura função, pois quanto menos ramificado for, maior a indicação de que a função biológica está relacionada com a dureza e proteção do embrião (Buckeridge *et al.*, 2000; 2004).

Altos teores de amido em sementes de espécies amazônicas dentre as quais *Myrciaria dubia* (66,2%) e *Eugenia stipitata* (71,1%) foram encontrados em estudos sobre mobilização de reservas, sendo que estes teores apresentaram alterações significativas durante a germinação das sementes à temperatura de 30°C, e requeridos mais intensamente para o desenvolvimento das plântulas, fato este que é evidenciado pela maior atividade da α -amilase nesse período (Melo, 2005; Melo *et al.*, 2009).

Durante a germinação de sementes de *Vigna unguiculata* foram detectados teores de amido tanto no eixo embrionário quanto nos cotilédones, e verificou-se que a diminuição do teor de amido ocorreu apenas no eixo, sem haver aumento do teor de açúcares solúveis, sendo que possivelmente, parte dos produtos da hidrólise tenham sido utilizados na respiração (Bezerra *et al.*, 2003).

No que se refere a relação dos teores de amido e lipídeos nas sementes de *Euterpe* estudadas, observa-se que o teor de amido em sementes de *E. oleracea* é aproximadamente 170 vezes maior que o teor de lipídeos e 112 vezes maior em sementes de *E. precatoria*, fato este que pode corroborar com a importância de tal composto para a germinação e desenvolvimento das plântulas de *Euterpe* estudadas. Em outras espécies amazônicas há registros também da alta relação entre o teor de amido e lipídeos, a exemplo do que foi observado em sementes de *Andira parviflora* (Gonçalves *et al.*, 2002).

3.3. Açúcares solúveis

O teor de açúcares solúveis encontrado nas sementes quiescentes de *E. oleracea* foi de 51,3% e durante os 40 dias de germinação e condições variadas de temperatura, esse teor reduziu significativamente. Por outro lado, as sementes de *E. precatoria* apresentaram valores bem menores, na ordem de 19,6%, e durante os 40 dias de germinação e condições variadas de temperatura, esse teor também diminuiu, sendo que em menor intensidade quando comparado com os teores das sementes de *E. oleracea* (Figura 9).

As sementes de *E. oleracea* mantidas à temperatura de 20°C apresentaram decréscimo constante do teor de açúcares solúveis de 51,3 para 36,3% , havendo portanto, degradação constante durante os 40 dias de germinação, o que representa decréscimo em cerca de 15 pontos percentuais (Figura 9-A). Por outro lado, as sementes de *E. precatoria* mantidas sob as mesmas condições de temperatura (20°C) apresentaram decréscimo de 6 pontos percentuais para o mesmo metabólito, diminuindo de 19,6 para 13,2% aos 40 dias de germinação (Figura 9-A).

Na temperatura de 25°C o comportamento do teor de açúcares solúveis nas sementes de *E. oleracea* foi similar ao das sementes mantidas à 20°C, onde o teor inicial de 51,3% apresentou diminuição constante durante os 40 dias de germinação, chegando à 36,1% (Figura 9-B). Já nas sementes de *E. precatoria* mantidas sob as mesmas condições de temperatura, o comportamento dos açúcares solúveis ao longo dos 40 dias de germinação apresentou relação

pouco expressiva, pois o teor inicial de 19,6% diminuiu para 17,1%, podendo-se afirmar que os teores do início ao fim das análises permaneceram relativamente estáveis (Figura 9-B).

