

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TRÓPICO ÚMIDO

GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA PLÂNTULA DE MURUMURU
(Astrocaryum murumuru Mart.)

JUCIMARA GONÇALVES DOS SANTOS

Manaus, AM

Agosto, 2015

JUCIMARA GONÇALVES DOS SANTOS

GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA PLÂNTULA DE MURUMURU

(Astrocaryum murumuru Mart.)

Orientador: Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira

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

Manaus, AM

Agosto, 2015

S237g Santos, Jucimara Gonçalves do
Germinação e desenvolvimento da plântula de murumuru
(*Astrocaryum murumuru* Mart.)/Jucimara Gonçalves do Santos.
--- Manaus: [s.n.], 2015.
lvi, 57 f.: il., color.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2015.
Orientador: Sidney Alberto do Nascimento Ferreira.
Área de concentração: Agricultura do Trópico úmido

1.Murumuru- germinação. 2.Murumuru – desenvolvimento de
plântula3. *Astrocaryum murumuru* Mart..I.Título

CDD 582.046 7

Sinopse:

Estudou-se a germinação e o desenvolvimento da plântula de *Astrocaryum murumuru* em três capítulos. No primeiro, buscou-se caracterizar e descrever a germinação e o desenvolvimento da plântula de diferentes progênies. No segundo, foi avaliada a translocação de reservas da semente durante o desenvolvimento da plântula. No terceiro, avaliou-se a germinação de sementes em diferentes condições térmicas de estratificação.

Termos para indexação:

Areceaceae, progênie, semente, mobilização de reservas.

À minha amada mãe Julieta Gonçalves dos Santos
(*In memoriam*) que em vida sempre me apoiou
dando incentivo para que eu pudesse alcançar
meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

À Deus por estar presente em todos os momentos da minha vida, guiando-me e dando forças para que eu pudesse seguir em frente.

À minha família: meu pai Marques Amaral dos Santos, minha irmã Paula Regina e minha amada sobrinha Júlia Maria, pelo amor e incentivos para que eu pudesse continuar mesmo quando as dificuldades apareciam.

Ao meu orientador Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira pela amizade, paciência, dedicação, compreensão e pelos ensinamentos transmitidos durante a realização deste trabalho.

Aos técnicos do Laboratório de Microbiologia de Solo, Manoel, Adilson, Paulino pelo apoio na coleta das amostras do material utilizado nesse experimento.

Ao Sr. Luiz Alberto G. de Assis, técnico do Laboratório de Fitopatologia do INPA, pelo apoio nas identificações dos fungos.

À professora Dra. Jerusa de Souza Andrade pelas orientações e sugestões na realização deste trabalho.

À Sra. Aparecida Bittencourt, técnica do Laboratório de Físico-química de Alimentos do INPA, pela amizade, apoio técnico, orientações e sugestões durante as análises físico-químicas.

Ao Dr. José Francisco de Carvalho Gonçalves, por ceder equipamentos e apoio técnico do Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal para a realização de parte desse trabalho.

A Sra. Lorena Oliveira que fez os desenhos morfológicos que são parte do resultado dessa pesquisa.

A Dra. Larissa Chevreuil pelo apoio técnico, sugestões e ensinamentos durante as análises químicas realizadas no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido (PPG-ATU) do INPA que proporcionou esta oportunidade de qualificação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela concessão da bolsa de estudo durante o curso de mestrado.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	8
GENERAL ABSTRACT	9
1INTRODUÇÃO GERAL	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
CAPITULO I	13
Germinação e desenvolvimento pós-seminal de diferentes progênies de <i>Astrocaryum murumuru</i> Mart. (Arecaceae)	13
RESUMO	14
ABSTRACT	15
1. INTRODUÇÃO	16
2MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1 Local da pesquisa e origem das sementes	17
2.2 Beneficiamento das sementes	17
2.3 Instalação do experimento	18
2.4 Delineamento experimental	18
2.5 Desenvolvimento da plântula	18
3RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4CONCLUSÃO	22
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
CAPITULO II	29
Mobilização de reservas durante o desenvolvimento da plântula de <i>Astrocaryum murumuru</i> (Arecaceae)	29
RESUMO	30
ABSTRACT	31
1INTRODUÇÃO	32
2MATERIAL E MÉTODO	33
2.1 Local da pesquisa e origem das sementes e plântulas	33

2.2 Beneficiamento das sementes	33
2.3 Semeadura e obtenção dos diferentes estádios da plântula	34
2.4 Quantificação da massa seca e dos metabolitos primários	34
2.5 Delineamento experimental	35
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4 CONCLUSÃO	38
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
CAPÍTULO III	43
Germinação de <i>Astrocaryum murumuru</i> (Arecaceae) sob estratificação em diferentes regimes de temperatura	43
RESUMO	44
ABSTRACT	45
1 INTRODUÇÃO	46
2 MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1 Local da pesquisa e origem das sementes	47
2.2 Beneficiamento das sementes	47
2.3 Instalação do experimento	47
2.4 Delineamento experimental	48
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5 CONCLUSÃO	50
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS	54
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS	54

RESUMO GERAL

Astrocaryum murumuru é uma palmeira nativa da Amazônia que ocorre tanto em áreas sujeitas à inundação quanto em terra firme. Essa espécie tem sido bastante explorada pelas populações tradicionais para a extração da semente, que tem sido adquirida pelas indústrias de cosméticos. Apesar do seu potencial, as informações acerca da mesma ainda são poucas. Assim, essa pesquisa teve como objetivo estudar a germinação e o desenvolvimento da plântula de *A. murumuru*. Para tanto, este estudo foi dividido em três etapas. Na primeira, buscou-se caracterizar e descrever a germinação e o desenvolvimento da plântula de diferentes progênies. Aqui, verificou-se que progênies de *A. murumuru* apresentaram comportamentos distintos em todas as variáveis observadas. Além disso, constatou-se que o processo de germinação e de desenvolvimento da plântula é longo, mesmo com a retirada do endocarpo, levando em média 51 dias para alcançar o estágio de botão germinativo e 219 dias atingir o terceiro eofilo expandido. Na segunda etapa foi avaliada a translocação de reservas da semente durante o desenvolvimento da plântula de *A. murumuru*. Foi observado que a semente de *A. murumuru* possibilita reservas (metabólitos primários) que contribuem no desenvolvimento da plântula, além do estágio de terceiro eofilo expandido. Os lipídios foram os constituintes da semente de *A. murumuru* de maior expressão, seguidos dos açúcares solúveis, proteínas e amido, que teve menor participação. E na terceira etapa, avaliou-se a germinação de sementes de *A. murumuru* em diferentes condições térmicas de estratificação. Foi constatado que a estratificação sob a temperatura de 40 °C por 3 horas/dia proporcionou o melhor desempenho quanto à germinação (formação do botão germinativo) e emergência (surgimento do primeiro catafilo) de *A. murumuru*.

Termos para indexação: Arecaceae, progênie, semente, mobilização de reservas.

GENERAL ABSTRACT

Astrocaryum murumuru is a palm tree native to the Amazon region, it occurs both on flooded and nonflooded land areas. Traditional populations have been exploiting this species so as to extract its seeds to meet the cosmetics industries demand. Despite its potential, information concerning this species is still scarce. Thus, this research aimed to study the *A. murumuru* germination and seedling development. Therefore, it was divided into three stages. First, it sought to characterize and describe the germination and seedling development of different progenies of *A. murumuru*. In the present work the progeny of *A. murumuru* showed different behavior for all observed variables. Furthermore, the germination and seedling development process took too long, even with the endocarp being removed, taking in average 51 and 219 days to reach the germinating bud stage and the third expanded eophyll, relatively. Lipids were the *A. murumuru* seed's most expressive constituents, followed by soluble sugars, proteins and starch, which had lower participation. In the third step, the *A. murumuru* seeds' germination was assessed in different stratification thermal conditions. Stratification under the temperature of 40 ° C for 3 hours / day has shown to provide the best performance as to *A. murumuru* germination (formation of germinal button) and emergency (appearance of the first cataphyll).

Index terms: Arecaceae, progeny, seed, reserve mobilization.

1INTRODUÇÃO GERAL

No mundo, existem cerca de 200 gêneros e 1500 espécies de palmeiras com distribuição pantropical. Somente nas Américas são encontradas 1440 espécies, distribuídas em 62 gêneros, das quais, cerca de 39 gêneros e 200 espécies são registrados para o Brasil (Henderson *et al.*, 1995). A maioria das palmeiras habita as zonas úmidas de todo o mundo. Portanto, são plantas de clima tropical, podendo ser encontradas desde as orlas marítimas até as regiões interioranas, inclusive de grandes altitudes (Sodré,2005).

