

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido

DESSECAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE TUCUMÃ
(*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.)

ELIZABETH RODRIGUES REBOUÇAS

MANAUS, AMAZONAS

2010

ELIZABETH RODRIGUES REBOUÇAS

DESSECAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE TUCUMÃ
(*Astrocaryum aculeatum* G. Mey)

Orientador: Sidney Alberto do Nascimento Ferreira, Dr.

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agricultura no Trópico Úmido.

MANAUS, AMAZONAS

2010

R292

Rebouças, Elizabeth Rodrigues

Dessecação e conservação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) / Elizabeth Rodrigues Rebouças. --- Manaus : [s.n.], 2010.
ix, 57 f. : il. color.

Dissertação (mestrado)-- INPA, Manaus, 2010

Orientador : Sidney Alberto do Nascimento Ferreira

Área de concentração : Agricultura no Trópico Úmido

1. *Astrocaryum aculeatum*. 2. Dessecação. 3. Semente de tucumã.
4. Armazenamento. 5. Conservação. I. Título.

CDD 19. ed. 584.5

Sinopse:

Estudou-se a viabilidade e o vigor de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) em função do grau de umidade e de condições de armazenamento, em dois ensaios. No primeiro, a viabilidade e vigor das sementes foram avaliados em função do grau de umidade das sementes/embrões, com e sem armazenamento. No outro, foi avaliada a viabilidade e o vigor das sementes em função de condições de armazenamento, durante o período de dez meses.

Palavras chave:

Areaceae, semente intermediária, dessecação, armazenamento de sementes.

A Deus, razão do meu viver.

Aos meus amados pais,
Antônio Ferreira Rebouças e
Maria Creuza Rodrigues Rebouças.

Aos meus irmãos Alice e Daniel, que tanto admiro,
pelo apoio e carinho.

Ao meu noivo Elvis Leandro, que tanto estimo, pelo
apoio, companheirismo e estímulo em nunca me
deixar desistir.

Dedico.

Agradecimentos

Em especial, ao meu orientador Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira pelos sete anos de trabalho em equipe sempre respeitando e valorizando meus limites e esforços. Obrigada por me conduzir a mais uma conquista!

A Patrícia Nazário, pelo auxílio nas análises estatísticas, no inglês, nas avaliações dos experimentos e pelas sugestões.

A Beth Elias, por servir de ponte para a aquisição de grande parte dos diásporos necessários para a realização deste trabalho.

Ao Sr. Mário Moreira e Anita Jarama, pelo companheirismo no laboratório e pela valiosa ajuda na avaliação dos experimentos.

Ao Sr. Walderico, pela amizade e por ter sido o meu braço forte na quebra dos endocarpos e no viveiro.

Ao técnico do Laboratório de Fitopatologia do INPA, "Tirico", pela identificação dos fungos.

Ao Manoel, do Laboratório de Microbiologia do INPA, por dar um final feliz a quase todas as mudas resultantes dos experimentos.

Aos membros da banca examinadora pelas preciosas sugestões e correções deste trabalho.

Ao corpo docente do Curso de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido (ATU), pela contribuição na minha formação.

À coordenadora do curso ATU, Elizabeth Gusmão, pelo incentivo e dedicação para a melhoria do nosso curso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido do INPA, pela possibilidade de realização deste trabalho.

À FAPEAM, pela concessão da bolsa.

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a viabilidade e o vigor de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), em função do grau de umidade associado ou não ao armazenamento, bem como em função do armazenamento dos diásporos sob diferentes condições, durante o período de dez meses. Quanto à tolerância ao dessecação, as sementes não apresentaram comportamento típico de sementes recalcitrantes, no entanto, aproximaram-se às do tipo intermediário, tendo em vista que a desidratação das mesmas até 9,8% (21,1% para os embriões) de água, apesar de ter afetado o vigor, não alterou a sua viabilidade. O armazenamento de diásporos de tucumã em embalagens de polietileno, sob condições de ambiente (25-27°C), foi eficiente para a conservação do grau de umidade, da viabilidade e do vigor das sementes, durante o período de dez meses. Os diásporos de tucumã expostos diretamente às condições de ambiente, sujeitos a variação de temperatura e umidade, ou mantidos em saco de polietileno sob a temperatura de 18°C, tiveram o vigor das sementes reduzido aos dez meses de armazenamento.

Palavras-chave: Arecaceae, tolerância ao dessecação, sementes intermediárias, armazenamento, ambiente de conservação.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate viability and vigour of tucumã seeds as a function of moisture content associated, or not, with storage and evaluate viability and vigour depending on diaspore storage under different conditions during ten months. About desiccation tolerance, the tucumã seeds do not show typical behavior of recalcitrant seeds, however, they approached of intermediate type behavior, because desiccation until 9.8% (21.1% for the embryos) of water affected their vigour but not their viability. Storage of tucumã diaspores in polyethylene bags under ambient conditions (25-27° C) was effective for the conservation of moisture content and seed vigor during the period of ten months. The diaspores of tucumã directly exposed to environmental conditions, subject to variation in temperature and humidity, or kept in polyethylene bags at 18°C, had reduced seed vigour after to the ten months of storage.

Key-words: Arecaceae, desiccation tolerance, intermediate seeds, storage, storage environment.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1 Geral	12
2.2 Específicos	12
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
CAPÍTULO I.....	14
VIABILIDADE E VIGOR DE SEMENTES DE TUCUMÃ (<i>Astrocaryum aculeatum</i>) EM FUNÇÃO DA DESSECAÇÃO	14
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	17
INTRODUÇÃO	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
CAPÍTULO II.....	37
CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE TUCUMÃ (<i>Astrocaryum aculeatum</i>) EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO.....	37
RESUMO.....	38
ABSTRACT.....	39
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS.....	41
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
4. CONCLUSÃO	57

LISTA DE FIGURAS

(Artigo conforme as normas da Revista Brasileira de Sementes)VIABILIDADE E VIGOR DE SEMENTES DE TUCUMÃ (<i>Astrocaryum aculeatum</i>) EM FUNÇÃO DA DESSECAÇÃO	14
VIABILIDADE E VIGOR DE SEMENTES DE TUCUMÃ (<i>Astrocaryum aculeatum</i>) EM FUNÇÃO DA DESSECAÇÃO	15
Figura 1. Graus de umidade de sementes e de embriões de tucumã em função dos diferentes períodos de dessecação.	23
Figura 2. Germinação e emergência de tucumã em função do grau de umidade das sementes (A) e dos embriões (B).....	27
Figura 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) (A) e índice de velocidade de emergência (IVE) (B) referentes a sementes de tucumã submetidas a diferentes graus de umidade, sem e com armazenamento.....	28
Figura 4. Tempo médio de germinação (TMG) (A) e tempo médio de emergência (TME) (B) referentes a sementes de tucumã submetidas a diferentes graus de umidade, sem e com armazenamento.....	29
Figura 5. Dormência em sementes de tucumã em função do grau de umidade, com e sem armazenamento.....	30
Figura 6. Mortalidade de sementes de tucumã em função da redução do grau de umidade.	31
(Artigo conforme as normas da Revista Brasileira de Sementes)CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE TUCUMÃ (<i>Astrocaryum aculeatum</i>) EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO	37
CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE TUCUMÃ (<i>Astrocaryum aculeatum</i>) EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO.....	38
Figura 1. Grau de umidade das sementes de <i>Astrocaryum aculeatum</i> em função da “condição de armazenamento” (embalagem permeável sob ambiente, embalagem semipermeável sob ambiente e embalagem semipermeável à 18°C) e do “período de armazenamento” dos diásporos.....	45
Figura 2. Viabilidade das sementes de <i>Astrocaryum aculeatum</i> , pelo teste de tetrazólio aplicado nos embriões, em função da “condição” (embalagem permeável sob ambiente, embalagem semipermeável sob ambiente e embalagem semipermeável à 18°C) e do “período de armazenamento” dos diásporos.	46
Figura 3. Emergência (A) e índice de velocidade de emergência (IVE) (B) de plântulas de <i>Astrocaryum aculeatum</i> em função da “condição” (embalagem permeável sob ambiente, embalagem semipermeável sob ambiente e embalagem semipermeável à 18°C) e do “período de armazenamento” dos diásporos.	48

Figura 4. Tempo médio de emergência (TME) de plântulas de <i>Astrocaryum aculeatum</i> em função do “período de armazenamento” dos diásporos.....	49
Figura 5. Dormência de sementes de tucumã em função da “condição” (embalagem permeável sob ambiente, embalagem semipermeável sob ambiente e embalagem semipermeável à 18°C) e do “período de armazenamento” dos diásporos.....	50
Figura 6. Mortalidade de sementes de <i>Astrocaryum aculeatum</i> em função da “condição” (embalagem permeável sob ambiente, embalagem semipermeável sob ambiente e embalagem semipermeável à 18°C) e do “período de armazenamento” dos diásporos.....	51
Figura 7. Sementes de <i>Astrocaryum aculeatum</i> armazenadas durante 10 meses em: A) embalagem permeável sob condições de ambiente; B) embalagem semipermeável sob condições de ambiente; C) embalagem semipermeável a 18°C.	52

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é detentora de alta diversidade de espécies frutíferas, muitas das quais, apesar de serem conhecidas apenas regionalmente, possuem grande importância ecológica e econômica para o mercado local. Dentre essas espécies, destacam-se várias da família *Arecaceae* que, embora ainda não sejam intensivamente cultivadas, apresentam potencial para aumentar a rentabilidade dos sistemas agrícolas tradicionais da Amazônia.

Os frutos da palmeira *Astrocaryum aculeatum*, popularmente conhecido como tucumã, são bastante utilizados pela população regional para consumo *in natura* ou acompanhados de farinha de mandioca e café, ou como recheio de sanduíche, tapioca e pizzas, além de serem utilizados na fabricação de cremes, sorvetes, patês, entre outros (Miranda *et al.*, 2001). A polpa de tucumã possui elevada proporção de fração lipídica constituída, em grande parte, de ácidos graxos insaturados; contém ainda alto teor de cálcio e fósforo, e constitui-se como uma excelente fonte de vitamina A (Picanço, 1997). Apesar da sua importância no mercado regional, os plantios comerciais são praticamente inexistentes e quase a totalidade da produção é advinda do extrativismo. Se esta forma de exploração não adquirir caráter conservacionista, pode ocasionar a redução drástica na sucessão natural da espécie e até provocar seu desaparecimento da floresta.

Quando a conservação *ex situ* é escolhida como estratégia para garantir a sobrevivência de uma espécie, torna-se necessário o conhecimento prévio do comportamento fisiológico das sementes durante a sua secagem e armazenamento, já que nem todas são tolerantes à dessecação, exigindo condições especiais de armazenamento (Hong *et al.*, 1996). Diversas técnicas estão sendo estudadas em busca de melhores condições de armazenamento de sementes, sendo que a

redução do seu metabolismo, através da remoção da água é, ainda, a principal técnica de conservação de sementes (Kohoma *et al.*, 2006). No entanto, com exceção de poucas espécies, o período de viabilidade das sementes, relacionados aos fatores fisiológicos, físicos e/ou químicos e ambientais, ainda não está bem definido para palmeiras (Pinheiro, 1986).

O tucumã apresenta uma germinação adjacente ligulada, sendo também classificada como criptocotiledonar e hipógea, e o período necessário para que a plântula atinja o estágio de primeiro eófilo é de 203 dias (Gentil e Ferreira, 2005). Após a extração das sementes, a embebição favorece a obtenção de maiores valores de germinação e índice de velocidade de germinação, e menor tempo médio de germinação (Ferreira e Gentil, 2006). Quando as sementes são semeadas com o poro germinativo na posição de 90°, em relação a uma linha imaginária perpendicular ao nível do substrato, beneficia o aumento da emergência e a diminuição da porcentagem de sementes que permanecem dormentes (Elias *et al.*, 2006).

