

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS VISANDO  
MINIMIZAR A DORMÊNCIA EM SEMENTES DE TUCUMÃ**  
*(Astrocaryum aculeatum G. MEY.)*

**PATRÍCIA NAZÁRIO**

MANAUS-AM  
Fevereiro/ 2006

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS VISANDO  
MINIMIZAR A DORMÊNCIA EM SEMENTES DE TUCUMÃ**  
*(Astrocaryum aculeatum G. MEY.)*

**PATRÍCIA NAZÁRIO**

MANAUS-AM  
Fevereiro/ 2006

**PATRÍCIA NAZÁRIO**

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS VISANDO  
MINIMIZAR A DORMÊNCIA EM SEMENTES DE TUCUMÃ  
(*Astrocaryum aculeatum* G. MEY.)**

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM para obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias, área de concentração em Ciências de Florestas Tropicais.

Orientador: Sidney Alberto do Nascimento Ferreira

Apoio financeiro: FAPEAM 878/2003

MANAUS-AM  
Fevereiro/ 2006

NAZÁRIO, Patrícia

Tratamentos pré-germinativos visando minimizar a dormência em sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) -- 2006.

89 f.: il.

Dissertação (mestrado)—Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

1. Palmeira 2. Germinação 3. Emergência 4. Arecaceae 5. Anatomia do tegumento. I. Título

CDD

*Aos meus pais, Domingos e Maria Alice, às  
minhas irmãs, Daniella e Juliana, à minha  
sobrinha, Luana, e ao meu namorado, Giuliano.  
Dedico*

"Para conhecer é preciso amar"  
(Santo Agostinho)

"A vida sem ciência é uma espécie de morte"  
(Sócrates)

"A ciência só serve para nos dar uma noção  
da extensão da nossa ignorância"  
(Lammennais)

"Lastimável é pensar alguém que é mestre  
quando nunca foi discípulo"  
(Fernando de Rojas)

"A alegria e o amor são duas grandes asas  
para os grandes feitos"  
(Goethe)

"É preciso ter um caos dentro de si para dar  
à luz uma estrela cintilante"  
(Nietzsche)

## AGRADECIMENTOS

- Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por ter me dado força, saúde e inspiração e por ter colocado pessoas tão boas na minha vida, antes mesmo do meu nascimento...
- ...A começar por meus pais, que sempre me incentivaram nas minhas escolhas, me conduzindo a trilhar o caminho do conhecimento. Mesmo tendo que pagar o preço da distância, sempre lutaram junto comigo pelos meus sonhos. Obrigada por tudo, sempre!
- Ao meu namorado, Giuliano, por sempre estar ao meu lado, nos bons e nos maus momentos, por todo amor e paciência comigo nas horas mais difíceis.
- Às minhas queridas irmãs, Daniella e Juliana e minha sobrinha Luana, por todo o carinho que sempre tiveram comigo.
- Ao Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira, pela orientação neste trabalho, por todo apoio em todas as etapas, pela dedicação aos ensinamentos, pelos conselhos, por me escutar a qualquer hora e por ter feito a soma de tudo isso resultar em amizade.
- À Dra. Isolde Ferraz pelas dicas preciosas na elaboração deste trabalho e pela dedicação e amizade.
- À Dra. Jerusa de Souza Andrade e ao técnico Raimundo Souza, pelos ensinamentos e pela ajuda nos trabalhos de laboratório.
- À Dra. Maria Sílvia de Mendonça, ao Manuel e à Bárbara pela colaboração e pela boa vontade que tiveram comigo e à Dra. Maria Gracimar de Araújo, pela dedicação aos ensinamentos e pelo esforço para que esse trabalho pudesse ser realizado.
- À Dra. Maria de Jesus Coutinho Varejão, por ceder o laboratório para que parte deste trabalho pudesse ser realizado.
- Aos membros da banca julgadora; Dr. Antonio Carlos de Souza Medeiros, Dra. Denise Santana, Dr. Charles Clement, Dra. Isolde Ferraz e Dra. Maria Silvia de Mendonça.
- Ao Dr. José Francisco de Carvalho Gonçalves, por ceder gentilmente equipamentos de laboratório para a conclusão deste trabalho e ao pessoal do laboratório de fisiologia.
- À Dra. Rosalee Albuquerque Coelho Netto pela atenção dedicada na identificação dos fungos.

- Aos colegas do curso de mestrado (galerosos - CFT), em especial aos amigos Ralph, Daniel, Pauletto, Allan, Dalva, Lianna, Renata, Juliana, André, Leduc, Bari, Raquel, Montanha e Jegue.
- Aos companheiros de laboratório, Daniel, SeedBeth, Seeddréia, Darci, Sammy, Rejane e SeedBethinha.
- Às amigas do futebol, por estarem comigo na hora de aliviar o estresse.
- Aos funcionários Sr. Luiz e Sr. Walderico, pelo esforço realizado sempre que foi solicitado.
- Às secretárias do curso CFT, Jaqueline, Franci e Ana Clícia.
- Aos amigos Alves, Punk, Alexandre, Rodrigo, Aleco, Aline, Manu, Trícia, Maria, Marina, Klaus, Geléia, Café, Dalton, Biguá, Jean, amigos do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, e, em especial à Carol e ao Leduc.
- À Milena, à Suzana, à Fernanda e à Adriana, amigas de longa data.
- À Tia Maria, pelo afeto.
- Ao Professor Antonio Carlos Nogueira, o primeiro a me incentivar na pesquisa na área de sementes.
- Ao Dr. Niro Higuchi, pelos conselhos estatísticos e pessoais, por todas as vezes em que me ajudou.
- Aos RAMONES.
- À Gallerita.
- À CAPES pela concessão da bolsa e ao CNPQ e FAPPEAM por financiar este trabalho.
- A todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado e àqueles amigos que ficaram longe, mas sempre guardados no coração.



## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMO GERAL .....	xi
GENERAL ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	13
2. OBJETIVO GERAL .....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
3.1. CARACTERÍSTICAS DE <i>Astrocaryum aculeatum</i> .....	15
3.2. GERMINAÇÃO.....	17
3.3. DORMÊNCIA .....	19
3.4. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PALMEIRAS .....	23
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
CAPÍTULO I .....	30
EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE <i>Astrocaryum aculeatum</i> EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E DO PERÍODO DE EMBEBIÇÃO DAS SEMENTES .....	30
RESUMO .....	31
ABSTRACT .....	32
1.1.INTRODUÇÃO .....	33
1.2. OBJETIVO .....	34
1.3. MATERIAL E MÉTODOS .....	34
1.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36
1.5. CONCLUSÕES .....	40
1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40
CAPÍTULO II .....	42

<b>EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE <i>Astrocaryum aculeatum</i> EM FUNÇÃO DO GRAU DE UMIDADE E DO PRÉ-TRATAMENTO, COM CALOR, DAS SEMENTES.....</b>	<b>42</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>43</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>44</b>
<b>2.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>2.2. OBJETIVO .....</b>	<b>46</b>
<b>2.3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>46</b>
<b>2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>2.5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>52</b>
<b>2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>54</b>
<b>GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Astrocaryum aculeatum</i> EM SACOS PLÁSTICOS EM FUNÇÃO DO GRAU DE UMIDADE E DO PRÉ-TRATAMENTO COM CALOR.....</b>	<b>54</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>55</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>56</b>
<b>3.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>57</b>
<b>3.2. OBJETIVO .....</b>	<b>58</b>
<b>3.3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>58</b>
<b>3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>3.5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>63</b>
<b>3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>63</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>66</b>
<b>EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SEMENTES DE DIFERENTES PROGÊNIES DE <i>Astrocaryum aculeatum</i>.....</b>	<b>66</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>67</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>68</b>
<b>4.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>69</b>

4.2. OBJETIVO .....	70
4.3. MATERIAL E MÉTODOS .....	70
4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	74
4.5. CONCLUSÕES .....	81
4.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	82
CAPÍTULO V.....	84
ANATOMIA DO TEGUMENTO E NATUREZA HISTOQUÍMICA DA SEMENTE DE <i>Astrocaryum aculeatum</i> .....	84
RESUMO .....	85
ABSTRACT .....	86
5.1.INTRODUÇÃO .....	87
5.2. OBJETIVO .....	88
5.3. MATERIAL E MÉTODOS .....	88
5.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	89
5.5. CONCLUSÕES .....	91
5.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	93

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos pré-germinativos recomendados para acelerar a germinação de sementes de algumas espécies de palmeiras. ....	<b>25</b>
Tabela 1.1. Médias do teor de água e de variáveis relacionadas à emergência referentes de sementes de <i>Astrocaryum aculeatum</i> submetidas à embebição em água com diferentes temperaturas, por diferentes períodos, mais tratamento adicional, sem embebição (testemunha). ....	<b>37</b>
Tabela 2.1. Médias da emergência e do índice de velocidade de emergência de plântulas de <i>Astrocaryum aculeatum</i> referentes à interação entre os fatores teor de água e temperatura do pré-tratamento. ....	<b>48</b>
Tabela 2.2. Médias dos tempos inicial, médio e final de emergência de plântulas de <i>Astrocaryum aculeatum</i> referentes a sementes com diferentes teores de água submetidas a tratamentos com calor a diferentes temperaturas por diferentes períodos, e tratamento adicional (testemunha). ....	<b>49</b>
Tabela 2.3. Médias de variáveis relacionadas à emergência de plântulas de <i>Astrocaryum aculeatum</i> referentes à interação entre os fatores teor de água e período de pré-tratamento com calor. ....	<b>50</b>
Tabela 3.1. Médias do teor de água, variáveis relacionadas à germinação, mais sementes mortas referentes à germinação de <i>Astrocaryum aculeatum</i> em sacos plásticos de sementes com diferentes teores de água e submetidas a diferentes períodos de embebição com calor. ....	<b>60</b>
Tabela 4.1. Emergência, tempos de emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), sementes mortas e dormentes, teor de água e características químicas referentes a diferentes progênies de <i>Astrocaryum aculeatum</i> . ....	<b>78</b>
Tabela 4.2. Correlação entre a emergência, os tempos de emergência, o índice de velocidade de emergência, as sementes mortas e dormentes, o teor de água, o teor de gordura, o ponto de fusão dos lipídios e os compostos fenólicos referentes as diferentes progênies de <i>Astrocaryum aculeatum</i> . ....	<b>78</b>
Tabela 4.3. Germinação, tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de alface tratadas com extrato aquoso de sementes de diferentes progênies de <i>Astrocaryum aculeatum</i> . ....	<b>81</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Teor de água dos pirênios de <i>Astrocaryum aculeatum</i> durante o período de 30 dias de secagem. ....	36
Figura 1.2. Teor de água das sementes e tempo médio de emergência de plântulas referentes s sementes de <i>Astrocaryum aculeatum</i> submetidas à embebição a 40°C, por diferentes períodos. ....	38
Figura 3.1. Sementes dormentes de <i>Astrocaryum aculeatum</i> em função da interação entre o teor de água das sementes antes do pré-tratamento a 40°C e o período de pré-tratamento. ....	61
Figura 4.1. Curva de calibração de compostos fenólicos do ácido tânico.....	72
Figura 4.2. Perda de massa dos pirênios de <i>A. aculeatum</i> ao longo do período de secagem.....	75
Figura 4.3. Teor de água das sementes das diferentes progênes de <i>A. aculeatum</i> ao longo do período de embebição.....	75
Figura 4.4. Emergência de plântulas e “sementes mortas” de diferentes progênes de <i>Astrocaryum aculeatum</i> em função do ponto de fusão dos lipídios das sementes. ....	80
Figura 5.1. Aspectos anatômicos da semente de <i>Astrocaryum aculeatum</i> : A) aspecto geral do embrião e da cavidade embrionária; B) aspecto do tegumento na região do opérculo; C) aspecto do tegumento em região diferente do opérculo; te) tegumento externo; ti) tegumento interno; ce) cavidade embrionária; e) embrião; en) endosperma; ri) revestimento interno da cavidade embrionária. ....	90

## RESUMO GERAL

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do teor de água e de tratamentos pré-germinativos sobre a germinação de sementes de *Astrocaryum aculeatum* e identificar possíveis causas da dormência. Adicionalmente, foi feito um estudo anatômico e histoquímico do tegumento. Observou-se que a emergência de plântulas foi favorecida pela embebição, em todas as temperaturas e períodos testados, contudo o menor tempo médio de emergência deu-se com sementes embebidas a 40°C pelo período de seis dias. Sementes com 28% de umidade, submetidas ao pré-tratamento com calor, a 35°C ou 40°C, apresentaram maior emergência de plântulas, com maior índice de velocidade de emergência e menores tempos de emergência do que aquelas cujo teor de água antes do pré-tratamento era de 21%. Em sacos plásticos fechados, o pré-tratamento com calor (40°C), independente do grau de umidade inicial da semente ou do período de condicionamento, favoreceu a germinação de *A. aculeatum*. Variáveis relacionadas à emergência de plântulas, o teor de gordura, o ponto de fusão dos lipídios e o teor de compostos fenólicos variaram entre progênies de *A. aculeatum*. A emergência e o índice de velocidade de emergência de plântulas das diferentes progênies correlacionaram-se negativamente com a gordura das sementes e positivamente com o ponto de fusão dos lipídios, o qual se correlacionou negativamente com as sementes mortas. O extrato das sementes de *A. aculeatum* apresentou efeito de inibição da germinação das sementes de alface. O tegumento da semente é impregnado de compostos fenólicos e existem diferenças no arranjo e no tamanho das células do tegumento entre a região do opérculo e as demais regiões.

**Palavras-chave:** palmeira, embebição, temperatura, inibidores, germinação.

## GENERAL ABSTRACT

This study evaluated the effect of water content and germination pretreatments on *Astrocaryum aculeatum* and identified possible causes of dormancy. A supplementary study was made in the anatomy and histochemistry of the seed integument. The emergence of plants was favored by soaking independent of temperature and period, but the lower mean time was in a 40°C soak for six days. Seeds with 28% of water submitted by heat pretreatment (35°C or 40°C) showed higher emergence of seedling and emergence speed index and lower emergence times than those whose the water content was 21%. In closed plastic bags, the heat pretreatment (40°C), independent of the initial seed water content or the treatment period was favorable to *Astrocaryum aculeatum* germination. The emergence variables, fats and phenol contents and lipid melting points varied among the *A. aculeatum* progenies. The emergence and the emergence speed index were negatively correlated with the fat contents and positively correlated with the lipid melting point and this was negatively correlated with dead seeds. *A. aculeatum* seeds inhibited germination of lettuce seeds. The seed integument is impregnated with phenols and there are differences in integument cell disposition and size between the opercule integument and other regions.

**Key-words:** palm, soaking, temperature, inhibitors, germination.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A Amazônia possui alta diversidade florística com espécies florestais consideradas de grande importância ecológica e econômica, dentre as quais se destacam as da família *Arecaceae* pelos múltiplos usos que apresentam para os mercados regional e nacional. Apesar da reconhecida importância, para a maioria das espécies desta família, são escassas as informações sobre o comportamento germinativo e seu estabelecimento. Urge, portanto, frente à demanda econômica de produção, a necessidade de estudos silviculturais, visando técnicas de manejo desde a coleta de sementes, visto que a propagação sexuada é a mais utilizada para esta família, até o desenvolvimento em local definitivo.

*Astrocaryum aculeatum*, popularmente conhecido como tucumã, é uma palmeira cujo fruto é muito utilizado na região da Amazônia Central para o consumo humano. Este é geralmente consumido *in natura*, podendo também ser utilizado na fabricação de doces, sorvetes, licores, patês, entre outros. Há registros de que apenas um fruto dessa palmeira possa suprir à dose diária de vitamina A necessária a uma pessoa (Lima *et al.*, 1986). A fibra extraída das folhas é utilizada para confecção de redes de dormir e a “semente” (endocarpo) é amplamente usada no artesanato regional. Em Manaus, os frutos de tucumã são comercializados em rede, envolvendo produtores, intermediários e vendedores organizados, significando uma atividade econômica importante. Porém, a espécie ainda é pouco pesquisada. Apesar dos frutos serem de grande interesse econômico na Amazônia Central, são poucos e pequenos os plantios comerciais existentes (Moussa & Kahn, 1996) e a produção é, na sua maior parte, oriunda do extrativismo.

A dormência é um fator interno da semente de grande importância no estudo da germinação. Muitas espécies da família das palmeiras exibem diferentes graus de dormência nas sementes (Odetola, 1987). O desconhecimento das causas de dormência, dos pré-tratamentos que favoreçam a germinação, bem como do período de duração da germinação das sementes são fatores que levam muitas palmeiras a serem subutilizadas, além de dificultarem o avanço da pesquisa nas áreas de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, melhoramento, entre outras.

Com relação ao tucumã, são escassos os estudos que tratam da germinação das sementes. Pesquisas preliminares indicam que a semente de *A. aculeatum* apresenta dormência, o que constitui em problema para a produção de mudas. A dormência pode



ser minimizada com a retirada do endocarpo (Miranda *et al.*, 2001), pois com esse tratamento pode-se reduzir o tempo final de germinação, que pode chegar a dois anos (Sá, 1984), para 164 dias (Ferreira & Gentil, 2002).

Alguns estudos têm sido feitos no sentido de favorecer a germinação das sementes de tucumã, bem como visando à superação da dormência. Gentil & Ferreira (2005) verificaram que a embebição em água à temperatura ambiente por nove dias reduz o tempo médio de germinação e de emergência, de todas as fases da plântula, em 16 dias. Sá (1984) aplicou tratamentos pré-germinativos em estufa a 37°C, 38°C, 40°C e 42°C, por 40 e 80 dias, em sementes com diferentes teores de água (20%, 24% e 28%) e verificou que o índice de velocidade de emergência (IVE) para a temperatura de 37°C foi superior ao das demais temperaturas. Observou também que o período de aplicação do tratamento não influenciou significativamente o IVE. No entanto, verifica-se que a emergência de plântulas pode ser melhorada e seu tempo reduzido, justificando-se a busca de tratamentos pré-germinativos que combinem a variação no teor de água com aplicação de calor.

Com relação às possíveis causas da dormência poucos são os estudos. A dormência morfológica relacionada com características anatômicas do embrião e, ou, a dormência relacionada a características das estruturas de revestimento (testa, endosperma, etc.) têm sido propostas para palmeiras que apresentam germinação demorada (Baskin & Baskin, 1998).

Estudos têm mostrado que o impedimento mecânico e a presença de substâncias químicas são fatores causadores de dormência em diversas espécies (Dietrich, 1986). Em sementes de palmeiras, tem sido proposto que o oxigênio é um requerimento para quebrar a dormência química causada por substâncias no endocarpo que inibem ou retardam a germinação (Hussey, 1958). Assim faz-se necessária a identificação da localização e a quantificação de substâncias que possam estar inibindo a germinação das sementes.

O conhecimento da germinação, envolvendo aspectos fisiológicos e tecnológicos, visando aumentar a velocidade e a uniformidade de germinação, resulta na produção de mudas mais vigorosas para o plantio e minimização dos gastos. Desta forma justifica-se a busca de informações que propiciem estabelecer as condições adequadas para a germinação da espécie.

## 2. OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do teor de água e de tratamentos pré-germinativos sobre a germinação de sementes de *Astrocaryum aculeatum* e identificar possíveis causas da dormência.

## 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1. CARACTERÍSTICAS DE *Astrocaryum aculeatum*

*Astrocaryum aculeatum* é uma palmeira alta, monopodial, monóica e com espinhos pretos de até 25 cm de comprimento (Kahn & Millán, 1992). O diâmetro do tronco chega a 30 cm e a altura a 25 m (FAO, 1987). A bainha mais o pecíolo têm 160-270 cm de comprimento, com muitos espinhos; a ráquis foliar tem de 260 a 330 cm de comprimento, com 100-120 pinas de cada lado, orientadas em várias direções (Kahn & Millán, 1992).

Em Manaus, o período de floração estende-se de julho a janeiro, o da frutificação, de fevereiro a agosto, com pico em abril; outro pico de frutificação, leve, que pode ocorrer entre outubro e novembro, em plena época de floração, correspondente a um leve pico de floração em abril, época de frutificação; cada indivíduo produz de dois a sete cachos por ano (Moussa & Kahn, 1996). A inflorescência apresenta flores pistiladas na base da ráquila que variam em número de um a quatro e numerosas flores estaminadas diminutas distribuídas ao longo de toda a ráquila. A espécie apresenta protoginia, com sobreposição das fases sexuais (FAO, 1987; Bacelar-Lima *et al.*, 2003). As flores femininas, de cor creme, têm comprimento aproximado de 15 mm. O fruto, no geral, tem apenas uma semente, é globular ou elíptico, com 4-6 cm de comprimento e 3-5 cm de diâmetro, de cor verde virando amarelo-pardo; o epicarpo é liso e duro; o mesocarpo com espessura de 2-5 mm, fibroso, oleaginoso e de cor amarelo-alaranjada; o endocarpo é muito duro, lenhoso, escuro, de 2-3 mm de espessura. A semente apresenta endosperma na forma líquida e sólida (FAO, 1987; Kahn & Millán, 1992) e representa 29,7 % do peso total do fruto (Moussa & Kahn, 1996).

É muito freqüente no Estado do Amazonas, sendo ainda encontrado nos estados brasileiros do Pará, Roraima, Mato Grosso, Rondônia e Acre, além da Guiana, Peru e

Colômbia. Ocorre em vegetação secundária (capoeiras), savanas, pastagens e roçados, sendo tolerante a solos pobres (FAO, 1987).

Um dos principais dispersores das sementes de tucumã, como de outras palmeiras tropicais, é a cutia (*Dasyprocta aguti*), que enterra as sementes no solo, armazenando-as para consumo posterior. Este comportamento, entretanto, favorece o recrutamento ao reduzir a ação de outros predadores e parasitas da semente e propiciar melhores condições para germinação e estabelecimento de plântulas (Bacelar & Pessoni, 2000). A sobrevivência das sementes pode ser substancialmente ampliada se forem enterradas logo após o despulpamento (Pessoni & Bacelar, 2001).

As sementes de tucumã são recalcitrantes, o que constitui um problema para o armazenamento. A germinação é do tipo adjacente ligulada, caracterizada pelo desenvolvimento da plântula próximo à semente. Pode ainda ser classificada como criptocotiledonar, devido à permanência do limbo cotiledonar dentro da semente, e hipógea pelo fato da semente se manter sob o nível do substrato durante o processo germinativo (Ferreira & Gentil, 2002).

Ao longo do período de avaliação das sementes de tucumã, foram observados comportamentos diferenciados na germinação (Ferreira & Gentil, 2002). Notou-se que sementes não embebidas apresentaram germinação ligeiramente inferior e o processo germinativo mais lento. Deste modo, destacou-se o efeito benéfico da embebição, sugerindo-se o tempo de seis dias, por este apresentar vantagem em termos de velocidade de germinação, tendo esta ocorrida em média 17 dias antes em relação às sementes não embebidas, além do menor tempo exigido para a condução do pré-tratamento.

Sá (1984) aplicou tratamentos pré-germinativos em estufa a 37°C, 38°C, 40°C e 42°C, por 40 e 80 dias, em sementes com diferentes teores de água (20%, 24%, 28% e 30%) e verificou que o índice de velocidade de emergência (IVE) para a temperatura de 37°C foi superior às demais temperaturas. Observou também que o período de aplicação do tratamento não influenciou significativamente o IVE. Com respeito ao teor de água, foi observado que 28% e 30% favoreceram a germinação das sementes e o IVE, em relação aos teores de água inferiores a esses.