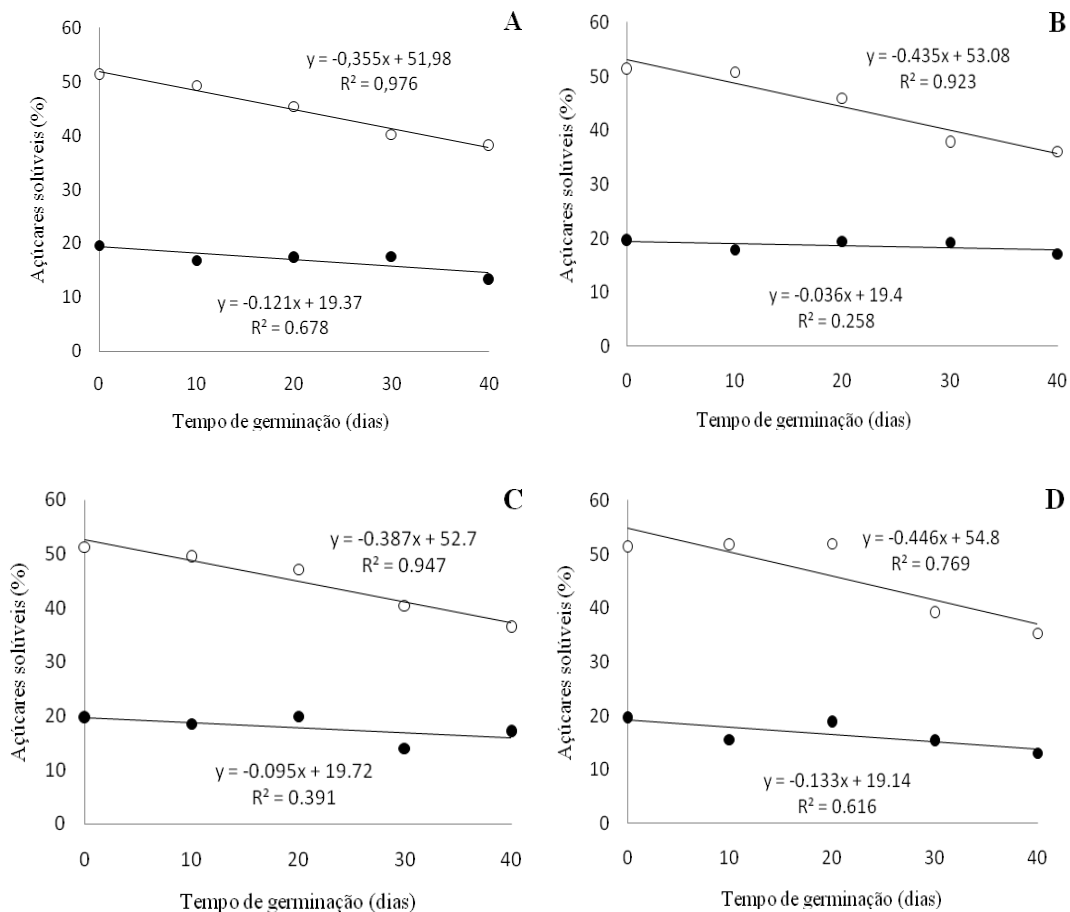


Figura 9. Alterações nos teores de açúcares solúveis (%) em sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* submetidas à diferentes temperaturas e tempo de germinação (dias). A: Temperatura de 20°C; B: 25°C; C: 30°C e D: 35°C. A temperatura de 40°C não possibilitou a análise dos lipídeos, pois não houve germinação. *E. oleracea* (○) e *E. precatoria* (●).

Nas sementes de *E. oleracea* mantidas à temperatura de 30°C os teores de açúcares solúveis decresceram de 51,3 à 36,4% durante os 40 dias de germinação (Figura 9-C). Por outro lado, as sementes de *E. precatoria* mantidas sob as mesmas condições de temperatura (30°C), apresentaram diminuição menos expressiva durante os 40 dias de germinação, variando de 19,6 à 17,1% (Figura 9-C).

Na temperatura de 35°C as sementes de *E. oleracea* mantiveram os teores iniciais de açúcares solúveis (51,3%) até os 20 dias de germinação (52,0%). No entanto, esse teor decresceu a partir dos 20 dias até os 40 dias de germinação (35,3%) (Figura 9-D). Por outro

lado, as sementes de *E. precatoria* mantiveram o comportamento observado nas outras temperaturas, com variações de 19,6 % nas sementes quiescentes para 13,1% ao final dos 40 dias de germinação (Figura 9-D).

As sementes de *E. oleracea* apresentaram teores de açúcares solúveis 2,6 vezes maiores do que o teores encontrados nas sementes de *E. precatoria*. De acordo com os resultados apresentados, as sementes de *E. oleracea* apresentaram comportamento semelhante, no que se refere a degradação desse metabólito, durante os 40 dias de germinação e em todas as temperaturas testadas. Por outro lado, as sementes de *E. precatoria* além de apresentarem teores de açúcares solúveis menos expressivos, estes mantiveram suas concentrações, de modo geral, menos variáveis durante os 40 dias de avaliação do processo germinativo em todas as temperaturas testadas.