Apesar de alguns avanços no conhecimento relacionado à germinação de sementes de tucumã, estudos de métodos que permitam conservar as sementes viáveis durante o armazenamento e dos níveis de dessecação tolerados pelas sementes dessa espécie ainda não foram realizados. Portanto, a geração de tecnologias específicas que permitam a conservação da viabilidade de sementes de tucumã é essencial para o desenvolvimento do cultivo e para a preservação dos recursos genéticos da espécie.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

- Avaliar os efeitos do dessecamento e das condições de armazenamento sobre a viabilidade e vigor de sementes de tucumã.

2.2 Específicos

- Avaliar a viabilidade e o vigor de sementes de tucumã em função do grau de umidade das sementes e dos embriões excisados;
- Avaliar a viabilidade e o vigor de sementes de tucumã em função das condições de armazenamento.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Elias, M.E.A.; Ferreira, S.A.N.; Gentil, D.F.O. 2006. Emergência de plântulas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em função da posição de semeadura. *Acta Amazonica*, 36(3): 385-388.
- Ferreira, S.A.N.; Gentil, D.F.O. 2006. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). *Acta Amazonica*, 36(2):141-146.
- Gentil, D.F.O.; Ferreira, S.A.N. 2005. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). *Acta Amazonica*, 35(3): 339-344.
- Hong, T.D.; Linington, S.; Ellis, R.H. 1996. *Seed storage behaviour: a compendium*. Rome: IPGRI. (Handbooks for Genebanks, 4).
- Kohoma, S. Maluf, A.M. Bilia, D.A.C.; Barbedo, C.J. 2006. Secagem e armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixameira). *Revista Brasileira de Sementes*, 28(1): 72-78.
- 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.
- Picanço, N.S. 1997. Aproveitamento industrial da polpa de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G.F.W. Meyer). *Dissertação de Mestrado em Ciências de Alimentos*. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM. 64p.
- Pinheiro, C.V.B. 1986. *Germinação de sementes de palmeiras: revisão bibliográfica*. EMBRAPA. UEPAE, 102p.

CAPÍTULO I

VIABILIDADE E VIGOR DE SEMENTES DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*) EM FUNÇÃO DA DESSECAÇÃO

(Artigo conforme as normas da Revista Brasileira de Sementes)

VIABILIDADE E VIGOR DE SEMENTES DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*) EM FUNÇÃO DA DESSECAÇÃO

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a viabilidade e o vigor de sementes de tucumã, em função do grau de umidade associado ou não ao armazenamento. Após a extração das sementes, estas foram acondicionadas em estufa a vácuo (25 pol. Hg), com temperatura de 30 °C, por diferentes períodos (0, 12, 24, 48, 72 e 96 horas), a fim de se obter sementes com diferentes graus de umidade (18,3%; 15,1%; 14,1%; 12,9%; 10,9%; 9,8%, respectivamente). Então, as sementes foram divididas em dois lotes, sendo um para avaliação imediata (sem armazenamento) e o outro para ser avaliado depois de trinta dias (com armazenamento). Após aplicação de cada tratamento, foram avaliados a viabilidade, por meio do teste de tetrazólio, a germinação e a emergência, mais as sementes mortas e dormentes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e em parcela subdividida, com quatro repetições de 25 sementes: nas parcelas, foi considerado o fator “armazenamento” (2 níveis) e nas subparcelas o fator “grau de umidade” (6 níveis). Os embriões de sementes de tucumã apresentam grau de umidade superior ao das sementes. A redução do conteúdo de água das sementes até 14,2% (31,0% com base nos embriões) não ocasionou redução na viabilidade e nos índices de vigor das sementes. Os graus de umidade letais para a germinação e emergência de tucumã foram estimados, respectivamente, em 13,8 e 15,7%, com base nos embriões, e 5,7% e 6,9%, nas sementes. Quanto à tolerância ao dessecamento, as sementes de tucumã não apresentaram comportamento típico de sementes recalcitrantes, no entanto, aproximaram-se às do tipo intermediário, tendo em vista que a desidratação

das mesmas até 9,8% (21,1% para os embriões) de água, apesar de ter afetado o vigor, não alterou a sua viabilidade.

Termos para indexação: palmeira, tolerância ao dessecamento, armazenamento, sementes intermediárias.

VIABILITY AND VIGOUR OF TUCUMÃ SEEDS AS A FUNCTION OF DESICCATION

ABSTRACT

This study aimed to evaluate viability and vigour of tucumã seeds as a function of moisture content associated, or not, with storage. After extraction, the seeds were placed in a vacuum oven (25 inches.Hg), temperature 30 °C, for different periods (0, 12, 24, 48, 72 and 96 hours), to obtain seeds with different moisture contents (18.3, 15.1, 14.1, 12.9, 10.9, 9.8%, respectively). The seeds were divided in two lots, one for immediate evaluation (without storage) and another to be evaluated after thirty days (with storage). After application of each treatment, the viability by the tetrazolium test, the seed vigour, and the dead and dormant seeds were evaluated. The experimental design was completely randomized with subplots, with four repetitions of 25 seeds: in the plots the “storage” factor (two levels) was considered and in the subplots was the “moisture content” factor (6 levels). The embryos of tucumã seeds showed higher moisture content than the seeds. The reduction of seed moisture content to 14.2% (31.1% in the embryos) didn't cause viability and vigour index reduction. The lethal moisture content for germination and emergence of tucumã were estimated, at 13.8 and 15.7%, respectively, based on the embryos, and 5.7 and 6.9% based on the seeds. With respect to desiccation tolerance, the tucumã seeds do not show typical behavior of recalcitrant seeds, however, they approached intermediate type behavior, because desiccation to 9.8% (21.1% in the embryos) of water affected just their vigour but not their viability.

Index terms: palm, desiccation tolerance, storage, intermediate seeds.

INTRODUÇÃO

Entre a diversidade vegetal da floresta amazônica existem muitas espécies economicamente promissoras, dentre as quais se destaca *Astrocaryum aculeatum*, vulgarmente conhecido como tucumã, com grande potencial para aumentar a rentabilidade dos sistemas agrícolas tradicionais da Amazônia Central (Schroth et al., 2004). Apesar dos frutos serem de grande importância para a economia regional, os plantios comerciais são praticamente inexistentes e grande parte da produção que abastece os mercados locais é advinda do extrativismo.

Como na maioria das palmeiras, o tucumã também é propagado por meio de sementes. No entanto, existem poucas informações relacionadas à fisiologia das sementes dessa espécie tornando necessária a geração de novos conhecimentos favoráveis ao manejo das mesmas.

Alguns autores, conforme à sensibilidade à dessecação, classificaram as sementes como recalcitrantes e ortodoxas (Roberts, 1973), além de intermediárias (Ellis et al., 1990). As sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), espécie frutífera da mesma subtribo do tucumã (Bactridinae) (Uhl e Dransfield, 1987), por exemplo, são sensíveis à dessecação sendo, portanto, classificadas como recalcitrantes (Ferreira e Santos, 1992; Bovi et al., 2004).

Para espécies tropicais nativas, o conhecimento do grau de umidade suportável pelas sementes, sem que haja o comprometimento da qualidade fisiológica, é fundamental para definição de tecnologias para a conservação, pois o teor de água influencia diretamente no comportamento das sementes durante o armazenamento (Farrant et al., 1988; Nascimento et al., 2007). Assim, os conteúdos de água que podem ser atingidos durante o processo de dessecação são: grau de umidade de segurança, onde a secagem não ocasiona danos à viabilidade das

sementes; grau de umidade crítico correspondente ao teor de água abaixo do qual é detectado o início da perda da viabilidade e grau de umidade letal a partir do qual ocorre a perda da viabilidade de todas as sementes (Hong e Ellis, 1992). Sementes de palmeiras mantidas demasiadamente secas, por um curto período de tempo, podem perder a viabilidade ou atrasar a germinação por muitos meses, enquanto que aquelas mantidas com umidade excessiva apodrecem com facilidade (Braun, 1970). A redução do grau de umidade de sementes de palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.), maduras e recém-coletadas, de 42,6% para 38,6%, favoreceu a germinação, sendo que o nível de 42,6% de umidade manteve o poder germinativo das sementes por até cinco meses de armazenamento a $\pm 3^{\circ}\text{C}$ (Queiroz e Cavalcante, 1986).

O evento inicial relacionado à germinação é a absorção de água. De acordo com Bewley e Black (1994), o embrião absorve água com maior velocidade e de forma contínua, quando comparado ao endosperma em função do alongamento e da divisão celular. Geralmente, os embriões de sementes de palmeiras são pequenos em relação ao tamanho da semente, existindo, portanto, uma grande dificuldade na interpretação dos resultados experimentais de sementes devido à diferença entre o teor de água do eixo embrionário e os tecidos de armazenamento (Berjak et al., 1989; Tomlinson, 1990).

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a viabilidade e o vigor de sementes de tucumã em função do grau de umidade, ou período de dessecação, associado, ou não, ao armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido 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, Brasil. Os diásporos (semente com endocarpo) foram coletados junto a feirantes de Manaus, caracterizando-se como uma mistura de progênies.

Os diásporos recém adquiridos foram imersos em água, durante três dias, com troca diária da água, para facilitar a remoção dos resíduos de polpa (mesocarpo) aderidos ao endocarpo, seguido de limpeza por meio da maceração com água e areia, mais lavagem em água corrente. Depois, estes foram acondicionados em sacolas tipo rede e mantidos em condições de ambiente com umidade relativa de 85% e temperatura mínima média de 25,9°C e máxima média de 30°C, por 60 dias, quando as sementes haviam se desprendido do endocarpo. Após esse período, os diásporos foram acondicionados em duplo saco de polietileno, durante 15 dias, aguardando o início de instalação do experimento. Então, foi realizada a quebra do endocarpo, para a extração da semente, conforme Ferreira e Gentil (2006).

Obtidas as sementes, estas foram mantidas em estufa a vácuo (25 pol. Hg), com temperatura de 30 °C, durante 0, 12, 24, 48, 72 e 96 horas a fim de obter sementes com diferentes graus de umidade: 18,3; 15,1; 14,1; 12,9; 10,9; 9,8%, respectivamente. Adicionalmente, para os mesmos períodos, foram feitas determinações dos graus de umidade dos embriões. A determinação do teor de água das sementes (endosperma e tegumento) e dos embriões excisados foi pelo método estufa a 105 °C +/- 3 °C, durante 24 horas (Brasil, 1992), utilizando 4 repetições de 4 sementes, partidas em 4 partes, e 4 repetições de 10 embriões. Após obtenção dos diferentes graus de umidade, as sementes foram divididas em dois lotes, sendo um para avaliação imediata (sem armazenamento) e o outro para ser avaliado depois de trinta dias (com armazenamento). As sementes deste último lote foram

aconditionadas em potes de vidro selados com tampa plástica e fita adesiva e envoltos em sacos de polietileno preto, em sala com umidade relativa de 87% e temperaturas mínima média de 25,5°C e máxima média de 30,7°C.

Após cada tratamento, foram avaliados a viabilidade, por meio do teste de tetrazólio, mais a germinação e a emergência. Antecedendo os testes de viabilidade e germinação/emergência, as sementes foram embebidas em água, por nove dias, conforme recomendações de Ferreira e Gentil (2006).