## 3.2. GERMINAÇÃO

A germinação é um fenômeno biológico, considerado pelos botânicos como a retomada do crescimento do embrião, com o subsequente rompimento do tegumento pela radícula (Labouriau, 1983). Em síntese, tendo-se uma semente viável em repouso, por quiescência ou dormência, depois de serem satisfeitas uma série de condições externas (do ambiente) e internas (intrínsecas do indivíduo), ocorrerá o crescimento do embrião, o qual conduzirá à germinação. Por isso, do ponto de vista fisiológico, germinar é simplesmente sair do repouso e entrar em atividade metabólica (Borges & Rena, 1993). Por outro lado, em teste de laboratório, germinação é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo (Labouriau, 1983; Brasil, 1992). A germinação é uma seqüência de eventos fisiológicos influenciada por fatores externos (ambientais) e internos (dormência, inibidores e promotores da germinação) às sementes: cada fator pode atuar por si ou em interação com os demais (Borges & Rena, 1993). Os fatores ambientais que têm influência direta sobre a germinação das sementes são o oxigênio, a temperatura e a água. A temperatura afeta a germinação total, a velocidade de germinação, a velocidade de absorção de água e as reações bioquímicas, que determinam todo o processo germinativo. A água é o fator que exerce a mais determinante influência sobre o processo de germinação (Carvalho & Nakagawa, 1988).

### 3.2.1. Água

Da absorção de água, resulta a reidratação dos tecidos, com a conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento do eixo embrionário (Carvalho & Nakagawa, 1988). Assim, a água é um fator imprescindível, pois é com a absorção de água por embebição que se inicia o processo de germinação (Borges & Rena, 1993; Larcher, 2000). Deve-se salientar, no entanto, que o excesso de umidade, em geral, provoca decréscimo na germinação, visto que impede a penetração do oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante (Borges & Rena, 1993). A velocidade de absorção de água varia com a espécie, com o número de poros distribuídos sobre a superfície do tegumento, disponibilidade de água, temperatura (Ching, 1972), pressão hidrostática, área de contato semente/água, forças intermoleculares, composição química e qualidade fisiológica da semente (Larcher, 2000).

O movimento da água para o interior da semente é devido tanto ao processo de capilaridade quanto de difusão e ocorre do sentido do maior para o menor potencial hídrico (Larcher, 2000). A diminuição do potencial hídrico do meio pode atrasar ou reduzir a taxa de germinação de muitas espécies vegetais, pois interfere na embebição e no alongamento celular do embrião (Bradford, 1990), e a perda do teor de água das sementes pode ter efeito deletério sobre a germinação (Carpenter, 1989).

A embebição, em sementes ortodoxas, é um processo trifásico: fase I, caracterizada pela rápida absorção de água, seguida por uma fase estacionária (fase II) e uma outra, caracterizada por um novo aumento no conteúdo de água, que coincide com o crescimento da radícula (fase III). Na regulação da germinação, a fase II pode ser estendida pela dormência, alta e baixa temperatura, déficit hídrico ou ácido abscísico, enquanto os fatores que promovem a germinação encurtam esta fase (Bradford, 1990). No entanto, muitas espécies de palmeiras apresentam comportamento recalcitrante frente ao armazenamento (Orozco-Segovia *et al.*, 2003), caracterizada pela diminuição ou ausência total da fase I do processo de embebição (Baskin & Baskin, 1998).

A absorção inicial é influenciada pela composição química das sementes, permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água nos estados líquido e gasoso (Carvalho & Nakagawa, 1988). A água influencia na germinação, atuando no tegumento, amolecendo-o, favorecendo a penetração de oxigênio, e permitindo a transferência de nutrientes solúveis para as diversas partes da semente (Toledo & Marcos Filho, 1977). Portanto, tratamentos de pré-semeadura, que envolvem a iniciação metabólica por meio da hidratação de sementes, considerados como de envigoroamento, têm surgido com a finalidade de elevar a taxa de germinação, a uniformidade de emergência e a capacidade das sementes resistirem aos efeitos adversos do ambiente (Nath *et al.*, 1991).

### 3.2.2. Temperatura

A temperatura pode afetar as reações bioquímicas que determinam todo o processo germinativo. As sementes apresentam capacidade germinativa em limites bem definidos de temperatura, variável de espécie para espécie, que caracterizam sua distribuição geográfica. As sementes apresentam comportamento variável frente à temperatura não havendo uma temperatura ótima e uniforme de germinação para todas as espécies (Borges & Rena, 1993). A faixa de temperatura ótima é aquela onde acontece a germinação máxima, registrando-se o percentual mais alto de germinação, no menor tempo médio (Labouriau, 1983). Desta forma, a germinação de uma semente depende da temperatura. No estudo dessa dependência é de grande interesse ecofisiológico a

determinação das temperaturas mínima, ótima e máxima, também chamadas "temperaturas cardinais de germinação" (Popinigis, 1977). As temperaturas extremas (abaixo e acima da temperatura ótima) são aquelas onde as sementes não conseguem germinar mais (Bewley & Black, 1994).

De maneira geral, temperaturas abaixo da ótima reduzem a velocidade de germinação, resultando em alteração da uniformidade de emergência, talvez em razão do aumento do tempo de exposição ao ataque de patógenos. Por outro lado, temperaturas acima da ótima aumentam a velocidade de germinação, embora somente as sementes mais vigorosas consigam germinar (Borges & Rena, 1993).

O efeito da temperatura sobre a germinação tem essencial importância para a ecologia de populações. Para as sementes serem capazes de germinar, suas "temperaturas cardinais" devem corresponder às condições externas que asseguram um desenvolvimento suficientemente rápido para as plantas jovens. Depois de alcançado o limite mínimo de temperatura, a taxa de germinação aumenta exponencialmente com o aumento da temperatura (Larcher, 2000). A temperatura ótima para a germinação pode variar em função da condição fisiológica da semente. Para uma mesma espécie, as sementes recém-colhidas necessitam de uma temperatura ótima diferente da verificada para as armazenadas. Isto porque a temperatura ótima vai se diferenciando e se tornando menos específica com a perda da dormência residual das sementes (Popinigis, 1977).

### 3.3. DORMÊNCIA

Entre as modificações bioquímicas e biofísicas que ocorrem na semente ao longo do processo de maturação, uma tem especial papel na sobrevivência da espécie: a dormência. Esta é um mecanismo que permite a sobrevivência da semente no solo, após a maturação e dispersão, até o momento propício à germinação (Piña-Rodrigues & Aguiar, 1993). O fenômeno da dormência é tido como um recurso pelo qual a natureza distribui a germinação no tempo (Carvalho, 2003).

A semente, embora apresente capacidade de germinar desde o início de sua formação, pode passar a exibir dormência apenas quando atinge o ponto de maturação fisiológica (Piña-Rodrigues & Aguiar, 1993). Muitas sementes não germinam após serem colocadas em condições favoráveis de temperatura e umidade, sendo consideradas dormentes. Em algumas sementes dormentes mudanças morfológicas ocorrem antes que a germinação possa começar. Para outras, as partes da semente submetem-se a

mudanças fisiológicas antes que a germinação ocorra. Sob circunstâncias naturais, as mudanças fisiológicas ocorrem gradualmente, variando com o oxigênio, umidade, temperatura e luz (Krugman *et al.*, 1974).

No geral, há dois tipos de dormência da semente: endógena e exógena. As sementes com dormência do tegumento têm geralmente um tegumento impermeável ao oxigênio e, ou, à água. A dormência é causada, eventualmente, por algum produto químico inibidor presente na epiderme ou nas membranas interiores adjacentes. Em circunstâncias naturais, estas sementes permanecem no solo sem germinarem até que as condições sejam favoráveis para permitir a penetração da água, troca dos gases, ou neutralização de produtos químicos inibidores. Algumas sementes apresentam causas múltiplas da dormência, que, de uma forma geral, é quando há a dormência do tegumento e a dormência interna. As sementes com esta combinação de dormência devem receber tratamento para o tegumento tornar-se permeável primeiramente, depois para a dormência interna (Emery, 1987).

Se as sementes que apresentam dormência forem colhidas quando ligeiramente verdes ou imaturas e semeadas imediatamente, antes que ocorra o amadurecimento, os problemas da germinação podem ser reduzidos; entretanto, uma vez que as sementes amadureceram, o fator dormência é presente e deve ser neutralizado para obter a germinação. Os métodos de quebra de dormência decorrente da impermeabilidade ou dureza do tegumento da semente incluem a imersão a água quente ou fria, a escarificação, o calor seco, o fogo, o ácido e outros produtos químicos, a água, a estratificação fria e morna, e a luz (Emery, 1987).

A dormência interna é um termo geral que abrange circunstâncias fisiológicas que atrasam a germinação. Nem todas estas circunstâncias são compreendidas inteiramente ou são fáceis de neutralizar. A mais comum é chamada pós-amadurecimento. As sementes que requerem um período pós-amadurecimento, mesmo que colhidas quando maduras, germinam mal ou não germinam até que estejam sujeitas a altos teores de água ou temperaturas baixas ou ambas juntas; às vezes, entretanto, um período do armazenamento seco é suficiente para quebrar a dormência. A dormência interna é encontrada mais freqüentemente entre as espécies que crescem nas montanhas ou nos desertos elevados. O método mais comum para quebrar a dormência interna é a estratificação fria. Em alguns casos, produtos químicos, tais como o ácido giberélico, podem ser utilizados para substituir parte da exigência da estratificação (Emery, 1987).

Em muitas sementes, a germinação é impedida devido à presença de um tegumento duro ou devido à presença de substâncias inibidoras. Freqüentemente

também, por influência de fatores externos, como o vermelho extremo, sendo que todos eles impõem o estado de dormência (Larcher, 2000).

Algumas espécies contêm inibidores químicos no fruto ou na semente que impedem que a germinação ocorra obstruindo os processos metabólicos necessários à germinação. Os açúcares e outras substâncias em frutos frescos impedem a germinação porque exercem a pressão osmótica, que impede a embebição. A inibição osmótica não é estritamente um fenômeno de dormência desde que as sementes germinem prontamente quando removidas da pressão osmótica elevada, por exemplo, colocando-os na água. Além dos açúcares muitas frutas frescas contêm compostos inibidores na polpa, como a cumarina, que impedem a germinação. A fim de superar tal dormência os inibidores devem ser removidos. Quando o fruto é disperso, sob condições naturais, a decomposição ou a lixiviação alivia gradualmente a dormência, mas o processo natural pode ser lento e resultar na germinação muito desigual. Mesmo quando as sementes são semeadas imediatamente depois da colheita, há a necessidade de lavagem para remover os inibidores (Schimidt, 2000).

O desenvolvimento da semente é o resultado normal do processo de polinização. Entretanto, isto nem sempre ocorre, pois após a fertilização, o embrião inicia seu crescimento e, às vezes, não consegue completar seu desenvolvimento. Isto pode estar relacionado com as condições fisiológicas que envolvem o endosperma. Em geral, os desenvolvimentos do fruto e da semente ocorrem simultaneamente e de forma sincronizada (Fowler & Bianchetti, 2000).

Sementes dormentes de algumas espécies requerem altas tensões de oxigênio para a germinação, provavelmente devido à presença de inibidores no tegumento, os quais reduzem a absorção de gases, sem, contudo, afetarem a taxa de absorção de água (Toole *et al.*, 1956). A substância inibidora da germinação pode ocorrer tanto no tegumento como no embrião. O tegumento pode agir tanto como barreira de  $O_2$  quanto como depósitos de inibidores endógenos (Reis, 1976). Um tratamento que pode remover os inibidores é a embebição em água. Uma vez que a concentração dos inibidores é diluída adequadamente, as sementes são capazes de germinar (Schimidt, 2000).

A presença de compostos fenólicos no tegumento pode controlar a entrada de oxigênio no interior da semente, pois estes fixam o  $O_2$  que a semente está absorvendo, impedindo a chegada deste no interior da semente. Os inibidores de crescimento são substâncias de natureza fenólica, como ácido salicílico, ácido cumárico, ácido clorogênico, cumarina, e aquelas que atuam como reguladoras, retardando os processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, como o alongamento de raízes e caules,



a germinação de sementes e o brotamento de gemas (Dietrich, 1986). Em algumas espécies, na fase de maturação, as sementes são revestidas com suberina ou substâncias lipídicas, depositadas nas superfícies das sementes, tornando-as impermeáveis (Labouriau, 1983). A definição de sementes quimicamente dormentes inclui aquelas que apresentam substâncias inibidoras no pericarpo, e componentes que são produzidas ou translocadas para a semente e que bloqueiam o crescimento do embrião (Baskin & Baskin, 1998).

Há muitos exemplos em que o crescimento e o desenvolvimento de plantas inteiras ou suas células ou órgãos isolados foram inibidos por componentes da planta. Por outro lado há comparativamente poucos exemplos onde o papel fisiológico de um inibidor endógeno foi estabelecido firmemente. Se um inibidor da germinação funcionar em concentrações micromolar ou menos e demonstrarem seu efeito fisiológico em uma célula, em um tecido ou em um órgão, à exceção daquela em que o sintetizou, o inibidor será considerado como uma substância do crescimento de planta (Bradbeer, 1988). Henderson & Nisch (1962) mostraram que os fenóis podem atuar como ativadores do sistema enzimático ou inibidores, favorecendo ou não a atividade da auxina, influenciando, conseqüentemente o crescimento.

O impedimento da entrada de água pode ser conferido por diversas partes da testa: a cutícula, a suberina e as camadas de parênquima paliçádico e osteosclereídeos. Todas estas partes contribuem no impedimento, mas, em algumas espécies da família Leguminosae, a camada de cutícula representa um papel de maior destaque. Mas experiências cuidadosas realizadas em diversas espécies sugerem fortemente que a barreira principal à entrada de água é oferecida pelos osteosclereídeos, porque somente quando estas camadas são perfuradas é que a maioria das sementes começa a embebição de água (Bewley & Black, 1994).

O papel da testa contendo inibidores solúveis em água é prevenir a germinação de embriões não dormentes. Esses inibidores são transferidos de células mortas da testa para o embrião durante a embebição (Bradbeer, 1988).

Os efeitos dos ácidos fenólicos podem ser observados nos processos biológicos das sementes (Maciel *et al.*, 1992). A inibição da germinação, um conhecido fenômeno alelopático, foi demonstrado por Lodhi (1979), que testando uma mistura de ácidos fenólicos encontrou supressão na germinação das sementes. Vários ácidos fenólicos agem no sistema AIA-oxidase (ácido indol-acético-oxidase) e têm efeitos sinérgicos com os ácidos clorogênicos, caféico, diidrocaféico e sinápico, os quais atuaram para a manutenção da auxina (Zenk & Muller, 1963).

### 3.4. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PALMEIRAS

A propagação das palmeiras se dá principalmente por sementes, que apresentam germinação lenta, irregular e freqüentemente baixa. A maioria das espécies perde a viabilidade rapidamente quando desidratadas (Broschat, 1994). A germinação é às vezes caracterizada por grandes dificuldades, que vão desde as características físicas das sementes até as peculiaridades fisiológicas do desenvolvimento do processo germinativo (Pinheiro, 1986). O fator mais importante na germinação de sementes de palmeiras é a hidratação, combinada com alta temperatura constante (Marcus & Banks, 1999). Manter a hidratação ideal é o mais difícil dos dois fatores. O excesso de hidratação pode reduzir drasticamente a germinação.

Muitas espécies exibem diferentes graus de dormência das sementes. A dormência é quebrada e a germinação ocorre em muitas plantas por escarificação, exposição à luz (às vezes a um específico comprimento de onda) ou à radiação, estratificação fria ou quente, tratamento com várias substâncias químicas, ou simplesmente lavando com água (Odetola, 1987).

Para Loomis (1958), são três os fatores prejudiciais às sementes de palmeiras: (1) secagem excessiva, que causa a desidratação dos embriões e redução da viabilidade; (2) desenvolvimento de fungos na superfície, que podem penetrar nos embriões, prejudicando a viabilidade; (3) idade excessiva das sementes.

Quanto ao meio para germinação de palmeiras, Yocum (1964) refere-se à vermiculita, como livre de pragas e doenças, boa drenagem e ao mesmo tempo satisfatória capacidade de retenção de água. Segundo o autor a vermiculita favorece a formação do sistema radicial, após a germinação, além da eliminação do risco de desenvolvimento de certos microrganismos.

Sementes de dendê requerem altas temperaturas para germinar, o que pode ser aplicado como um tratamento pré-germinativo. Excelentes resultados de germinação podem ser obtidos submetendo-se sementes frescas de dendê a níveis adequados de água e temperatura (39°C) por 70-80 dias (Rees, 1959). A reação de alta temperatura pode ser processada com sementes com teor de água baixo, não matando as sementes, podendo ocorrer à germinação assim que forem reidratadas. Essa reação é aparentemente irreversível; sementes tratadas podem ser armazenadas por mais de seis semanas sem perderem a capacidade de germinação à temperatura ambiente quando o teor de água da semente é ótimo (Rees, 1962). Martins *et al.* (1996), fazendo referência específica aos tratamentos com água a 80°C, observaram tendência ao decréscimo na

taxa de germinação das sementes de palmeira-inajá (*Maximiliana regia*), com a ampliação do tempo de exposição, de 2 para 12 minutos.

Existem diferenças quanto ao número de dias necessários à germinação de sementes de uma mesma espécie (Loomis, 1958; Koebernik, 1971). Sementes de *Butia capitata* que tiveram o endocarpo removido iniciaram a germinação em 7 semanas. Sementes com endocarpo que não foram armazenadas iniciaram a germinação em 47 semanas (Broschat, 1998). Loomis (1958) refere-se a um método experimental baseado em manter-se uma temperatura relativamente alta (aproximadamente 38°C) e uniforme durante o período de germinação de sementes de palmeiras, diminuindo o tempo de germinação.

Sementes da palmeira *Hyphaene thebaica* que não foram embebidas apresentaram menor germinação quando comparadas àquelas que foram embebidas (Moussa *et al.*, 1998). Para todos os períodos de embebição, as sementes tiveram maior germinação quando embebidas em água fresca do que quando embebidas em água quente. Para sementes de *Elaeis guineensis*, obteve-se maior germinação quando essas foram pré-tratadas com calor (40°C), durante 50 a 70 dias, com teor de água mais elevado: 70,7% de germinação nas sementes com maior grau de umidade e 50,2% nas com teor de água reduzido (Addae-Kagyah *et al.*, 1988).

Da mesma forma que o epicarpo, o mesocarpo e o endocarpo constituem barreiras para as trocas de água entre as sementes e o ambiente. Foi observado, de modo generalizado e independente do teste considerado, que o despulpamento dos frutos favoreceu o desempenho das sementes ao proporcionar aumento tanto na taxa como na aceleração da germinação de palmeira-inajá (Martins *et al.*, 1996). Foi verificado que a retirada do endocarpo favoreceu a redução do período de germinação em *Astrocaryum aculeatum*, tendo o início ocorrido, em média, aos 41 dias e o encerramento aos 164 dias após a sementeira (Ferreira & Gentil, 2002).

Para a germinação de sementes de palmeiras do gênero *Astrocaryum*, Loomis (1958) faz referências ao método utilizado por Edwin Johnston do Vero Tropical Garden (Flórida) no qual as sementes são semeadas em caixas com areia grossa e úmida, dispostas em ambientes sob teto de ferro, com e sem ventilação, onde as temperaturas diárias chegaram a 48,9°C no verão, obtendo nessas condições germinação excepcionalmente boa e rápida.

Vários tratamentos pré-germinativos têm sido aplicados com sucesso em diversas espécies de palmeiras (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos pré-germinativos recomendados para acelerar a germinação de sementes de algumas espécies de palmeiras.

<b>Tratamento pré-germinativo</b>	<b>Espécie</b>	<b>Referência</b>
Solução de ácido giberélico na concentração de 5 ppm	<i>Areca lynn</i>	Odetola (1987)
	<i>Arenga microcarpa</i>	Odetola (1987)
	<i>Caryota mitis</i>	Odetola (1987)
	<i>Gaussia attenuata</i>	Odetola (1987)
	<i>Ptychandra glauca</i>	Odetola (1987)
	<i>Ptychosperma macarthuri</i>	Odetola (1987)
	<i>Syagrus romanzoffianum</i>	Odetola (1987)
Solução de ácido giberélico na concentração de 10 ppm	<i>Aiphanes erosa</i>	Odetola (1987)
Solução de ácido giberélico em diferentes concentrações (10 ou 25 ppm)	<i>Sabal palmetto</i>	Odetola (1987)
Estratificação quente por 2 semanas nas temperaturas de 27°C, 35°C ou 40°C em sacos de polietileno com 500 sementes	<i>Butia capitata</i>	Odetola (1987)
	<i>Hyphaenea schatan</i>	Odetola (1987)
	<i>Livistona rotundifolia</i>	Odetola (1987)
	<i>Phoenix acaulis</i>	Odetola (1987)
	<i>Phoenix reclinata</i>	Odetola (1987)
	<i>Ptychosperma sanderianus</i>	Odetola (1987)
	<i>Roystonea oleraceae</i>	Odetola (1987)
	<i>Veitchia merrillii</i>	Odetola (1987)
Temperatura de 30°C a 40°C por 15 dias	<i>Mauritia flexuosa</i>	Spera <i>et al.</i> (2001)
Embebição em água por 1 dia	<i>Chrysalidocarpus lutescis</i>	Odetola (1987)
Embebição por 7 dias + pré-tratamento à 40°C por 50 ou 70 dias	<i>Elaeis guineensis</i>	Rees (1959,1962)
Embebição em água fresca por 2 a 7 dias	<i>Hyphaenea thebaica</i>	Moussa <i>et al.</i> (1998)
Embebição em água por 1 a 14 dias	<i>Phoenix dactylifera</i>	Odetola (1987)
Embebição em água por 1a 14 dias	<i>Thrinax parviflora</i>	Odetola (1987)
Remoção do endocarpo + embebição por 6 dias	<i>Astrocaryum aculeatum</i>	Ferreira & Gentil (2002)
Despolpamento dos frutos	<i>Maximiliana regia</i>	Martins <i>et al.</i> (1996)
Escarificação + ácido giberélico <sup>1</sup> por 3 dias	<i>Archontophoenix alexandrae</i>	Nagao <i>et al.</i> (1980) <sup>1</sup>
Embebição em água por 1 dia.		Odetola (1987) <sup>2</sup>

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addae-Kagyah, K.A.; Osafo, D.M.; Olympio, N.S.; Atubra, O.K. 1998. Effect of seed storage, heat pretreatment and its duration on germination and growth of nursery stock of the idolatrica palm, *Elaeis guineensis* var *idolatrica* (Chevalier). *Tropical. Agriculture*, 65:77-83.
- Bacelar-Lima, C.G.; Coletto-Silva; A.; Gribel, R. 2003. Biologia floral e visitantes de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae) em Manaus, AM, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Botânica, 54, *Anais*, SBB, Belém. (CD-ROM).
- Bacelar, C.G.; Personi, L.A. 2000. Estrutura populacional do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) na Estação Ecológica de Maracá, RR. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 3, *Anais*, Manaus, AM. 180-182.
- Baskin, C.C.; Baskin, J.M. 1998. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego: Academic Press. 666p.
- Bewley, J.D.; Black, M. 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. 2. ed. New York: Plenum Press, 445p.
- Borges, E.E.L.; Rena, A.B. 1993. Germinação de sementes. In: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. (Coord.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília; Abrates. 83-135.
- Bradbeer, J. W. 1988. *Seed dormancy and germination*. New York, 146p.
- Bradford, K.J. 1990 A water relations analysis of seed germination rates. *Plant Physiology*, 94 (3):840-849.
- Brasil. 1992. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. *Regras para Análises de Sementes*. Brasília, 188p.
- Broschat, T.K. 1994. Palm seed propagation. *Acta Horticulturae*, 360:141-147.
- Broschat, T.K. 1998. Endocarp Removal enhances *Butia capitata* (Mart.) Becc. (Pindo palm) seed germination. *HortTechnology*. 8(4):586-587.
- Carpenter, W.J. 1989. Influence of temperature on germination of *Sabal causiarum* seed. *Principes*, 33(4):191-194.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. 1988. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 2ª edição. Fundação Cargill. 429p.
- Carvalho, P.E.R. 2003. *Espécies arbóreas brasileiras*. Volume 1. 1ª edição. Embrapa Florestas. 1040p.
- Ching, T.M. 1972. Metabolism of germination seeds. In: Kozlowski, T. T. (Ed.) *Seed Biology*. New York, Academic Press, v.3, p.103-208.