Os açúcares solúveis são as primeiras reservas a serem utilizadas após a embebição das sementes e, pela ação de várias enzimas, verifica-se que substâncias complexas como amido são transformadas em moléculas menores e solúveis que fornecerão energia e/ou ajudarão na formação de estruturas da nova plântula (Ziegler, 1995). Portanto, para as sementes de *E. precatoria*, além da contribuição energética fornecida pelos açúcares solúveis, outros metabólitos contribuem no aporte energético para a germinação e formação da nova plântula. Nesta espécie, a degradação de lipídeos ocorre de forma significativa durante a germinação, principalmente a partir dos 20 dias de germinação. Assim sendo, tal metabólito contribui também para a germinação das sementes juntamente com os açúcares solúveis.

Os resultados encontrados para as sementes de *E. oleracea* apresentam-se semelhantes ao comportamento encontrado na germinação de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* para o mesmo metabólito, pois de acordo com o observado nessas sementes, houve declínio constante nos teores de carboidratos solúveis durante os 35 dias de germinação (Corte *et al.*, 2006).

Benzioni *et al.*, (2006) relataram decréscimo expressivo na porcentagem de açúcares durante a germinação de sementes de jojoba, principalmente a partir dos 40 dias de observação. No entanto, a proporção desse composto em relação aos lipídeos é bem menor, ao contrário do que ocorre com as semente de *E. oleracea* e *E. precatoria* que apresentam quantidades bem maiores de açúcares solúveis em relação à quantidade de lipídeos estocados.

3.4. Proteínas totais

A percentagem de nitrogênio total nas sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* foi convertida em teor de proteína bruta multiplicando-se pelo fator 5,46, pois o fator 6,25 comumente utilizado, superestima o conteúdo de nitrogênio total em função de boa parte desse composto ser de origem não protéica, pois vários outros compostos presentes em tecidos vegetais como alcalóides, sais de amônio, aminoácidos livres, etc, contém nitrogênio em sua estrutura, representando assim, fator importante para não generalizar o uso do fator 6,25 (Ezeagu *et. al.*, 2002).

Os teores de proteínas totais presente nas sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* apresentaram-se pouco expressivos quando comparados com os teores de carboidratos, mas foram superiores aos teores de lipídeos. Para as sementes quiescentes de *E. oleracea* os teores de proteínas totais apresentaram valores na ordem de 2,9% e para as sementes de *E. precatoria* de 2,8%. Esses teores iniciais sofreram pequenas alterações tanto em função dos 40 dias analisados quanto em função do aumento de temperatura (Figura 10).

Durante os 40 dias de germinação e sob os regimes diferenciados de temperatura, tanto as sementes de *E. oleracea* quanto as de *E. precatoria* não apresentaram alterações significativas nesses teores, indicando, por conseguinte, a baixa mobilização e/ou utilização durante o processo germinativo dessas espécies (Figura 10A-D).

As sementes de *E. oleracea* mantidas à temperatura de 20°C apresentaram acréscimo no teor de proteínas totais de 2,9 para 3,1% nos 10 primeiros dias de germinação, mantendo-se estável até o fim dos 40 dias de germinação observados (Figura 10-A). As sementes de *E. precatoria* mantidas nas mesmas condições tiveram seus teores de proteínas totais iniciais (2,8%) mantidos até os 10 dias de germinação. Posteriormente, houve pequeno acréscimo à 2,9%, o qual manteve-se relativamente estável até o fim de análise do processo germinativo (Figura 10-A).

Na temperatura de 25°C, as sementes de *E. oleracea* apresentaram comportamento de mobilização de proteínas similar às sementes mantidas à temperatura de 20°C, ou seja, houve aumento no teor de proteínas totais aos 10 dias de germinação, de 2,9 à 3,1% e posteriormente, após decréscimo, mantendo-se estável até os 30 dias (Figura 10-B). As sementes de *E. precatoria* mantidas sob as mesmas condições de temperatura apresentaram comportamento diferente das sementes de *E. oleracea*, pois observou-se aumento no teor

protéico apenas aos 10 dias de germinação, de 2,8 para 2,9%, e durante os últimos 30 dias seguintes esse valor não sofreu alterações (Figura 10-B).