Na avaliação da viabilidade, por meio do teste de tetrazólio, foram adotados procedimentos semelhantes aos empregados para sementes de pupunha (Ferreira e Sader, 1987), cuja solução teve pH ajustado na faixa de 6 a 8 (Souza, 1994). Após a embebição das sementes, os embriões foram extirpados e colocados em solução de tetrazólio a 1%, durante o período de 4 horas, utilizando quatro repetições de dez embriões por tratamento. Foram considerados viáveis os embriões que coloriram completamente de vermelho ou rosa, bem como os embriões que apresentaram parte superior ou inferior, tigelum ou haustório, respectivamente, coloridos.

Para o teste de germinação e emergência, a sementeira foi realizada a 1 cm de profundidade em caixas plásticas (60 cm de comprimento x 40 cm de largura X 20 cm de altura), contendo serragem curtida de madeira como substrato, nivelada até a metade da altura das caixas, cobertas com filme de polietileno transparente (anti-raio ultravioleta), formando estufim, e mantidas em viveiro com 50% de sombreamento (Ferreira e Castro, 2006), sob temperaturas mínima e máxima médias de 23,7°C e 32,2°C, respectivamente; a irrigação foi feita sempre que necessário. A cada dez dias, até aos seis meses, foram avaliadas a germinação através de escavação (formação do botão germinativo) e a emergência (emissão da primeira folha bífida), conforme Gentil e Ferreira (2005). No encerramento das

avaliações, por meio do teste de corte (Brasil, 1992), as sementes que não germinaram foram classificadas em “sementes dormentes” e “sementes mortas”. Todas as contagens foram transformadas em valores percentuais e a partir da germinação e emergência, em percentual, foram calculados os índices de velocidade e os tempos médios de germinação e de emergência (Santana e Ranal, 2004).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e em parcela subdividida, com quatro repetições de 25 sementes: nas parcelas, ou tratamentos principais, foi considerado o fator “armazenamento” (2 níveis) e nas subparcelas, ou tratamentos secundários, o fator “grau de umidade” (6 níveis). Para efeito de análise de variância, os dados expressos em porcentagens foram transformados em arco seno $\sqrt{((x/100)+0,5)}$. Quando houve efeito significativo para o fator “grau de umidade”, ou para a interação entre os fatores estudados, foi feito estudo de regressão polinomial até o nível do terceiro grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o aumento dos períodos de secagem os teores de água das sementes e embriões de tucumã decresceram linearmente (Figura 1). Durante as 96 horas de secagem, e com base no estudo de regressão, o decréscimo do conteúdo de água nas sementes foi de 16,8% para 9,3% e nos embriões a redução foi de 37,8% para 21,1% (Figura 1). Com isto, observa-se que os valores dos graus de umidade dos embriões foram sempre maiores que os alcançados pelas sementes. No entanto, no início esta diferença foi de 21,0% e ao final do dessecamento foi de apenas 11,8%. Segundo Panza et al. (2004), os tecidos dos embriões de *Euterpe edulis* também são capazes de concentrar altos teores de água devido à presença de células

altamente vacuoladas, diferindo dos tecidos de reserva. O teor de água nas sementes com predominância de reservas cotiledonares é maior no eixo embrionário do que nos cotilédones e, nas endospermáticas, como no caso do tucumã, mais elevado no embrião em relação ao endosperma (Marcos-Filho *apud* Villela e Marcos-Filho, 1998).

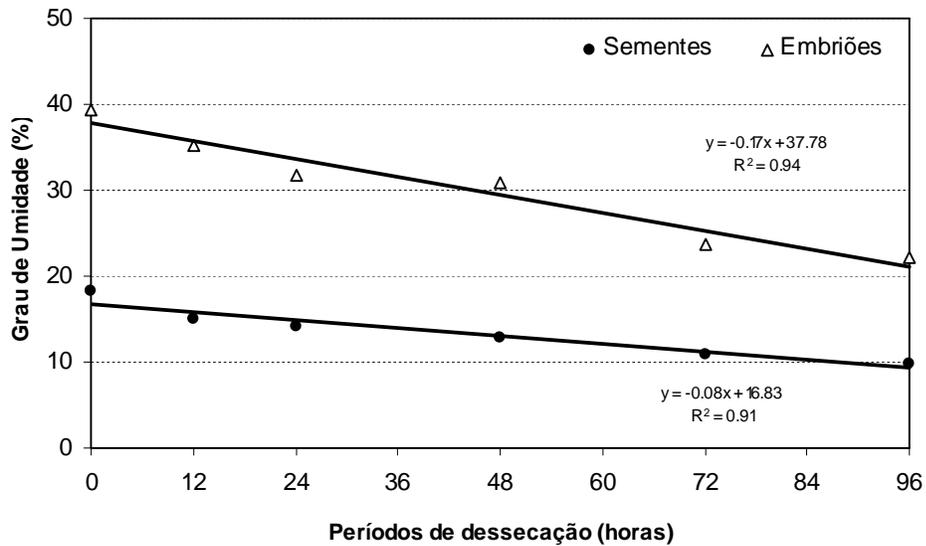


Figura 1. Graus de umidade de sementes e de embriões de tucumã em função dos diferentes períodos de dessecação.

A viabilidade das sementes, estimada pelo teste de tetrazólio, apresentou efeito significativo apenas para o fator “armazenamento”. As sementes avaliadas imediatamente (sem armazenamento) apresentaram maior viabilidade (59,6%) em relação às que foram armazenadas por trinta dias (38,8%) (Tabela 1).

Tabela 1. Viabilidade, germinação, emergência e mortalidade de sementes de tucumã em função do fator armazenamento.

Fator armazenamento	Viabilidade (%)	Germinação (%)	Emergência (%)	Mortalidade (%)
Sem armazen.	59,6 a	50,3 a	34,0 a	26,3 a
Com armazen.	38,8 b	43,7 a	26,8 b	44,8 b
C.V. (%)	57,1	21,5	31,1	21,2

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ressalta-se o fato dos diferentes graus de umidade não terem afetado a viabilidade das sementes, que se manteve constante (59,6%) com a redução do grau de umidade das sementes, o que diverge do comportamento das variáveis germinação e emergência.

A germinação mostrou efeito significativo apenas para o fator “grau de umidade”. Inicialmente, para um grau de umidade das sementes de 18,3% (sem dessecação) a germinação foi de 39,5%; alcançou valor máximo (53%) com o grau de umidade de 14,3%; e com o menor grau de umidade (9,8%) a germinação foi de 38,5% (Figura 2). Chama a atenção o fato das sementes com graus de umidade elevados, entre 18,3-14,4%, terem apresentado germinação reduzida, o que pode ser devido a algum tipo de dormência ainda presente nesta fase. Esses resultados diferem dos encontrados por Bovi et al. (2004) para sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), onde a desidratação até 13-15% ocasionou a mortalidade total das sementes. No entanto, aproximam-se dos encontrados por Ellis et al. (1991) para sementes de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), classificadas como de comportamento intermediário, que mantiveram a viabilidade durante 12 meses a 15°C com 10-12% de umidade (conteúdo de umidade do embrião de 19-21%).

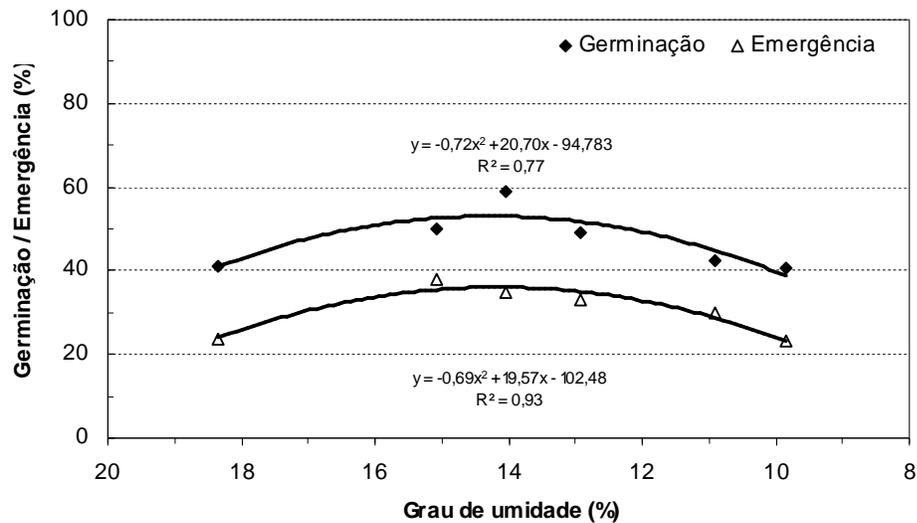


Figura 2. Germinação e emergência de tucumã em função do grau de umidade das sementes.

Algumas sementes de palmeiras tropicais, classificadas como recalcitrantes, apresentam faixa de nível crítico variando entre 34,2 a 36,4%, como o açai (*Euterpe oleraceae*) e de 38,5% como o palmitero (*Euterpe edullis*) (Queiroz e Cavalcante, 1986; Martins et al., 1999). Estes valores situam-se bem acima do conteúdo letal de umidade sugerido por Roberts (1973) para sementes recalcitrantes, que estaria entre uma faixa de 12-31%. Já as sementes intermediárias suportam certa redução no teor de água, sem perda da viabilidade, contudo esta é comprometida se a remoção de água alcança níveis tão baixos quanto os tolerados pelas sementes ortodoxas; ou seja, as sementes intermediárias sobrevivem moderadamente à dessecação até atingirem em torno de 10-12% de umidade (Ellis et al., 1990). No entanto, não há muitas informações sobre a abrangência da faixa tolerada para dessecação dessas sementes.

A emergência, além de apresentar efeito significativo para o fator “grau de umidade”, mostrou também efeito significativo para o fator “armazenamento”, sem

efeito de interação entre estes. A semeadura imediata (sem armazenamento) proporcionou emergência superior (34,0%) a das sementes armazenadas (26,8%) (Tabela 1). Quanto ao fator “grau de umidade”, a emergência teve valores bem inferiores aos da germinação, porém com curvas, ou ajustes de equações, semelhantes (Figura 2). Com isto, depreende-se que o teste de viabilidade, por meio do teste de tetrazólio, assim com o teste de germinação (formação do botão germinativo), superestima a qualidade das sementes de tucumã, ou seja, a capacidade da semente formar uma plântula. Panza et al. (2007) encontrou resultados semelhantes em *Euterpe edullis*, e atribuiu esse resultado à maior sensibilidade à dessecação para a emergência do que para a germinação. Segundo o mesmo autor, o desenvolvimento de plântulas de *Euterpe edullis* não é correlacionado à protusão do botão germinativo, pois algumas mortes também podem ocorrer após a emergência da plúmula de sementes desidratadas.

Com base no estudo de regressão, o teor de água crítico para sementes de tucumã, entendido como aquele abaixo do qual se inicia a redução da qualidade fisiológica das sementes, ficou situado em 14,3% para germinação e 14,2% para emergência (Figura 2). Igualando a zero os valores da germinação e emergência, nas equações ($y=0$), estimou-se que o teor de água letal, entendido como aquele onde a germinação e a emergência são nulas, correspondam a 5,7% e 6,9%, respectivamente. Por outro lado, levando em conta o grau de umidade dos embriões, os níveis críticos e letais para germinação e emergência foram superiores: 31,0% e 13,8% para germinação e 30,9% e 15,7% para emergência, respectivamente (Figura 3). Esses dados chamam atenção para uma, possível, maior sensibilidade da emergência quanto ao grau de umidade letal, tanto com base no conteúdo de água das sementes como dos embriões. Portanto, para uma avaliação mais precisa dos

efeitos da dessecação nas sementes de tucumã, deve-se incluir avaliação da emergência, assim como os graus de umidade das sementes e dos embriões.