A propagação dessas espécies é basicamente feita por semente e, de maneira excepcional, por divisão de touceiras quando são cespitosas (Aguiar e Mendonça, 2002; Lorenzi *et al.*, 2010). Dependendo de suas áreas de ocorrência, as sementes de palmeiras podem apresentar sensibilidades distintas com relação ao dessecamento (Orozco-Segovia *et al.*, 2003). Assim, podem apresentar comportamento ortodoxo (tolerante ao dessecamento), recalcitrantes (intolerantes ao dessecamento), bem como comportamento intermediário. Em ambiente tropical úmido, as sementes de muitas espécies de palmeiras são classificadas como recalcitrantes, uma vez que suas viabilidades são comprometidas com pequenos dessecamentos (Orozco-Segovia *et al.*, 2003).

A germinação das palmeiras, muitas vezes, é lenta, irregular e com rendimento baixo. A germinação reduzida e demorada dessas espécies pode estar associada a presença de dormência (Orozco-Segovia *et al.*, 2003). Esse processo pode ser influenciado por diferentes fatores que atuam internamente ou externamente, agindo em conjunto ou isoladamente. Os fatores internos são os hormônios e substâncias inibidoras não hormonais, enquanto que os externos são a umidade, temperatura, luz e oxigênio (Borges e Rena, 1993).

Durante a germinação a temperatura afeta a velocidade de absorção de água pela semente, além disso, interfere na uniformidade e na porcentagem final da germinação (Castro e Hilhorst, 2004). Nesse sentido têm sido reconhecidas três temperaturas denominadas de “cardeais” (mínima, ótima e máxima) sobre as quais sementes de determinadas espécies podem germinar, dependendo de suas exigências (Carvalho e Nakagawa 2000; Bewley *et al.*, 2013).

A germinação de sementes de palmeiras pode ocorrer de duas maneiras básicas: germinação adjacente e remota. Esta última subdivide-se em germinação remota ligulada e germinação remota não-ligulada (Tomlison, 1990). A germinação de palmeiras também pode ser classificada como hipógea, uma vez que o cotilédone se posiciona abaixo, ou na superfície

dosolo, ecriptocotiledonar que ocorre quando o cotilédone permanece no interior da semente (Charlo *et al.*, 2006).

A composição química das sementes também pode influenciar na germinação, atuando como produtos do metabolismo primário, tais como proteínas, lipídios e hidratos de carbono que são sintetizados pelas sementes como materiais de reserva para serem utilizados pelo embrião durante a germinação e a formação de novas estruturas celulares (Nazário *et al.*, 2013). Essa composição química nas sementes é determinada em última instância, por fatores genéticos e, portanto, varia amplamente entre as espécies e as suas variedades e cultivares (Bewley *et al.*, 2013).

Alguns estudos morfológicos com palmeiras têm avaliado o desenvolvimento da plântula. Nesse sentido, Queiroz e Bianco (2009) observaram que a fase plantular de *Oenocarpus bacaba* completou-se aos 125 dias após a emergência do botão germinativo, alcançando a expansão completa do primeiro eofilo e o esgotamento das reservas do haustório. Segundo também esses autores, mesmo conhecendo a importância econômica das palmeiras, pouco se conhece sobre seu ciclo biológico e o desenvolvimento das espécies desse grupo de planta. Além do mais, existem muitas espécies que têm sido pouco estudadas, como por exemplo, o murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.).

Esta espécie tem sido apontada como alternativa de alimento para animais (bovino) em forma de torta (Menezes, 2012). Suas fibras micrométricas, localizadas no pecíolo e ráquis, oferecem um pré-diagnóstico favorável sobre seu potencial econômico na indústria de papel (Rocha *et al.*, 2007). Cada palmeira de murumuru pode produzir potencialmente de 14 a 21 litros de óleo, por ano, originado da semente, podendo ser uma alternativa viável de matéria prima visando à geração de energia para comunidades isoladas (Bezerra, 2012).

A propagação do murumuru, assim como a maioria das palmeiras, dá-se de forma sexuada, cuja germinação natural é lenta e desuniforme. Além disso, poucos estudos foram realizados, com essa espécie, visando sua propagação, o que torna este assunto interessante, visando à domesticação da espécie e produção em escala. Neste sentido, o conhecimento dos fatores que influenciam a germinação, como a procedência e/ou, matriz, e temperatura, assim como o desenvolvimento inicial das plântulas são fundamentais para que se possam adotar práticas apropriadas para a produção de mudas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar a germinação e o desenvolvimento da plântula de murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.).

2.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar e descrever a germinação e o desenvolvimento da plântula de diferentes progênies de *A. murumuru*;
- b) Avaliar a translocação de reservas das sementes (massa seca, lipídios, proteínas, açúcares solúveis e amido) durante o desenvolvimento da plântula de *A. murumuru*;
- c) Avaliar a germinação de sementes de *A. murumuru* em diferentes condições térmicas de estratificação.

CAPITULO I

Germinação e desenvolvimento pós-seminal de diferentes progênies de *Astrocaryum murumuru* Mart. (Arecaceae)

RESUMO

O murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.) é uma palmeira amplamente distribuída na Amazônia, que ocorre naturalmente em florestas de áreas periodicamente inundadas. Suas sementes têm sido exploradas pelas populações tradicionais, de forma extrativista, visando principalmente o fornecimento de matéria prima para a indústria de cosméticos. Apesar deste potencial econômico, há poucos conhecimentos sobre o manejo adequado desta espécie, com carências de informações desde a propagação da mesma. Assim, essa pesquisa teve como objetivo caracterizar e descrever a germinação e o desenvolvimento da plântula de diferentes progênies de *A. murumuru*. Foram utilizados diásporos de seis cachos, de plantas distintas. Após estes serem secos, foi feita a extração da semente, que, depois de embebida em água, foi semeada em delineamento inteiramente ao acaso, com seis tratamentos (progênies) e quatro repetições. Adicionalmente foram feitas caracterizações físicas dos diásporos e das sementes. Para a descrição e quantificação do tempo médio dos diferentes estádios da plântula foi utilizada uma unidade experimental de cada progênie do ensaio de germinação. As progênies de *Astrocaryum murumuru* apresentaram comportamentos distintos em todas as variáveis observadas. O processo de germinação e de desenvolvimento da plântula é longo, mesmo com a retirada do endocarpo para minimizar a dormência, levando em média 51 dias para alcançar o estágio de botão germinativo e 219 dias para atingir o terceiro eófilo expandido.

Termos para indexação: Amazônia, palmeira, semente, plântula.

ABSTRACT

Murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.) is a palm tree widely distributed in the Amazon, which occurs naturally in seasonally flooded forest areas. Its seeds have been exploited through extractivism practiced by indigenous people, so as to meet the ever increasing cosmetics industry's demand for raw material. Despite this economic potential, there is little knowledge about the proper management of this species, with a paucity of data ever since its propagation. Thus, this study aimed to characterize and describe the germination and seedling development of different progenies of *A. murumuru*. Diaspores of six bundles of different plants were used. After they were dried, their seeds were extracted and, after being soaked in water, sown in a completely randomized design, with six treatments (progenies) and four replicates. In addition, diaspore and seed physical characterizations were used. An experimental unit from each germination assay's progeny was utilized to describe and quantify the average time of the different seedling stages. The progenies of *Astrocaryum murumuru* showed different behavior for all observed variables. The process of germination and seedling development takes too long, even with the removal of the endocarp, taking an average of 51 and 219 days to reach the germinating bud stage and the third expanded eophyll, respectively.

Index terms: Amazon, palm, seed, seedling.

1. INTRODUÇÃO

A família Arecaceae é constituída por mais de 2.500 espécies, distribuídas em 200 gêneros, com ocorrência predominante nos trópicos. Constitui a terceira família botânica economicamente mais importante, atrás apenas das famílias Poaceae e Fabaceae (Janick e Paull, 2006). O Brasil é apontado como o terceiro país mais rico em diversidade de palmeiras nativas, possuindo aproximadamente 38 gêneros e 387 espécies, sendo muitas delas consideradas de importância econômica, social e ambiental (Costa e Marchi, 2008).

O potencial econômico e o manejo sustentável das palmeiras podem constituir fonte de emprego e renda, principalmente para os habitantes das comunidades ribeirinhas da Amazônia. No entanto, pouco se conhece sobre os ciclos biológicos de desenvolvimento das espécies desse grupo de plantas, especialmente no que diz respeito à germinação, que por sua vez, é caracterizada por aspectos morfológicos e fisiológicos peculiares (Gentil e Ferreira, 2005; Queiroz e Bianco 2009; Martins *et al.*, 2013).