Sementes de *E. oleracea* mantidas à temperatura de 30°C apresentaram teor de proteínas diretamente proporcional ao tempo de germinação, pois o teor inicial de 2,9% sofreu acréscimo à 3,2% ao final dos 40 dias de germinação (Figura 10-C). Por outro lado, as sementes de *E. precatoria* apresentaram comportamento diferente, visto que o teor inicial de proteínas apresentou acréscimo à 2,9% aos 20 dias. A partir dos 30 dias de germinação, esse teor apresentou decréscimo à 2,8%, o qual manteve-se até os 40 dias de mantendo-se constante até o 40 dias (Figura 10-C).

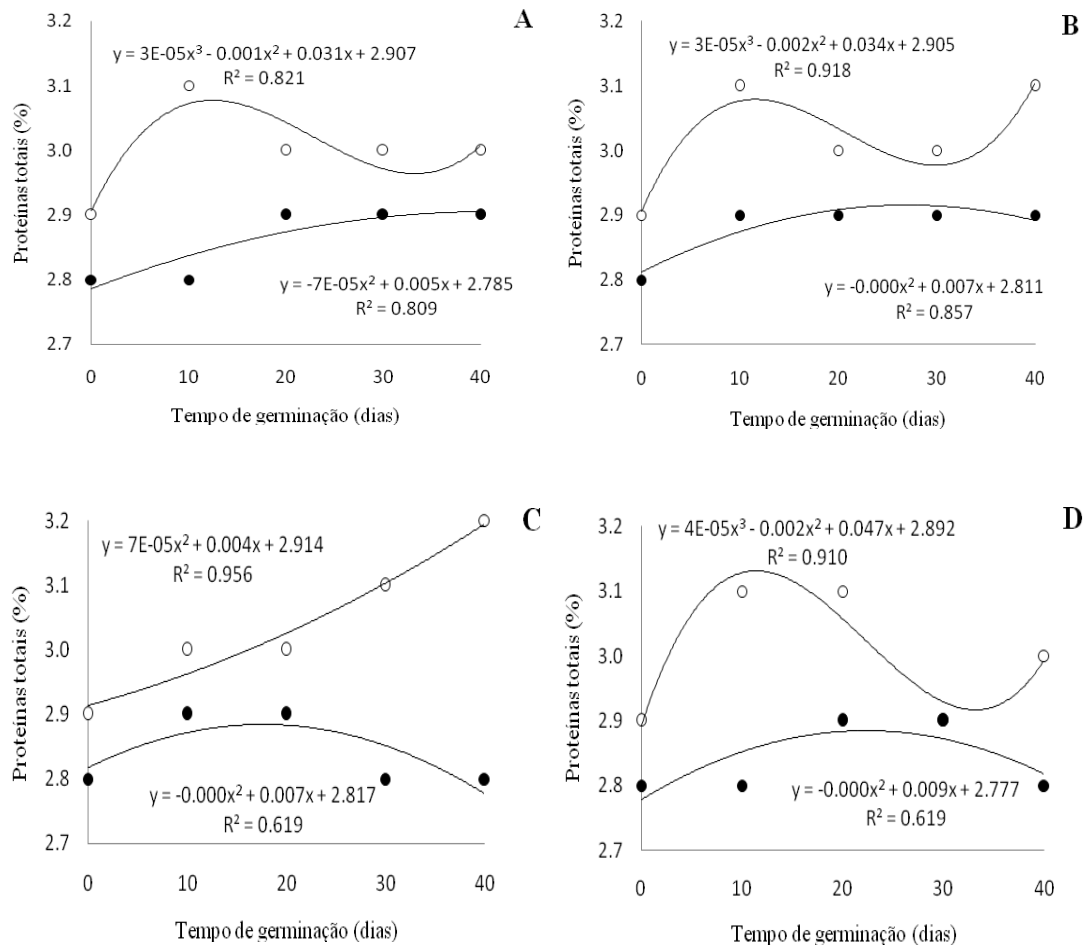


Figura 10. Alterações nos teores de proteínas totais (%) em sementes de *E. oleracea* e *E. precatoria* submetidas à diferentes temperaturas e tempo de germinação (dias). A: Temperatura de 20°C; B: 25°C; C: 30°C e D: 35°C. A temperatura de 40°C não possibilitou a análise dos lipídeos, pois não houve germinação. *E. oleracea* (○) e *E. precatoria* (●).