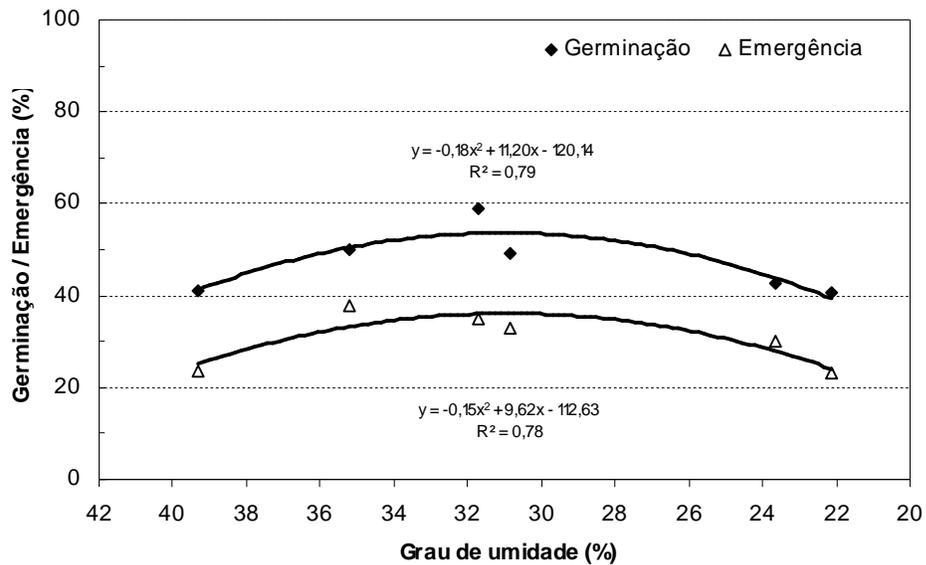


Figura 3. Germinação e emergência de tucumã em função do grau de umidade dos embriões.

O índice de velocidade de germinação (IVG) e o índice de velocidade de emergência (IVE) apresentaram efeito de interação significativo entre “armazenamento” e “grau de umidade”. De modo geral, as sementes avaliadas imediatamente (sem armazenamento) tiveram maiores valores de IVG e IVE (Figura 4A e 4B).

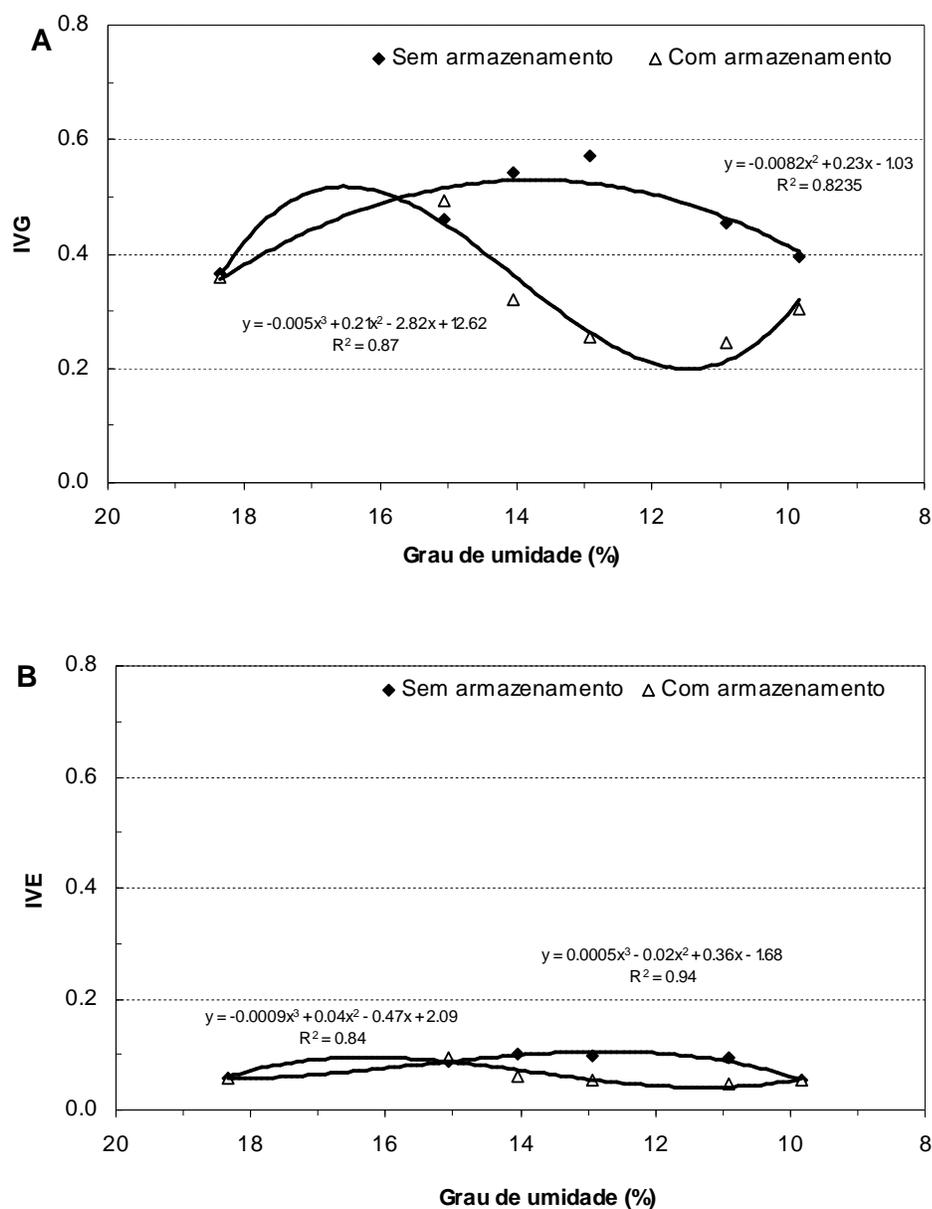


Figura 4. Índice de velocidade de germinação (IVG) (A) e índice de velocidade de emergência (IVE) (B) referentes a sementes de tucumã submetidas a diferentes graus de umidade, sem e com armazenamento.

Com relação ao tempo médio de germinação (TMG) e tempo médio de emergência (TME), também houve interação significativa entre os fatores “armazenamento” e “grau de umidade”. De maneira semelhante às variáveis anteriores, o TMG e TME foram melhores para as sementes que não foram

armazenadas (Figura 5A e 5B).

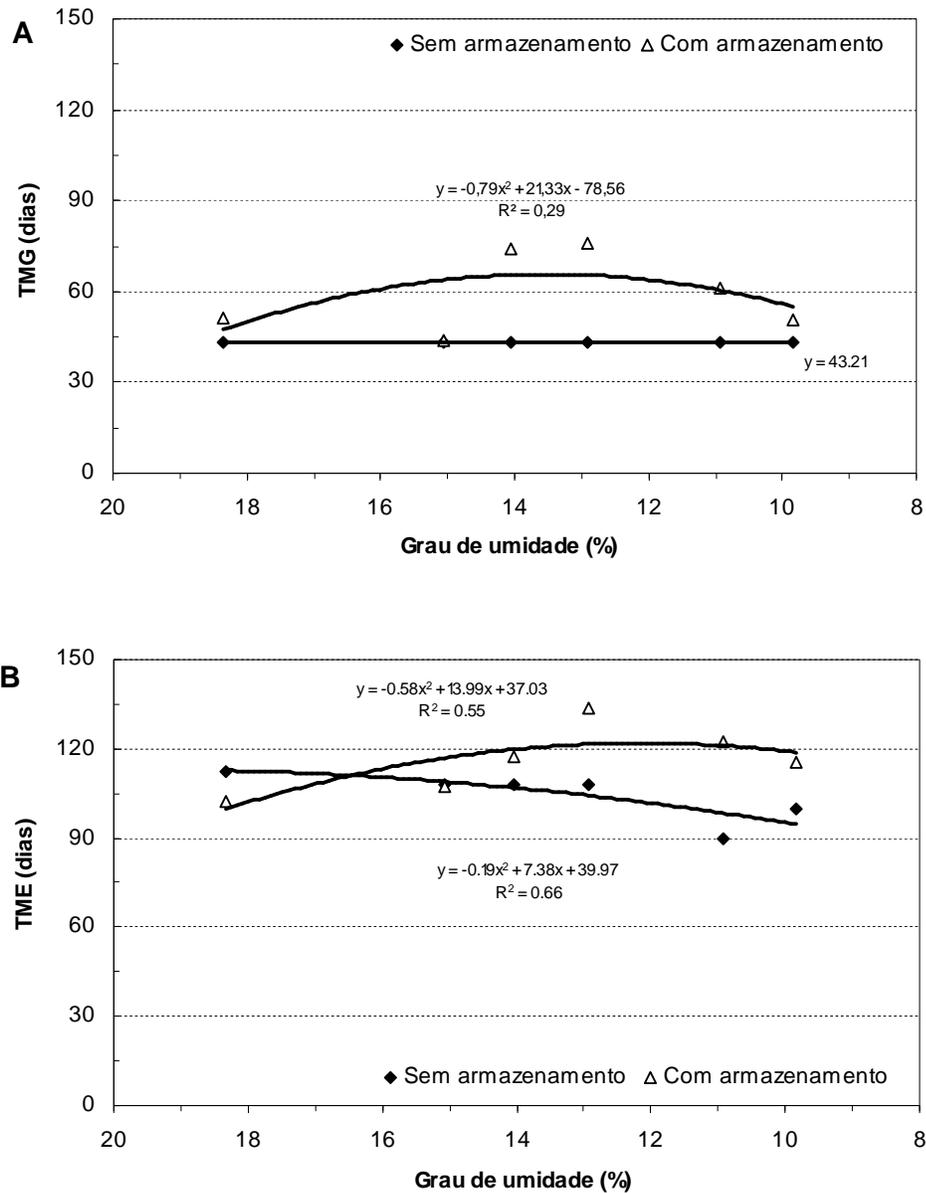


Figura 5. Tempo médio de germinação (TMG) (A) e tempo médio de emergência (TME) (B) referentes a sementes de tucumã submetidas a diferentes graus de umidade, sem e com armazenamento.

Para a variável “sementes dormentes” houve efeito de interação significativo entre os fatores “armazenamento” e “grau de umidade”. Normalmente, a dormência foi maior para os teores de umidade mais elevados, decrescendo progressivamente

à medida que estes foram reduzidos (Figura 6). Além disso, foi sempre em maior proporção nas sementes avaliadas imediatamente, sem armazenamento. Parte destes resultados ajuda explicar a reduzida germinação e emergência nos teores de umidade mais elevados (Figura 2 e 3). Os índices decrescentes de dormência nas sementes de tucumã, observados após dessecação e, mais ainda, depois do armazenamento, podem estar relacionados à imaturidade embrionária, comum nas espécies florestais, ocasionada por inibição fisiológica (Fowler e Bianchetti, 2000).