- Dietrich, S.M.C. 1986. Inibidores de crescimento. *In: Ferri, M.G. (Coord.) Fisiologia Vegetal*. 2 ed. São Paulo: EPU, v.2, p.193-212.
- Emery, D.E. 1987. *Seed propagation of native California plants*. Santa Bárbara Botanic Garden, Santa Barbara, CA. 115p.
- FAO. 1987. *Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos*. 3. Exemplos de America Latina. 44(3). Rome, Italia. 241p.
- Ferreira, S.A.N.; Gentil, D.F.O. 2002. Beneficiamento, pré-tratamento e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer - Arecaceae) *In: Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 17, Belém. (CD-ROM).
- Fowler, A.J.P.; Bianchetti, A. 2000. *Dormência em sementes florestais*. Colombo: *Embrapa Florestas*, 27p. (*Embrapa Florestas*. Documentos, 40).
- Gentil, D.F.O.; Ferreira, S.A.N. 2005. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). *Acta amazônica*. 35(2):337-342.
- Henderson, H.M.; Nitsch, J.P. 1962. Effect of certain phenolic acids on the elongation of avena first internodes in the presence of auxins and tryptophan. *Nature*. 195(4843):780-782.
- Kahn, F.; Millán, B. 1992. *Astrocaryum* (Palmae) in Amazonia: a preliminary treatment. *Bulletin de l'Institut Français*, 21(2):459-531.
- Koebornik, J. 1971. Germination of palm seed. *Principes*, 15(1):134-137.
- Krugman, S.L.; Stein, W.I.; Schmitt, D.M. 1974. Seed biology. *In: Schopmeyer, C. S. (Ed.) Seed of woody plants in the United States*. Washington: Forest Service, U.S. Depart. Of Agriculture. 1-40.
- Labouriau, L.G. 1983. *A germinação das sementes*. Washington: OEA. 174p.
- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. RiMa. São Carlos. 531p.
- Lima, R. R.; Trassato, L. C.; Coelho, V. 1986. O tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). Principais características e potencialidade agroindustrial. *Boletim de Pesquisa*, 75. EMBRAPA-CPATU, Belém.
- Lodhi, M.A.K. 1979. Germination decreased growth of *Kochia scoparia* in relation to its autoallelopathy. *Canadian Journal of Botany*, 57 (10):1083-1088.
- Loomis, H.F. 1958. The preparation and germination of palm seeds. *Principes*, 2(3):98-102.
- Marcus, J.; Banks, K. 1999. A practical guide to germinate palm seeds. *Palms*, 43 (2):56-59.

- Maciel, A.S.; Borges, E.E.L.; Borges, R.C. 1992. Determinação da presença de fenóis em sementes de espécies florestais e sua relação com inibidores da germinação. *Revista Brasileira de Sementes*, 14(1):1-4.
- Martins, C.C.; Silva, W.R.; Bovi, M.L.A. 1996. Tratamentos pré-germinativos de sementes de palmeira-inajá. *Bragantia*, 55 (1):23-128.
- Miranda, I.P.A.; Rabelo, A.; Bueno, C.R.; Barbosa, E.M.; Ribeiro, M.N.S. 2001. *Frutos de palmeiras da Amazônia*. Manaus: MCT-INPA, 120p.
- Moussa, F.; Kahn, F. 1996. A importância econômica do tucumãzeiro de Manaus, *Astrocaryum aculeatum*. In: Simpósio internacional sobre ecossistemas florestais, 4, *Anais*, Belo horizonte. p. 72.
- Moussa, H.; Margolis, H.A.; Dubé, P; Odongo, J. 1998. Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semi-arid zone of Niger, West Africa. *Forest Ecology and Management*, 104:27-41.
- Nath, S.; Coolbear, P.; Hampton, J.G. 1991. Hydratation-dehydratation treatments to protect or repair stored 'Karamu' wheat seeds. *Crop Science*, 31(3):822-826.
- Nagao, M.A.; Kanegawa, K; Sakai, W.S. 1980. Accelerating palm seed germination with gibberelic acid, scarification and bottom heat. *HortScience*, 15:200-201.
- Odetola, J.A. 1987. Studies on seed dormancy, viability and germination in ornamental palms. *Principes*, 31(1):24-31.
- Orozco-Segovia, A.; Batis, A.I.; Rojas-Aréchiga, M.R.; Mendoza, A. 2003. Seed biology of palms: a review. *Palms*, 47(2):79-94.
- Pessoni, L. A.; Bacelar, C.G. 2001. Efeito da distância da planta-mãe e da estocagem do solo na sobrevivência de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer). In: Reunião Especial da SBPC, 7, *Anais*, Manaus-Am. (CD-ROM).
- Piña-Rodrigues, F. C. M.; Aguiar, I.B. .1993. Maturação e dispersão de sementes. In: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. (Coord.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília, Abrates. 215-273.
- Pinheiro, C.U.B. 1986. *Germinação de sementes de palmeiras: revisão bibliográfica*. Teresina, Embrapa-UEPAE. 102p.
- Popinigis, F. 1977. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN. 289 p.
- Rees, A.R. 1959. Germination of oil palm seed: the cooling effect. *J. W. Afr. Inst. Oil Palm Res.*, 3(9):76-82.
- Rees, A.R. 1962. High-temperature pre-treatment and the germination of seed of the oil palm, *Elaeis guineensis* (Jacq.). *Annals of Botany*, 26:569-581.

- Reis, G.G. 1976. Estudos sobre a dormência de sementes de sucupira (*Pterodon pubescens Benth*). Viçosa: UFV. Tese de mestrado em Fisiologia Vegetal. 41p.
- Robertson, B.L.; Small, J.G.C. 1977. Germination of *Jubaeopsis caffra* seeds. *Príncipes*. 21: 114-122.
- Sá, S.T.V. 1984. Superação da dormência de sementes de tucumã (*Astrocaryum tucumã Mart.*). Manaus. *Monografia de graduação*. Universidade do Amazonas. 53p.
- Schmidt, L. 2000. *Guide to handling of tropical and subtropical forest seeds*; Danida Forest Seed Center; Humlebaek, Denmark, 511p.
- Spera, M.R.N., Cunha, R., Teixeira, J.B. 2001. Quebra de dormência em sementes de buriti (*Mauritia Flexuosa*). *Pesquisa agropecuária brasileira*. Brasília, 36(12):1567-1572.
- Toledo, F.F.; Marcos Filho, J. 1977. *Manual das sementes: tecnologia da produção*. São Paulo, Agronômica Ceres. 224p.
- Toole, E.H.; Hendricks, S.B.; Borthwick, H.; Toole, V.K. 1956. Physiology of seed germination. *Annual Review of Plant Physiology*. 7:299-324.
- Yocum, H.G. 1964. Factors affecting the germination of palm seeds. *The American Horticultural Magazine*, 43(2):104-106.
- Zenk, M.H.; Müller, G. 1963. *In vivo* destruction of exogenously applied indoly-3-acetic acid as influenced by naturally occurring phenolic acids. *Nature*. 23:701-703.



CAPÍTULO I  
EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE *Astrocaryum aculeatum* EM FUNÇÃO DA  
TEMPERATURA E DO PERÍODO DE EMBEBIÇÃO DAS SEMENTES

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivos avaliar a emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* de sementes submetidas a diferentes temperaturas e períodos de embebição. As sementes foram colocadas para embeber em água com diferentes temperaturas (25°C, 30°C, 35°C e 40°C), por diferentes períodos (2, 4 e 6 dias). As sementeiras antes (testemunha) e após cada período de embebição, nas diferentes temperaturas, foram realizadas em viveiro. A emergência e o índice de velocidade de emergência só diferiram na comparação à testemunha (sem embebição) com os tratamentos aplicados, com resultados favoráveis para a embebição das sementes, não tendo diferença entre as temperaturas e períodos testados. O tempo médio de emergência apresentou efeito de interação significativo, destacando a utilização da temperatura de embebição de 40°C, associada ao período de 6 dias, que proporcionou um tempo médio de 162 dias. O tempo inicial de emergência foi menor na temperatura de 35°C (80 dias), enquanto o tempo final de emergência não apresentou diferença entre as médias. Sementes embebidas por 2 dias apresentaram 43% de sementes mortas ao final do experimento, enquanto as embebidas por 4 dias tinham apenas 31%. A emergência de plântulas de *A. aculeatum* foi favorecida pela embebição, independente da temperatura e do período. Contudo o menor tempo médio de emergência deu-se à 40°C pelo período de seis dias.

Palavras-chave: Palmeira, tucumã, germinação, dormência, tempo de emergência.

## ABSTRACT

This study evaluated the seedling emergence of *Astrocaryum aculeatum* seeds soaked in water with different temperatures (25°C, 30°C, 35°C e 40°C) for different periods (2, 4 and 6 days). Before (control) and after the soak periods the seeds were planted in nursery. The emergence and the emergence velocity just differed only in the comparison of the control with the treatments, with all soak treatments favored, independent of temperature and duration. The mean time of emergence presented a significant interaction effect, with the 40°C temperature by six-days period giving 162 days mean time. The initial time of emergence was lower in 35°C temperature (80 days), while the final time didn't show differences among means. Seeds soaked for two days had 43% dead seeds, while seeds soaked for four days had just 31%. The emergence of seedling was favored by soaking, independent of temperature and duration, but the lower mean time was in 40°C for six days.

Key-words: Palm, tucumã, germination, dormancy, time of emergence.

## 1.1.INTRODUÇÃO

As palmeiras (Arecaceae) constituem uma família de grande importância ecológica e econômica por apresentarem múltiplos usos, destacando-se *Astrocaryum aculeatum*, cujo produto principal é a polpa dos frutos, muito consumida na Amazônia Central, seja isoladamente *in natura* ou em recheios de sanduíches e tapiocas, bem como na forma de doces e sorvetes. As fibras das folhas também são utilizadas para confecção de redes de dormir; o tronco é utilizado para confecção de instrumentos musicais e as sementes são muito apreciadas para o artesanato local.

Apesar de constituir uma importante atividade econômica para a região, a obtenção dos frutos é feita geralmente de forma extrativista, havendo poucos plantios de *A. aculeatum*. A principal forma de propagação dessa espécie, como de outras palmeiras, é por sementes. Ainda que seja reconhecida a importância da espécie, existem poucas pesquisas sobre o processo de produção de mudas, desde a germinação das sementes. Pesquisas preliminares indicam que as sementes da espécie apresentam dormência (Miranda *et al.*, 2001), constituindo-se num problema para produção de mudas. A dormência é um fator interno da semente de grande importância no estudo da germinação e muitas espécies da família Arecaceae exibem diferentes graus de dormência das sementes (Odetola, 1987).

Na avaliação da germinação das sementes de tucumã, Ferreira & Gentil (2002) verificaram que a retirada do endocarpo favorece a redução do tempo de germinação, de dois anos para 141 dias. Foram observados comportamentos diferenciados quanto à embebição. Sementes não embebidas apresentaram germinação ligeiramente inferior (58%, contra 70% nas sementes embebidas), além do processo germinativo ser mais lento, com tempo médio maior, com diferença de 17 dias com relação às não embebidas. Deste modo, destacou-se o efeito benéfico da embebição, sugerindo-se o tempo de seis dias, por este apresentar vantagem em termos de velocidade de germinação, além do menor tempo exigido para a condução do pré-tratamento. Apesar dessas vantagens, o período e o tempo médio de germinação ainda são elevados, o que estimula a busca de procedimentos a fim de otimizar os resultados de germinação de sementes de *A. aculeatum*.

## 1.2. OBJETIVO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento germinativo de sementes de *Astrocaryum aculeatum* submetidas a diferentes temperaturas e períodos de embebição.

## 1.3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Sementes e no Viveiro de Germinação da Coordenação de Pesquisas em Ciências Agronômicas (CPCA) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em Manaus (AM). Neste estudo foram utilizadas sementes obtidas a partir de pirênios (semente com endocarpo) provenientes de uma mistura de progênes adquirida junto à Feira do Parque Dez, em Manaus.

Após a aquisição dos pirênios, os mesmos foram imersos em água, por três dias, com troca diária de água, a fim de facilitar a extração do resto da polpa (mesocarpo). A remoção consistiu da fricção dos pirênios com água e areia.

Os pirênios foram postos para secar em ambiente com umidade relativa do ar média de 84% e temperatura média mínima de 25,2°C e média máxima de 27,8°C, por um período de 30 dias, quando a maioria das sementes havia se soltado do endocarpo. A perda de água foi monitorada a cada dois dias durante a secagem, sendo pesadas 20 repetições de 50 pirênios, em balança de precisão.

Antes da secagem foi determinado o grau de umidade dos pirênios pelo método estufa a 105±3°C (Brasil, 1992), com 4 repetições de 5 sementes. Após a secagem dos pirênios, foram retiradas as sementes a partir da quebra do endocarpo com auxílio de um martelo, uma tira de borracha (câmara de ar usada em pneus de automóveis) e uma plataforma de madeira (Gentil & Ferreira, 2005). As sementes passaram por uma triagem, onde foram eliminadas aquelas que tinham sofrido algum dano no tegumento.

As sementes foram colocadas para embeber em água sob quatro diferentes temperaturas: ambiente (25±1°C), 30±1°C, 35±1°C e 40±1°C, com troca diária da água. Antes da embebição foi instalado um teste de germinação (testemunha). Após 2, 4 e 6 dias de embebição foram retiradas sementes para instalação de teste de germinação em viveiro, este coberto com telha de fibra de vidro (temperatura média mínima de 24°C e média máxima de 38°C). Foram utilizadas para cada tratamento quatro repetições de 25

sementes. A semeadura foi feita utilizando-se caixas plásticas como recipiente, e substrato composto de areia e serragem de madeira (relação volumétrica de 1:1), com o poro germinativo voltado para o lado formando um ângulo de 45° com a superfície do substrato.

Após os períodos de embebição, nas diferentes temperaturas, foi determinado o grau de umidade das sementes utilizando-se o método estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas (Brasil, 1992), sendo utilizadas 4 repetições de 5 sementes por tratamento. A pesagem das sementes continuou até as 72 horas em estufa, mas os valores não foram utilizados para o cálculo do teor de água, pois foi observado que após 48 horas, as sementes começaram a perder outras substâncias, que não a água. Os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso da amostra úmida.

A avaliação da emergência iniciou aos 20 dias após a semeadura e foram feitas contagens do número de plântulas a cada 10 dias, até os 360 dias. O critério para a avaliação da emergência foi a emissão da segunda bainha. Esses dados foram transformados em porcentagem e, a partir dos mesmos, foram calculados o índice de velocidade de emergência (IVE), o tempo inicial, o tempo final e o tempo médio de emergência (TIE, TFE e TME, respectivamente) (Edwards, 1934).

Através do Teste de Corte (Brasil, 1992), as sementes remanescentes, não germinadas, foram classificadas em “sementes dormentes” e “sementes mortas”. Para o cálculo da porcentagem de germinação foram consideradas todas as sementes germinadas, desde o primeiro estágio de germinação (botão germinativo).

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (4 temperaturas de embebição X 3 períodos de embebição), mais tratamento adicional (testemunha), com quatro repetições. Para efeito de análise de variância, os dados expressos em porcentagem foram transformados em arco seno  $\sqrt{((x/100)+0,5)}$ . A comparação entre as médias foi feita através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Quando conveniente foi realizado estudo de regressão.

#### 1.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de 30 dias de secagem dos pirênios, observou-se que o teor de água caiu gradativamente de 28,9% para 17,6% (Figura 1.1). Embora os pirênios tenham perdido 39,1% do seu teor de água inicial, essa perda não foi suficiente para “soltar” todas as sementes do endocarpo, tendo havido aproximadamente 30% de perda de sementes no processo de extração (quebra do endocarpo). A necessidade de períodos diferenciados para que todas as sementes se desprendam do endocarpo está possivelmente relacionada ao fato de tratar-se de pirênios provenientes de uma mistura de progênes. A dificuldade na extração das sementes do pirênio também pode estar relacionada à estreita associação da semente com o endocarpo, conforme foi observado por Araújo (2005) em *Astrocaryum acaule*.

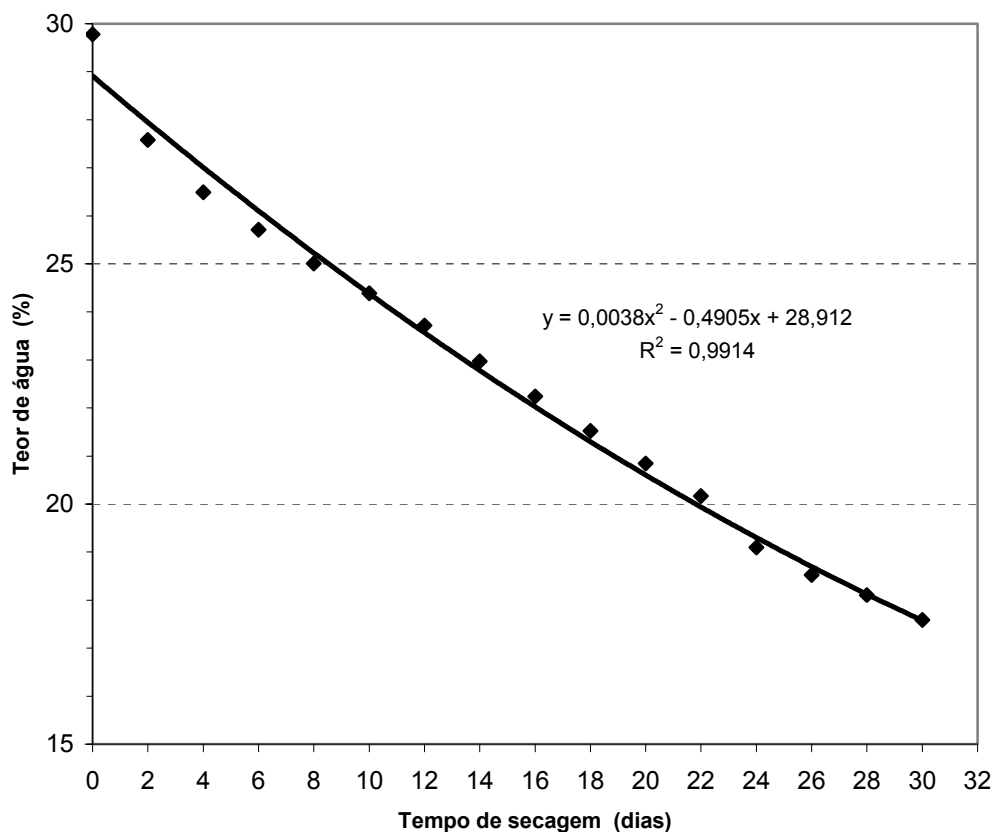


Figura 1.1. Teor de água dos pirênios de *Astrocaryum aculeatum* durante o período de 30 dias de secagem.

A emergência de plântulas de *A. aculeatum* foi superior para as sementes embebidas (36%), independentemente da temperatura e do período de condicionamento, em relação às sementes da testemunha (25%), que não foram embebidas antes da semeadura (Tabela 1.1). Por outro lado, a temperatura e o período de embebição não

afetaram de modo significativo a emergência, ou seja, a embebição, em qualquer temperatura ou período, favorece a emergência. Este resultado assemelha-se ao encontrado por Ferreira & Gentil (2002), que verificaram que sementes de tucumã não embebidas apresentaram germinação ligeiramente inferior, além de o processo germinativo ser mais lento.

Tabela 1.1. Médias do teor de água e de variáveis relacionadas à emergência referentes de sementes de *Astrocaryum aculeatum* submetidas à embebição em água com diferentes temperaturas, por diferentes períodos, mais tratamento adicional, sem embebição (testemunha).

Fator	Teor de água (%)	Emergência (%)	TE (dias)		IVE	Sementes mortas (%)	Sementes dormentes (%)
			inicial	final			
Testemunha	17	25 *	97	262	0.033*	44	31
-----							
Temperatura (°C)							
25	31	33	115 b	262	0.042	41 ab	26
30	31	41	99 ab	286	0.052	35 a	24
35	30	37	80 a	296	0.058	48 b	15
40	31	34	92 ab	282	0.052	47 ab	19
-----							
Período (dias)							
2	32	33	107	269	0.046	50 b	17
4	30	37	95	289	0.054	38 a	25
6	31	39	87	287	0.054	40 ab	21
C.V. (%)	-	29	32	16	33	30	57

TE = tempo de emergência; IVE = índice de velocidade de emergência; C.V. = coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra, em cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\* a testemunha, sem embebição, diferiu em relação aos demais tratamentos, pelo teste F a 5% de probabilidade.

Ainda que tenha havido diferença significativa entre a germinação de sementes embebidas e não embebidas, verificaram-se baixas percentagens de germinação, mesmo quando as sementes foram submetidas à embebição, em qualquer temperatura. Já é conhecido que a germinação de sementes de palmeiras é às vezes caracterizada por grandes dificuldades, que vão desde as características físicas das sementes até as peculiaridades fisiológicas do desenvolvimento do processo germinativo (Pinheiro, 1986). Sendo assim, verifica-se a necessidade da combinação da embebição com outros tratamentos pré-germinativos.

O tempo inicial de emergência foi menor nas sementes embebidas a 35°C (80 dias) com relação às embebidas à temperatura de 25°C (115 dias). Isso provavelmente ocorreu porque a temperatura mais elevada acelerou o metabolismo da germinação durante a embebição (Labouriau, 1983). O tempo final de emergência não apresentou diferença,



tanto em relação à testemunha (sem embebição), quanto aos diferentes níveis dos dois fatores estudados (Tabela 1.1).

O tempo médio de emergência não foi afetado pela temperatura nem pelo período de embebição, porém apresentou efeito de interação significativo entre estes fatores. De 2 para 4 dias de embebição, a 40°C, foi verificado uma redução no tempo médio de emergência de 195 para 165, respectivamente, aumentando levemente (168 dias) com 6 dias de embebição (Figura 1.2). Esse resultado pode ser associado ao aumento da absorção de água quando da embebição na temperatura mais elevada.