Devido à importância econômica e a abundância em ecossistemas tropicais, as palmeiras têm recebido muita atenção dos botânicos, e numerosos aspectos da família têm sido amplamente estudados, como a sistemática, biologia reprodutiva, usos econômicos e biogeografia, além de aspectos importantes da biologia das plântulas (Henderson, 2006).

Nesse sentido, alguns estudos morfológicos com palmeiras vêm sendo desenvolvidos, como a morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* (Gentil e Ferreira, 2005), estudos morfológicos e anatômicos de plântulas (Henderson, 2006), aspectos anatômicos do embrião e desenvolvimento inicial de *Oenocarpus minor* (Oliveira *et al.*, 2010), aspectos morfológicos dos diásporos e das plântulas de *Syagrus oleracea* (Batista *et al.*, 2011) e caracterização morfológica da palmeira *Archontophoenix cunninghamii* (Luz *et al.*, 2012), dentre outros.

Outros estudos que vem sendo realizados com palmeiras consistem em avaliar o comportamento de progênies quanto à germinação. Com o intuito de auxiliar no programa de seleção genética para produção de semente e extração de óleo comercial, Fondom *et al.*, (2010), avaliaram a germinação e desenvolvimento da plântula de 10 progênies de dendê (*Elaeis guineenses*) em função da duração do tratamento térmico.

Ainda existem muitas espécies que não tiveram a germinação e o desenvolvimento morfológico da plântula descrito adequadamente. Como exemplo, cita-se o murumuru

(*Astrocaryum murumuru* Mart.), uma palmeira amplamente distribuída na Amazônia, que ocorre naturalmente em floresta de áreas periodicamente inundadas. Suas sementes têm sido exploradas pelas populações tradicionais, de forma extrativista, visando principalmente o fornecimento de matéria-prima para a indústria de cosméticos.

Assim, esse trabalho teve como objetivo caracterizar e descrever a germinação e o desenvolvimento da plântula de diferentes progênies de *A. murumuru*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local da pesquisa e origem das sementes

Esse trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Sementes e no Viveiro de Germinação da Coordenação de Biodiversidade (CBIO) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Campus III (V-8), em Manaus, AM. As sementes utilizadas foram obtidas de frutos maduros de seis cachos, provenientes de plantas distintas, no início da dispersão, coletados na Ilha Butija, situada numa área de várzea, do município de Coari-AM(04°05'12,8"S e 63°04'65,0"O). Esses cachos foram coletados no mês de junho de 2013, momento em que o rio se encontrava próximo de sua cota máxima de água, devido ao período de enchente.

2.2 Beneficiamento das sementes

Inicialmente os frutos foram separados dos cachos, e nomeados de acordo com as progênies (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) e colocados de molho em água, com troca diária, durante 3 dias, a fim de facilitar a retirada da polpa. Após o esmagamento manual da polpa, a limpeza dos diásporos (endocarpo mais semente) foi completada com o auxílio de uma faca para raspar, fricção em areia e lavagem, em água corrente.

Depois da eliminação da água superficial, com exposição em condições ambiente, os diásporos foram acondicionados em sacolas plásticas “tipo rede” e postos para secar em sala com circulação natural de ar (temperatura variando entre 26 e 29 °C e umidade relativa média de 80%), durante 30 dias, período em que as sementes mostravam-se despegadas do endocarpo. Durante esta secagem foi monitorada, a cada cinco dias, a perda de massa dos diásporos. O grau de umidade, inicial e após a secagem dos diásporos, foi determinado pelo método de estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas (Brasil, 2009), utilizando 2 repetições de 5 unidades, por progênie.

Em seguida, foi realizada a quebra do endocarpo, para extração da semente, utilizando um martelo e uma liga de borracha, sob um cepo de madeira, adotando procedimentos semelhantes aos empregados por Ferreira e Gentil (2005) em sementes de *Astrocaryum aculeatum* (tucumã). As sementes que sofreram algum dano mecânico durante esse processo foram eliminadas e feito o registro da perda, por progênie.

2.3 Instalação do experimento

As sementes intactas, separadas por progênie, foram imersas em água, durante nove dias, com troca diária da água, conforme recomendação para sementes de *A. aculeatum* (Gentil e Ferreira, 2005). Antes e após a embebição foi aferido os graus de umidade das sementes (Brasil, 2009), utilizando duas repetições com cinco unidades, por progênie.

Após a embebição, as sementes das seis diferentes progênies foram semeadas em caixas plásticas de 40 x 60 e 20 cm (com furos de drenagem), contendo vermiculita de textura média, mantidas em viveiro de germinação, coberto com telhas de fibra de vidro transparente (temperatura média, mínima e máxima de 25 e 40 °C, respectivamente). As sementes foram semeadas com o poro germinativo virado para o lado, seguindo recomendação existente para sementes de *A. aculeatum* (Elias *et al.*, 2006).

A germinação foi avaliada a cada cinco dias, considerando o surgimento do primeiro catafilo como critério de plântula normal. A partir destes dados, foram calculados o tempo médio e o índice de velocidade de germinação.

2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos (progênies) e quatro repetições, cada uma contendo 25 sementes. Após análise de variância dos dados, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os demais dados relacionados com as características físicas dos diásporos e das sementes foram analisados por meio de estatística descritiva.

2.5 Desenvolvimento da plântula

A avaliação do desenvolvimento das plântulas foi realizada em uma das quatro repetições de cada progênie (25 sementes), do ensaio de germinação anteriormente descrito.

Nestas parcelas, a cada cinco dias foi observado o número de plântulas nos seguintes estádios: botão germinativo (bg); primeiro catafilo (1c); segundo catafilo (2c); emissão do primeiro eofilo (e1); primeiro eofilo expandido (1e); emissão do segundo eofilo (e2); segundo eofilo expandido (2e); emissão do terceiro eofilo (e3); e terceiro eofilo expandido (3e). A análise destes dados foi através de estatística descritiva. Para a descrição morfológica das plântulas em desenvolvimento, 80 sementes das diferentes progênies foram semeadas a parte. À medida que os diferentes estádios de desenvolvimento das plântulas eram alcançados, esses foram imersos em FAA 50 (formaldeído, ácido acético glacial, etanol) e depois armazenado em álcool 70% (Souza *et al.*, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diásporos (endocarpo + semente) das progênies de *A. murumuru* apresentaram, em média, grau de umidade inicial de 26% (antes da secagem para extração da semente) e de 13,9% após um mês de secagem, no momento em que o endocarpo foi quebrado para liberação da semente. Estes valores estão próximos dos que foram obtidos com diásporos de *A. aculeatum*, em processo semelhante (Nazário e Ferreira, 2010), onde inicialmente o grau de umidade foi de 28,9% e, após 30 dias de secagem, foi de 17,6%.

Com um grau de umidade inicial de 26%, a massa média de um diásporo foi de 8,93 g (Tabela 1). No entanto, as progênies apresentaram ampla variação, com destaque para a progênie 2 que foi maior (11,34 g) e a progênie 6 de menor massa (7,33 g). Após a secagem em condições ambiente, com grau de umidade de 13,9%, a massa média de um diásporo foi de 6,32 g, também com grande variação entre as massas das diferentes progênies (Tabela 1).

O número médio de diásporos frescos por quilograma foi de 115 unidades, variando entre um mínimo de 88 (progênie 2) a um máximo de 136 (progênie 6). A massa de 1000 diásporos, que em média foi de 8929 g, teve comportamento inverso ao do número de diásporo por quilograma, ou seja, maior número de diásporos por quilograma apresentou menor massa para 1000 diásporos e vice-versa (Tabela 1). Segundo Lorenzi *et al.*, (2004), a variação da quantidade de sementes por quilo pode ser explicada a partir da variação genética das espécies, condições climáticas onde a planta se desenvolve, estágio de maturação dos frutos, teor de água dos diásporos, dentre outros fatores.

A perda de sementes na extração do endocarpo foi variável entre as progênies (1,1 a 15,7%), apresentando média de 5,2% (Tabela 1). Ferreira e Gentil (2006) extraindo o endocarpo

de *Astrocaryum aculeatum* obtiveram um aproveitamento de 79,6% de sementes, aparentemente sem danos (fisicamente íntegras). Esses autores consideraram a perda de sementes elevada, e sugeriram, para estudos futuros, avaliar a dessecação em ambiente com menor umidade relativa do ar e/ou, com ventilação forçada, a fim de diminuir o período de secagem para a extração. Nazário e Ferreira (2010) também obtiveram perda elevada (30%) no processo de extração da semente dessa mesma espécie, e relacionaram esse fato a procedência dos diásporos, que foi uma mistura de progênies, com variação do tamanho e da espessura do endocarpo e o grau de umidade inicial.