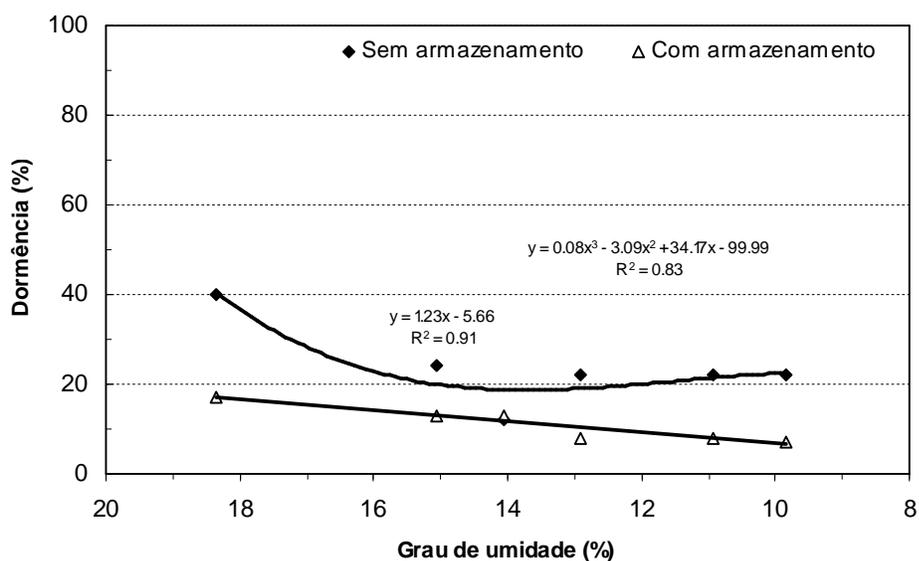


Figura 6. Dormência em sementes de tucumã em função do grau de umidade, com e sem armazenamento.

A variável “sementes mortas” apresentou efeito significativo para os fatores “armazenamento” e “grau de umidade” isoladamente, sem mostrar efeito de interação. A mortalidade aumentou à medida que foi reduzido o grau de umidade das sementes (Figura 7). Por outro lado, foi maior nas sementes que foram armazenadas (44,8%), em relação as que foram avaliadas imediatamente após o dessecação (26,3%) (Tabela 1). Segundo Berjak e Pammenter (2003), a redução

do teor de água estrutural e alterações no metabolismo das sementes submetidas ao processo de secagem são as principais causas da perda da viabilidade durante o processo de dessecamento. É possível que a proliferação de fungos do gênero *Aspergillus* sp., identificados no decorrer do armazenamento, também tenha favorecido os altos índices de mortalidade das sementes de tucumã. Para Loomis (1958), a proliferação de fungos na superfície de sementes de palmeiras compromete a viabilidade, prejudicando, portanto, a germinação.

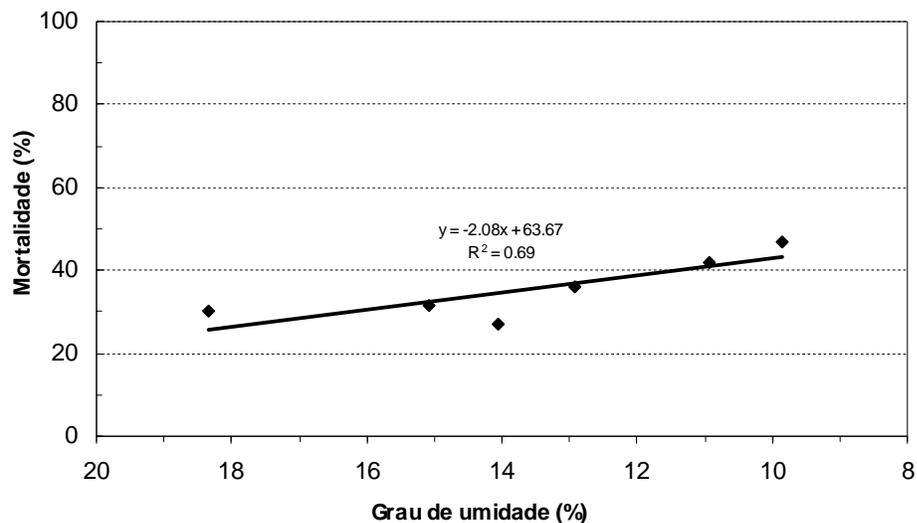


Figura 7. Mortalidade de sementes de tucumã em função da redução do grau de umidade.

CONCLUSÕES

Os embriões de sementes de tucumã apresentam grau de umidade superior ao das sementes (endosperma e tegumento), sendo, portanto, conveniente a inclusão do teor de água dos embriões nos estudos de tolerância ao dessecamento de sementes dessa espécie.

A redução do conteúdo de água das sementes até 14,2% (31,0% com base nos embriões) não ocasionou redução na viabilidade e nos índices de vigor das sementes.

Os graus de umidade letais para a germinação e emergência de tucumã foram estimados, respectivamente, em 13,8 e 15,7%, com base nos embriões, e 5,7% e 6,9%, nas sementes.

Quanto à tolerância ao dessecamento, as sementes de tucumã não apresentaram comportamento típico de sementes recalcitrantes, no entanto, aproximaram-se às do tipo intermediário, tendo em vista que a sua desidratação até 9,8% (21,1% para os embriões) de água, apesar de ter afetado o vigor, não alterou a sua viabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.**

2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BERJAK, P.; FARRANT, J.M.; PAMMENTER, N.W. The basis of recalcitrant seed behaviour, In: Taylorson, R.V. (ed.) **Recent advances in the development and germination of seeds.** Plenum Press, New York, p.89-108. 1989.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N.W. Orthodox and recalcitrant seeds. In: **Tropical tree seed manual.** USDA Forest Service's/Reforestation, Nurseries, & Genetics Resources. p.137-147. 2003.

BOVI, M.L.A.; MARTINS, C.C.; SPIERING, S.H. Desidratação de sementes de quarto lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.109-112, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes.** 1992. 365p.

BRAUN, A. Palmas cultivadas de Venezuela. **Acta Botanica Venezuelica**, v.5, v.1-4, p. 7-94, 1970.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, v.41, n.230, p. 1167-1174, 1990.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H.; SOETISNA, U. Seed storage behaviour in *Elaeis guineensis*. **Seed Science Research**, v.1, p.99-104, 1991.

FARRANT, J.M.; PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. Recalcitrance – a current assessment. **Seed Science and Technology**, v.20, n.1, p.155-166, 1988.

FERREIRA, S.A.N.; CASTRO, A.F. Germinação de sementes de tucumã em função do pré-tratamento, do substrato e do ambiente de semeadura. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, v. Único, 2006, Cabo Frio, RJ. **Resumos...** Cabo Frio: SBF/UENF/UFRuralRJ, 2006. v.Único. p.188-188.

FERREIRA, S.A.N.; GENTIL, D.F.O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). **Acta Amazonica**, v.36, n.2, p. 141-146, 2006.

FERREIRA, S.A.N.; SADER, R. Avaliação da viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.9, n.2, p.109-114, 1987.

FERREIRA, S.A.N.; SANTOS, L.A. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Amazônica**, v. 22, n. 3, p. 303-307, 1992.

FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p.

GENTIL, D.F.O.; FERREIRA, S.A.N. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). **Acta Amazonica**, v.35, n.3, p.337-342, 2005.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Optimum air-dry seed storage environments for arabica coffee. **Seed Science and Technology**, v. 20, p. 547-560, 1992.

LOOMIS, H.F. The preparation and germination of palm seeds. **Principes**, v. 2, n. 3, p. 98-102, 1958.

MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A.; STANGUERLIM, H. Teor de água crítico e letal para sementes de açai (*Euterpe oleraceae* Mart. – PALMAE). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n.1, p. 125-132, 1999.

NASCIMENTO, W.M.O.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CÍCERO, S.M. Conseqüências fisiológicas da dessecação em sementes de açai (*Euterpe oleraceae* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2. p.38-43, 2007.

PANZA, V.; LÁINEZ, V.; MALDONADO, S. Seed structure and histochemistry in the palm *Euterpe edulis*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, n.145, p.445-453, 2004.

PANZA, V.; LÁINEZ, V.; MALDONADO, S.; MARODER, H.L. Effects of desiccation on *Euterpe edulis* Martius seeds. **Biocell**, v.31, n.3, p.383-390, 2007.

QUEIROZ, M.H.; CAVALCANTE, M.D.T. Efeito do dessecação das sementes de palmitero na germinação e no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.8, n.3, p.121-125, 1986.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, p.499-514, 1973.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Universidade de Brasília, 2004. 248p.

SCHROTH, G.; MOTA, M.S.S.; LOPES, R.; FREITAS, A.F. Extractive use,

management and in situ domestication of a weedy palm, *Astrocaryum tucuma*, in the central Amazon. **Forest Ecology and Management**, v.202, p.161-179, 2004.

SOUZA, F.H.D. **Preparo de soluções neutras de tetrazólio**. Embrapa, CT, 21. 1994. Disponível: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/cot/COT51.html>. Acesso em: 05 jan. 2010.

TOMLINSON, P.B. **The structural biology of palms**. Oxford: Clarendon Press, 1990. 477p.

UHL, N.W.; DRANSFIELD, J. **Generum Palmarum**: classification of palms based on the work of Harold E. Moore-Jr. Lawrence, Kansas: Allen Press, 1987. 610p.

VILLELA, F.A.; MARCOS-FILHO, J. Estados energéticos e tipos de água na semente. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.79-83, 1998.

CAPÍTULO II

CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*) EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

(Artigo conforme as normas da Revista Brasileira de Sementes)

CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*) EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a viabilidade e o vigor de sementes de tucumã em função do armazenamento dos diásporos sob diferentes condições, durante o período de dez meses. Após limpeza e secagem, os diásporos (sementes com endocarpo) foram mantidos, por diferentes períodos (0, 2, 4, 6 e 10 meses), nas seguintes condições: a) embalagem permeável sob ambiente - sacolas tipo rede em ambiente com umidade relativa de 85%, temperaturas mínima média de 25,1°C e máxima média de 27,2°C; b) embalagem semipermeável sob ambiente - duplo saco de polietileno transparente, fechado, nas mesmas condições ambientes anteriores; c) embalagem semipermeável sob 18°C - duplo saco de polietileno transparente, fechado, em sala com umidade relativa de 71% e temperatura média de 18°C. Após cada período de armazenamento, nas diferentes condições, procedeu-se a determinação do teor de água e testes de viabilidade (tetrazólio) e emergência, mais as avaliações de sementes dormentes e mortas. O armazenamento de diásporos de tucumã em embalagens de polietileno, sob condições de ambiente (25-27°C), foi eficiente para a conservação do grau de umidade e vigor das sementes, durante o período de dez meses. Os diásporos de tucumã expostos diretamente às condições de ambiente, sujeitos a variação de temperatura e umidade, ou mantidos em saco de polietileno sob a temperatura de 18°C, tiveram o vigor das sementes reduzido, aos dez meses de armazenamento.

Palavras-chave: palmeira, armazenamento, viabilidade, ambiente de conservação.

CONSERVATION OF TUCUMA SEEDS (*Astrocaryum aculeatum*) AS A FUNCTION OF STORAGE ENVIRONMENT CONDITIONS

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the viability and vigour of tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) seeds under different storage conditions during ten months period. After cleaning and drying the diaspores (endocarp with seeds) were kept for different periods (0, 2, 4, 6 and 10 months) under the following conditions: a) permeable packing under ambient conditions – net bags in an environment with 85% RH, mean minimum temperature of 25.1°C and mean maximum of 27.2°C; b) semipermeable packing under ambient conditions - double transparent sealed plastic bags, under the same environmental conditions; c) semipermeable packing under 18°C - double transparent sealed plastic bags, in a room with 71% RH and mean temperature of 18°C. After each storage period, under different conditions, we determined water content and viability (tetrazolium), seed vigour, dormant and dead seeds. Storage of tucumã diaspores in polyethylene bags under ambient conditions (25-27 ° C) was effective for the conservation of moisture content and seed vigor during the period of ten months. The diaspores of tucumã directly exposed to environmental conditions, subject to variation in temperature and humidity, or kept in polyethylene bags under the temperature of 18 ° C, had reduced seed vigour after ten months of storage.

Keywords: palm, storage, viability, storage environment.