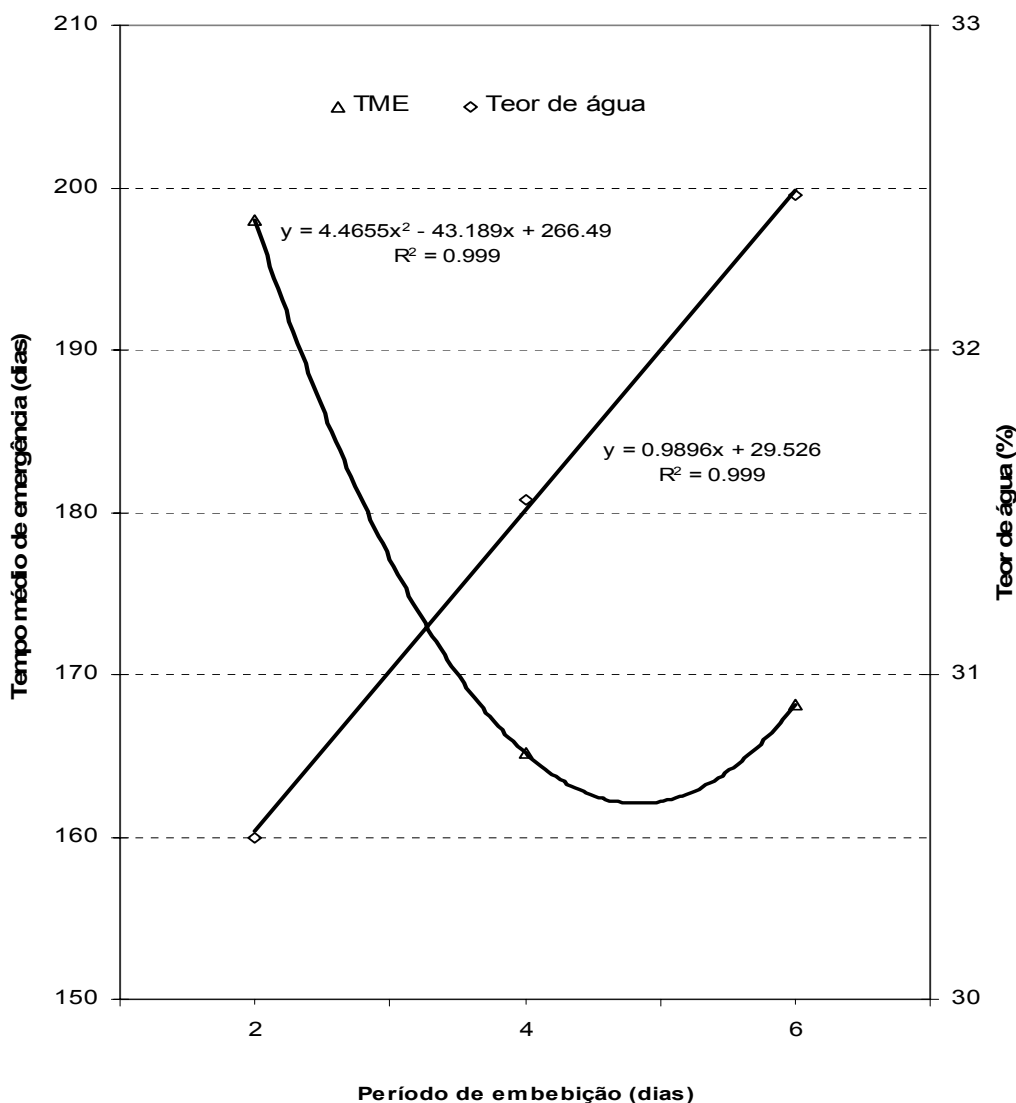


Figura 1.2. Teor de água das sementes e tempo médio de emergência de plântulas referentes s sementes de *Astrocaryum aculeatum* submetidas à embebição a 40°C, por diferentes períodos.

O teor de água apresentou uma relação linear com o período de embebição quando esta foi realizada a 40°C. O tempo médio foi menor quanto maior o teor de água e, ou, período de embebição. A importância do fator água na semente, combinada com alta temperatura constante já havia sido verificada para outras espécies de palmeiras (Koebernik, 1971; Marcus & Banks, 1999). Manter a hidratação ideal é o mais difícil dos dois fatores (água e temperatura), pois o excesso de hidratação pode reduzir drasticamente a germinação (Marcus & Banks, 1999), visto que impede a penetração do oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante (Borges & Rena, 1993). Os resultados apresentados nesse estudo, que sugerem que o aumento no teor de água favorece a germinação, concordam com os encontrados em outros trabalhos realizados com a mesma espécie (Ferreira & Gentil, 2002; Gentil & Ferreira, 2002; Gentil & Ferreira, 2005). O presente trabalho, contudo, apresentou valores de emergência inferiores aos encontrados por Ferreira & Gentil (2002) para a germinação (70%, após 6 dias de embebição). Algumas razões para a ocorrência dessa variação podem ser: a alta variabilidade genética, que pode ser observada pelos altos valores no coeficiente de variação, ou, ainda, o critério de avaliação utilizado. Neste trabalho, o critério utilizado foi a emissão da segunda bainha, enquanto no trabalho de Ferreira & Gentil (2002), o critério utilizado foi o intumescimento do embrião, que ocorre em média 30 dias antes da emissão da segunda bainha (Gentil & Ferreira, 2005). O maior tempo de avaliação em viveiro pode ter ocasionado o apodrecimento de muitas sementes que podem ter apresentado o intumescimento do embrião, não chegando à fase de segunda bainha, critério aqui utilizado.

A variável índice de velocidade de emergência (IVE) não apresentou diferença entre os níveis dos fatores estudados, mas diferiu quanto à não embebição (testemunha) em relação à embebição, independente da temperatura e do período.

Outra diferença encontrada foi em relação à variável “sementes mortas”, sendo menor quando as sementes permaneceram embebidas por quatro dias (38%) e na temperatura de 30°C (35%). A alta quantidade de sementes mortas ajuda a explicar a baixa germinação em todos os tratamentos. A deterioração das sementes pode ser causada por agentes fitopatogênicos, que foram verificados ao longo do experimento, além de insetos que penetraram na semente e consumiram o endosperma. O fato das sementes terem permanecido muito tempo em viveiro após a semeadura favorece o aparecimento desses agentes, pois o ambiente oferece temperatura e umidade adequadas a sua proliferação. Para Loomis (1958) o desenvolvimento de fungos na

superfície, que podem penetrar nos embriões, comprometendo a viabilidade, é um dos principais fatores que prejudicam a germinação de sementes de palmeiras.

## 1.5. CONCLUSÕES

A embebição da semente em água, por dois a seis dias, nas temperaturas de 25°C, 30°C, 35°C e 40°C, favoreceu a emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum*. A embebição a 35°C reduziu o tempo inicial de emergência em 25 dias com relação à embebição a 25°C. A embebição na temperatura de 40°C por 4 a 6 dias reduziu o tempo médio de emergência da plântula de *Astrocaryum aculeatum*.

Recomenda-se a embebição à temperatura de 40°C, por essa apresentar a emergência de plântulas em menor tempo médio e sugere-se testar este tratamento associado a períodos superiores aos testados.

## 1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, M.G. 2005. Morfo-anatomia e desenvolvimento dos frutos e sementes de três espécies da subfamília Arecoideae (Arecaceae). *Tese de doutorado*. INPA/UFAM, Manaus, 190p.
- Borges, E.E.L.; Rena, A.B. 1993. Germinação de sementes. *In: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. (Coord.). Sementes florestais tropicais*. Brasília; Abrates. 83-135.
- Brasil. 1992. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. *Regras para Análises de Sementes*. Brasília, 188p.
- Ferreira, S.A.N.; Gentil, D.F.O. 2002. Beneficiamento, pré-tratamento e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer - Arecaceae) *In: Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 17, Belém. (CD-ROM).
- Edwards, T.I. 1934. Relations of germinating soy beans to temperature and length of incubation time. *Plant Physiology*, 9(1):30.
- Gentil, D.F.O.; Ferreira, S.A.N. 2002. Morfologia da germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer - Arecaceae). *In: Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 17, Belém. (CD-ROM).
- Gentil, D.F.O.; Ferreira, S.A.N. 2005. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). *Acta Amazonica*, 35(2):337-342.
- Koebornik, J. 1971. Germination of palm seed. *Principes*, 15(1):134-137.

- Loomis, H.F. 1958. The preparation and germination of palm seeds. *Principes*, 2(3):98-102.
- Marcus, J.; Banks, K. 1999. A practical guide to germinate palm seeds. *Palms*, 43 (2):56-59.
- Miranda, I.P.A.; Rabelo, A.; Bueno, C.R.; Barbosa, E.M.; Ribeiro, M.N.S. 2001. *Frutos de palmeiras da Amazônia*. Manaus: MCT-INPA, 120p.
- Odetola, J.A. 1987. Studies on seed dormancy, viability and germination in ornamental palms. *Principes*, 31(1):24-31.
- Pinheiro, C.U.B. 1986. *Germinação de sementes de palmeiras: revisão bibliográfica*. Teresina, *Embrapa-UEPAE*. 102p.
- Potvin, C.; Cansari, R.; Hutton, J.; Caisamo, I.; Pacheco, B. 2003. Preparation for propagation: understanding germination of giwa (*Astrocaryum standleyanum*), wagara (*Sabal mauritiiformis*) and eba (*Socratea exorrhiza*) for future cultivation. *Biodiversity and Conservation*, 12: 2161-2171.

CAPÍTULO II

EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE *Astrocaryum aculeatum* EM FUNÇÃO DO GRAU DE UMIDADE E DO PRÉ-TRATAMENTO, COM CALOR, DAS SEMENTES

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* provenientes de sementes com diferentes graus de umidade, submetidas a diferentes tratamentos com calor. Inicialmente, parte das sementes foi submetida à embebição em água, por seis dias, e as demais foram mantidas, durante esse período, em sacos plásticos. A qualidade inicial das sementes (testemunha) foi avaliada logo após a embebição das mesmas. Sementes embebidas (28% de água) e não embebidas (21% de água), depois de acondicionadas em sacos plásticos, foram submetidas às temperaturas de 35°C e 40°C, durante os períodos de 20 dias, 40 dias e 60 dias. Sementes com 28% de umidade, pré-tratadas com calor, apresentaram maiores emergências (40% para o pré-tratamento a 35°C e 43% para aquelas submetidas a 40°C) e índices de velocidade (0,081 para o pré-tratamento a 35°C e 0,107 para aquelas submetidas a 40°C) do que as com teor de água, antes do pré-tratamento, de 21%. O tempo inicial de emergência foi menor (68 dias) nas sementes que na semeadura apresentavam 28% de umidade em relação às sementes com teor de água mais baixo (21%) que foi de 100 dias. O tempo médio de emergência foi menor (131 dias) quando se combinaram teor de água das sementes, temperatura e período de pré-tratamento: o tempo médio de emergência foi de 209 dias para as sementes não tratadas (testemunha). O tempo final de emergência foi menor quando a temperatura do pré-tratamento foi de 40°C (202 dias) e quando o período de condicionamento foi de 60 dias (189 dias). O melhor desempenho da emergência de plântulas de *A. aculeatum* foi obtido após as sementes, com teor de água mais elevado (28%), serem submetidas à temperatura de 40°C, pelo período de 60 dias.

Palavras-chave: tucumã, pré-condicionamento, temperatura, dormência.

## ABSTRACT

This study evaluated seedling emergence of *Astrocaryum aculeatum* from seeds with different water content submitted to different heat pretreatment. At first, part of the seeds were soaked for six days in water and another part were maintained in closed bags. Soaked seeds were sown to evaluate initial quality. Soaked (28% moisture content) and n-soaked seeds (21% moisture content), after conditioned in plastic bags, were submitted to 35°C and 40°C, during 20, 40 and 60 days. Seeds with 28% of water pretreatment with heat showed higher emergence of seedlings (40% for the 35°C pretreatment and 43% for those submitted to 40°C) and higher emergency velocity index (0,081 for the 35°C pretreatment and 0,107 for those submitted to 40°C) than those who's the water content before pretreatment was 21%. The initial emergency time was lower (68 days) in seeds that presents 28% moisture content in the sowing, that those seeds with 21% moisture content (100 days). The mean emergency time was lower (131 days) when the moisture content was combined with heat pretreatment temperature and duration: the mean time was 209 days for seeds n-treated (control). The final emergency time was lower when the heat pretreatment temperature was 40°C (202 days) and the pretreatment period was 60 days (189 days). The best emergency performance of *A. aculeatum* was obtained after seeds, with higher moisture content (28%), to be submitted to 40°C for 60 days.

Key-words: tucumã, treatment, temperature, dormancy

## 2.1. INTRODUÇÃO

*Astrocaryum aculeatum*, vulgarmente conhecido como tucumã, é uma palmeira cujo fruto é muito utilizado na Amazônia Central para o consumo humano. Há registros afirmando que bastaria apenas um fruto dessa palmeira para suprir à dose diária de vitamina A necessária a uma pessoa (Lima *et al.* 1986). Porém, a espécie ainda é pouco pesquisada. Apesar dos frutos serem de grande interesse econômico na Amazônia Central, são poucos e pequenos os plantios comerciais existentes (Moussa & Kahn, 1996).

A principal forma de propagação das palmeiras, como o tucumã, é por sementes. A embebição de sementes de palmeiras, por um período de um a sete dias, tem sido uma recomendação a fim de favorecer a germinação (Rees, 1972; Odetola, 1987; Meerow, 1990). No entanto, sementes de poucas espécies foram testadas com estas recomendações. O fator mais importante na germinação de sementes de palmeiras é a embebição, combinada com alta temperatura constante (Marcus & Banks, 1999): manter a hidratação ideal é o mais difícil dos dois fatores, pois o excesso de hidratação pode reduzir drasticamente a germinação.

Existem poucos relatos na literatura de sementes que requerem pré-tratamentos com altas temperaturas, podendo ser chamados de tratamentos de estratificação quente, por serem necessários para quebrar a dormência das sementes (Addae-Kagyah *et al.*, 1988). Rees (1962) verificou reação favorável de sementes de dendê (*Elaeis guineensis*) submetidas à alta temperatura, como pré-tratamento, o que diminui o tempo para que a germinação ocorra. Segundo o mesmo, esse procedimento pode ser realizado tanto em sementes com elevado teor de água quanto em sementes com grau de umidade reduzido, desde que, no segundo caso, as sementes sejam reidratadas antes da sementeira.

A estratificação quente em sacos de polietileno, nas temperaturas de 27 a 40°C, por 2 a 6 semanas, é um pré-tratamento eficiente para várias espécies de palmeiras (Odetola, 1987). Há pouca informação sobre a eficácia destes métodos sobre a germinação de sementes de *Astrocaryum aculeatum*, objeto deste estudo. Sá (1984) aplicou tratamentos pré-germinativos em estufa a 37, 38, 40 e 42°C, por 40 e 80 dias, em sementes de *A. aculeatum* com diferentes teores de água (20, 24, 28 e 30%) e verificou que o IVE para a temperatura de 37°C foi superior aos das demais temperaturas.

Pode-se reduzir o tempo de emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* submetendo-se as sementes à embebição em água por um período de nove dias (Gentil & Ferreira, 2005). Verificou-se no capítulo anterior que a embebição pode ser processada



em temperaturas superiores à do ambiente (25°C), contudo, o aumento da temperatura da água (30, 35 e 40°C) não favoreceu a emergência de plântulas, mas o tempo inicial de emergência foi menor em 25 dias quando as sementes foram embebidas a 35°C. No entanto, mesmo com este tratamento a germinação das sementes é desuniforme, justificando a utilização de tratamentos pré-germinativos, como a exposição a altas temperaturas, associados à embebição das sementes.

## 2.2. OBJETIVO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* referente a sementes com diferentes graus de umidade e submetidas a diferentes pré-tratamentos com calor.

## 2.3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Sementes, no Viveiro de Germinação da Coordenação de Pesquisas em Ciências Agronômicas (CPCA) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). As sementes foram obtidas a partir de pirênios (semente com endocarpo) provenientes de uma mistura de progênies adquirida junto à Feira do Parque Dez, em Manaus-AM.

Após a aquisição dos pirênios, estes foram imersos em água por três dias, com troca diária de água, a fim de facilitar a extração de resíduos de polpa (mesocarpo). A limpeza consistiu da fricção dos pirênios com água e areia. Então, estes foram postos para secar em ambiente com umidade relativa do ar média de 64,5% e temperatura mínima média de 28,7°C e máxima média de 30,7°C por um período de 16 dias, até que a maioria das sementes estivesse se soltado do endocarpo. A perda de água foi monitorada diariamente, sendo pesadas 20 repetições de 50 pirênios, em balança de precisão. Após os 16 dias as sementes foram retiradas do pirênio, conforme Gentil & Ferreira (2005). As sementes passaram por uma triagem, eliminando-se aquelas que tinham sofrido algum dano visível no tegumento.

Após a extração das sementes, parte delas foi submetida à embebição em água por seis dias em temperatura ambiente, com troca diária da água. As demais sementes foram mantidas durante esse período em sacos plásticos (30 cm de altura X 16 cm de largura X 0,15 mm de espessura), sob temperatura ambiente. A fim de avaliar a qualidade

inicial das sementes (testemunha), foram semeadas 4 repetições de 25 sementes embebidas.

As sementes que passaram por embebição foram postas para secar superficialmente, sendo colocadas em uma única camada, sobre telas suspensas, para favorecer a circulação de ar, em condição ambiente. Sementes embebidas e sementes não embebidas, acondicionadas em duplos sacos plásticos de 0,15 mm de espessura, foram submetidas a diferentes temperaturas (35°C e 40°C), em câmaras, onde permaneceram pelos períodos de 20 dias, 40 dias e 60 dias. Depois, todas foram embebidas em água, durante seis dias, com trocas diárias de água, e então semeadas em viveiro coberto com telha de fibra de vidro (temperatura média mínima de 24°C e média máxima de 38°C). A semeadura foi feita em caixas plásticas contendo areia como substrato, com o poro germinativo voltado para o lado formando um ângulo de 90° com a superfície do substrato. Em cada tratamento foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes.

Foi determinado o grau de umidade das sementes utilizando-se o método estufa a 105±3°C por 24 horas (Brasil, 1992), nos seguintes momentos: logo após cada período de embebição, incluindo as sementes não embebidas; logo após cada período de tratamento com calor, nas duas temperaturas; e após a segunda embebição. Para cada tratamento foram utilizadas 4 repetições de 5 sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso da amostra úmida.

A avaliação da emergência teve início 20 dias após a instalação dos testes de germinação e foram feitas contagens de plântulas emergidas a cada 10 dias, por 300 dias. O critério para a avaliação da emergência foi a emissão da segunda bainha. Esses dados foram transformados em porcentagem e foram calculados o índice de velocidade de emergência (IVE), o tempo inicial, o tempo final e o tempo médio de emergência (TIE, TFE e TME, respectivamente) (Edwards, 1934). Através do Teste de Corte (Brasil, 1992), as sementes remanescentes, não germinadas, foram classificadas em “sementes dormentes” e “sementes mortas”. Para o cálculo da porcentagem de germinação foram consideradas todas as sementes germinadas, desde o primeiro estágio de germinação (botão germinativo). Para efeito de análise de variância, os dados em porcentagem foram transformados em arco seno  $\sqrt{((x/100) + 0,5)}$ .

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 graus de umidade X 2 temperaturas de condicionamento das sementes X 3 períodos de condicionamento), mais tratamento adicional (testemunha),

com quatro repetições. Após análise de variância, para cada uma das variáveis, as médias foram comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água inicial das sementes que foram submetidas à embebição, antecedendo o pré-tratamento térmico, foi de 28,1%, enquanto que o das sementes não embebidas e que permaneceram em sacos plásticos foi de 21,4% (Tabela 2.1). Estes valores serviram, principalmente, para quantificar os níveis do fator “grau de umidade”, que foi objeto de estudo neste trabalho.

A emergência de plântulas foi maior em sementes embebidas (42%) do que nas não embebidas (20%). A emergência e o índice de velocidade de emergência (IVE) apresentaram efeito de interação significativo entre os fatores teor de água e temperatura do pré-tratamento. A emergência e o IVE foram superiores para as sementes com teor inicial de água mais elevado (28%), nas duas temperaturas testadas, com destaque para 40°C cuja emergência foi de 43% e o IVE foi de 0,107 (Tabela 2.1).

Tabela 2.1. Médias da emergência e do índice de velocidade de emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* referentes à interação entre os fatores teor de água e temperatura do pré-tratamento.

Teor de água (%)	Temperatura do pré-tratamento (°C)	Emergência (%)	IVE
28,1	35	40 a	0,081 a
21,4	35	24 b	0,048 b
28,1	40	43 a	0,107 a
21,4	40	15 b	0,029 b
C.V. (%)	-	20	36

IVE = índice de velocidade de emergência; C.V. = coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra, numa mesma temperatura de pré-tratamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Esse resultado concorda com o observado por Rees (1962) em sementes de dendê, pertencente à mesma tribo do tucumã, nas quais o pré-tratamento com calor, quando processado em sementes com baixo teor de água, é ineficiente. É bastante conhecida a influência da temperatura no aumento da velocidade das atividades

metabólicas, tais como a germinação (Borges & Rena, 1993; Larcher, 2000). O efeito benéfico da estratificação com calor em sementes de tucumã foi verificado por Sá (1984).

Tanto o tempo médio quanto o tempo final de emergência foram superiores na testemunha (sementes que passaram apenas pela embebição de 6 dias). O tempo inicial de emergência de plântulas foi menor (68 dias) para as sementes com maior grau de umidade (28% de água) que para as com teor de água reduzido (21% de água), que foi de 100 dias (Tabela 2.2). Embora o tempo médio de emergência não tenha apresentado diferenças em relação aos fatores estudados, o tempo final de emergência diferiu tanto em relação à temperatura do pré-tratamento quanto ao período do pré-tratamento. Este foi menor para a temperatura de 40°C (202 dias) em relação à 35°C que foi de 246 dias. Já com relação ao período, 60 dias de pré-tratamento proporcionou menor tempo final de emergência (189 dias), seguido do período de 40 dias que foi de 228 dias.

Tabela 2.2. Médias dos tempos inicial, médio e final de emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* referentes a sementes com diferentes teores de água submetidas a tratamentos com calor a diferentes temperaturas por diferentes períodos, e tratamento adicional (testemunha).

Fator	Teor de água <sup>2</sup> (%)	Tempo de emergência (dias)		
		inicial	médio	final
Testemunha	28	128	209*	290 *
-----				
Teor de água <sup>1</sup> (%)				
28	36	68 a	124	238
21	27	100 b	139	210
-----				
Temperatura (°C)				
35	30	80	138	246 b
40	29	80	124	202 a
-----				
Período (dias)				
20	29	71	137	256 b
40	28	92	135	228 ab
60	31	89	121	189 a
C.V. (%)	-	51	34	29

C.V. = coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra, em cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\* a testemunha diferiu em relação aos demais tratamentos, pelo teste F a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> refere-se ao teor de água antes do tratamento com calor.

<sup>2</sup> refere-se ao teor de água no momento da semeadura.