A razão entre a massa da semente e a massa do diásporo foi em média igual a 0,34, o que significa que 66% da massa de um diásporo é referente à massa do endocarpo. Essa relação também variou em função da progênie, tendo registrado um valor mínimo de 0,20 (progênie 4) e um máximo de 0,46 (progênie 1). Estes resultados corroboram com o que se observou visualmente, pois além dos diásporos apresentarem formatos diferenciados, foi evidente a variação na espessura do endocarpo (sem registro da dimensão) em função da progênie.

O grau de umidade das sementes, logo após sua extração, foi em média igual a 14,9%, elevando-se quase duas vezes o seu conteúdo (26,8%) após 9 dias de embebição em água (Tabela 2). Após a embebição, destaca-se o grau de umidade alcançado pela progênie 2, que foi superior (31,5%) ao encontrado para as demais progênies. Os números de sementes por quilograma, antes e após a embebição, que também variaram em função da progênie, foram em média de 414 e 337, respectivamente (Tabela 2).

As diferentes progênies tiveram comportamentos distintos quanto à emergência, o índice de velocidade de emergência e o tempo médio de emergência. Ao final do experimento, observou-se que, de maneira distinta, boa parte das sementes não germinadas havia apodrecido, enquanto que o restante se mantinha viável (aparentemente dormente).

À diferença na germinação e/ou emergência, entre as progênies, provavelmente está relacionada a não domesticação da espécie. Rivas *et al.*, (2012), afirmam que a maioria das palmeiras ainda não passaram por melhoramento genético e, por isso, as sementes e mudas apresentam alta variabilidade genética e fenotípica. Já Gentil e Ferreira (2005) atribuíram a germinação desuniforme de *Astrocaryum aculeatum* a origem do lote de sementes, que foi proveniente de uma mistura de progênies.

A germinação de *A. murumuru* é do tipo adjacente ligulada, com a bainha cotiledonar se desenvolvendo junto à semente (Figura 1). Nas sementes que apresentam esse tipo de germinação, somente uma pequena porção do cotilédone emerge da semente (Costa e Marchi,

2008). De uma forma geral, esse tipo de germinação também pode ser classificado como criptocotiledonar, devido à permanência do cotilédone dentro da semente, e hipógea pelo fato dos cotilédones permanecerem no solo ou na superfície do mesmo. Germinação semelhante foi encontrada para outras palmeiras, como *A. aculeatum* (Ferreira e Gentil, 2005); *Oenocarpus minor* (Oliveira *et al.*, 2010). *Archontophoenix alexandre* (Charlo *et al.*, 2006) e *Archontophoenix cunninghamii* (Luz *et al.*, 2012).

O primeiro sinal visível da germinação é a emergência do pecíolo cotiledonar que cresce e dilata na sua extremidade dando origem ao botão germinativo, de coloração esbranquiçada (Figura 1). Internamente, o pecíolo cotiledonar funciona como órgão de absorção denominado de haustório (Batista, 2011; Luz *et al.*, 2012).

A partir do botão germinativo se desenvolve a lígula e, da parte inferior desta, emerge a raiz primária. Posteriormente, a parte superior da lígula assume o formato cônico, por onde emerge o primeiro catafilo, e a mesma se torna tubular. Em sequência, na parte aérea surge o segundo catafilo, mais o primeiro e demais eofilos da plântula (Figura 1). Segundo Henderson (2006), o número de catafilo para cada espécie varia de acordo com a tribo e está relacionado com a morfologia do eofilo, por exemplo, espécies com um único catafilo apresentam um eofilo inteiro, enquanto que as espécies com mais de um catafilo, os eofilos podem ser bífidos ou pinados. O eofilo de *A. murumuru* é bífido, com nervuras paralelas.

O primeiro e segundo catafilo, mais as bainhas dos eofilos são densamente recobertos de espinhos. No caso dos eofilos, os espinhos estão também presentes na raque, nas nervuras da face adaxial e nas margens da lâmina foliar (Figura 1).

A raiz primária tem desenvolvimento limitado e, quando o segundo catafilo começa a crescer, surge a primeira raiz adventícia a qual assume o papel de raiz principal, semelhante ao que foi observado em plântulas de *A. aculeatum* (Gentil e Ferreira, 2005). Outros autores, como Costa e Marchi (2008), também afirmam que a raiz primária nessa fase é diminuta e que rapidamente é substituída por raízes formadas a partir do eixo embrionário, que são as raízes adventícias.

Henderson (2006), baseado na orientação da raiz primária em relação ao eixo da plântula, organizou as palmeiras em três grupos. O primeiro é composto de plântulas com a raiz primária robusta e persistente, orientada verticalmente, com eixo plumular-radicular reto. O segundo grupo é composto de plântula com a raiz primária persistente orientada diagonalmente, formando um eixo plumular-radicular angular. O terceiro grupo é composto de plântulas com uma raiz primária orientada na horizontal, formando um ângulo de 90 ° em relação ao eixo da

plântula. De acordo com esse estudo, a raiz primária de *A. murumuru* se enquadra no terceiro grupo, onde essa é orientada horizontalmente, formando um ângulo reto com o eixo da plântula (Figura 1).

Considerando as diferentes progênies, em média o tempo para surgimento do botão germinativo e alcançar o estágio do terceiro eofilo expandido foram de 51 e 219 dias, respectivamente (Figura 2). Entretanto, o tempo médio de ocorrência dos diferentes estádios foi bastante distinto entre as progênies. Os maiores tempos de ocorrência de todos os estádios morfológicos avaliados se deram na progênie 3, onde o surgimento do botão germinativo ocorreu aos 70 dias, e o terceiro eofilo expandido aos 249 dias. As progênies 1 e 6 apresentam os menores tempos médios, enquanto as demais (2, 4 e 5) apresentaram valores intermediários. Em *Astrocaryum aculeatum* o tempo médio de emergência do pecíolo cotiledonar foi de 99 dias e o de completa expansão do primeiro eofilo foi de 253 dias (Gentil e Ferreira, 2005), o que é um pouco acima do que foi observado na presente pesquisa. Por outro lado, para a palmeira *Oenocarpus bacaba* a expansão completa do primeiro eofilo se deu cerca de 97 dias após a sementeira (Queiroz e Bianco, 2009).

4 CONCLUSÃO

As progênies de *Astrocaryum murumuru* apresentaram comportamentos distintos em todas as variáveis observadas. O processo de germinação e de desenvolvimento da plântula é longo, mesmo com a retirada do endocarpo, levando em média 51 dias para alcançar o estágio de botão germinativo e 219 dias para atingir o terceiro eofilo expandido.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Batista, G.S.; Costa, R. S.; Gimenes R.; Pivetta, K.F. L.; Môro, F.V. 2011. Aspectos morfológicos dos diásporos e das plântulas de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc Arecaceae. *Comunicata Scientiae*, 2(3):170-176.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395pp.

- Charlo, H.C.O.; Môro, F.V.; Silva, V.L. Silva e Silva, B.M.; Bianco, S.; Môro, J.R. 2006. Aspectos morfológicos, germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Archontophoenix alexandre* (F.Mueller) H.Wendl e Drude (Arecaceae) em diferentes substratos. *Revista Árvore*, 30(6): 933-940.
- Costa, C.J.; Marchi, E.C.S. 2008. Germinação de semente de palmeira com potencial para produção de agroenergia. *Informativo Abrates*, 18(1,2,3):039-050.
- 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 Amazônica*, 36 (3): 385-388.
- Ferreira, S.A.N.;Gentil, D.F.O. 2006. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). *Acta Amazônica*, 36(2): 141 - 146
- Fondom, N.Y.; Etta, C.E.; Mih, A.M. 2010. Breaking Seed Dormancy: Revisiting Heat-treatment duration on germination and subsequent seedling growth of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) progenies. *Journal of Agricultural Science*, 2 (2): 101-110.
- Gentil, D.F.O.; Ferreira, S.A.N. 2005.Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). *Acta Amazônica*, 35 (3): 337-342.
- Henderson, F.M. 2006. Morphology and anatomy of palm seedling. *The Botanical Review*, 72, (4): 273-329.
- Janick, J.;Paull.R.E. 2006. *The Encyclopedia of Fruit & Nuts*. Cambridge University. Library of Congress Cataloging-in- Publication Data.180pp.
- Lorenzi, H.; Souza, H. M.; Costa, J. T. M.; Cerqueira, L. S. C.; Ferreira, E. 2004. *Palmeiras brasileiras exóticas e cultivadas*. Instituto Plantarum, Nova Odessa, Brasil. 416 pp.
- Luz, P.B.; Pivetta, K.F.L.; Neves, L.G. Sobrinho, S.P.; Barelli, M.A.A. 2012. Caracterização morfológica do diásporo e da plântula de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). *Comunicata Scientiae*, 3 (4): 244-248.
- Martins, C.C.; Bovi, M.L.A.; Oliveira, S.S.C.; Vieira, R.D. 2013. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude provenientes de sementes de diferentes plantas matrizes. *Ciência Rural*, 43 (6): 1006-1011.