INTRODUÇÃO

A Amazônia possui uma floresta tropical detentora de alta diversidade de espécies frutíferas com potenciais econômicos capazes de contribuir para a ampliação do mercado de alimentos e o desenvolvimento regional. A família *Arecaceae* se destaca na dinâmica florestal como componente de diferentes ecossistemas e pela utilidade das diversas partes da planta, aproveitadas de diferentes maneiras pela população regional (Miranda et al., 2001). Nessa família, o gênero *Astrocaryum*, com plantas densamente espinhosas, possui 24 espécies distribuídas na bacia amazônica (Kahn e Millán, 1992).

Astrocaryum aculeatum, conhecido popularmente como tucumã, é uma palmeira encontrada de forma esporádica no interior da floresta e em abundância em áreas perturbadas, como pastagens abandonadas, capoeiras e margens de estradas; seu fruto, bastante apreciado pela população regional, é consumido *in natura* isoladamente, acompanhado de farinha de mandioca e café, ou como recheio de sanduíche e tapioca, além de ser utilizado no preparo de creme e sorvete (Miranda et al., 2001). Pesquisas recentes demonstram potencial para aproveitamento da polpa de tucumã sob forma desidratada (Yuyama et al., 2008) e das amêndoas para produção de biodiesel (Barbosa et al., 2009). Apesar da importância econômica dos frutos dessa espécie, os plantios comerciais são praticamente inexistentes e quase que a totalidade da produção é advinda do extrativismo. Esta situação, em parte, se deve às poucas informações existentes sobre seu cultivo e, particularmente, sobre a sua propagação.

A conservação da viabilidade das sementes durante o armazenamento é influenciada por diversos fatores relacionados à sua qualidade inicial (vigor da planta-mãe, condições climáticas durante a maturação das sementes, grau de

maturação no momento da colheita, ataque de pragas e doenças, grau de injúria mecânica) e às características do ambiente (umidade relativa do ar ou teor de água das sementes, temperatura do ar, ação de fungos e insetos no armazenamento, e embalagem) (Carvalho e Nakagawa, 1988). O período de viabilidade das sementes, relacionado aos fatores fisiológicos, físicos e/ou químicos e ambientais, ainda não é bem definido para a maioria das palmeiras (Pinheiro, 1986).

Sementes de tucumã acondicionadas em sacos de papel durante 3 meses à temperatura de 28°C perderam a viabilidade devido ao baixo grau de umidade em que se encontravam; quando acondicionadas em sacos plásticos mantiveram-se viáveis durante esse período (Sá, 1984). Apesar dessas informações, o período de observação foi relativamente curto, o que estimula a geração de tecnologias específicas capazes de ampliar o período de conservação de sementes de tucumã, visando o desenvolvimento da espécie como cultura. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar a viabilidade e o vigor de sementes de tucumã em função do armazenamento dos diásporos sob diferentes condições durante o período de dez meses.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido 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, Brasil. Os diásporos (sementes com endocarpo) foram coletados junto a feirantes de Manaus, caracterizando-se como uma mistura de progênies.

Após a aquisição dos diásporos, estes foram imersos em água durante três dias, com troca diária da água, para facilitar a remoção dos resíduos de polpa

(mesocarpo) aderidos ao endocarpo. A limpeza foi feita por meio de maceração em água e areia, seguida da lavagem em água corrente. Então, foram acondicionados em sacolas tipo rede e mantidos em condições de ambiente com umidade relativa de 85% e temperatura mínima média de 25,1°C e máxima média de 27,2°C, por 60 dias, quando as sementes haviam se desprendidos dos endocarpos. Neste instante foi retirada, ao acaso, uma amostra de diásporos, dos quais foram extraídas as sementes a fim de determinação do grau de umidade, avaliação da viabilidade (teste de tetrazólio) e testes iniciais de vigor. Os demais diásporos foram divididos em três lotes, mantidos nas seguintes condições: a) embalagem permeável sob ambiente - sacola tipo rede que permitia um contato direto com as condições de ambiente (sala com umidade relativa de 85% e temperatura mínima média de 25,1°C e máxima média de 27,2°C); b) embalagem semipermeável sob ambiente - duplo saco de polietileno transparente (0,75 mm de espessura), fechado, em sala com as mesmas condições ambientes citada anteriormente; c) embalagem semipermeável sob 18°C - duplo saco de polietileno transparente, fechado, mantidos em sala com umidade relativa de 71% e temperatura média de 18°C. Após 2, 4, 6 e 10 meses, nestas condições, procedeu-se a quebra dos endocarpos para a extração, determinação do grau de umidade e embebição das sementes, conforme Ferreira e Gentil (2006). Após embebição foi avaliada a viabilidade e instalados os testes de vigor. As avaliações de viabilidade foram efetuadas apenas nos períodos de 0, 2, 4 e 6 meses devido à indisponibilidade de sementes para o período seguinte (10 meses).

A determinação do grau de umidade das sementes foi pelo método de estufa a 105°C +/- 3 °C durante 24 horas (Brasil, 1992), utilizando 4 repetições de 5 sementes, cortadas ao meio. A viabilidade das sementes foi avaliada por meio do teste de tetrazólio, adotando procedimentos semelhantes aos empregados para

sementes de pupunha (Ferreira & Sader, 1987): após 9 dias de embebição das sementes, os embriões foram extirpados e colocados em solução de tetrazólio a 1% sob a temperatura de 30°C durante o período de 4 horas, utilizando quatro repetições de dez embriões por tratamento. Foram considerados viáveis os embriões que coloriram completamente de vermelho ou rosa, bem como os embriões que apresentaram parte superior ou inferior, tigelum ou haustório, respectivamente, coloridos. O vigor das sementes foi avaliado pelo teste de emergência. Este foi efetuado em viveiro, coberto com tela de sombreamento de 50%. A semeadura (4 repetições de 25 sementes por tratamento) foi realizada a 1 cm de profundidade em caixas plásticas (60 cm de comprimento x 40 cm de largura X 20 cm de altura), contendo serragem de madeira parcialmente curtida como substrato, nivelada até a metade da altura das caixas, cobertas com filme de polietileno transparente (anti-raio ultravioleta), formando estufim, e mantidas em viveiro com 50% de sombreamento (Ferreira e Castro, 2006), sob temperatura mínima média de 24,4°C e máxima média de 34,7°C; a irrigação foi feita sempre que necessário. A avaliação da emergência foi feita por um período de seis meses, a cada dez dias, desde a semeadura, computando o número de plântulas que apresentasse qualquer estrutura acima do nível do substrato. No encerramento do experimento, as sementes que não germinaram foram classificadas em "sementes dormentes" e "sementes mortas" por meio do teste de corte (Brasil, 1992). Todas as contagens foram transformadas em valores percentuais e a partir da emergência, também como índices de vigor, foram calculados o índice de velocidade de emergência e o tempo médio de emergência (Santana e Ranal, 2004).

O delineamento foi de experimento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, com quatro repetições: nas parcelas, ou tratamentos principais, foi

considerado o fator “condição de armazenamento” (3 níveis); e nas subparcelas, ou tratamentos secundários, o fator “período de armazenamento” (5 níveis). Para efeito de análise de variância, os dados expressos em porcentagens foram transformados em arco seno $\sqrt{((x/100)+0,5)}$. A comparação das médias foi feita pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Quando houve interação foi feito estudo de regressão polinomial até o nível de terceiro grau com desdobramento da “condição de armazenamento”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes, inicialmente de 21,1%, apresentou comportamento distinto quando exposto às diferentes condições de armazenamento (Figura 1). As sementes acondicionadas em duplo saco de polietileno, independente do ambiente de conservação, mantiveram o teor de água quase que constante ao longo dos 10 meses de armazenamento. Entretanto, o condicionamento em embalagem permeável (sacola tipo rede), sob condição ambiente, ocasionou a redução do grau de umidade das sementes, sendo que aos 10 meses de armazenamento as sementes atingiram teor de água de 11,9%. Carvalho e Nakagawa (1988) afirmam que alterações no grau de umidade das sementes acondicionadas em embalagens permeáveis são comuns devido às mudanças de temperatura e umidade do ambiente. Araújo e Barbosa (1992) verificaram resultados semelhantes na conservação de sementes de *Phoenix loureiri* Kunth, no qual, sob embalagens permeáveis, houve perda de umidade das sementes já no primeiro mês de armazenamento, enquanto em embalagens impermeáveis as sementes mantiveram o grau de umidade constante independentemente do ambiente de conservação.

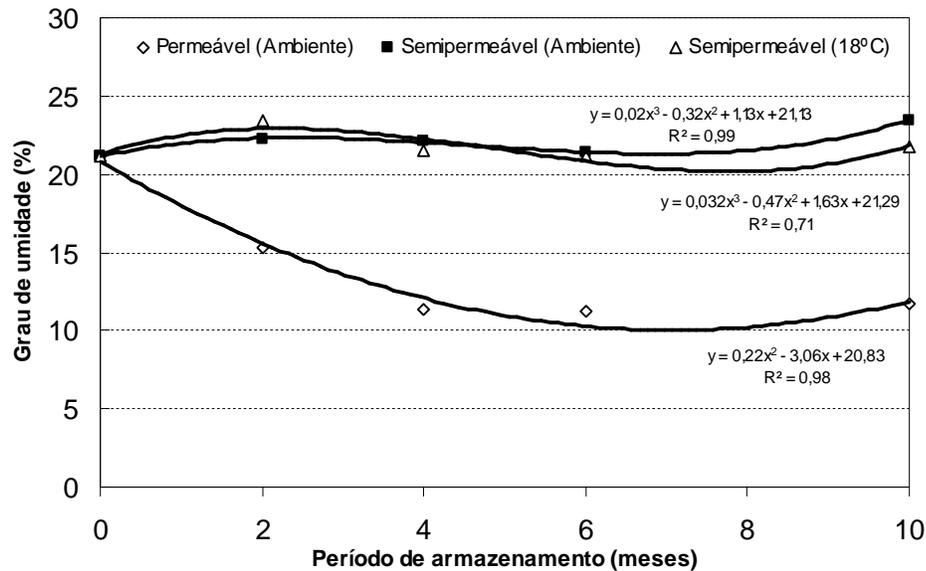


Figura 1. Grau de umidade das sementes de *Astrocaryum aculeatum* em função da “condição de armazenamento” (embalagem permeável sob ambiente, embalagem semipermeável sob ambiente e embalagem semipermeável à 18°C) e do “período de armazenamento” dos diásporos.

A viabilidade das sementes, estimada pelo teste de tetrazólio, apresentou efeito de interação entre os fatores “condição” e “período de armazenamento”. Para a embalagem permeável (sacola tipo rede), sob a condição ambiente, a viabilidade decresceu com a elevação do tempo de armazenamento. Por outro lado, as sementes mantidas em duplo saco de polietileno, independentemente da condição na qual permaneceram, mantiveram a viabilidade elevada durante 6 meses (Figura 2). Sementes de algumas espécies de palmeiras permanecem viáveis por poucos dias, como ocorreu com *Euterpe edulis* Mart. e *Ptychosperma macarthurii* (H. Wendl.) Nicholson acondicionadas em sacos de papel sob condições ambiente (Graziano, 1982). Já, sementes de *Phoenix loureiri* Kunth, devidamente armazenadas, mantiveram a qualidade inicial durante 7 meses (Araújo e Barbosa, 1992). A redução do teor de água estrutural e alterações no metabolismo das

sementes submetidas ao processo de secagem são as principais causas da perda da viabilidade durante o processo de dessecamento (Berjak e Pammenter, 2003). Neste contexto, pode-se associar a perda da viabilidade de sementes de tucumã com a redução do grau de umidade ocorrida no armazenamento, sujeita às variações de temperatura e umidade do ambiente.