A emergência e o índice de velocidade de emergência (IVE), além de “sementes mortas” e “sementes dormentes”, apresentaram efeito de interação significativo entre os fatores teor de água e período do pré-tratamento. Sementes pré-tratadas com teor de água mais elevado (28%) favoreceram a emergência de plântulas e o IVE em todos os

períodos de pré-tratamento testados (Tabela 2.3). As sementes com menor grau de umidade durante o pré-tratamento apresentaram menor emergência e IVE quanto maior foi o período de pré-tratamento, ao mesmo tempo em que “sementes mortas” se elevou. Verificou-se que devido ao tempo elevado de avaliação (300 dias), muitas sementes foram deterioradas pela ação de patógenos. Foram identificados alguns fungos após o período de pré-tratamento, incluindo: *Aspergillus* sp. (grupo *flavus*) *Aspergillus* sp. (grupo *niger*), *Rizopus* sp. e duas espécies de *Penicillium* em sementes submetidas ao pré-tratamento a 35°C, e *Aspergillus* sp. (grupo *niger*) e *Penicillium* sp. em sementes submetidas ao pré-tratamento a 40°C. Fungos destes gêneros, entre outros, foram observados em sementes de pupunha (*Bactris gasipaes*) (Coates-Beckford & Chung, 1987), pertencente à mesma subtribo de *Astrocaryum aculeatum* (Bactridinae).

Tabela 2.3. Médias de variáveis relacionadas à emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* referentes à interação entre os fatores teor de água e período de pré-tratamento com calor.

Teor de água (%)	Período do pré-tratamento (dias)	Emergência (%)	IVE	Sementes mortas (%)	Sementes dormentes (%)
28	20	41 a	0,080 a	50 a	13 a
21	20	29 b	0,052 b	57 a	15 a
28	40	45 a	0,103 a	47 b	9 a
21	40	16 b	0,033 b	80 a	5 b
28	60	40 a	0,099 a	52 b	9 a
21	60	15 b	0,030 b	83 a	3 b
C.V. (%)	-	20	36	11	28

IVE = índice de velocidade de emergência; C.V. = coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra, num mesmo período de pré-tratamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Sementes de *A. aculeatum* germinam mais e com maior velocidade quando semeadas com alto teor de água. Esse comportamento já havia sido descrito por Ferreira & Gentil (2002) para essa espécie, que testaram a embebição em água em temperatura ambiente por diferentes períodos e verificaram que a embebição por 6 dias correspondente a 21% de água diminuiu o tempo médio de germinação em 18 dias. Odetola (1987) verificou que nem todas as sementes de palmeiras respondem bem à embebição. Dentre as espécies de palmeiras que respondem favoravelmente ao tratamento de embebição das sementes destacam-se as espécies do gênero *Phoenix* (subfamília Coryphoideae) e *Ptychosperma* (subfamília Arecoideae), tendo germinação

acima de 90%. Verifica-se, portanto que essa resposta favorável à embebição parece não estar relacionada a fatores filogenéticos e apresenta-se de forma aleatória nas subfamílias.

Sá (1984) observou que o período de aplicação do tratamento com calor (40 e 80 dias) não influenciou significativamente o IVE, enquanto os maiores IVE foram obtidos com 28 e 30% de água. O efeito benéfico da estratificação em sacos plásticos foi verificado também em sementes da palmeira *Socratea exorrhiza*, pertencente à mesma subfamília (Arecoideae) de *A. aculeatum*, portanto filogeneticamente próxima desta espécie (Uhl & Dransfield, 1987). Quando estas foram colocadas em sacos plásticos por uma semana, germinaram mais do que aquelas que não foram colocadas em sacos plásticos (Potvin *et al.*, 2003). Em sementes da mesma espécie, foi verificado também o efeito benéfico do aumento do teor de água na germinação: aquelas que foram irrigadas na primeira semana após o plantio germinaram melhor do que as não irrigadas neste período.

Ao contrário do que foi encontrado nesse estudo, sementes de buriti (*Mauritia flexuosa*) armazenadas em saco de plástico por um período de quatro meses e meio, na temperatura de 20°C, apresentaram resultados de germinação de embrião superiores a 90%, no entanto na temperatura de 30°C houve perda total da viabilidade (Spera *et al.*, 2001). É necessário acrescentar que o buriti distancia-se filogeneticamente do tucumã, aquele pertencendo à subfamília Calamoideae.

A dormência de sementes de palmeiras pode ser superada com períodos de pré-tratamento inferiores aos observados no presente estudo. Sementes de *Mauritia flexuosa* podem ter a dormência quebrada por tratamento de 30°C a 40°C por um período de 15 dias (Spera *et al.*, 2001). Em outras famílias de plantas, a temperatura ótima de estratificação com calor geralmente é inferior à observada para sementes de *A. aculeatum*, ficando entre 20°C a 30°C (Baskin & Baskin, 1998).

O efeito benéfico da estratificação pode ser decorrente da dormência ser causada pela imaturidade do embrião (Orozco-Segovia *et al.*, 2003). Sementes de *Euterpe edulis* requerem um tempo de armazenamento (9 a 12 dias) antes da sementeira para completar a maturação do embrião, sendo as temperaturas de 5°C e 20-30°C igualmente adequadas para o armazenamento de sementes (Martins *et al.*, 2004). Embora *Euterpe edulis* pertença à mesma subfamília de *A. aculeatum*, as espécies diferenciam-se ao nível de tribo (Uhl & Dransfield, 1987).

Os resultados concordam com os encontrados por Odetola (1987), que verificou que a estratificação quente por 2, 4 ou 6 semanas nas temperaturas de 27°C, 35°C e

40°C em sacos de polietileno representaram os melhores tratamentos para 18 das 35 espécies de palmeiras estudadas.

## 2.5. CONCLUSÕES

O pré-tratamento com calor (35°C e 40°C) de sementes com teor de água de 28% proporcionou maiores emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência que as sementes pré-tratadas com grau de umidade mais baixo (21%). O tempo inicial de emergência de sementes semeadas com teor de água de 28% foi de 68 dias, contrastando com o tempo inicial de emergência obtido para sementes com grau de umidade de 21% que foi de 100 dias. O tempo médio de emergência foi menor quando se combinou teor de água mais elevado com o pré-tratamento com calor. O tempo final de emergência foi menor quando a temperatura do pré-tratamento foi de 40°C e o período de pré-tratamento de 60 dias.

## 2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addae-Kagyah, K.A.; Osafo, D.M.; Olympio, N.S.; Atubra, O.K. 1988. Effect of seed storage, heat pretreatment and its duration on germination and growth of nursery stock of the idolatrica palm, *Elaeis guineensis* var *idolatrica* (Chevalier). *Trop. Agri.*, 65:77-83.
- Baskin, C.C.; Baskin, J.M. 2001. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego: Academic Press. 666p.
- Brasil. 1992. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. *Regras para Análises de Sementes*. Brasília, 188p.
- Borges, E.E.L.; Rena, A.B. 1993. Germinação de sementes. In: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. (Coord.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília; Abrates. 83-135.
- Coates-Beckford, P.L.; Chung, P.C. 1987. A study of the germination, disease symptoms and fungi associated with pejobaye seeds. *Seed Science and Technology*. 15:205-218.
- Edwards, T.I. 1934. Relations of germinating soy beans to temperature and length of incubation time. *Plant Physiology*. 9(1):30p.

- Ferreira, S.A.N.; Gentil, D.F.O. 2002. Beneficiamento, pré-tratamento e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer - Arecaceae) In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, Belém. (CD-ROM).
- Gentil, D.F.O.; Ferreira, S.A.N. 2005. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). *Acta amazônica*. 35(2):337-342.
- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. RiMa. São Carlos. 531p.
- Marcus, J.; Banks, K. 1999. A practical guide to germinate palm seeds. *Palms*. 43(2):56:53.
- Martins, C.C.; Bovi, M.L.A.; Nakagawa, J.; Júnior, G.G. 2004. Temporary storage of jussara palm seeds: effects of time, temperature and pulp on germination and vigor. *Horticultura Brasileira*, 22(2), 109-112.
- Meerow, A.W. 1990. Palm seed germination. *IFAS Cooperative Extension Bulletin*, 274:1-10.
- Odetola, J.A. 1987. Studies on seed dormancy, viability and germination in ornamental palms. *Principes*, 31(1):24-31.
- Orozco-Segovia, A.; Batis, A. I.; Rojas-Aréchiga, M.; Mendoza, A. 2003. Seed Biology of palms: a review. *Palms*, 47(2): 79-94.
- Potvin, C.; Cansari, R.; Hutton, J.; Caisamo, I.; Pacheco, B. 2003. Preparation for propagation: understanding germination of giwa (*Astrocaryum standleyanum*), wagara (*Sabal mauritiiformis*) and eba (*Socratea exorrhiza*) for future cultivation. *Biodiversity and Conservation*, 12: 2161-2171.
- Rees, A.R. 1962. High-temperature pre-treatment and the germination of seed of the oil palm, *Elaeis guineensis* (Jacq.). *Annals of Botany*, 26:569-581.
- Sá, S.T.V. 1984. Superação da dormência de sementes de tucumã (*Astrocaryum tucumã* Mart.). Manaus. *Monografia de graduação*. Universidade do Amazonas. 53p.
- Spera, M.R.N.; Cunha, R.; Teixeira, J.B. 2001. Quebra de dormência em sementes de buriti (*Mauritia Flexuosa*). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 36(12):1567-1572.
- Uhl, N.L.; Dransfield, J. 1987. *Generum palmarum. A classification of palms based on the work of Harold E. Moore-Jr.* Lawrence, Kansas: Allen Press. 610 p.



### CAPÍTULO III

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Astrocaryum aculeatum* EM SACOS PLÁSTICOS EM  
FUNÇÃO DO GRAU DE UMIDADE E DO PRÉ-TRATAMENTO COM CALOR

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da aplicação de calor em sementes de *Astrocaryum aculeatum* com diferentes teores de água sobre a germinação em sacos plásticos fechados. Inicialmente as sementes foram submetidas à embebição em água à temperatura ambiente, pelos períodos de 0, 2, 4 e 6 dias, correspondendo aos teores de água de 21, 25, 26 e 27%. Em seguida, foram acondicionadas em sacos de polietileno duplos, sob temperatura de 40°C, durante períodos de 20, 40 e 60 dias, e novamente embebidas em água à temperatura ambiente por seis dias. Depois, as sementes foram acondicionadas em duplos sacos plásticos, que foram mantidos em condição ambiente, no escuro, até que ocorresse a germinação. O critério de germinação utilizado foi a emissão do botão germinativo. O pré-tratamento com calor (40°C), independente do grau de umidade inicial da semente e, ou, do período de condicionamento, favoreceu a germinação de *A. aculeatum* em sacos plásticos fechados. Os melhores resultados de germinação e tempo médio de germinação foram alcançados quando o teor de água inicial foi de 27%, associado aos períodos de condicionamento de 40 e 60 dias.

Palavras-chave: tucumã, botão germinativo, temperatura, teor de água.

## ABSTRACT

This study evaluated the effects of 40°C heat pretreatment on *A. aculeatum* seed germination with different water contents in closed plastic bags. Initially seeds were soaked for 0, 2, 4 and 6 days yielding 21, 25, 26 and 27% water contents. The seeds were packed in double polyethylene bags at 40°C temperature for 20, 40 and 60 days, then soaked in water again. Finally, the seeds were packed in plastic bags, which were maintained at dark in ambient temperature until germination. The germination criterion was the emission of the germination plug. In closed plastic bags, the soak effect was beneficial, especially the 27% water content, which showed the highest germination and germination velocity index. The best germination and mean time of germination when the water content was 27% associated with 40° treatment for 40 and 60 days.

Key-words: tucumã, germination plug, temperature, moisture content.

### 3.1. INTRODUÇÃO

A palmeira *Astrocaryum aculeatum* produz frutos que são muito apreciados na região da Amazônia Central. Estes são consumidos geralmente *in natura*, podendo também ser utilizado em recheios de sanduíches e tapiocas e na fabricação de doces, sorvetes, licores, patês, etc. Em Manaus, os frutos de tucumã são comercializados em rede, envolvendo produtores, intermediários e vendedores organizados, significando uma atividade econômica importante. Porém, a espécie ainda é pouco pesquisada. Apesar dos frutos serem de grande interesse econômico na Amazônia Central, são poucos e pequenos os plantios comerciais existentes (Moussa & Kahn, 1996), com a maior produção oriunda do extrativismo. As sementes apresentam dificuldade de germinação, a qual pode ser melhorada com a retirada do endocarpo (Miranda *et al.*, 2001). Pesquisas preliminares indicam que a semente de *A. aculeatum* apresenta dormência, o que constitui em problema para a produção de mudas. O tempo de germinação de sementes de *Astrocaryum aculeatum* é elevado, encerrando aos 164 dias, quando o endocarpo é retirado (Ferreira & Gentil, 2002). A embebição das sementes, combinadas com o aumento da temperatura, pode ser uma alternativa para reduzir o tempo necessário para a germinação das sementes.

A pré-embebição de sementes de palmeiras, por um período de um a sete dias, tem sido uma recomendação universal como um tratamento pré-germinativo para superar a dormência (Meerow, 1990). No entanto, nem todas as espécies respondem favoravelmente a esse tratamento (Brochat & Donselman, 1988; Carpenter, 1988). Sementes de pupunha embebidas em água à temperatura ambiente por 48 horas não apresentaram diferenças na germinação e na velocidade de germinação em relação às não embebidas (Ledo *et al.*, 2002). Odetola (1987) relata que muitas palmeiras necessitam da combinação de tratamentos pré-germinativos, tais como a embebição e a aplicação de calor.

Sementes de palmeiras geralmente germinam mais rápido em altas temperaturas (Nagao *et al.*, 1980). Em algumas espécies de palmeiras, como o dendê, as sementes necessitam de tratamento com calor para estimular a germinação (Hussey, 1956; Rees, 1962; Addae-Kagyah *et al.*, 1998). Sementes de buriti podem ter a dormência quebrada quando são expostas, por determinado período, a temperaturas de 30 a 40°C (Spera *et al.*, 2001).

No presente estudo optou-se pela germinação em sacos plásticos por apresentar a vantagem de ser mais simples e requerer menos espaço quando comparado com o

sistema tradicional em sementeira (Mora-Urpí, 1984) e adotou-se como critério de avaliação a emissão do botão germinativo por apresentar a vantagem de reduzir o tempo de leitura dos testes de germinação (Queiroz, 1986).

### 3.2. OBJETIVO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a germinação de sementes de *Astrocaryum aculeatum* com diferentes teores de água, tratadas com calor, em sacos plásticos fechados.

### 3.3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Sementes e no Viveiro de Germinação da Coordenação de Pesquisas em Ciências Agronômicas (CPCA) do INPA. Utilizou-se sementes obtidas a partir de pirênios (semente com endocarpo) provenientes de uma mistura de progênies adquirida junto à Feira do Parque Dez, em Manaus-AM.

Após a aquisição dos pirênios, os mesmos foram imersos em água, por três dias, com troca diária de água, a fim de remover os resíduos de polpa (mesocarpo). A limpeza consistiu da fricção dos pirênios em água e areia. Esses foram postos para secar em ambiente com umidade relativa do ar média de 64,5% e temperatura mínima média de 28,7°C e máxima média de 30,7°C por um período de 16 dias, até que as sementes estivessem soltas do endocarpo. Após este período, as sementes foram retiradas do pirênio, conforme metodologia apresentada por Gentil & Ferreira (2005). As sementes passaram por uma triagem, onde foram eliminadas aquelas que tinham sofrido algum dano visível no tegumento.

As sementes foram submetidas à embebição em água à temperatura ambiente, por períodos de 0, 2, 4 e 6 dias, com trocas diárias de água. Após cada período, foram postas para secar superficialmente em condição ambiente. Então, as sementes foram acondicionadas em sacos de polietileno duplos e colocadas em câmara, sob temperatura de 40°C, por 20, 40 e 60 dias, sendo então embebidas em água à temperatura ambiente por seis dias, com trocas diárias da água (Figura 3.1). Depois da embebição, as sementes foram secas superficialmente e acondicionadas novamente em duplos sacos plásticos, com 0,15 mm de espessura que foram mantidos em condição ambiente, no escuro, até que ocorresse a germinação.

Após a primeira e a segunda embebição, momento da “semeadura”, foi determinado o grau de umidade das sementes, utilizando-se o método estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas (Brasil, 1992). Para cada tratamento foram utilizadas 4 repetições de 5 sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso da amostra úmida.

A avaliação da germinação teve início 20 dias após a instalação dos testes e foi repetida a cada dez dias por 270 dias. O critério para a avaliação da germinação foi a emissão do botão germinativo (Gentil & Ferreira, 2005). A partir desses dados, foram calculados a porcentagem, o índice de velocidade de germinação (IVG), o tempo inicial, o tempo final e o tempo médio de germinação (Edwards, 1934). Por meio do Teste de Corte (Brasil, 1992), as sementes remanescentes, não germinadas, foram classificadas em “sementes dormentes” e “sementes mortas”.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (4 graus de umidade X 3 períodos de condicionamento a  $40^\circ\text{C}$ ), mais tratamento adicional (testemunha) com quatro repetições. A testemunha consistiu de sementes que passaram apenas pelos seis dias de embebição e foram colocadas para germinar em sacos plásticos fechados. Após análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os efeitos de interação foram analisados por meio de estudo de regressão. Para efeito de análise de variância, os dados em porcentagem foram transformados em arco seno  $\sqrt{((x/100)+0,5)}$ .

### 3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os tratamentos, verificou-se que, em sacos plásticos fechados, a germinação foi baixa em decorrência da alta mortalidade das sementes. Com exceção das “sementes mortas”, as demais variáveis apresentaram resultados significativamente favoráveis para os tratamentos aplicados em relação à testemunha (Tabela 3.1). Com relação ao teor de água, quanto mais alto o grau de umidade no início da embebição, melhores resultados foram alcançados para a germinação e os tempos de germinação, destacando-se o teor de água de 27%.

Os tempos médio e final de emergência foram menores para os maiores períodos de condicionamento das sementes (40 e 60 dias). Ressalta-se que nestes mesmos períodos ocorreu a maior mortalidade, provavelmente devido aos maiores períodos de exposição das sementes a condições favoráveis ao desenvolvimento de fungos (alta

temperatura e umidade). Após a aplicação dos pré-tratamentos foram observados alguns fungos na superfície das sementes: *Asperillus niger*, *Rhizopus* sp. e *Penicillium* sp. Desta forma, sugere-se testar essas mesmas condições combinadas com tratamento das sementes com fungicida.

Tabela 3.1. Médias do teor de água, variáveis relacionadas à germinação, mais sementes mortas referentes à germinação de *Astrocaryum aculeatum* em sacos plásticos de sementes com diferentes teores de água e submetidas a diferentes períodos de embebição com calor.

Fator	Teor de água (%) <sup>2</sup>	G (%)	Tempo de germinação (dias)			IVG	Sementes mortas (%)
			Inicial	Médio	Final		
Testemunha	27	2 *	195 *	195 *	195 *	0,002 *	56
Teor de água (%) <sup>1</sup>							
21	27	7 b	134 b	150 b	165 b	0,011 b	67 a
25	29	13 b	120 b	143 b	162 b	0,023 b	59 ab
26	32	13 b	63 a	89 a	119 a	0,050 b	63 a
27	34	26 a	42 a	83 a	145 ab	0,118 a	52 b
Período de pré-tratamento (dias)							
20	31	18 a	96	139 b	185 b	0,047	49 c
40	29	10 b	76	95 a	118 a	0,047	62 b
60	31	16 ab	98	114 ab	140 a	0,057	70 a
C.V. (%)	-	33	34	25	25	82	12

G = germinação, IVG = índice de velocidade de germinação; C.V. = coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra, em cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\* A testemunha diferiu dos fatores ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> refere-se ao teor de água antes do tratamento com calor.

<sup>2</sup> refere-se ao teor de água no momento da semeadura.

Dentre as variáveis observadas, apenas “sementes dormentes” apresentaram efeito de interação entre os fatores estudados (Figura 3.1). No estudo de regressão, verificou-se que para os períodos de 40 e 60 dias de pré-tratamento à 40°C, quanto maior o teor de água, menor a quantidade de sementes dormentes. No entanto, quando o período de pré-tratamento foi de 60 dias a quantidade de sementes mortas foi maior, indicando que o maior período de exposição ao pré-tratamento favoreceu a deterioração das sementes. Isto se deve ao fato de existir um limite mínimo e um máximo de umidade da semente para que a germinação ocorra. A água é um fator imprescindível, pois é com a absorção de água por embebição que se inicia o processo de germinação (Borges & Rena, 1993; Larcher, 2000). Assim como a deficiência, o excesso de água pode ser um obstáculo à germinação, por impedir a entrada de oxigênio utilizado nos processos fisiológicos da germinação, ou ainda por promover o desenvolvimento de fungos

patogênicos (Rees, 1959). O aumento do período de exposição à alta temperatura pode ter ainda contribuído para o aumento da atividade desses patógenos.

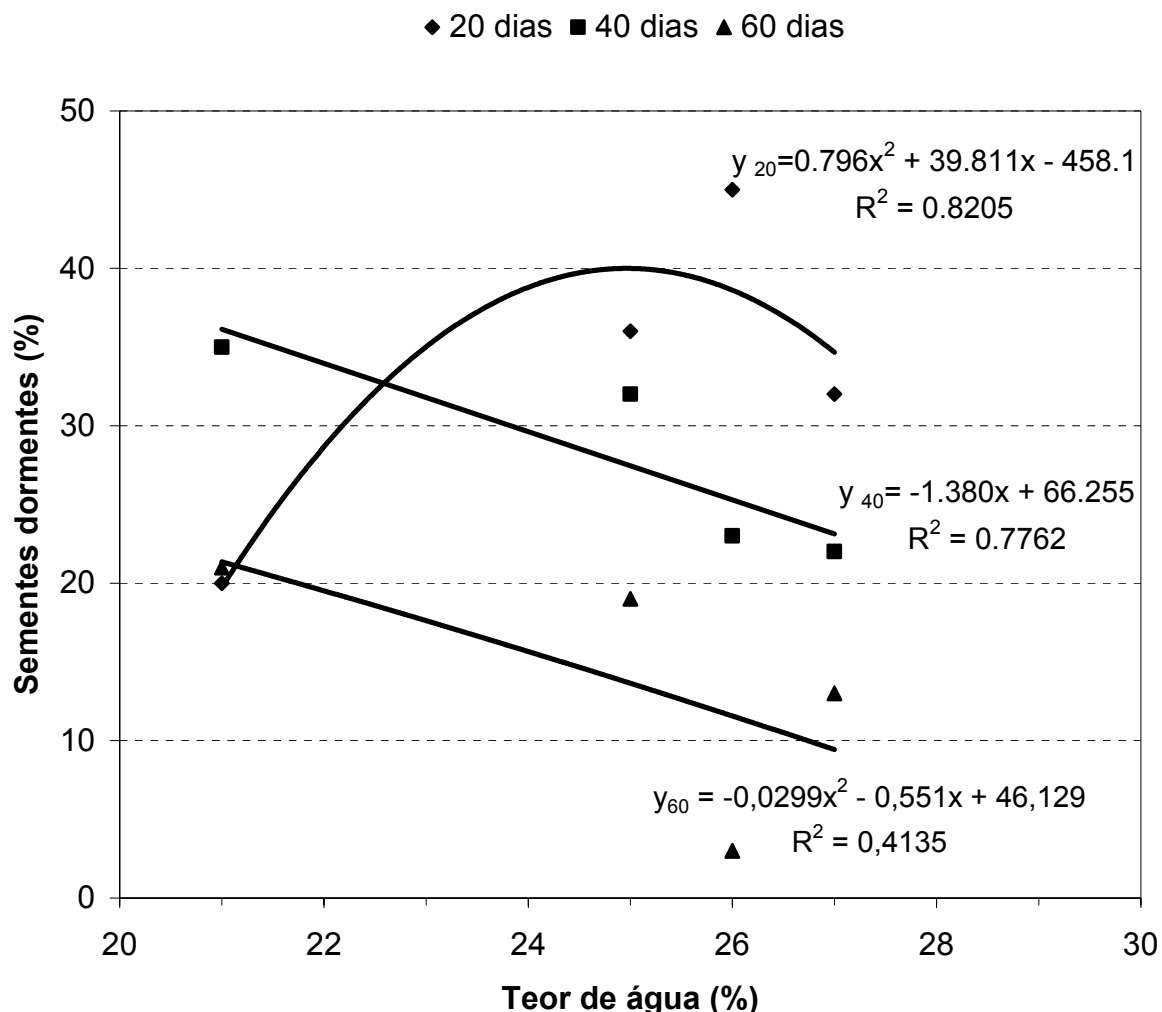


Figura 3.1. Sementes dormentes de *Astrocaryum aculeatum* em função da interação entre o teor de água das sementes antes do pré-tratamento a 40°C e o período de pré-tratamento.