Nazário, P.; Ferreira, S.A.N. 2010. Emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* G. May. em função da temperatura e do período de embebição das sementes. *Acta Amazônica*, 40(1): 165 – 170.

Oliveira, A.B.; Mendonça, M.S.; Araújo, M.G.P. 2010. Aspectos anatômicos do embrião e desenvolvimento inicial de *Oenocarpus minor* Mart.: uma palmeira da Amazônia. *Acta Botânica Brasileira*, 24(1): 20-24. 2010.

Queiroz, M.S.M.; Bianco, R. 2009. Morfologia e desenvolvimento germinativo de *Oenocarpus bacaba* MART. (Arecaceae) da Amazônia ocidental. *Revista Árvore*, 33(6): 1037-1042.

Rivas, M.; Barbieri, R.L.; Maia, L.C. 2012. Plant breeding and *in situ* utilization of palm trees. *Ciência Rural*, 42 (2): 261-269.

Souza, L.A.; Rosa, S.M.; Moscheta, I.S.; Mourão, K.S.M.; Rodelha, R.A.; Rocha, D.C.; Lolis, M.I.G. 2005. *Morfologia e anatomia vegetal: técnicas práticas*. Ponta Grossa. 192pp.

Tabela 1 – Características dos diásporos (endocarpo + semente) de diferentes progênes de *Astrocaryum murumuru* obtidas de uma população situada no município de Coari/AM.

Progênie	Massa por diásporo (g) ¹	Massa por diásporo (g) ²	Nº de diásporos por kg ¹	Massa de 1000 diásporos (g) ¹	Perda na extração (%) ³	Razão semente-diásporo ⁴
P1	8,50	7,13	118	8499	1,1	0,46
P2	11,34	9,89	88	11342	15,7	0,28
P3	7,59	6,68	132	7587	2,5	0,30
P4	9,85	8,68	102	9851	1,7	0,20
P5	8,96	7,78	112	8961	7,9	0,41
P6	7,33	6,32	136	7332	2,2	0,38
Média	8,93	6,32	115	8929	5,2	0,34

1 – diásporo com grau de umidade médio de 26%, antes da secagem; 2 – diásporo com grau de umidade médio de 13,9%, depois da secagem; 3 – sementes danificadas no processo de extração; 4 – relação entre a massa da semente sem embebição e massa do diásporo após a secagem.

Tabela 2 – Características das sementes de diferentes progênes de *Astrocaryum murumuru* obtidas de uma população situada no município de Coari/AM.

Progênie	Grau de Umidade inicial (%) ¹	Grau de Umidade após emb. (%) ²	Nº de unidades por kg ¹	Nº de unidades por kg ²	Emergência (%)	TME (dias)	IVE
P1	14,8	24,4	307	256	73a	63,5c	1,349a
P2	16,1	31,5	365	271	12c	78,7c	0,162d
P3	11,9	25,7	500	415	31b	103,9ab	0,355d
P4	16,0	26,8	581	429	43b	80,2bc	0,629c
P5	17,1	27,0	311	275	26bc	105,8a	0,267d
P6	13,6	25,3	422	377	68a	74,6c	0,980b
Média	14,9	26,8	414	337	-	-	-

1 – após secagem do diásporo e extração da semente, antes da embebição; 2 – após embebição da semente em água por 9 dias; TME – tempo médio de emergência; IVE – índice de velocidade de emergência.

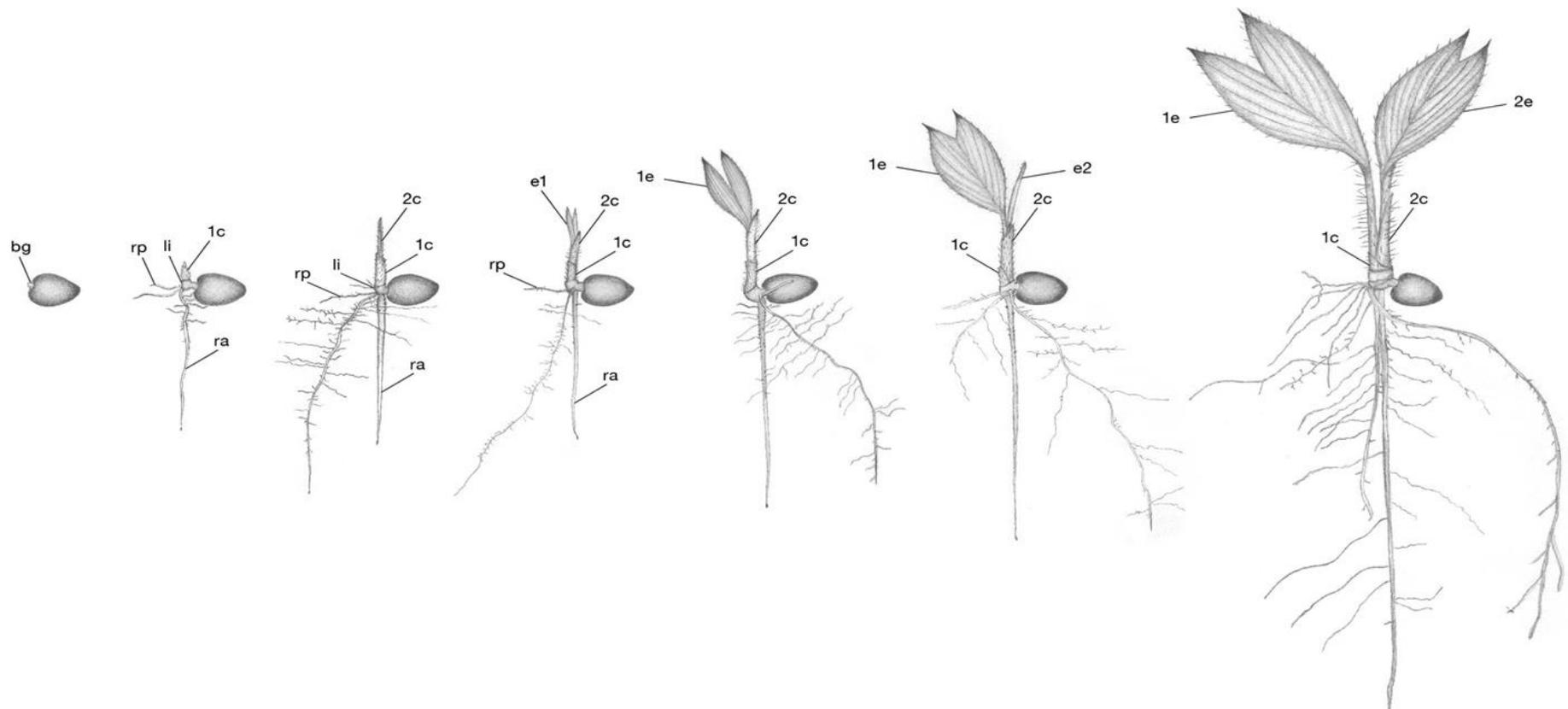


Figura 1. Estádios da plântula de *Astrocaryum murumuru* (murumuru): bg - botão germinativo; 1c - primeiro catafilo; 2c - segundo catafilo; e1 - emissão do primeiro eofilo; 1e - primeiro eofilo expandido; e2 - emissão do segundo eofilo; 2e - segundo eofilo expandido; rp - raiz primária; ra - primeira raiz adventícia.