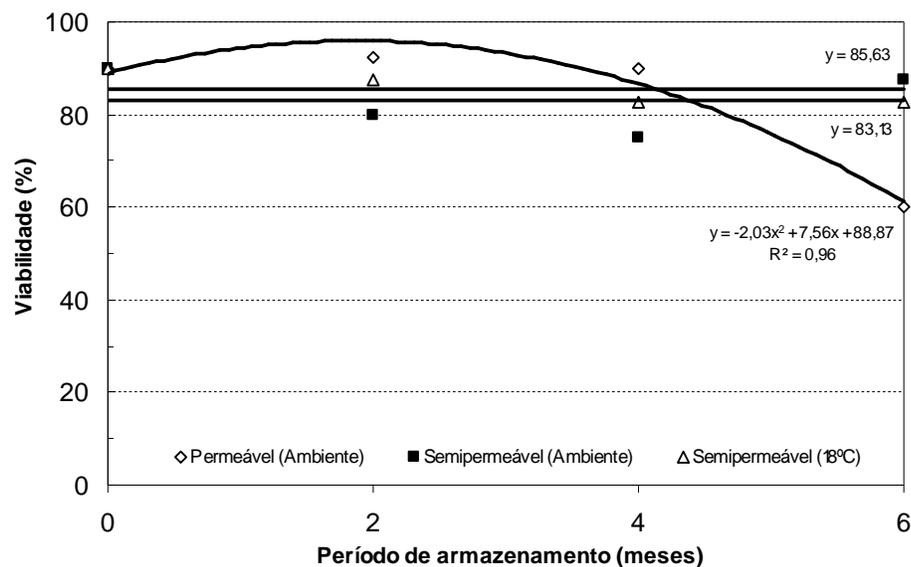


Figura 2. Viabilidade das sementes de *Astrocaryum aculeatum*, pelo teste de tetrazólio aplicado nos embriões, em função da “condição” (embalagem permeável sob ambiente, embalagem semipermeável sob ambiente e embalagem semipermeável à 18°C) e do “período de armazenamento” dos diásporos.

A emergência apresentou efeito de interação significativo entre a “condição de armazenamento” e “período de armazenamento”. As sementes armazenadas em sacos de polietileno sob condições de ambiente destacaram-se por manter índices superiores de emergência ao longo dos dez meses de armazenamento (Figura 3A). Conforme Bonner (1978), as embalagens de polietileno são adequadas para a conservação de sementes recalcitrantes, pois, evitam a perda de vapor de água e permitem troca de gases suficiente para a respiração.

A combinação do duplo saco de polietileno e temperatura de 18°C, apesar de manter o teor de água e a viabilidade das sementes constantes no decorrer do período experimental, resultou no declínio da emergência a partir de 2,7 meses de armazenamento; as sementes acondicionadas em sacolas tipo rede (embalagem permeável) tiveram queda mais acentuada da emergência, a partir de 2 meses (Figura 3A). Nascimento (2006), avaliando as temperaturas de 10°C, 15°C e 20°C no armazenamento de sementes de açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) verificou efeitos prejudiciais sobre o desempenho fisiológico de sementes à medida que a temperatura de armazenamento era reduzida. Segundo Boschhat e Dolseman (1986), a maioria das sementes de palmeiras tropicais perde a viabilidade quando estocadas em temperaturas abaixo de 15°C, no entanto, observa-se que o limite inferior tolerado para o armazenamento de sementes de tucumã, provavelmente, está acima dessa média, pois apresentou queda nos índices de vigor a 18°C.

A variável índice de velocidade de emergência teve comportamento semelhante aos resultados de emergência, destacando-se as sementes armazenadas em sacos de polietileno sob condições de ambiente (Figura 3B).

Os baixos índices de vigor das sementes de tucumã observados antes do armazenamento (período zero) podem estar relacionados à imaturidade embrionária, comum nas espécies florestais, ocasionada essencialmente por uma inibição fisiológica (Fowler e Bianchetti, 2000). Pivetta et al. (2005) obtiveram resultados semelhantes em sementes de *Thrinax parviflora* Swartz, onde a germinação e o índice de velocidade de germinação, por ocasião da colheita, foram inferiores aos obtidos após o armazenamento, mostrando que as sementes provavelmente ainda não tinham alcançado o ponto de maturidade fisiológica. Vale salientar que as sementes de tucumã utilizadas neste trabalho foram submetidas a 60 dias de

secagem antes do início do armazenamento.

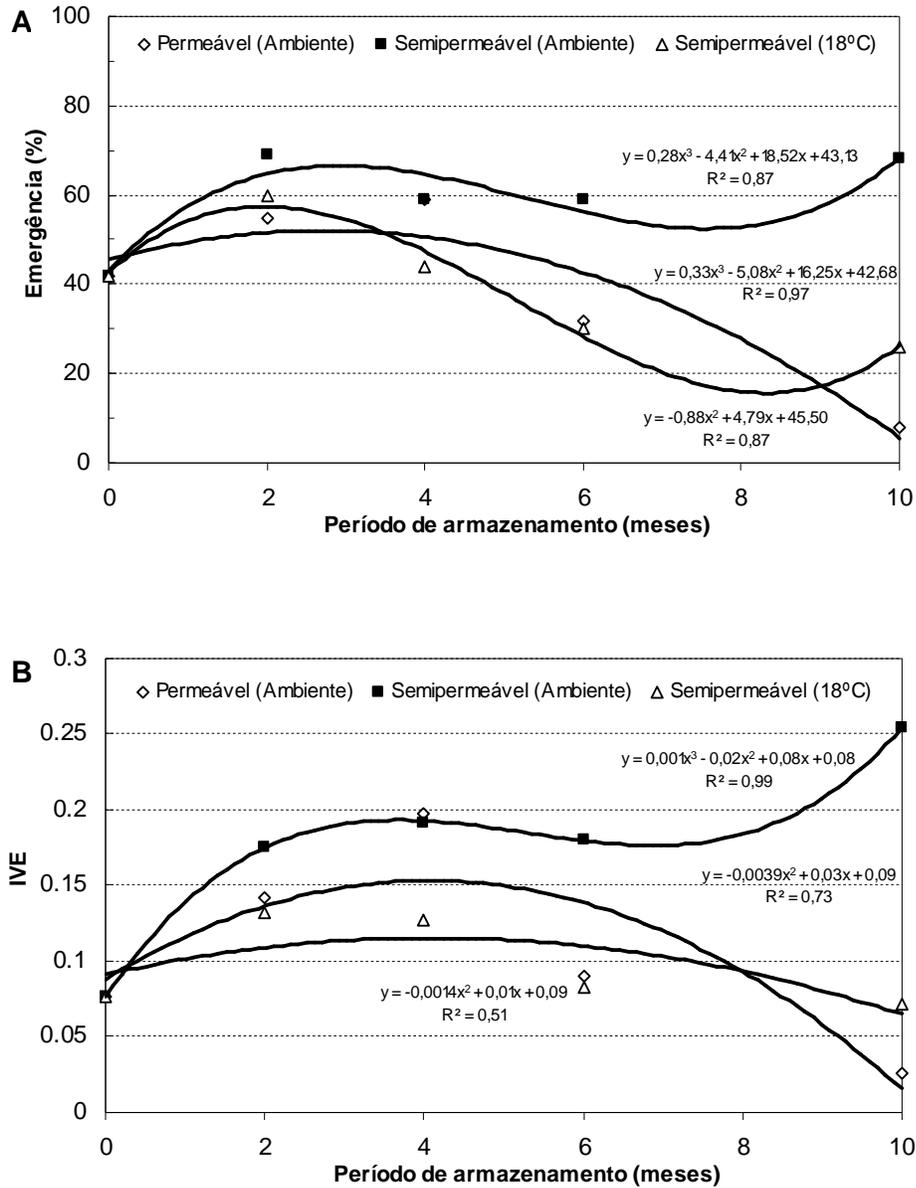


Figura 3. Emergência (A) e índice de velocidade de emergência (IVE) (B) de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* em função da “condição” (embalagem permeável sob ambiente, embalagem semipermeável sob ambiente e embalagem semipermeável à 18°C) e do “período de armazenamento” dos diásporos.

O tempo médio de emergência (TME) apresentou efeito significativo para os fatores “condição de armazenamento” e “período de armazenamento”, sem mostrar

efeito de interação. O armazenamento em duplo saco plástico, sob condição ambiente, proporcionou menor TME (85,5 dias), porém este não diferiu significativamente do TME obtido para sacola tipo rede (91,1 dias), e ambos foram menores significativamente ao TME do armazenamento em duplo saco plástico sob 18°C (104,7 dias). Com relação ao fator “período de armazenamento”, o TME diminuiu progressivamente com o avanço do tempo (Figura 4).

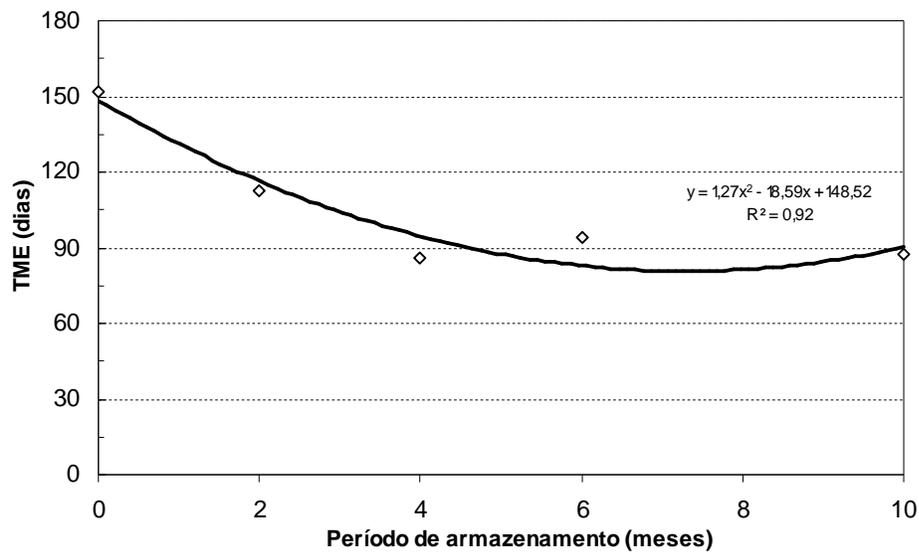


Figura 4. Tempo médio de emergência (TME) de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* em função do “período de armazenamento” dos diásporos.

A variável “sementes dormentes” apresentou efeito de interação significativo entre a “condição de armazenamento” e “período de armazenamento”. A combinação do duplo saco de polietileno e temperatura de 18°C resultou em maiores percentuais de sementes dormentes, no entanto, verificou-se redução da dormência ao longo dos 10 meses de armazenamento para todas as condições estudadas (Figura 5). Tais resultados assemelham-se aos relatos de Bewley e Black (1994), de que a dormência das sementes diminui com o decorrer do período de armazenamento. Ainda são poucos os estudos para identificar as possíveis causas

da dormência em sementes de tucumã, no entanto, os resultados deste trabalho demonstram que a possível imaturidade embrionária presente pode ser minimizada no decorrer do armazenamento.