Analisando-se as variáveis relacionadas à germinação, verifica-se que, em sacos plásticos, o efeito da embebição é benéfico, destacando-se o teor de água inicial de 27%, que proporcionou a maior germinação e a maior velocidade de germinação (Tabela 3.1). Comparando-se a germinação em sacos plásticos da testemunha (embebição por 6 dias) com a emergência de plântulas provenientes de sementes nas mesmas condições em viveiro, verifica-se uma diferença significativa, de 2 para 40%. Em todos os tratamentos a emergência foi muito baixa, sendo necessário testar a utilização de fungicidas para reduzir o número de sementes mortas.

A germinação de sementes consiste na retomada do crescimento do eixo embrionário. Esta alteração de tamanho é, inicialmente, determinada pela embebição de



água, seguida pela mobilização de reservas para formação de estruturas de parede celular (Bewley & Black, 1994). Além dessa função, a embebição em água por um período de 12 a 72 horas é utilizada para remover inibidores da germinação em sementes de *Hyphaene thebaica* (subfamília Coryphoideae) (Moussa *et al.* 1998), a qual é mais primitiva que o tucumã. Ferreira & Gentil (2002) já haviam verificado a vantagem do tempo de seis dias de embebição em sementes de tucumã, semeadas em viveiro, por este apresentar vantagem em termos de velocidade de germinação, além do menor tempo exigido para a condução do pré-tratamento. O tratamento de imersão das sementes em água é recomendado também para a germinação da maioria das espécies de palmeiras (Odetola, 1987).

O período de exposição ao pré-tratamento, avaliando as variáveis estudadas, influenciou na germinação das sementes de *A. aculeatum*. Embora não se tenha verificado diferenças na germinação entre os períodos de 20 e 60 dias e entre os períodos de 40 e 60 dias, observou-se que os tempos médio e final de germinação foram superiores nos períodos de 40 e 60 dias, tendo este menor quantidade de sementes dormentes como consequência da alta mortalidade (70%).

Outras espécies de palmeiras podem ter a dormência quebrada com choque térmico. Em condições similares de pré-tratamento com calor, sementes de dendê (*Elaeis guineensis var idolatrica*), pertencente à mesma tribo do tucumã (Cocoeae), apresentaram maior germinação quando submetidas aos períodos de 50 e 70 dias (Addae-Kagyah *et al.*, 1995). O tempo de exposição a altas temperaturas, em várias espécies de palmeiras, necessário para induzir a germinação pode ser superior aos 60 dias (Orozco-Segovia *et al.*, 2003). Por outro lado, sementes de buriti (*Mauritia flexuosa*) apresentam dormência que pode ser quebrada por tratamento com temperatura de 30 a 40°C, por um período reduzido, de 15 dias. Porém, verificou-se para esta espécie que o tratamento com calor por um período de 45 dias apresentou germinação inferior ao controle (Spera *et al.*, 2001). No entanto, esta espécie distancia-se de *A. aculeatum* filogeneticamente (Uhl & Dransfield, 1987), podendo esta ser uma característica inerente à subfamília. Sugere-se, portanto, avaliar a germinação das sementes de *A. aculeatum* quando submetidas a um período maior de pré-tratamento com calor.

Neste estudo, verificou-se que, em sacos plásticos, a germinação das sementes de *A. aculeatum* foi favorecida pela embebição seguida de pré-tratamento com calor a 40°C por 60 dias. Comportamento semelhante foi observado em sementes de dendê (*Elaeis guineensis*), da mesma tribo do tucumã (Cocoeae, Uhl & Dransfield, 1987), que submetidas ao tratamento com calor a 40 °C por 60 dias com teor de água de 18%,

apresentaram 78% de germinação em dez dias (Mok & Hor, 1977), observando-se que a exigência de água desta espécie é inferior à do tucumã.

### 3.5. CONCLUSÕES

A germinação de *Astrocaryum aculeatum* em sacos plásticos fechados foi ineficiente, com baixa porcentagem para todos os teores de água e períodos de aplicação do calor testados. O pré-tratamento com calor (40°C) das sementes de *Astrocaryum aculeatum*, com teor de água inicial de 27%, e o período de 40 dias, favorece a germinação e a velocidade de germinação. Diante dos baixos resultados de germinação, sugere-se testar esses pré-tratamentos em maiores períodos e combinados à aplicação de fungicida.

### 3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addae-Kagyah, K.A.; Osafo, D.M.; Olympio, N.S.; Atubra, O.K. 1998. Effect of seed storage, heat pretreatment and its duration on germination and growth of nursery stock of the idolatrica palm, *Elaeis guineensis* var *idolatrica* (Chevalier). *Trop. Agri.*, 65:77-83.
- Bewley, J.D.; Black, M. 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. 2. ed. New York: Plenum Press, 445p.
- Borges, E.E.L.; Rena, A.B. 1993. Germinação de sementes. *In*: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. (Coord.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília; Abrates. 83-135.
- Brasil. 1992. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. *Regras para Análises de Sementes*. Brasília, 188p.
- Broschat, T.K.; Donselman, H. 1988. Palm seed storage and germination studies. *Principes* 32:3-12.
- Carpenter, W.J. 1988. Seed after-ripening and temperature influence *Butia capitata* germination. *Hort. Science*. 23:702-703.
- Edwards, T.I. 1934. Relations of germinating soy beans to temperature and length of incubation time. *Plant Physiology*. 9(1):30p.

- Ferreira, S.A.N.; Gentil, D.F.O. 2002. Beneficiamento, pré-tratamento e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer - Arecaceae) In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, Belém. (CD-ROM).
- Gentil, D.F.O.; Ferreira, S.A.N. 2005. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). *Acta amazônica*. 35(2):337-342.
- Hussey, G. 1956. An analysis of the factors controlling the germination of the seed of *Elaeis guineensis* (Jacq.). *Annals of Botany*. 22:259-284.
- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. RiMa. São Carlos. 531p.
- Ledo, A.S.; Filho, S.M.; Ledo, F.J.S.; Araújo, E.C. 2002. Efeito do tamanho da semente, do substrato e pré-tratamento na germinação de sementes de pupunha. *Ciência Agrônômica*, 33(1): 29:32.
- Meerow, A.W. 1990. Palm seed germination. *IFAS Cooperative Extension Bulletin*, 274:1-10.
- Miranda, I.P.A.; Rabelo, A.; Bueno, C.R.; Barbosa, E.M.; Ribeiro, M.N.S. 2001. *Frutos de palmeiras da Amazônia*. Manaus: MCT-INPA, 120p.
- Mok, C.K.; Hor, Y.L. 1977. The storage of oil palm (*Elaeis guineensis*) seed after high temperature treatment. *Seed Sci. Technol*, 5:499-508.
- Mora-Urpí, J. 1984. El pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.): origen, biología floral y manejo agronómico. In: Food and Agriculture Organization (FAO)/ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). *Palmeras poco utilizadas de América Tropical*. Turrialba, Costa Rica, 118-160.
- Moussa, H.; Margolis, H.A.; Dubé, P; Odongo, J. 1998. Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semi-arid zone of Niger, West Africa. *Forest Ecology and Management*, 104:27-41.
- Nagao, M.A.; Kanegawa, K; Sakai, W.S. 1980. Accelerating palm seed germination with gibberelic acid, scarification and bottom heat. *HortScience*, 15(2):200-201.
- Odetola, J.A. 1987. Studies on seed dormancy, viability and germination in ornamental palms. *Principes*, 31(1):24-31.
- Orozco-Segovia, A.; Batis, A. I.; Rojas-Aréchiga, M.; Mendoza, A. 2003. Seed Biology of palms: a review. *Palms*, 47(2): 79-94.
- Queiroz, M.H. 1986. Botão germinativo do palmitero como indicador da germinação. *Revista Brasileira de Sementes*, 2: 55-59.
- Rees, A.R. 1959. Germination of oil palm seed: the cooling effect. *J. W. Afr. Inst. Oil Palm Res.*, 3(9):76-82.

- Rees, A.R. 1962. High-temperature pre-treatment and the germination of seed of the oil palm, *Elaeis guineensis* (Jacq.). *Annals of Botany*, 26:569-581.
- Spera, M.R.N., Cunha, R., Teixeira, J.B. 2001. Quebra de dormência em sementes de buriti (*Mauritia flexuosa*). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(12):1567-1572.
- Uhl, N.L.; Dransfield, J. 1987. *Generum palmarum. A classification of palms based on the work of Harold E. Moore-Jr.* Lawrence, Kansas: Allen Press. 610 p.

## CAPÍTULO IV

EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SEMENTES DE DIFERENTES PROGÊNIES DE *Astrocaryum aculeatum*.

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a emergência de plântulas de diferentes progênies de *Astrocaryum aculeatum* e verificar sua relação com o teor de água, de gordura, de compostos fenólicos e ponto de fusão dos lipídios. Objetivou-se também avaliar o efeito da aplicação do extrato aquoso dessas sementes sobre a germinação de sementes de alface. Foram coletados frutos de cinco progênies de *A. aculeatum*. Suas sementes foram semeadas e foi avaliada a emergência, os tempos (inicial, médio e final) de emergência e o índice de velocidade de emergência, além das “sementes dormentes” e “sementes mortas”, remanescentes. Determinou-se o teor de gordura, o ponto de fusão dos lipídios e a concentração de compostos fenólicos. Variáveis relacionadas à emergência de plântulas, o teor de gordura, o ponto de fusão dos lipídios e o teor de compostos fenólicos variaram entre progênies de *A. aculeatum*. A emergência e o índice de velocidade de emergência de plântulas das diferentes progênies correlacionaram-se negativamente com a gordura das sementes, e positivamente com o ponto de fusão dos lipídios, o qual se correlacionou negativamente com as sementes mortas. Sementes de diferentes progênies de *A. aculeatum* apresentam substância que inibe a germinação de sementes de alface.

Palavras-chave: tucumã, germinação, fenóis, lipídios, água.

## ABSTRACT

This study evaluated the emergence of different progenies of *Astrocaryum Aculeatum*, and the relation with water, fat and phenol contents and the lipids melting point. Another objective was to evaluate the effect of tucumã seed water extract on lettuce seed germination. Fruits of five progenies of *A. aculeatum* were collected. The seeds were sown and the emergences, the emergence velocity index, the initial, mean and final times, “dormant” and “dead” remainder seeds were valued. The fat and phenol contents and the lipids’ melting points were determined. The emergence variables, fat and phenol contents and the lipids’ melting points varied among the *A. aculeatum* progenies. The emergence and the emergence velocity index were negatively correlated with the fat contents, positively correlated the lipids’ melting points, and this was negative correlated with dead seeds. There is difference in inhibition substances in Different progenies seed of *A. aculeatum* shows substance the inhibit *Lactuca sativa* seeds germination.

Key-words: tucumã, germination, phenols, lipids, water.

#### 4.1. INTRODUÇÃO

*Astrocaryum aculeatum*, vulgarmente conhecido como tucumã, é uma palmeira cujo fruto é muito utilizado na região da Amazônia Central para o consumo humano. Este é geralmente consumido *in natura*, podendo também ser utilizado na fabricação de doces, sorvetes, licores, patês, etc. Há registros afirmando que bastaria apenas um fruto dessa palmeira para suprir à dose diária de vitamina A necessária a uma pessoa (Lima *et al.* 1986). A fibra extraída das folhas é utilizada para confecção de redes de dormir e a “semente” (endocarpo) é amplamente usada no artesanato regional. Em Manaus, os frutos de tucumã são comercializados em rede, envolvendo produtores, intermediários e vendedores organizados, significando uma atividade econômica importante. Porém, a espécie ainda é pouco pesquisada. Apesar dos frutos serem de grande interesse econômico na Amazônia Central, são poucos e pequenos os plantios comerciais existentes (Moussa & Kahn, 1996).

Muitas espécies da família Arecaceae exibem diferentes graus de dormência das sementes (Odetola, 1987). Sementes dormentes de algumas espécies requerem altas tensões de oxigênio para a germinação, provavelmente devido à presença de inibidores no tegumento, os quais reduzem a absorção de gases, sem, contudo, afetar a taxa de absorção de água por elas. A substância inibidora da germinação pode ocorrer tanto no tegumento como no embrião (Toole *et al.*, 1956). O tegumento pode agir tanto como barreira de O<sub>2</sub> quanto como depósitos de inibidores endógenos. Essa barreira à difusão de O<sub>2</sub> pode controlar a germinação, impedindo a oxidação e subsequente destruição dos inibidores (Karssen, 1995).

Alguns autores têm observado que a presença de compostos fenólicos no tegumento controla a entrada de oxigênio no interior da semente, pois estes fixam o O<sub>2</sub> que a semente está absorvendo, impedindo sua chegada no interior da semente (Dietrich, 1986), por isso, a presença desses compostos na semente pode impedir ou retardar a germinação. A presença de inibidores da germinação pode ser verificada aplicando-se o extrato da semente no substrato de germinação de sementes de alface e observando a ocorrência de diferenças em relação ao controle (sementes de alface colocadas para germinar com substrato contendo apenas água; Maciel *et al.*, 1992).

Em algumas espécies, na fase de maturação, as sementes são revestidas com substâncias lipídicas, depositadas nas superfícies das sementes, tornando-as impermeáveis (Labouriau, 1983). Além dessas substâncias, o impedimento à entrada de



água pode ser conferido por diversas partes da testa, como a cutícula, a suberina e as camadas de parênquima paliçádico e osteosclereídeos (Bewley & Black, 1994).

Alguns trabalhos têm mostrado variação na germinação de sementes de diferentes progênies para uma mesma espécie de palmeira (Clement & Dudley, 1995; Yuyama & Chávez-Flores, 1996). Sementes de *Bactris gasipaes* apresentam comportamento diferenciado entre progênies quanto ao início da emergência (Yuyama & Chávez-Flores, 1996) e diferentes progênies respondem de forma diferente a tratamentos pré-germinativos. Não existem estudos sobre o comportamento de sementes de diferentes progênies de *A. aculeatum* quanto à germinação e dormência, e quanto aos fatores influenciam na germinação das sementes da espécie.

## 4.2. OBJETIVO

Avaliar a emergência de plântulas de progênies de *Astrocaryum aculeatum* e correlacioná-la com o teor de água, compostos fenólicos, gordura e com o ponto de fusão dos lipídios, além de avaliar efeito do extrato das sementes sobre a germinação de sementes de *Lactuca sativa*.

## 4.3. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.3.1. Obtenção, beneficiamento e embebição das sementes

Frutos de *Astrocaryum aculeatum* foram coletados de cinco progênies no município de Rio Preto da Eva (AM). Após a retirada do mesocarpo, os pirênios foram submetidos à secagem por 20 dias em ambiente com 61,8% de umidade relativa do ar e temperatura mínima média de 30,4°C e máxima média de 32,7°C. A perda de massa foi monitorada diariamente durante a secagem, sendo pesadas oito repetições de 25 pirênios de cada progênie, em balança de precisão. Após esse período as sementes foram retiradas do pirênio conforme metodologia apresentada por Gentil & Ferreira (2005), e passaram por uma triagem, onde foram eliminadas aquelas que tinham sofrido algum dano aparente no tegumento.

As sementes foram embebidas em água, por nove dias, com trocas diárias da água. Antecedendo a embebição, foi determinado o grau de umidade das sementes, pelo

método estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas (Brasil, 1992), com quatro repetições de cinco sementes. O incremento de umidade durante a embebição foi monitorado diariamente, pesando-se 4 repetições de 25 sementes por progênie, em balança de precisão. Foi estimado o teor de água das sementes durante a embebição, relacionando o teor de água inicial com o incremento.

#### 4.3.2. Composição química

Dez sementes por progênie foram submetidas à secagem em estufa a  $65^\circ\text{C}$  e em seguida trituradas em moinho, com peneira de 2 mm, visando a determinação do teor de gordura. A extração da gordura foi feita com solvente orgânico (hexano) por destilação durante 8 horas, seguida de evaporação total do solvente (Folin & Denis, 1912) no Laboratório de Química da Madeira da Coordenação de Pesquisas em Produtos Florestais (CPPF) do INPA. Na determinação, foram utilizadas quatro repetições de 5 g de sementes trituradas, por progênie.

O ponto de fusão dos lipídios (gordura) foi obtido no Laboratório de Bioquímica de Alimentos da Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos (CPTA) do INPA. Foram utilizados tubos capilares, mergulhando-os na substância fundida (gordura aquecida) até obter uma coluna de 1,5 cm. A outra extremidade foi fechada no bico de Bünsen. Os tubos permaneceram em refrigerador por 12 horas. Em seguida, foram presos a um termômetro com graduação de até  $100^\circ\text{C}$ , por meio de um anel de borracha, de modo que a substância no capilar ficasse junta ao bulbo do termômetro. O conjunto capilar+termômetro foi colocado dentro de um tubo de ensaio com água, o qual foi mergulhado em um béquer, que passou a ser aquecido lentamente, agitando-se o tubo de ensaio para cima e para baixo. O ponto de fusão considerado referiu-se à temperatura na qual a substância tornou-se transparente (Instituto Adolfo Lutz, 1995). Foram utilizadas quatro repetições (tubos com gordura) para cada progênie.

A determinação do teor de fenóis totais foi feita no Laboratório de Bioquímica de Alimentos da CPTA do INPA. Foram preparados 250 ml do reagente de Folin-Denis, adicionando-se a 187 ml de água destilada, 25 g de tungstato de sódio, 5 g de ácido fosfotungstico e 12,5 ml de ácido fosfórico, fervendo-se a mistura por duas horas e completando-se o volume em balão volumétrico para 250 ml (Folin & Denis, 1912).

Para a determinação da curva de calibração do ácido tânico, foram dissolvidos 100 mg de ácido tânico p.a. em água destilada, completando-se o volume para 50ml em balão

volumétrico e homogeneizando com movimentos de inversão do balão. Foram tomadas alíquotas de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 ml e diluiu-se em 50 ml de água em balão volumétrico, homogeneizando-se a mistura. Essas alíquotas corresponderam às concentrações de 20, 40, 60, 80  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ . Em tubos de ensaio foram colocados 0,5 ml de cada concentração, 0,5 ml do reagente de Folin-Denis, 1 ml de carbonato de sódio 35%, 8 ml de água destilada, agitando-se e fazendo-se a leitura em espectrofotômetro. A leitura de absorvância do ácido tânico possibilitou a determinação da equação da reta (Figura 4.1).

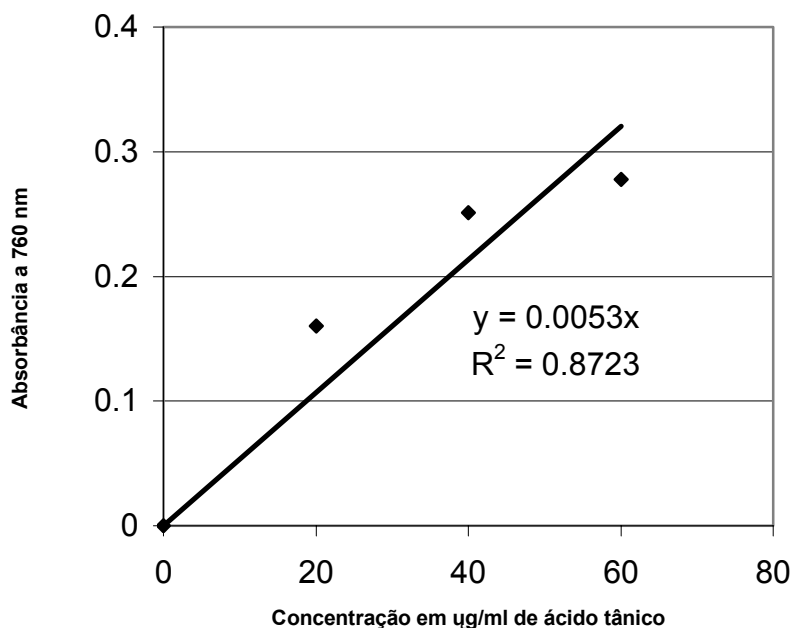


Figura 4.1. Curva de calibração de compostos fenólicos do ácido tânico

Foi preparado um extrato alcoólico, colocando-se 1 g da amostra (sementes secas, trituradas e desengorduradas) em um becker e adicionando-se 50 ml de álcool metílico 50%. A mistura foi fervida em manta aquecedora por 10 minutos, filtrada e transferida para um balão volumétrico de 50 ml, completando-se o volume com água destilada (Goldstein & Swain, 1963). Em um tubo de ensaio foi adicionado 0,5 ml do extrato, 8 ml de água, 0,5 ml do reagente de Folin-Denis e 1 ml de solução de carbonato de sódio saturado (35%) (Folin & Denis, 1912; Reicher & Sierakowski, 1981). O tubo foi agitado e permaneceu em repouso por 30 minutos, quando então se fez a leitura de absorvância em espectrofotômetro ( $\lambda=760\text{ nm}$ ).

O cálculo dos polifenóis totais foi feito aplicando-se os valores de absorvância das amostras na equação da curva de calibração do ácido tânico nas concentrações de 20, 40, 60, 80 e 100  $\mu\text{g}/\text{ml}$  obtidas por meio de regressão linear simples. Essas leituras foram

realizadas a partir de amostras secas e desengorduradas, portanto, para efeito de análise, os valores foram transformados, obtendo-se valores referentes a sementes integrais.

#### 4.3.3. Emergência de plântulas

Após a embebição foram semeadas quatro repetições de 25 sementes por progênie. Não foi possível semear material da Progênie 1, devido à expulsão e morte da maioria dos embriões durante a embebição. A semeadura foi feita em caixas plásticas, contendo areia como substrato, com o poro germinativo voltado para o lado formando um ângulo de 90° com a superfície do substrato.

A avaliação da emergência teve início 20 dias após a semeadura e foram feitas contagens de plântulas emergidas, a cada 10 dias, durante nove meses. O critério de emergência utilizado foi à emissão da segunda bainha. A partir dessas avaliações, foram calculados a porcentagem de emergência, o índice de velocidade de emergência (IVE), o tempo inicial, o tempo final e o tempo médio de emergência (Edwards, 1934). No encerramento do experimento, por meio de Teste de Corte (Brasil, 1992), foram determinados os percentuais de sementes dormentes e de sementes mortas. Para o cálculo da porcentagem de germinação foram consideradas todas as sementes germinadas, desde o primeiro estágio de germinação (botão germinativo). Para efeito de análise de variância, os dados em porcentagem foram transformados em arco seno  $\sqrt{((x/100)+0,5)}$ .