Sob temperatura de 35°C as sementes de *E. oleracea* tiveram seus teores de proteínas variando entre 2,9 e 3,1% durante todo o período de análise (Figura 10-D). Para as sementes de *E. precatória* submetidas a mesma temperatura, verificou-se que os 40 dias de germinação foram marcados por alterações bem menos significativas (Figura 10-C).

De modo geral, as temperaturas de 20, 25 e 35°C promovem oscilações mais evidentes no conteúdo protéico das sementes de *E. oleracea*, o que é comprovado quando se analisa o comportamento desse composto durante os 40 dias de germinação de tal espécie. E dentre essas temperaturas citadas acima, ressalta-se maior mobilização de proteínas nos primeiros 10 dias de germinação, período esse marcado pelo final da emissão uniforme do botão germinativo em todas as temperaturas testadas. Por outro lado, as sementes de *E. oleracea* submetidas a temperatura de 30°C apresentaram relação diretamente proporcional do teor de proteínas com o tempo de germinação analisado. Observou-se, portanto, ganho do teor de proteínas durante os 40 dias de germinação.

De acordo com Corte *et. al.*, (2006) a mobilização do conteúdo de proteínas dos cotilédones de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* teve início já com a emissão da radícula e apresentou decréscimo até a total senescência dos cotilédones, o que corrobora com os resultados obtidos por Muntz *et. al.* (2001) de que a mobilização das proteínas armazenadas nos cotilédones só é detectável após a emissão da radícula. No entanto, a germinação de *E. oleracea* apresenta inicialmente não uma tendência de degradação e/ou mobilização de proteínas como observado em outras espécies, e sim de síntese, visto que os teores são aumentados no início da germinação e só, posteriormente, os mesmos começam a apresentar tendência de decréscimo em função do tempo de germinação.

Na germinação de sementes de *E. oleracea* os períodos posteriores aos 10 dias de germinação são marcados pela emissão e formação de estruturas como raízes secundárias, primeira e segunda bainha. Portanto, é provável que uma das estratégias bioquímicas, no que se refere à mobilização de proteínas, adotadas por tal espécie seja a síntese de proteínas no início da germinação para posteriormente serem degradadas e mobilizadas, de forma a contribuir fortemente com o aporte de macromoléculas para a formação de estruturas da nova plântula.

Por outro lado, as sementes de *E. precatória* apresentaram comportamento diferente ao apresentado pelas sementes de *E. oleracea*, tanto no que se refere ao tempo de germinação quanto as temperaturas às quais foram submetidas durante o processo germinativo. De maneira geral, as sementes de *E. precatória* apresentam aumento nos teores protéicos aos 10

dias de germinação em sementes mantidas sob as condições de temperatura de 25 e 30°C os quais são mantidos durante o processo de germinação. No entanto, nas temperaturas de 20 e 35°C os teores protéicos mantiveram-se estáveis até os 10 dias, apresentando aumento a partir dos 20 dias de germinação, sem haver ainda emissão do botão germinativo. Tal fato pode ser explicado em decorrência das sementes de *E. precatoria* apresentarem tempo maior para germinação assim como desuniformidade na germinação e no desenvolvimento das estruturas da plântula. No entanto, para tal espécie seria necessário maior tempo de germinação e análises a fim de confirmar se as proteínas de reserva sintetizadas no período pré-germinativo seriam degradadas e, posteriormente, mobilizadas para a formação de estruturas da nova plântula.

A mobilização de metabólitos em sementes de *Aniba roseodora* submetidas a temperatura de 25°C demonstrou que o teor de proteínas contido nas sementes quiescentes além de ser pouco expressivo (0,6%), durante a germinação das sementes as alterações são pouco significativas, salientando assim, pouca contribuição desse metabólito para a formação de estruturas para a nova plântula (Lima et al., 2008).

As sementes *Caesalpineia peltophoroides* contribuem com 7,7% de proteínas da massa seca dos cotilédones, sendo que durante a germinação essa porcentagem decresceu significativamente, demonstrando que a degradação desse metabólito tem papel importante para a formação de novos tecidos e crescimento da plântula (Corte et. al., 2006).