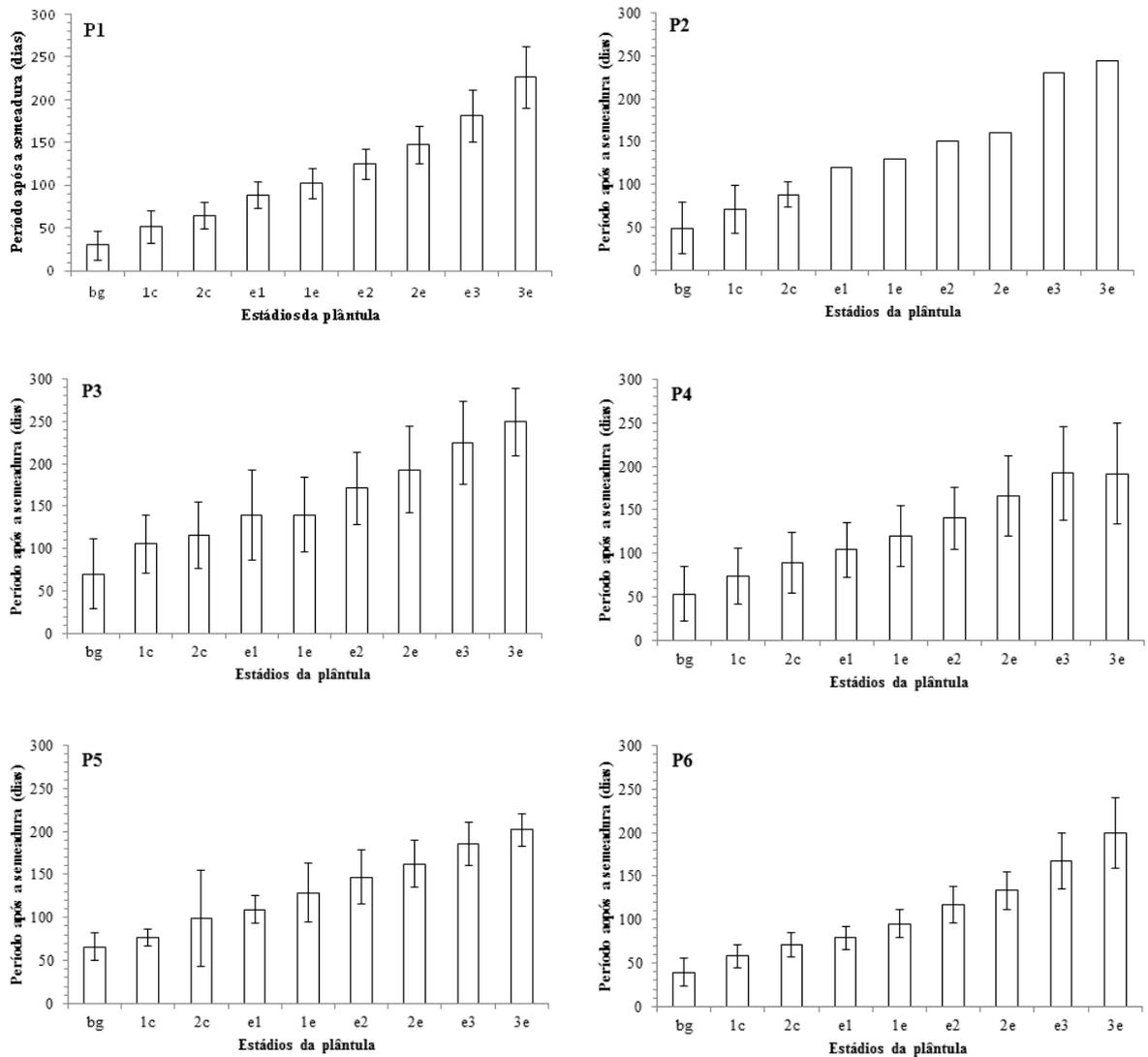


Figura 2 - Tempo médio (\pm desvio padrão) de ocorrência de diferentes estádios de desenvolvimento de plântula de *Astrocaryum murumuru* (murumuru) de distintas progênies (P1, P2, P3, P4, P5 e P6): bg - botão germinativo; 1c - primeiro catafilo; 2c - segundo catafilo; e1 - emissão do primeiro eofilo; 1e - primeiro eofilo expandido; e2 - emissão do segundo eofilo; 2e - segundo eofilo expandido; e3 - emissão do terceiro eofilo; 3e - terceiro eofilo expandido.

CAPITULO II

Mobilização de reservas durante o desenvolvimento da plântula de *Astrocaryum murumuru* (Arecaceae)

RESUMO

Astrocaryum murumuru é uma palmeira nativa da Amazônia, de exploração extrativista, cujas sementes são aproveitadas para extração de óleo de uso na indústria de cosmético. É uma espécie de domesticação insipiente, com necessidade de conhecimentos que possam contribuir para o desenvolvimento da mesma em condições de cultivo. Assim, esta pesquisa avaliou a translocação de reservas das sementes (lipídios, proteínas, açúcares solúveis e amido) durante o desenvolvimento da plântula de *A. murumuru*. Para tanto, foram utilizadas sementes de três matrizes/progênes. Dessas, após a semeadura, foram utilizadas as sementes remanescentes e plântulas em diferentes estádios de desenvolvimento (primeiro catafilo, segundo catafilo, emissão do primeiro eofilo, primeiro eofilo expandido, emissão do segundo eofilo, segundo eofilo expandido, emissão do terceiro eofilo e terceiro eofilo expandido) para aferição da massa seca e dos metabólitos primários. Aparentemente as sementes de *Astrocaryum murumuru* possibilitam reservas (metabólitos primários) que contribuem no desenvolvimento da plântula, além do estágio de terceiro eofilo expandido. Os lipídios foram os constituintes das sementes de maior conteúdo, seguidos dos açúcares solúveis, proteínas e amido.

Termos para indexação: Arecaceae, germinação, massa seca, metabólitos primários.

ABSTRACT

Astrocaryum murumuru is a native Amazonian palm exploited through extractivism, the seeds of which are utilized for the extraction of the oil being used by the cosmetics industry. Its kind of incipient domestication, requires knowledge that can contribute to its growing conditions development. Thus, this research assessed the translocation stocks of seeds (lipids, proteins, soluble sugars and starch) of *A. murumuru* during seedling development. To this end, three arrays / progeny seeds were used. Of these, after sowing, we used the remaining seeds and seedlings at different stages of development (first cataphyll, second cataphyll, emergence of the first eophyll, first expanded eophyll, second eophyll, second expanded eophyll, third eophyll and third expanded eophyll) to measure dry matter and primary metabolites. Apparently, *Astrocaryum murumuru* seeds enable reservations (primary metabolites) that contribute with seedling development, in addition to the third expanded eophyll. Lipids were the most expressive *A. murumuru* seed constituents, followed by soluble sugars, proteins and starch, with lesser participation.

Index terms: Arecaceae, germination, dry matter, primary metabolites.

1INTRODUÇÃO

As sementes são constituídas, funcionalmente, por um tegumento e embrião, um eixo embrionário e o endosperma, algumas vezes ausente (Carvalho e Nakagawa, 2012). Além de desempenharem um papel fundamental como unidade de dispersão para garantir a sobrevivência das espécies vegetais, as sementes possuem quantidades adicionais de substâncias armazenadas como uma fonte de reservas para suportar o crescimento inicial da plântula. Essas fontes são compostas por diferentes materiais de reservas, podendo ser localizada dentro de diferentes tecidos de armazenamento e distribuída de forma irregular dentro de qualquer um dos tecidos de armazenamento (Bewley *et al.*, 2013).

Estas substâncias são mobilizadas a partir da germinação, durante o desenvolvimento das plântulas, e os seus produtos de degradação são usados para diferentes propósitos, tais como a geração de energia e a produção de matéria prima, estes, usados na construção de novos tecidos e células (Mayer e Poljakoff-Mayber, 1975). Cada um destes participa no controle da embebição e distribuição de água nos tecidos das sementes e o controle da expansão celular dos cotilédones (Lima, 2000).

Das substâncias que são mobilizadas durante a germinação, os lipídios são as reservas que mais necessitam de etapas para se tornarem um produto de energia pronto para ser utilizado pela célula. Já, as proteínas de reserva de sementes são geralmente depositadas em organelas celulares especiais chamadas corpos protéicos, sendo consumidas na medida em que os esqueletos carbônicos, compostos nitrogenados como enzimas e aminoácidos, são requeridos pelo embrião (Bewley *et al.*, 2013). Os açúcares livres estão presentes em quantidades muito variáveis em sementes de diferentes espécies. Eles, raramente, são o principal carboidrato de armazenamento, mas podem representar até 12-16% da massa seca dos eixos de algumas leguminosas (por exemplo, tremoço, soja). No entanto, em outras espécies, especialmente os cereais, não pode ser inferior a 1% (Bewley *et al.*, 2013). De acordo com Lima (2000), muitos polímeros de carboidratos foram selecionados durante a evolução das plantas para atuarem principalmente como substâncias de reserva como o amido e os frutanos. Sendo estas mobilizadas por hidrólise ou por mecanismos que envolvem a fosforilação direta de resíduos de glucose terminais (Bewley *et al.*, 2013).