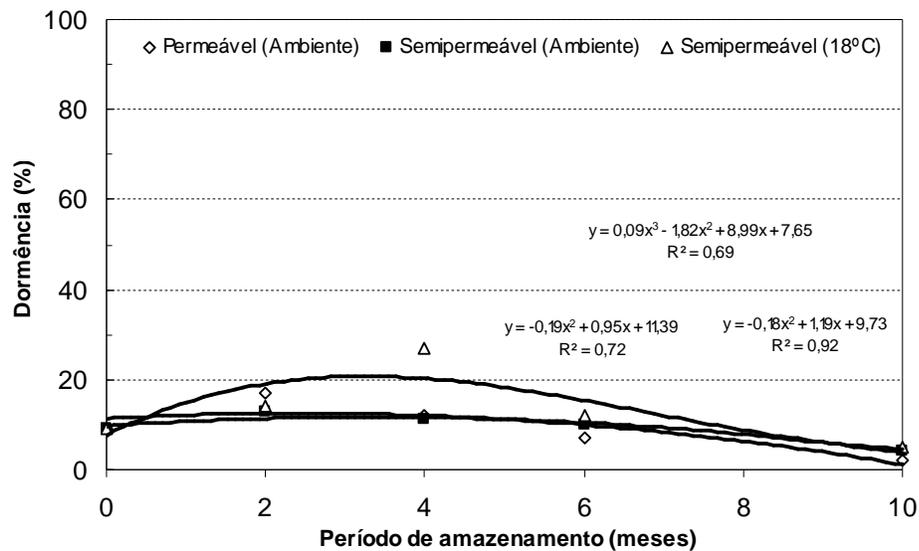


Figura 5. Dormência de sementes de tucumã em função da “condição” (embalagem permeável sob ambiente, embalagem semipermeável sob ambiente e embalagem semipermeável à 18°C) e do “período de armazenamento” dos diásporos.

A variável “sementes mortas” apresentou efeito de interação entre os fatores estudados e foi crescente ao longo do período de armazenamento para as sementes mantidas em sacola tipo rede sob condição de ambiente e embalagem de polietileno à temperatura de 18°C, sendo mais acentuada no primeiro caso (Figura 6). Para as sementes embaladas em duplo saco de polietileno, sob condições ambiente, a mortalidade foi constante durante todo o período estudado (21,6%). A elevada quantidade de sementes mortas ajuda a explicar o baixo desempenho de vigor das sementes de tucumã sob embalagem permeável expostas às condições de ambiente e semipermeável sob temperatura de 18°C. Chama atenção o fato das sementes

acondicionadas em duplo saco de polietileno a 18°C, por um lado, apresentarem viabilidade elevada e constante em todos os períodos e, por outro, progressiva redução dos índices de vigor (emergência e IVE), além do aumento da mortalidade com elevação do tempo de armazenamento. Isto significa dizer, ou reafirmar, que uma semente viável não necessariamente seja capaz de produzir uma plântula normal e chegar a um indivíduo adulto (Carvalho e Nakagawa, 1988).

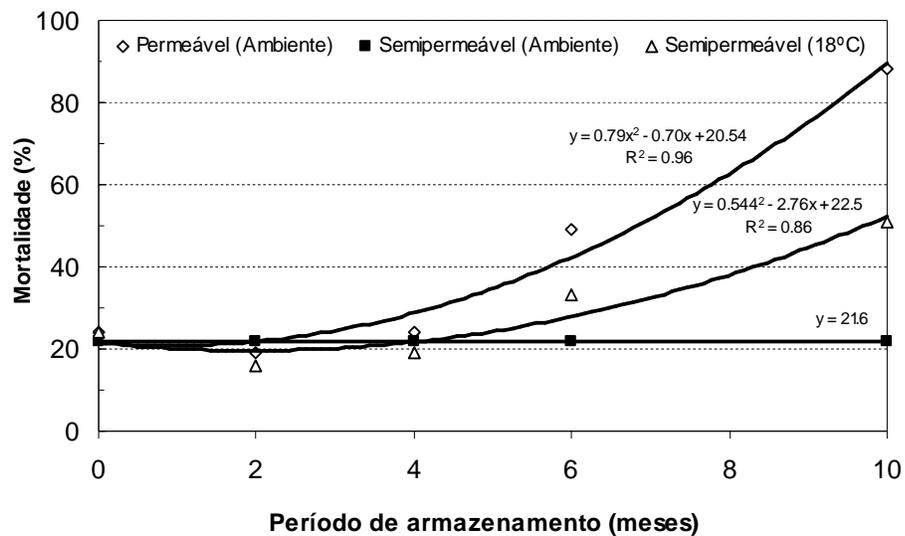


Figura 6. Mortalidade de sementes de *Astrocaryum aculeatum* em função da “condição” (embalagem permeável sob ambiente, embalagem semipermeável sob ambiente e embalagem semipermeável à 18°C) e do “período de armazenamento” dos diásporos.

A redução do teor de água das sementes acondicionadas em embalagem permeável também resultou em alteração na coloração e estrutura do endosperma das sementes e no encolhimento dos embriões, visíveis a partir do 6º mês de armazenamento (Figura 7). Bovi e Cardoso (1978) observaram que 70% das sementes de palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.) armazenadas em sacos de aniação e à temperatura ambiente apresentaram embrião ressequido, sem condições de germinação. Segundo Pammenter e Berjak (2000), a perda de água em sementes

recalcitrantes desencadeia injúrias mecânicas associadas à redução do volume celular, degradação oxidativa em solução aquosa decorrente do metabolismo desregulado e dano biofísico às estruturas macromoleculares que ocorre quando se remove água, atingindo conteúdos muito baixos.



Figura 7. Sementes de *Astrocaryum aculeatum* armazenadas durante 10 meses em: A) embalagem permeável sob condições de ambiente; B) embalagem semipermeável sob condições de ambiente; C) embalagem semipermeável a 18°C.

De um modo geral, durante o período experimental foi observada a presença de fungos do gênero *Aspergillus* sp. junto às sementes de tucumã, o que ajuda a explicar parte da elevada mortalidade. Para Loomis (1958), a proliferação de fungos na superfície de sementes de palmeiras compromete a viabilidade, prejudicando, portanto, a germinação. Assim, fazem-se necessários estudos adicionais sobre a aplicação de fungicidas em sementes de tucumã que serão armazenadas.

CONCLUSÕES

O armazenamento de diásporos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em embalagens de polietileno, sob condições de ambiente (25-27°C), foi eficiente para a

conservação do grau de umidade e vigor das sementes, durante o período de dez meses.

Os diásporos de tucumã expostos diretamente às condições de ambiente, sujeitos a variação de temperatura e umidade, ou mantidos em saco de polietileno sob temperatura de 18°C, tiveram o vigor das sementes reduzido aos dez meses de armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E.F.; BARBOSA, J.O. 1992. Influência da embalagem e do ambiente de armazenamento na conservação de sementes de palmeira (*Phoenix loureiri* Kunth).

Revista Brasileira de Sementes, v. 14, n. 1, p. 61-64. 1992.

BARBOSA, B.S.; KOOLEN, H.H.F.; BARRETO, A.C.; SILVA, J.D.; FIGLIUOLO, R.; NUNOMURA, S.M. Aproveitamento do óleo das amêndoas de tucumã do Amazonas na produção de óleo biodisel. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 371-376. 2009.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N.W. Chapter 4: Orthodox and recalcitrant seeds. In: USDA Forest Service's/Reforestation, Nurseries, e Genetics Resources. **Tropical tree seed manual**, p.137-147. 2003.

BONNER, F.T. Storage of hardwood seeds. **Forest Genetics Resources Information**, v. 7, p. 10-17. 1978

BOSCHAT, T.K.; DONSELMAN, H. Palm seed and germination studies. **Principes**, v. 32, n. 1, p. 3-12. 1986.

BOVI, M.L.A.; CARDOSO, M. Conservação de sementes de palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.). **Bragantia**, n. 37, v. 1, p. 65-71. 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 188p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 429p.

FERREIRA, S. A. N.; CASTRO, A. F. Germinação de sementes de tucumã em função do pré-tratamento, do substrato e do ambiente de semeadura. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2006, Cabo Frio, RJ. **Resumos...** Cabo Frio: SBF/UENF/UFRuralRJ, 2006. v. Único. p.188-188.

FERREIRA, S.A.N.; GENTIL, D.F.O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). **Acta Amazonica**, v. 36, n. 2, p. 141-146. 2006.

FERREIRA, S.A.N.; SADER, R. Avaliação da viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 2, p.109-114. 1987.

FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p.

GRAZIANO, T.T. Viabilidade de sementes de palmeiras: *Euterpe edulis* Mart. e *Ptychosperma macarthurii* (H. Wendl.) Nich. **Científica**, v.10, n.2, p.273-276, 1982.

KAHN, F.; MILLÁN, B. *Astrocaryum* (Palmae) in Amazônia: a preliminary treatment.

Bulletin de l'Institut Français, v. 21, n. 2, p. 459-531. 1992.

LOOMIS, H.F. The preparation and germination of palm seeds. **Principes**, v. 2, n. 3, p. 98-102. 1958.

MIRANDA, I.P.A.; RABELO, A.; BUENO, C.R.; BARBOSA, E. M.; RIBEIRO, M.N.S. **Frutos de palmeiras da Amazônia**. Manaus: MCT/INPA, 2001. 120p.

NASCIMENTO, W.M.O. **Conservação de sementes de açai (*Euterpe oleraceae* Mart.)**. 2006. 61f. Tese (Doutorado em Agronomia). ESALQ. Piracicaba-SP. 2006.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 56-69. 2000.

PINHEIRO, C.V.B. 1986. **Germinação de sementes de palmeiras: revisão bibliográfica**. Teresina: EMBRAPA - UEPAE, 1986. 102p.

PIVETTA, K.F.L.; CASALI, L.P.; CINTRA, G.S.; PEDRINHO, D.R.; PIZETTA, P.U.C.; PIMENTA, R.S. MATTIUZ, C.F.M. Efeito da temperatura e do armazenamento na germinação de sementes de *Thrinax parviflora* Swartz. (Arecaceae). **Científica**, v. 33, n. 2, p.178-184. 2005.

SÁ, S.T.V. **Superação da dormência de sementes de tucumã (*Astrocaryum tucumã* Mart.)**. 1984. 53f. Monografia de graduação - Universidade do Amazonas, Manaus-AM, 1984.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248p.

YUYAMA, L.K.O.; MAEDA, R.N.; PANTOJA, L.; AGUIAR, J.P.L.; MARINHO, H.A.
Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (*Astrocaryum
aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**,
v. 28, n. 2, p. 408-412, 2008.

4. CONCLUSÃO

Os embriões de sementes de tucumã apresentam grau de umidade superior ao das sementes (endosperma e tegumento), sendo, portanto, conveniente a inclusão do teor de água dos embriões nos estudos de tolerância ao dessecamento de sementes dessa espécie.

A redução do conteúdo de água das sementes até 14,2% (31,0% com base nos embriões) não ocasionou redução na viabilidade e nos índices de vigor das sementes.

Os graus de umidade letais para a germinação e emergência de tucumã foram estimados, respectivamente, em 13,8 e 15,7%, com base nos embriões, e 5,7% e 6,9%, nas sementes.

Quanto à tolerância ao dessecamento, as sementes de tucumã não apresentaram comportamento típico de sementes recalcitrantes, no entanto, aproximaram-se às do tipo intermediário, tendo em vista que a desidratação até 9,8% (21,1% para os embriões) de água, apesar de ter afetado o vigor, não alterou sua viabilidade.

O armazenamento de diásporos de tucumã em embalagens de polietileno sob condições de ambiente (25-27°C) foi eficiente para a conservação do grau de umidade, da viabilidade e do vigor das sementes durante o período de dez meses.

Os diásporos de tucumã expostos diretamente às condições de ambiente, sujeitos a variação de temperatura e umidade, ou mantidos em saco de polietileno sob temperatura de 18°C, tiveram o vigor das sementes reduzido aos dez meses de armazenamento.