Diante dos resultados obtidos para os três metabólitos analisados percebe-se que na sequência, os carboidratos correspondem qualitativamente às reservas mais estocadas nas sementes e mobilizadas durante a germinação, seguidas pelas proteínas e por último pelos lipídeos. No que se refere aos diferentes regimes de temperatura aos quais a germinação das sementes de *E. olerace* e *E. precatoria* foram submetidas, observou-se comportamento semelhantes para as duas espécies.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes das duas espécies de *Euterpe* estudadas armazenam na seqüência maiores teores de carboidratos, proteínas e lipídeos como reservas para ser utilizadas na germinação.

Os teores de açúcares solúveis e amido analisados nas sementes de *E. oleracea* demonstram que estes metabólitos são os mais importantes durante o processo de germinação e fornecimento de energia e/ou formação da nova plântula, pelo fato de terem suas reservas degradadas fortemente durante todo o processo analisado.

As sementes de *E. precatória*, apesar de apresentarem teores relativamente diferentes no que se refere aos teores de amido e açúcares solúveis, tanto nas sementes quiescentes quanto durante a germinação, tal fato não implica em menor importância para o processo germinativo e, conseqüentemente mobilização de tais metabólitos, em particular, no que se refere à degradação de amido, uma vez que, as alterações nesse metabólito são significativas durante a germinação desta espécie.

As proteínas totais e lipídeos das sementes das espécies de *Euterpe* estudadas, mesmo apresentando menores teores que os carboidratos, devem ter participação no processo germinativo por efeito da temperatura, haja vista o grau de alterações ocorridas durante o processo germinativo dessas palmeiras.

5. CONCLUSÕES FINAIS

As espécies de palmeiras estudadas, *E. oleracea* e *E. precatória*, embora pertençam a mesmo gênero, apresentam características germinativas bastante distintas.

E. oleracea é uma espécie de fácil propagação, apresentando como características fisiológicas a alta germinabilidade, o curto espaço de tempo e a uniformidade na germinação, tendo como temperatura ótima para tais eventos, temperaturas em torno de 25 e 30°C. As temperaturas mais elevadas mostraram-se desfavoráveis a germinação, pelo fato de prejudicarem o desenvolvimento do botão germinativo e da plântula.

E. precatória também apresenta-se como uma espécie de fácil propagação. No entanto, com desenvolvimento lento e desuniforme, sendo as temperaturas na faixa de 25 e 30°C como sendo as mais indicadas para a germinação desta espécie.

Os compostos armazenados nas sementes de *E. oleracea* e *E. precatória* apresentam teores similares em ambas espécies, com pequenas diferenças.

Carboidratos são os compostos armazenados em maior quantidade nas sementes de *E. oleracea* e *E. precatória*, e estes contribuem de forma significativa para a germinação e desenvolvimento das plântulas.

Lipídeos e proteínas são compostos estocados em menor quantidade nas sementes de *E. oleracea* e *E. precatória*. No entanto, em virtude das alterações ocorridas durante o processo germinativo, demonstram que colaboram com os processos metabólicos e bioquímicos que ocorrem durante a germinação e desenvolvimento das plântulas, no que concerne ao fornecimento de energia ou a formação de novas estruturas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists: Washington, D. C.
- Ashton, F. M. 1976. Mobilization of storage proteins of seeds. *Annual. Review of Plant Physiology*, 27: 95-117.
- Bayer, C.; Appel, O. 1996. Occurrence and taxonomic significance of ruminant endosperm. *The Botanical Review*, 62(4):301-310.
- Bewley, J. D.; Black, M. 1994. *Seeds: Physiology of development and germination*. New York: Plenum Press.
- Benzioni, A.; Boven, M. V.; Ramamoorthy, S.; Mills, D. 2006. Compositin changes in seeds and embryo axis of jojoba (*Simmondsia chinensis*) during germination and seedling emergence. *Industrial crops and products*, 23: 297-303.
- Bezerra, M. A.; Alves, J. D.; Oliveira, Luiz, E. M. de.; Prisco, J. T. 2003. Caracterização morfológica de reservas durante os estádios iniciais de desenvolvimento de plântulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 34 (2): 253-259.
- Black, M.; Corbineau, F.; Grzesik, M.; Guy, P.; Côme, D. 1996. Carbohydrate metabolism in the developing and maturing wheat embryo in relation to its desiccation tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 47(295): 161-169.
- Borek, S.; Ratajczak, W.; Ratajczak, L. 2006. Ultrastructural and enzymatic research on the role of sucrose in mobilization of storage lipids in germinating yellow lupine seeds. *Plant Science*, 170: 441-452.
- Borges, E. E. L.; Rena, A. B. 1993. Germinação de sementes. In: Aguiar, I. B.; Pina-Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília, ABRATES, 350pp.
- Buckeridge, M.; Tiné, M. A. S.; Santos, H. P. dos; Lima, D. U. 2000. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes. Estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12 (Edição Especial), p. 137-162.
- Buckeridge, M. S.; Aidar, M. P. M.; Santos, H. P. dos; Tiné, M. A. S. 2004. Acúmulo de reservas. In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (Orgs). *Germinação do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, p. 31-50.
- Corte, V. B.; Borges, E. E. de L.; Pontes, C. A.; Leite, I. T. de A.; Ventrella, M. C.; Mathias, A. de A. 2006. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e

- crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae-Caesalpinoideae). *Revista Árvore*, 30 (6): 941-949.
- Dubois, M.; Gillews, K.A.; Hamilton, J.K.; Reber, P.A.; Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Chemistry*, Washington, 28 (3): 350-356.
- Embrapa. 1999. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa. Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 370p.
- Ezeagu, I. E.; Petzke, J. K.; Metges, C. C.; Akinsoyinu, A. O.; Ologhobo, A. D. 2002. Seed protein contents and nitrogen-to-protein conversion factors for some uncultivated tropical plant seeds. *Food Chemistry*, 78: 105-109.
- Graham, I. A. 2008. Seed storage oil mobilization. *Annual Review of Plant Biology*, n. 59: 115-142.
- Gonçalves, J. F. de C.; Fernandes, A. V.; Oliveira, A. F. M.; Rodrigues, L. F.; Marengo, R. A. 2002. Primary metabolism components of seeds from Brazilian Amazon tree species. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 14 (2): 139-142.
- Lima, R. B. S., Gonçalves, J. F. de C., Pando, S. C., Fernandes, A. V., Santos, A. L. W. 2008. Primary metabolite mobilization during germination in rosewood (*Aniba roseodora* Ducke) seeds. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 32 (1): 19-25.
- Mayer, A. M.; Poljakoff-Mayber, A. 1975 *The germination of seeds*. New York: Pergamon press, McMillan, 236pp.
- Melo, Z. L. de O. 2005. *Aspectos fisiológicos e bioquímicos durante a germinação de sementes de espécies da flora amazônica*. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 76 pp.
- Melo, Z. L. de O. ; Gonçalves, J. F. de C.; Mazzafera, P. ; Yara, D. 2009. Mobilization of seed reserves during germination of four tropical species of the Amazon Rainforest. *Seed Science and Technology*, 37: 597-607.
- Muntz, K.; Belosersky, M. A.; Dunaevsky, Y. E.; Schlereth, A.; Tiedmann, J. 2001. Stored proteinases and the initiation of storage protein mobilization in seeds during germination and seedling growth. *Journal of Experimental Botany*, 52(362): 1741-1752.
- Nogueira, O.L.; Carvalho, C.J.R.; Muller, C.H.; Galvão, E.U.P.; Silva, H.M.; Rodrigues, J.E.L.F.; Oliveira, M.S.P.; Carvalho, J.E.U.; Rocha Neto, O.G.; Nascimento, W.M.O. &

- Calzavara, B.B.G. 1995. *A cultura do açaí*. Coleção plantar. EMBRAPA-SPI, Brasília-DF.
- Oliveira, P. G.; Garcia, Q. S. 2005. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Syngonanthus elegantulus* Ruhland, *S. elegans* (Bong.) Ruhland e *S. venustus* Silveira (Eriocaulaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 19 (3): 639-645.
- Suda, C. N. & K.; Giorgini, J. F. 2000. Seed reserve composition and mobilization during germination and initial seedling development of *Euphorbia heterophylla*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12 (3): 226-245.
- Ziegler, P. 1995. Carbohydrate degradation during germination. *In*: Kigel, J.; Galili, Gad. *Seed development and germination*.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)