A composição das reservas das sementes pode variar de acordo com a espécie vegetal e suas estratégias ecológicas de dispersão e estabelecimento de plântulas (Fenner e Thompson,

2005). Segundo Panza *et al.*, (2004), em palmeiras as duas áreas de reservas na semente são correspondentes a parte maciça dos cotilédones, embrião e do endosperma. Ainda de acordo com estes autores, é no endosperma que são encontrados lipídios e proteínas, estes presentes no citoplasma sob a forma de corpos protéicos e lipídicos, assim como as hemiceluloses. Estas últimas estão sob a forma de paredes celulares espessas

Entender o processo que envolve a mobilização de reservas em sementes é importante para respaldar conhecimentos sobre uma nova espécie, no que diz respeito às exigências ecológicas e ao estabelecimento dessa espécie no ambiente, e principalmente na fase de estabelecimento de plântulas, uma das fases do ciclo de vida dos vegetais mais vulneráveis ao ambiente (Haige Westoby, 1991). Assim, nesta pesquisa se avaliou a translocação de reservas das sementes (lipídios, proteínas, açúcares solúveis e amido) durante o desenvolvimento da plântula de *A. murumuru*.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Local da pesquisa e origem das sementes e plântulas

Esse trabalho foi desenvolvido no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Campus III (V8), em Manaus/AM: Viveiro de Germinação; Laboratório de Sementes; Laboratório de Físico-Química de Alimentos; e Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal. As sementes e plântulas utilizadas foram obtidas de três cachos de frutos maduros, de distintas plantas coletadas na Ilha Butija (04°05'12,8"S e 63°04'65,0"O), situada numa área de várzea do município de Coari-AM. Esses cachos foram coletados no mês de junho de 2013, momento em que o rio se encontrava próximo de sua cota máxima de água, devido ao período de enchente.

2.2 Beneficiamento das sementes

Inicialmente, os frutos foram colocados de molho em água, com troca diária, durante três dias, a fim de facilitar a retirada da polpa. Após o esmagamento manual da polpa, a limpeza dos diásporos (endocarpo mais semente) foi completada com o auxílio de uma faca para raspar, fricção em areia e lavagem, em água corrente. Depois, estes foram acondicionados em sacolas plásticas “tipo rede” e postos para secar numa sala com circulação natural de ar (temperatura variando entre 26 e 29 °C e umidade relativa média de 80%), durante 30 dias, quando todas as

sementes mostravam-se desprendidas do endocarpo. Em seguida, foi realizada a quebra do endocarpo, para extração da semente, utilizando um martelo e uma liga de borracha, sob um cepo de madeira, adotando procedimentos semelhantes aos empregados por Ferreira e Gentil (2006) em sementes de *Astrocaryum aculeatum*. As sementes que sofreram algum dano mecânico durante esse processo foram eliminadas.

2.3 Semeadura e obtenção dos diferentes estádios da plântula

Antecedendo a semeadura, as sementes intactas foram imersas em água, durante nove dias, com troca diária da água, conforme recomendação para sementes de *A. aculeatum* (Gentil e Ferreira, 2005). Em seguida, foram semeadas em caixas plásticas (com furos de drenagem) de 40 x 60 e 20 cm, contendo vermiculita de textura média, mantidas em viveiro de plantas, coberto com telhas de fibra de vidro transparente (temperatura, média, mínima e máxima de 25 °C e 40 °C, respectivamente). Então, foi feito acompanhamento da emergência e separado material, por matriz/progênie, nos seguintes estádios: primeiro catafilo, segundo catafilo, emissão do primeiro eofilo, primeiro eofilo expandido, emissão do segundo eofilo, segundo eofilo expandido, emissão do terceiro eofilo e terceiro eofilo expandido.

2.4 Quantificação da massa seca e dos metabólitos primários

A aferição da massa seca e dos metabólitos primários foi realizada em sementes e nos estádios da plântula acima mencionados, estes separados em plântulas (parte aérea mais sistema radicular) e sementes remanescentes, utilizando cinco sementes e/ou plântulas por matriz/progênie.

A massa seca foi obtida após a secagem de todo o material em estufa a 65 °C, durante 72 horas. Em seguida, o mesmo foi acondicionado em sacos de plástico e mantido em freezer (-18 °C) para posterior análise dos metabólitos primários (lipídios, açúcares solúveis, amido e proteínas).

A extração dos lipídios e proteínas foi feita no Laboratório de Físico-Química de Alimentos do INPA. A extração de lipídios foi realizada segundo o método modificado da A.O.A.C. (1990) com base na massa seca. As amostras foram pulverizadas, pesadas, e em seguida, colocadas em cartucho de papel filtro marcadas de acordo com cada tratamento (estádio da plântula, mais semente remanescente). Esses tubos foram acondicionados em aparelho Soxhlet, sendo mantidas em processo de refluxo durante seis horas, usando como

extrator éter de petróleo (Hexano). A quantidade de lipídio foi obtida pela diferença da massa inicial e final das amostras.

A quantificação das proteínas foi realizada pelo método Kjeldahl, utilizando os procedimentos descritos pela A.O.A.C. (1990), a partir de 100 mg das amostras desengorduradas, as quais foram colocadas em tubos ensaios, juntamente com 5,0 mL de solução digestora. O processo de digestão foi realizado em bloco digestor a 350 °C, de forma que o material dentro dos tubos apresentasse a forma incolor. Posteriormente, realizou-se a destilação adicionando 25 ml de hidróxido de sódio (NaOH) 40% após mistura em 20 ml de água destilada. O cálculo do teor de proteínas foi estimado utilizando o fator de 6,25. Os valores obtidos foram expressos em gramas e porcentagem.

As análises dos açúcares solúveis e amido foram realizadas no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal. A extração dos açúcares a partir da amostra de material desengordurado, seguiu recomendações de Black *et al.*, (1996), o precipitado após secagem em estufa, foram utilizados para extração e quantificação do amido. A extração dos açúcares solúveis foi feita em 200 mg de farinha de sementes e plântulas secas, desengorduradas, moídas e homogeneizadas, mantidas em etanol quente (80%) em banho-maria a 75 °C, até 30 minutos. Posteriormente, as amostras foram agitadas em vortex, efetuando a leitura em espectrofotométrica a 490 nm, após 15 minutos, utilizando glicose (Sigma ®) como padrão, conforme recomendações de Dubois *et al.*, (1956).

Para extração do amido foram utilizadas amostras armazenadas a -20 °C e secas em estufa. O sobrenadante foi utilizado para a quantificação do amido, segundo o método fenol-sulfúrico de Dubois *et al.*, (1956). A leitura foi realizada em triplicatas em espectrofotômetro a 490 nm, utilizando glicose (Sigma ®) como padrão. Os valores de absorbância encontrados foram transformados de miligramas de amido por grama de massa seca e expressados em porcentagem.

2.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 (semente e plântula) x 9 (diferentes estádios de desenvolvimento da plântula), com 3 repetições (matrizes/progênes). Para análise dos metabólicos (lipídios, açúcares solúveis, proteínas e amido) foi obtida a média das triplicas a fim de configurar cada unidade experimental. Após

análise de variância dos dados, as médias da massa seca e dos metabólitos primários foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa seca apresentou efeito de interação significativo entre os fatores origem do material (semente/plântula) e estádios da plântula (da semente ao terceiro eófilo expandido). A massa seca da semente foi inversamente proporcional ao da massa seca da plântula (Figura 1), ou seja, à medida que decresceu a massa da semente a massa da plântula se elevou, indicando o consumo das reservas contidas no endosperma. A germinação da semente é iniciada a partir das reservas do próprio embrião e mantida pelo consumo dos tecidos de reserva, decorrente da atividade enzimática e transporte dos solutos para as regiões de crescimento que, de acordo com a necessidade, e consumido gradativamente (Carvalho e Nakagawa, 2012).

Esses resultados corroboram com os resultados obtidos para *Euterpe edulis* Mart., onde no período em que a plântula apresentava dois pares de folhas expandidas, a massa seca do conjunto endocarpo, tegumento e endosperma correspondiam apenas ao peso do endocarpo e tegumento, indicando que as reservas contidas na semente já estavam completamente exauridas (Venturi e Paulilo, 1998). Resultados semelhantes foram encontrados por Neuburger *et al.*, (2010), analisando também *E. edulis*, observaram que a maior parte das reservas já haviam se esgotado antes da plântula apresentar a primeira folha fotossintetizante, o que correspondia a 70% da matéria seca original, sendo o restante de 30% das reservas gastos quando já haviam duas folhas fotossintetizante expandidas.

Queiroz e Bianco (2009) também observaram que o esgotamento das reservas absorvidas pelo haustório durante o desenvolvimento das plântulas de *Oenocarpus bacaba* culmina com a expansão total do eófilo e a deterioração do haustório. Para esses autores, em condições de campo, essas observações podem representar o momento ideal para o manejo de mudas ou o seu transplante para locais definitivos.