Em todas as variáveis, o delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições. E, após análise de variância, as médias das variáveis relacionadas à emergência, do teor de água, do teor de gordura, do ponto de fusão dos lipídios e do teor de compostos fenólicos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade, e também correlacionadas entre si.

#### 4.3.4. Efeito do extrato aquoso de sementes de diferentes progênies de *Astrocaryum aculeatum* sobre a germinação de sementes de alface

Sementes das cinco progênies de *Astrocaryum aculeatum* foram trituradas em moinho com peneira de 2 mm. No preparo do extrato aquoso de cada progênie, foi utilizado, para cada grama de sementes trituradas (torta), 4 ml de água aquecida até a

ebulição, o que permaneceu em um becker por 24 horas. Após esse tempo o extrato foi filtrado para utilização no bioensaio.

Foram utilizadas placas de Petri forradas com duas folhas de papel filtro, sobre as quais foram semeadas 30 sementes de alface (*Lactuca sativa*). O substrato foi umedecido com o extrato de cada progênie na proporção de 2,5 ml do extrato para cada grama do substrato. A testemunha consistiu em umedecer o substrato apenas com água destilada, na mesma proporção daquela utilizada para o extrato. Três dias após a semeadura, foi adicionado mais 0,5 ml de água destilada em cada placa de petri, a fim de evitar o ressecamento do substrato. Foram feitas observações diárias da germinação, até o sétimo dia, tendo-se como critério de germinação a emissão de 2 mm da raiz primária. Com esses dados foram calculados a germinação (%G), o tempo médio de germinação (TMG) e o índice de velocidade de germinação (IVG). O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Após análise de variância, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizado estudo de regressão com a germinação das sementes de alface em relação ao teor de fenóis das sementes de tucumã.

#### 4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.4.1. Secagem dos pirênios e embebição das sementes das diferentes progênies

A perda de massa dos pirênios, decorrente de dessecação, diferiu entre as progênies. Em média, os pirênios da progênie 2 tiveram uma redução na massa de 23,9 g para 19,7 g (18,1%) e os da 4 de 26,6 para 21,6 (18,7%), perdas estas que não diferiram entre si. Não houve também diferenças entre o dessecação da progênie 3, (18,9%) e o da 4 (18,7%). A maior redução ocorreu na progênie 1 (22,7%), a qual apresentou também maior massa inicial dos pirênios (37,2 g; Figura 4.2), seguida da progênie 5, cujo dessecação foi de 20,4%.

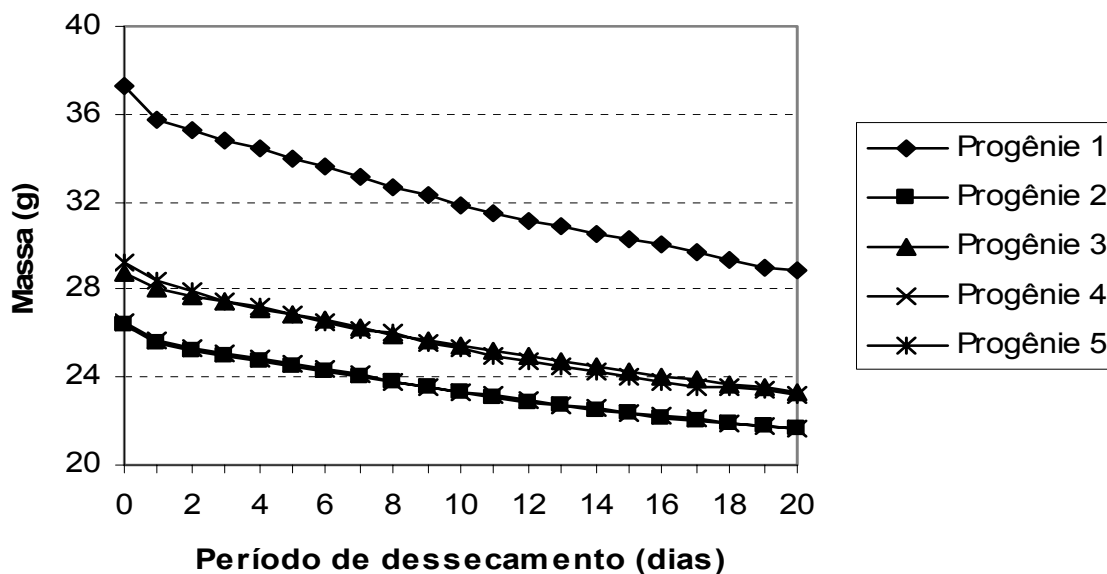


Figura 4.2. Perda de massa dos pirênios de *A. aculeatum* ao longo do período de secagem.

O processo de embebição ocorreu de forma semelhante para todas as progênies (Figura 4.3). A menor embebição ocorreu na progênie 2, que apresentou aumento no teor de água de 16,1% para 33,6% após 9 dias de embebição. As progênies 4 e 5 foram as que apresentaram maior absorção de água, com acréscimo de 23% de em relação à sua massa inicial.

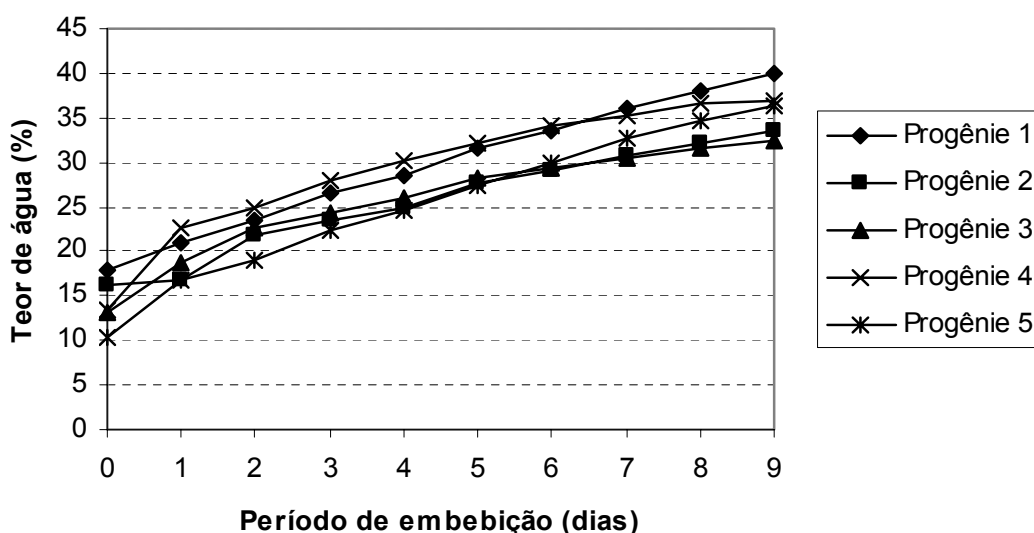


Figura 4.3. Teor de água das sementes das diferentes progênies de *A. aculeatum* ao longo do período de embebição.

#### 4.4.2. Emergência de plântulas, teores de gordura e compostos fenólicos de sementes de diferentes progênes

No teste de emergência das plântulas das diferentes progênes, não foi possível avaliar a progênie 1 devido a muitas sementes terem apresentado expulsão do embrião durante a embebição, não restando material suficiente para o teste. Esse fato pode estar relacionado à maior perda de massa pela secagem dos pirênios, associada ao maior teor de água após a embebição, que foi de 40% nesta progênie.

A emergência das plântulas da progênie 2 (43 %) mostrou-se superior a das demais (Tabela 4.1). Essa mesma progênie apresentou o menor tempo inicial de emergência (93 dias), não tendo sido encontradas diferenças para os tempos médio e final de emergência. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi superior para a progênie 2, embora não tenha diferido do IVE da progênie 5. O IVE correlacionou-se significativamente com a emergência de plântulas ( $r=0,97$ ) (Tabela 4.2).

Assim como foi observado no presente trabalho, Yuyama & Chávez-Flores (1996) estudando o comportamento de progênes meio-irmãos de pupunha (*Bactris gasipaes*), da mesma subtribo do tucumã (*Bactridinae*), verificaram diferenças no tempo inicial de emergência de diferentes progênes. Clement & Dudley (1995) também verificaram variações no tempo de germinação desta mesma espécie; a maioria delas iniciou a emergência com menos de 30 dias, enquanto 22 % das progênes levaram mais de 30 dias para iniciar. Oliveira & Faria Neto (2002) verificaram que existe variabilidade genética entre as progênes de açazeiro (*Euterpe precatoria*, tribo *Areceae*) para os caracteres relativos a germinação e que maior variação ocorreu para o caráter início da germinação, podendo ser essa uma estratégia adaptativa importante para a espécie; seguiram-se os caracteres tempo médio, final e germinação em si. Essa estratégia adaptativa pode estar relacionada à subfamília a qual estas espécies pertencem (*Arecoideae*) (Uhl & Dransfield, 1987), a qual está entre as mais evoluídas.

A progênie 2 apresentou menor quantidade de sementes mortas (24 %) e maior de sementes dormentes (33 %). Estas variáveis correlacionaram-se negativamente ( $r= -0,98$ ). Comparando-se esses dados com a emergência, observa-se que a menor emergência não significa maior quantidade de sementes remanescentes dormentes e sim o contrário, além sobressair às sementes mortas. Com isto, evidencia-se que sementes com melhor desempenho na emergência são aquelas que também se mantêm viáveis, ou dormentes, por mais tempo, com mortalidade reduzida.

O teor de água das sementes após a embebição variou de 32 % a 40 % e não apresentou diferença estatística entre as progênie. Observou-se também um coeficiente de variação de 18,3% entre as amostras. Não foram obtidas correlações significativas desta variável com as variáveis relacionadas à emergência de plântulas.

A gordura das sementes variou de 27,10 (progênie 1) a 34,84% (progênie 3). O teor de gorduras, ou lipídios, em palmeiras é bastante variável, podendo ser encontrado de 0,8%, em *Raphia vinifera*, a 66,5% em *Cocus nucifera* (Opute, 1979). Esta variável apresentou alta correlação negativa com a emergência ( $r = -0,97$ ) e com o índice de velocidade de emergência ( $r = -0,96$ ). Isso significa que a gordura atua como fator prejudicial à emergência de plântulas de *A. aculeatum*. Em algumas espécies, na fase de maturação, as sementes são revestidas com suberina ou substâncias lipídicas, depositadas nas superfícies das sementes, tornando-as impermeáveis (Labouriau, 1983). Contudo, não foi observada correlação significativa entre os teores de gordura e de água. Desta forma, a impermeabilidade causada pela gordura pode estar relacionada ao oxigênio, ou ainda, pode ocorrer efeito de auto-alelopatia causado por alguma substância presente no óleo (Karssen, 1995).

O ponto de fusão dos lipídios das sementes de *A. aculeatum* variou pouco entre as progênie. Verificou-se que a gordura ficou no estado sólido à temperatura ambiente, indicando a presença de ácidos graxos saturados. No entanto, o baixo ponto de fusão indicou a predominância de ácidos graxos insaturados. O ponto de fusão encontrado para os lipídios extraídos das sementes de tucumã foi próximo ao encontrado para o ácido cáprico (decanóico), presente em *Coccus nucifera*, o qual varia de 30,2°C a 31,6°C (Bobbio & Bobbio, 1985; Fennema, 1976). Por se tratar de uma palmeira, cujas propriedades organolépticas (cheiro, sabor, consistência) assemelham-se às do coco, pertencente à mesma tribo (Cocoeae), é possível que o ácido cáprico esteja presente também nas sementes de tucumã. De acordo com Vallilo *et al.* (2001), quanto menor o ponto de fusão dos lipídios maior a insaturação dos ácidos graxos e esta é prejudicial à germinação das sementes, pois favorecem a oxidação das reservas (Vallilo *et al.*, 2001).



Tabela 4.1. Emergência, tempos de emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), sementes mortas e dormentes, teor de água e características químicas referentes a diferentes progênie de *Astrocaryum aculeatum*.

Progênie	Emergência (%)	Tempo de emergência (dias)			IVE	Sementes		Teor de água (%) <sup>1</sup>	Teor de gordura (%)	Ponto de fusão dos lipídios (°C)	Teor de compostos fenólicos (mg.g <sup>-1</sup> )
		inicial	médio	final		Mortas (%)	Dormentes (%)				
1	-	-	-	-	-	-	-	40 a	27,10 c	38,5 a	1,01 b
2	43 a	93 a	143 a	225 a	0,047 a	24 a	33 b	34 a	27,14 bc	35,0 ab	0,93 bc
3	8 b	215 b	248 a	267 a	0,010 b	84 b	8 a	32 a	34,84 a	32,2 b	1,69 a
4	13 b	133 ab	157 a	185 a	0,015 b	80 b	7 a	37 a	32,51 ab	32,2 b	0,76 c
5	20 b	110 ab	146 a	190 a	0,025 ab	74 b	6 a	34 a	30,46 abc	33,0 b	1,67 a
C.V. (%)	19,7	38,9	29,9	28,4	17	13,5	43,7	18,3	4,4	6,9	14,4

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

C.V.= coeficiente de variação.

<sup>1</sup> teor de água após 9 dias de embebição

Tabela 4.2. Correlação entre a emergência, os tempos de emergência, o índice de velocidade de emergência, as sementes mortas e dormentes, o teor de água, o teor de gordura, o ponto de fusão dos lipídios e os compostos fenólicos referentes as diferentes progênie de *Astrocaryum aculeatum*.

	Emergência	TIE	TME	TFE	IVE	Mortas	Dormentes	TA	TG	PF	Fenólicos
Emergência											
TIE	-0,77										
TME	-0,64	0,98 *									
TFE	-0,11	0,72	0,83								
IVE	0,97 *	-0,76	-0,62	-0,09							
Mortas	-0,98 *	0,66	0,52	-0,03	-0,93						
Dormentes	0,93	-0,50	-0,35	0,20	0,84	-0,98 *					
TA	0,02	-0,50	-0,64	-0,83	-0,13	0,04	-0,11				
TG	-0,97 *	0,90	0,80	0,34	-0,96 *	0,91	-0,80	-0,17			
PF	0,99 *	-0,68	-0,54	0,02	0,97 *	-0,99 *	0,95	-0,71	-0,83		
Fenólicos	-0,41	0,49	0,53	0,43	-0,36	0,44	-0,45	-0,64	0,47	-0,36	

TIE=tempo inicial de emergência, TME= tempo médio de emergência, TFE= tempo final de emergência, IVE= índice de velocidade de emergência, TA= teor de água, TG=teor de gordura, PF= ponto de fusão dos lipídios, Fenólicos= Teor de compostos fenólicos.

\* correlação significativa ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste t.

A concentração de compostos fenólicos variou entre as progênies: mínimo de 0,76 mg.g<sup>-1</sup> e máximo de 1,69 mg.g<sup>-1</sup>. Na literatura, artigos relacionados com a concentração de compostos fenólicos em sementes de diferentes progênies são escassos, sendo encontrados alguns com grãos que são utilizados na alimentação. Esteves *et al.* (2002) verificaram a existência de variação na concentração de compostos fenólicos entre seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris*), variando de 5,38 a 8,31 mg.g<sup>-1</sup>. Esses autores mostram que as linhagens que apresentam coloração mais clara correspondem teores mais baixos de polifenóis. Sugere-se, em pesquisas futuras, verificar esta relação em sementes de tucumã.

Alguns autores têm observado que a presença de compostos fenólicos no tegumento controla a entrada de oxigênio no interior da semente, pois estes fixam o O<sub>2</sub> que a semente está absorvendo, impedindo sua chegada no interior da semente (Dietrich, 1986). Henderson & Nisch (1962) mostraram que os fenóis podem atuar como ativadores do sistema enzimático ou inibidores, favorecendo ou não a atividade da auxina, influenciando, conseqüentemente, o crescimento. Sugere-se, portanto, a realização de estudos mais detalhados, contemplando a classificação dos compostos fenólicos existentes nas sementes de *Astrocaryum aculeatum*, visando identificar quais, e de que forma, podem estar influenciando a germinação.

A emergência e o índice de velocidade de emergência são variáveis positivamente correlacionadas com o ponto de fusão dos lipídios ( $r=0,99$  e  $r=0,97$ , respectivamente), o qual correlaciona-se de forma negativa com as sementes mortas ( $-0,99$ ) (Figura 4.4). A relação entre o ponto de fusão dos lipídios e a emergência é fundamental para entender a evolução adaptativa das espécies e a sua distribuição geográfica (Orozco-Segovia *et al.*, 2003). Observou-se que esta é uma variável importante no estudo da germinação de *Astrocaryum aculeatum*, visto que uma pequena diferença no ponto de fusão determina ganhos em termos de emergência de plântulas.

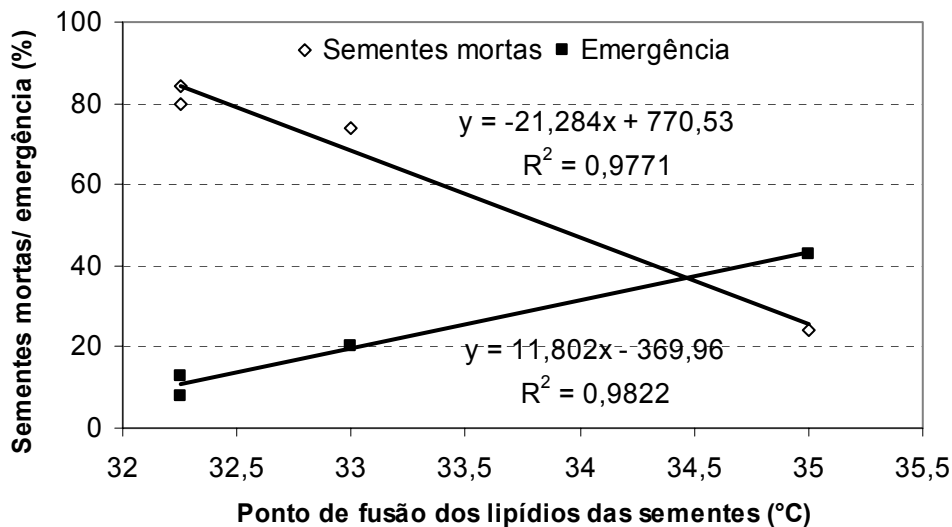


Figura 4.4. Emergência de plântulas e “sementes mortas” de diferentes progênies de *Astrocarium aculeatum* em função do ponto de fusão dos lipídios das sementes.

#### 4.4.3. Efeito do extrato aquoso de sementes de diferentes progênies de *Astrocarium aculeatum* sobre a germinação de sementes de alface

A germinação, o tempo médio de germinação (TMG) e o índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de alface diferiram quanto ao uso dos extratos aquosos das diferentes progênies de *A. aculeatum* em relação à testemunha (água), indicando a presença de substância inibidora de germinação nas soluções (Tabela 4.3). Enquanto a utilização de água, para irrigação do substrato, proporcionou uma germinação de 80 %, esta foi em média de apenas 24 % para os extratos das diferentes progênies, que não diferiram entre si, acontecendo o mesmo com relação a variável IVG.

Quanto ao TMG, que foi de 2,4 dias para a testemunha, observou-se comportamento distinto para os extratos das progênies: uma proporcionou menor período (3,6 dias, extrato progênie 5), duas tiveram posição intermediária (3,9 e 4,1 dias, progênies 1 e 4, respectivamente) e duas foram mais tardias (4,6 dias, progênies 2 e 3). Este resultado revela haver diferença entre a concentração de substâncias inibidoras em sementes de diferentes progênies de *A. aculeatum*. No entanto, é necessário testar o extrato de um maior número de progênies para verificar se há variação na inibição da germinação.

Tabela 4.3. Germinação, tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de alface tratadas com extrato aquoso de sementes de diferentes progênies de *Astrocaryum aculeatum*.

Tratamento	Germinação (%)	TMG (dias)	IVG
Testemunha (água)	80 a	2,4 a	13,5 a
Extrato progênie 1	30 b	3,9 bc	3,0 b
Extrato progênie 2	19 b	4,6 c	2,0 b
Extrato progênie 3	29 b	4,6 c	2,6 b
Extrato progênie 4	19 b	4,1 bc	2,4 b
Extrato progênie 5	23 b	3,6 b	2,4 b
C.V. (%)	21,2	10,2	39,6

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Embora não tenham sido encontrados estudos relatando a presença de fenóis em sementes de palmeiras, alguns trabalhos demonstram que os polifenóis podem interferir no metabolismo vegetal. Henderson & Nitsch (1962) observaram que essas substâncias agem ativando ou inibindo o sistema enzimático, influenciando o crescimento. Maciel *et al.* (1992) observaram que plântulas de alface tiveram o crescimento do hipocótilo inibido quando as sementes foram tratadas com extrato do tegumento de angico (*Piptadenia macrocarpa*) na concentração de 1:10, enquanto o crescimento do hipocótilo de plântulas de alface tratadas com extrato de tegumento de cotieira (*Joannesia princeps*) não foi afetado, embora as duas espécies tenham apresentado alto teor de fenóis totais no tegumento. Existem casos em que a semente apresenta substâncias que inibem a germinação de outras espécies, mas não a sua própria germinação (Dietrich, 1986).

O estudo de regressão envolvendo as variáveis relacionadas com a germinação das sementes de alface e a concentração de compostos fenólicos das sementes de tucumã não apresentou nenhum ajuste significativo. Diante disto, recomenda-se identificar as frações destes compostos fenólicos, buscando relacioná-los com as variáveis ligadas à germinação.

#### 4.5. CONCLUSÕES

Variáveis relacionadas à emergência de plântulas diferiram entre progênies de *Astrocaryum aculeatum*. O teor de gordura, o ponto de fusão dos lipídios e o teor de compostos fenólicos variaram entre as progênies.

A emergência e o índice de velocidade de emergência de plântulas de diferentes progênies correlacionaram-se negativamente com a gordura das sementes. A emergência e o índice de velocidade de emergência de plântulas de diferentes progênies

correlacionaram-se positivamente com o ponto de fusão dos lipídios, o qual se correlacionou negativamente com as sementes mortas. Sementes de diferentes progênes de *A. aculeatum* apresentam substância, provavelmente em diferentes concentrações, que inibe a germinação de sementes de alface.

#### 4.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bewley, J.D.; Black, M. 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. 2. ed. New York: Plenum Press, 445p.
- Bobbio, F. O.; Bobbio, P.A. 1985. *Introdução à química de alimentos*. Campinas: Fundação Cargill. 306p.
- Brasil. 1992. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. *Regras para Análises de Sementes*. Brasília, 188p.
- Clement, C.R.; Dudley, N.S. 1995. Effect of botton heat and substrate on seed germination of pejiabay ( *Bactris gasipaes*) in Hawaii. *Principes* 39(1):21-24.
- Dietrich, S.M.C. 1986. Inibidores de crescimento. *In: Ferri, M.G. (Coord.) Fisiologia Vegetal*. 2 ed.São Paulo: EPU, v.2, p.193-212.
- Edwards, T.I. 1934. Relations of germinating soy beans to temperature and length of incubation time. *Plant Physiology*. 9(1):30p.
- Esteves, A.M.; Abreu, C.M.P.; Santos, C.D.; Corrêa, A.D. 2002. Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) *Ciência agrotécnica.*, Lavras. 26 (5): 999-1005.
- Fennema, O.R. 1976. *Principles of food science. Part I: Food Chemistry*. 792 p.
- Folin O. & Denis W. 1912 On phosphotungsticphosphomolybdic compounds as colour reagents. *Journal of Biological Chemistry*. 12:239–343.
- Gentil, D.F.O.; Ferreira, S.A.N. 2005. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). *Acta amazônica*. 35(2):337-342.
- Goldstein, J.L.; Swain, T. 1963. Changes in tannin in ripening fruits. *Biochemistry*. 2: 271:383.
- Henderson, H.M.; Nitsch, J.P. 1962. Effect of certain phenolic acids on de elongation of avena first internodes in the presence of auxins and tryptophan. *Nature*. 195(4843):780-782.

- Instituto Adolfo Lutz. 1995. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 3 ed. 533p.
- Karssen, C.M. 1995. Hormonal regulation of seed development, dormancy and germination studied by genetic control. In: Kigel, J. & Galili, G. *Seed Development and Germination*. New York. p.333-350.
- Labouriau, L.G. 1983. *A germinação das sementes*. Washington: OEA. 174p.
- Maciel, A.S.; Borges, E.E.L.; Borges, R.C. 1992. Determinação da presença de fenóis em sementes de espécies florestais e sua relação com inibidores da germinação. *Revista brasileira de sementes*. 14(1):1-4.
- Odetola, J.A. 1987. Studies on seed dormancy, viability and germination in ornamental palms. *Principes*, 31(1):24-31.
- Oliveira, M. S. P.; Faria Neto, J.T. 2002. Variabilidade entre Progênes de Açaizeiro para Caracteres de Germinação In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, Belém. (CD-ROM).
- Opote, F.I. 1979. The seed lipids of the palm family. *Journal of the American Oil Chemist Society*, 56:528-530.
- Orozco-Segovia, A.; Batis, A. I.; Rojas-Aréchiga, M.; Mendoza, A. 2003. Seed Biology of palms: a review. *Palms*, 47(2): 79-94.
- Reicher, F.; Sierakowski, M.R.B.C.1981. Determinação espectométrica de taninos pelo reativo fosfotúngstico-fosfomolidídico. *Arquivo Biológico*. 24(2):407-411.
- Toole, E.H.; Hendricks, S.B.; Borthwick, H.; Toole, V.K. 1956. Physiology of seed germination. *Annual Review of Plant Physiology*. 7:299-324.
- Uhl, N.L.; Dransfield, J. 1987. *Generum palmarum*. A classification of palms based on the work of Harold E. Moore-Jr. Lawrence, Kansas: Allen Press. 610 p.
- Vallilo, M.I.; Tavares, M.; Aued-Pimentel, S.; Garbelotti, M.L. 2001. Caracterização química parcial das sementes de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 60(1): 17-22.
- Yuyama, K.; Chávez-Flores, W.B. 1996 Comportamento de progênes de meio-irmãos de pupunheira (*Bactris gasipaes*, Kunth). *Revista brasileira de fruticultura*. 18(1):93-98.

CAPÍTULO V

ANATOMIA DO TEGUMENTO E NATUREZA HISTOQUÍMICA DA SEMENTE DE  
*Astrocaryum aculeatum*

## RESUMO

Objetivou-se caracterizar anatomicamente o tegumento e verificar a natureza química da semente de *Astrocaryum aculeatum*. Avaliou-se o arranjo celular do tegumento de sementes, por meio de cortes histológicos, e a natureza química (gorduras, carboidratos e polifenóis) por meio de diferentes testes histoquímicos. O tegumento externo da semente é composto de células de esclereides ovaladas e não aparecem compostos fenólicos nesta região. O tegumento interno é formado por células parenquimáticas, impregnadas de compostos fenólicos de tamanho variado, formato irregular-arredondado. O espaço entre células do tegumento apresentou diferença entre a região do opérculo e as demais regiões. Os testes histoquímicos revelaram alta concentração de gordura, principalmente no endosperma, e baixa concentração de amido.

Palavras-chave: arranjo celular, compostos fenólicos, palmeira.



## ABSTRACT

This study characterized the anatomy of the integument and verified the chemical nature of the *Astrocaryum aculeatum* seed disposition of the seed integument cells was evaluated through histological sections and their chemical nature (fats, starch and phenols) through histochemical tests. The seed external integument is composed of ovals esclereids cells and no phenolic compounds are present in this region. The seed's intern integument is formed by parenchyma cells of varied sizes and irregular round formats impregnated with phenols. The intercellular spaces of the integument were different in the opercula region than in other regions. The histochemical tests showed elevated concentration of fats and low starch concentration.

Key-words: disposition cell, phenolic compounds, palm.

## 5.1.INTRODUÇÃO

As palmeiras da região Amazônica representam uma família de grande importância ecológica e muitas são ainda importantes recursos para o fortalecimento da economia regional, como no caso de *Astrocaryum aculeatum*, que é uma espécie de múltiplo uso. Esta pertencente à subfamília Arecoideae, tribo Cocoeae, subtribo Bactrideae (Uhl & Dransfield, 1987); alta, monopodial, monóica e com espinhos pretos de até 25 cm de comprimento (Kahn & Millán, 1992). O diâmetro do tronco chega a 30 cm e a altura a 25 metros (FAO, 1987). A bainha mais o pecíolo têm 160-270 cm de comprimento, com muitos espinhos; a ráquis foliar tem de 260 a 330 cm de comprimento, com 100-120 pinas de cada lado, orientadas em várias direções (Kahn & Millán, 1992). O fruto, no geral, tem apenas uma semente, é globular ou elíptico, com 4 a 6 cm de comprimento e 3-5 cm de diâmetro, de cor verde virando amarelo-pardo; o epicarpo é liso e duro; o mesocarpo com espessura de 2-5 mm, fibroso, oleaginoso e de cor amarelo-alaranjada; o endocarpo é muito duro, lenhoso, escuro, de 2-3 mm de espessura. A semente apresenta endosperma na forma líquida e sólida (FAO, 1987; Kahn & Millán, 1992) e representa 29,7 % do peso total do fruto (Moussa & Kahn, 1996).

A germinação de sementes de palmeiras é às vezes caracterizada por grandes dificuldades, que vão desde as suas características físicas até as peculiaridades fisiológicas do desenvolvimento do processo germinativo (Pinheiro, 1986). A compreensão da estrutura anatômica do tegumento da semente ajuda a entender as dificuldades encontradas no processo germinativo. O impedimento da entrada de água pode ser ocasionado por diversas partes da testa, como a cutícula, a suberina e as camadas de parênquima paliádico e osteosclereídeos (Bewley & Black, 1994).

Em sementes de algumas espécies, certas substâncias presentes no tegumento ou no endosperma podem atuar impedindo ou contribuindo para a germinação. O papel da testa contendo inibidores solúveis em água é prevenir a germinação de embriões não dormentes. Esses inibidores são transferidos de células mortas da testa para o embrião durante a embebição (Bradbeer, 1988). Com relação à espécie *Astrocaryum aculeatum*, não foram encontradas informações na literatura sobre a anatomia ou a natureza histoquímica da semente.

## 5.2. OBJETIVO

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar a anatomia do tegumento e a natureza histoquímica da semente de *Astrocaryum aculeatum*.

## 5.3. MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de *Astrocaryum aculeatum* foram coletados de cinco progênies no município de Rio Preto da Eva (AM). Após a retirada do mesocarpo, os pirênios foram submetidos à secagem por 20 dias em ambiente com 61,8% de umidade relativa do ar e temperatura mínima média de 30,4°C e máxima média de 32,7°C. Após esse período as sementes foram retiradas do pirênio conforme metodologia apresentada por Gentil & Ferreira (2005), e passaram por uma triagem, onde foram eliminadas aquelas que tinham sofrido algum dano aparente no tegumento.

O estudo do arranjo celular da testa das sementes foi realizado no Laboratório de Botânica Agroflorestal (LABAF) da UFAM. Para a obtenção dos cortes histológicos, o material (semente) foi fixado em FAA (Formaldeído – Álcool etílico + Ácido acético). Pedacos do material fixado foram amolecidos com etilenodiamina a 10% por 25 dias, sendo, posteriormente transferidos para um recipiente com álcool 70% por 30 dias. O material foi desidratado progressivamente pelas misturas etanol-butanol (18%, 43%, 57%, 70%, 91%, 97%, 100%) e pedacos de tegumento, com endosperma, foram incluídos paulatinamente em parafina a 58°C em estufa a 35°C (Kraus & Arduim, 1997).

Com o material em blocos de parafina, foram confeccionados cortes (0,14mm) em micrótomo automático rotativo. Posteriormente, os cortes foram desparafinizados, corados em Astrabau e Fucsina básica e montadas em Bálsamo do Canadá, conforme técnicas usuais (Kraus & Arduim, 1997). Foram feitas fotografias microscópicas dos cortes e avaliado o arranjo celular do tegumento.

Para os testes histoquímicos foram confeccionados cortes manuais nas sementes e aplicados sobre eles os reagentes sudan III (Sass, 1951), lugol (Jensen, 1962) e cloreto férrico (Kraus & Arduim, 1997) visando à detecção de gorduras, carboidratos e polifenóis, respectivamente.

#### 5.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tegumento interno da semente de *Astrocaryum aculeatum* é formado por células parenquimáticas de tamanho variado e com formato irregular arredondado. Não existe organização em camadas e observa-se que a parte interna do tegumento é impregnada de compostos fenólicos, o que pôde ser confirmado por meio da aplicação do cloreto férrico (Figura 5.1).

O tegumento externo é composto de células de esclereides ovaladas e não aparecem compostos fenólicos nesta região. De uma forma geral, observou-se que, a espessura do tegumento na região do opérculo é menor que nas demais regiões. Esse arranjo é diferente em sementes de *Euterpe precatoria*, onde na região hilar dá-se a expansão progressiva do estrato externo do tegumento, alcançando sua extensão máxima. Nesta região, o diâmetro das células e dos feixes vasculares é maior e o tecido é mais frouxo, com pequenos espaços entre as células (Aguiar, 1998; Aguiar & Mendonça, 2003). No entanto, comparando-se essas duas espécies, observa-se que em *Euterpe precatória* o endocarpo é pouco espesso, necessitando-se, portanto, de uma maior proteção na região do embrião, a qual é oferecido pelo tegumento. Em *Astrocaryum aculeatum* o endocarpo é muito duro, lenhoso, escuro, de 2-3 mm de espessura (Kahn & Millán, 1992), podendo estar atuando na proteção o embrião, não necessitando, possivelmente, de revestimento tegumentar espesso. Essa pode ser uma característica evolutiva da espécie.

Verificou-se também que as células do tegumento na região do opérculo são de menor tamanho e o espaço intercelular do tegumento na nesta região é, também, menor quando comparadas às células nas regiões não aderidas ao poro germinativo. O tamanho dos espaços entre as células está diretamente relacionada com a permeabilidade do tegumento (Esaú, 1977). Desta forma, o menor espaço entre as células aderidas ao embrião podem impedir ou prejudicar a entrada de água, necessária à intensificação dos processos metabólicos da semente que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada do crescimento do embrião (Carvalho & Nakagawa, 1988).

Em muitas sementes, a germinação é impedida devido à presença de um tegumento duro, que impede o crescimento do embrião (Larcher, 2000) O tegumento das sementes serve para a proteção embrião, mas os aspectos específicos desta proteção são variados e complexos, e a testa de algumas sementes é responsável pela inibição da germinação em épocas desfavoráveis. Isso se deve ao alto grau de impermeabilidade da

testa da semente à água e ao oxigênio (Esau, 1977). Desta forma, pode-se afirmar que a região da testa correspondente ao opérculo é menos permeável que as demais regiões. Assim, esta região, ainda que menos espessa que as demais, pode estar atuando na entrada de água e oxigênio devido ao adensamento das células.

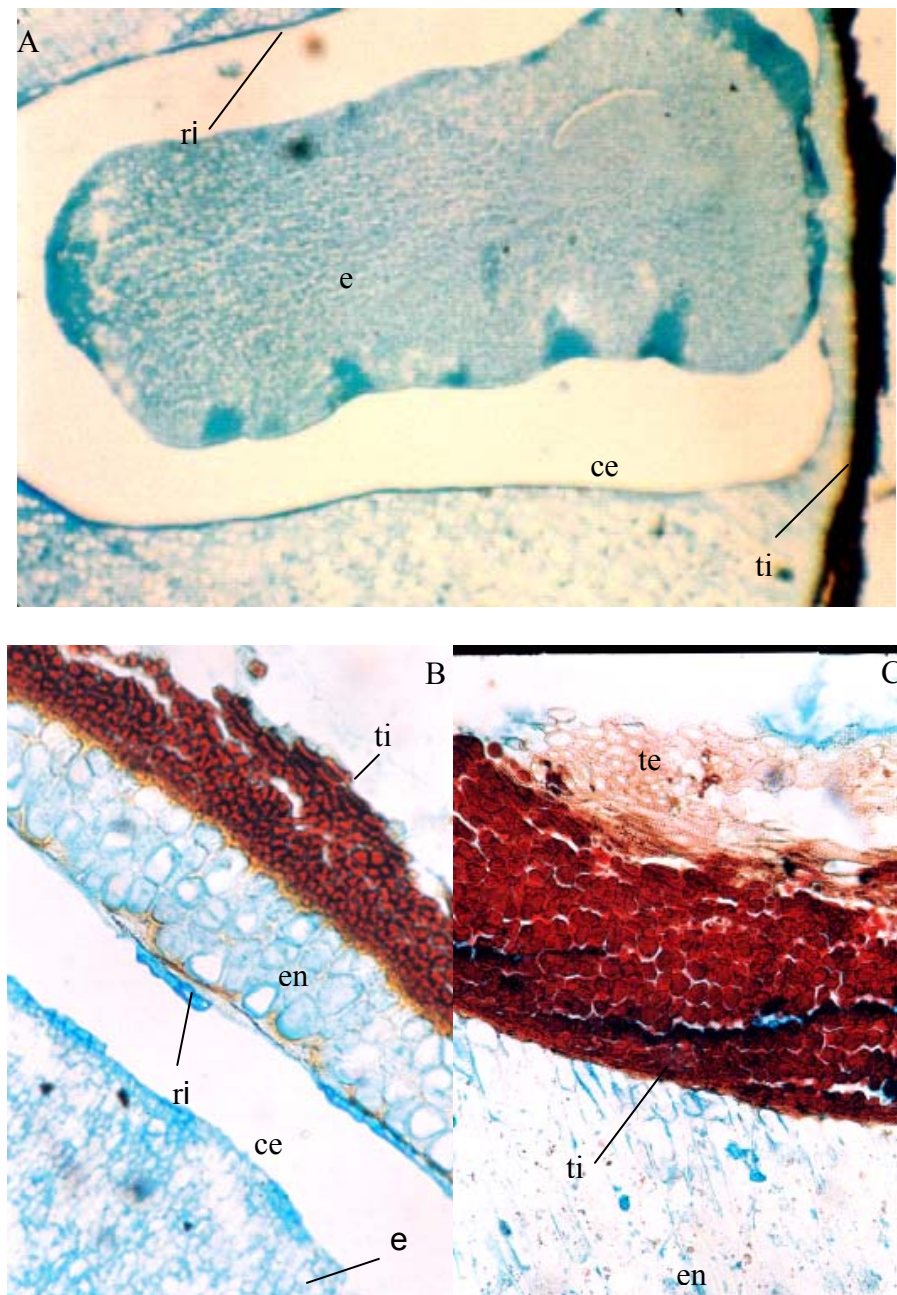


Figura 5.1. Aspectos anatômicos da semente de *Astrocaryum aculeatum*: A) aspecto geral do embrião e da cavidade embrionária; B) aspecto do tegumento na região do opérculo; C) aspecto do tegumento em região diferente do opérculo; te) tegumento externo; ti) tegumento interno; ce) cavidade embrionária; e) embrião; en) endosperma; ri) revestimento interno da cavidade embrionária.

Observou-se que existe uma camada endospermática entre o tegumento interno e o embrião e uma bainha de gordura aderida ao tegumento interno. O embrião de *A. aculeatum* (tribo Cocoeae) fica em posição excêntrica ao ápice da semente, chamado de apical. Essa característica também foi observada em *Astrocaryum acaule*, sendo diferente de sementes de *Leopoldinia pulchra* (tribo Areceae) e *Attalea attaleoides* (tribo Cocoeae) (Araújo, 2005).

Quando as sementes foram extraídas do pirênio, com a retirada do endocarpo, verificou-se que parte das camadas externas de tegumento possivelmente ficou aderida a ele. Isso foi observado durante a extração e confirmado pelas observações microscópicas. Palmeiras do gênero *Astrocaryum* apresentam estreita associação do endocarpo com a semente (Araújo, 2005). Segundo Murray (1973), o endocarpo de muitas palmeiras é complexo e dificilmente destacado da semente.

A presença de compostos fenólicos foi observada na testa e no endosperma das sementes, ficando esta fortemente enegrecida quando ocorreu a reação com o cloreto férrico. A presença de polifenóis em sementes de palmeiras já havia sido observada em *A. acaule*, *Attalea attaleoides* e *Leopoldinia pulchra* (Araújo, 2005). Segundo a autora, a impregnação de taninos chega a dificultar a visualização dos feixes vasculares de *A. acaule*. Essa dificuldade também foi verificada nesta pesquisa, somada ainda à dificuldade de visualização causada pela alta concentração de lipídios. Segundo Esau (1977), os compostos fenólicos podem contribuir para a impermeabilidade da testa da semente à água.

O teste histoquímico revelou uma alta concentração de gordura no endosperma e partes do tegumento. Foram detectadas poucas células amilíferas no endosperma. Em *A. acaule*, células desta natureza são raras ou ausentes (Araújo, 2005). Essa pode ser uma característica do gênero *Astrocaryum*, necessitando-se que novos estudos, com outras espécies, sejam conduzidos para confirmar esta informação.

## 5.5. CONCLUSÕES

O tegumento externo de *Astrocaryum aculeatum* é composto de células de esclereides ovaladas e ausentes de compostos fenólicos. O tegumento interno é formado por células parenquimáticas, impregnadas de compostos fenólicos de tamanho variado e formato irregular arredondado. O espaço entre células do tegumento é menor no opérculo do que nas demais regiões. No endosperma, há alta concentração de gordura e baixa concentração de amido.

## 5.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, M.O. 1998. Morfo-anatomia de *Euterpe precatória*. *Dissertação de mestrado*. INPA/UFAM. 85p.
- Aguiar, M.O.; Mendonça, M.S. 2003. Morfo-anatomia de sementes de *Euterpe precatória* Mart. (Palmae). *Revista Brasileira de Sementes*, 25(1):37-42.
- Araújo, M. G. 2005. Morfo-anatomia e desenvolvimento dos frutos e sementes de três espécies da subfamília Arecoideae (Arecaceae). *Tese de doutorado*. INPA/UFAM. 190p.
- Bewley, J.D.; Black, M. 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. 2. ed. New York: Plenum Press, 445p.
- Bradbeer, J. W. 1988. *Seed dormancy and germination*. New York, 146p.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. 1988. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 2ª edição. Fundação Cargill. 429p.
- Esau, K. 1977. *Anatomy of seed plants*. 2 ed. New York. 350p.
- Jensen, W.A. *Botanical biochemistry: principles and practice*. San Francisco. W.H. Freeman. 408p.
- Kahn, F.; Millán, B. 1992. *Astrocaryum* (Palmae) in Amazonia: a preliminary treatment. *Bulletin de l'Institut Français*, 21(2):459-531.
- Kraus, J. E., Arduim, M. 1997. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Rio de Janeiro: EDUR. 189p.
- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. RiMa. São Carlos. 531p.
- Murray, S.G. 1973. The formation of endocarp in palm fruits. *Principes*, 17:91-102.
- Pinheiro, C.U.B. 1986. *Germinação de sementes de palmeiras: revisão bibliográfica*. Teresina, Embrapa-UEPAE. 102p.
- Sass, J.E. 1951. *Botanical microtechnique*. 2 ed. Ames: The Iowa State College Press. 391p.
- Uhl, N.L.; Dransfield, J. 1987. *Generum palmarum. A classification of palms based on the work of Harold E. Moore-Jr*. Lawrence, Kansas: Allen Press. 610 p.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As palmeiras apresentam grande importância ecológica e econômica. No entanto, observa-se que existem poucos estudos sobre a maioria delas. Embora *Astrocaryum aculeatum* seja uma espécie de múltiplo uso, poucas informações existem disponíveis sobre o seu cultivo, desde a germinação de suas sementes.

O presente estudo elucidou alguns aspectos referentes a tratamentos pré-germinativos visando minimizar a dormência de *A. aculeatum*. Verificou-se que as sementes desta palmeira apresentam grande dependência de hidratação adequada para que a germinação ocorra em menor tempo. Essa dependência já havia sido observada em outras palmeiras (Rees, 1962; Yocum, 1964; Odetola, 1987; Meerow, 1990; Marcus & Banks, 1999).

Além da hidratação, que confere à semente o teor de água adequado à germinação, verificou-se que a embebição pode ser processada em temperaturas superiores à do ambiente, recomendando-se a temperatura de 40°C por esta proporcionar a emergência de plântulas em menor tempo médio. Até o momento existem poucos estudos em palmeiras combinando-se a embebição com temperaturas acima da ambiente. Potvin *et al.* (2003) observaram que a imersão de sementes de *Socratea exorrhiza* em água morna por uma semana foi letal. Não foram encontrados estudos demonstrando o efeito positivo da embebição em altas temperaturas.

Verificou-se um efeito positivo quando se combinou a embebição das sementes com diferentes períodos de exposição das sementes a temperaturas elevadas. Pôde-se observar um aumento na velocidade de emergência quando a embebição foi combinada com exposição à temperatura de 40°C. Em sementes embebidas, o período de exposição a temperaturas elevadas, por 20, 40 e 60 dias, não influenciou na emergência e na velocidade de emergência de plântulas.

Esta pesquisa também contemplou a germinação das sementes, tendo como critério a emissão do botão germinativo, em sacos plásticos. A germinação em sacos plásticos apresenta a vantagem de se obter resultados de germinação em menor tempo, além de ser economicamente vantajoso, visto que se pode conseguir a germinação das sementes sem substrato e dispondo-se de um menor espaço físico. Verificou-se que os tempos médio e final de germinação foram superiores quando as sementes foram tratadas com calor pelos períodos de 40 e 60 dias, tendo este apresentado a menor porcentagem de sementes dormentes. A germinação de sementes de dendê em sacos plásticos, com embebição inicial de 7 dias seguida de pré-tratamento com calor por 80 dias, na temperatura de 50°C, tem sido amplamente utilizada em escala comercial na



Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus - AM. Neste sentido, Rees (1962) já havia verificado o efeito benéfico da aplicação do calor em sementes de dendê com alto teor de água. Sugere-se testar um maior gradiente de temperaturas no pré-tratamento com calor e combinar com aplicação de fungicida, visto a alta incidência de fungos.

A heterogeneidade na germinação de sementes de diferentes progênies é amplamente conhecida e, no presente estudo, foi verificada diferença na velocidade de emergência de plântulas cujas sementes eram oriundas de diferentes progênies. Verificou-se que a concentração de compostos fenólicos, de gordura e seu ponto de fusão variaram com a progênie. Sugere-se analisar as frações destes compostos, a fim de verificar possíveis influências no grau de dormência.

O presente trabalho tratou também do bioensaio utilizando extrato aquoso de sementes de diferentes progênies de *A. aculeatum* aplicados em sementes de alface. Pôde-se verificar que houve um efeito inibidor sobre estas. Não foi encontrada correlação significativa entre a germinação das sementes de alface e a emergência de plântulas de diferentes progênies de *A. aculeatum*. Sugere-se realizar os mesmos ensaios com um maior número de progênies.