Dentre os metabólitos primários, os lipídios foram a principal fonte de reserva das sementes de *Astrocaryum murumuru* (Figura 2). Esta variável apresentou efeito de interação significativo entre os fatores estudados. Nas sementes, estes foram sempre mais elevados do que nas plântulas, em geral acima de 42%, com exceção das sementes remanescentes nos estádios de emissão terceiro e terceiro eófilo expandido que alcançaram entre 15 e 16%. Nas plântulas os lipídios ficaram entre 4 e 15%. Quantidades elevadas de lipídios também foram

encontradas em sementes de algumas espécies de palmeiras, de interesse comercial, como, *Bactris major* (25,4%), *Buttia capitata* (59,6%), *Cocos nucifera* (66,5%), *Elaeis guineenses* (51,1%) e *Elaeis oleifera* (36,9%) (Opote, 1979).

Segundo Panza *et al.*, (2004), as reservas mais comumente encontradas em sementes das espécies da família Areaceae são os lipídios, mananos e galactomananos, proteínas e, em menor quantidade o amido, o que poderia justificar a pouca ocorrência desse último produto nas sementes e plântulas de *A. murumuru*. Gonçalves *et al.*, (2010) avaliando sementes de *Euterpe oleracea* submetidas a diferentes ambientes, normoxia (aeróbico) e anoxia (anaeróbico), observaram que o teor de lipídios sofre uma redução progressiva aos 20 dias de germinação, não havendo diferença na quantidade de lipídios provenientes de ambos ambientes. As sementes quiescentes da área alagada apresentaram 7,9% e nas sementes germinadas 4,0%; em área de terra firme as sementes quiescentes apresentaram 2,2% e as sementes germinadas 0,7% de amido.

Segundo Taiz e Zeiger (2004), depois de germinarem, as sementes oleaginosas metabolizam os triacilgliceróis armazenados, convertendo os lipídios em sacarose uma forma mais móvel de carbono, a qual envolve etapas complexas e demoradas, a partir daí essa reserva é translocada para os tecidos radiculares de órgãos aéreos da plântula em germinação. Considerando tal afirmação, pode-se atribuir a esse fato a presença permanente de lipídios na semente de *A. murumuru* e em menor quantidade na plântula, até o último estágio de avaliação, indicando um acúmulo desse material para ser utilizado posteriormente no desenvolvimento da plântula.

Quanto aos açúcares solúveis, estes corresponderam a segunda maior reserva (em quantidade) nas sementes de *A. murumuru*, apresentando efeito de interação significativo entre a origem do material e os estádios da plântula. Desde os primeiros estádios de desenvolvimento das plântulas até o primeiro eofilo expandido, as plântulas apresentaram maior concentração, enquanto, da emissão do segundo eofilo em diante, as sementes remanescentes suplantaram os conteúdos existentes nas plântulas. Independente desta situação observa-se que para ambos (sementes remanescentes e plântula) houve uma tendência de aumento dos açúcares solúveis à medida que se avançou nos estádios de desenvolvimento da plântula. Gonçalves *et al.*, (2010) observaram que sementes de *E. oleracea*, colocadas sob condições de normóxia, tiveram o conteúdo de açúcares solúveis em plântulas aumentado aproximadamente 4,5 vezes, até ao final da experiência. Segundo Bewley *et al.*, (2013), as proporções de açúcares podem variar de espécie para espécie.

Os valores de proteína totais não diferiram significativamente em relação aos fatores estudados isoladamente, nem apresentou efeito de interação entre estes. Esse comportamento indica um equilíbrio entre as quantidades de proteína, tanto em relação ao material utilizado para análise (semente ou plântula), quanto em relação aos estádios de desenvolvimento da plântula: em média o valor da proteína foi de 5,6%. As proteínas, segundo Bewley *et al.*, (2013), têm como papel fundamental fornecer aminoácidos e esqueletos de carbono para a síntese de novas proteínas ou enzimas que atuarão na mobilização de novas reservas. O presente resultado corrobora com Morcillo *et al.*, (1997), que quantificando proteínas em três híbridos de dendê (*Elaeis guineensis*) também não conseguiram encontrar diferença estatística no conteúdo desse metabólico. Diferentemente de Gonçalves *et al.*, (2010), ao submeterem sementes de *E.oleracea* em dois ambientes (condição aeróbica e anaeróbica), que observaram uma redução até 5 dias após a germinação, seguido por um aumento em todos os tratamentos após 20 dias, com níveis mais elevados apresentados em plântulas produzidas a partir de sementes recolhidas em florestas de terra firme.

O amido foi o metabólito encontrado em menor concentração, apresentando diferenças significativas apenas em relação à origem do material: semente, 1,4%; e plântula, 0,8%. A baixa quantidade desse metabólito, tanto na semente quanto na plântula, pode ser atribuída à provável presença de hemiceluloses presente na parede celular do endosperma das sementes de *A. murumuru*. Bewley *et al.*, (2013) afirmam que o amido é ausente em tecidos que a hemicelulose esteja presente em quantidades apreciáveis na parede celular, por exemplo, no endosperma de algumas espécies como palmeiras, onde a maioria, possuem o endosperma constituído por células muito grossa. Outra possível resposta à pequena quantidade de amido pode ser porque no início de formação da semente esse metabólito apareceria em maior quantidade e após o amadurecimento dessa estrutura essa quantidade pode ter diminuído (Carvalho e Nakagawa, 2012). Entretanto, no endosperma de macaúba (*Acronomia aculeata*) não foi constatado a presença de amido (Moura, 2010).

4CONCLUSÃO

Aparentemente as sementes de *Astrocaryum murumuru* possibilitam reservas que contribuem no desenvolvimento da plântula, além do estágio de terceiro eófilo expandido. Os lipídios foram os constituintes das sementes de *A. murumuru* de maior expressão, seguidos dos açúcares solúveis, proteínas e amido, que teve menor participação.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of official analytical chemists 1990 A.O.A.C. *Official Methods of Analysis*. 15. ed. Washington, D. C.
- Bewley, J.D.; Bradford, K.J.; Hilhorst, H.W.M.; Nonogaki, H. 2013. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. New York. 381pp.
- Black, M.; Corbineau, F.; Grzesik, M.; Guy, P.; Come, D. 1996. Carbohydrate in the developing and maturing wheat embryo in relation to its desiccation tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 47(295):161-169.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. 2012. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5. ed. Jaboticabal: Funep. 590pp.
- Dubois, M.; Gilles, K.A.; Hamilton, J.K.; Rebers, P.A.; Smith, F. 1956. Colorimetric Method for Determination of Sugars, and Related Substances. *Division of Biochemistry*, 28 (3):350-356.
- Fenner, M.; Thompson, K. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge University Press, Cambridge. 250pp.
- Ferreira, S.A.N.; Gentil, D.F.O. 2006. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). *Acta Amazônica*, 36 (2):141-146
- Gentil, D.F.O.; Ferreira, S.A.N. 2005. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). *Acta Amazônica*, 35 (3): 337-342.
- Gonçalves, J.F.C.; Lima, R.B.S.; Fernandes, A.V.; Lima e Borges, E.E.; Buckeridge, M.S. 2010. Physiological and biochemical characterization of the assai palm (*Euterpe oleracea* Mart.) during seed germination and seedling growth under aerobic and anaerobic conditions. *Revista Árvore*, 34(6):1045-1053.
- Haig, D.; Westoby, M. 1991. Seed size, pollination costs and angiosperm success. *Evolutionary Ecology*, (5): 231-247.
- Lima, D.U. 2000. Polissacarídeo de reserva de parede celular em sementes: estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* (12):137-162.

- Mayer, A.M.; Poljakoff-Mayber, A. 1975. *The germination of seeds*. Exeter, Pergamon Press, 208pp.
- Morcillo, F.; Aberlenc-Bertossi, F.; Trouslot, P.; Hamon, S.; Duval, Y. 1997. Characterization of 2s and 7s storage proteins in embryos of oil palm. *Plant Science* (122): 141-151.
- Moura, E.F.; Ventrella, M.C.; Motoike, S.Y. 2010. Anatomy, histochemistry and ultrastructure of seed and somatic embryo of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae). *Journal of Agricultural Science*, 67 (4): 399-407.
- Neuburger, M.; Souza, T.V.; Paulilo, T.S. 2010. Crescimento inicial de plantas *Euterpe edulis* Mart. em diferentes condições de luz, água e nutrientes. *Rodriguésia*, 61(2): 157-165.
- Opute, I, F. 1979. The Seed Lipids of the Palm Family. *Department of Biological Sciences*, (56): 528-530.
- Panza, V.; Lainez, V.; Maldonado, S. 2004. Seed structure and histochemistry in the palm *Euterpe edulis*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, (145): 445-453.
- Queiroz, M.S.M.; Bianco, R. 2009. Morfologia e desenvolvimento germinativo de *Oenocarpus bacaba* MART. (Arecaceae) da Amazônia ocidental. *Revista Árvore*, 33 (6):1037-1042.
- Taiz, L. Zeiger, E. 2004. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre. Artmed, 722pp.
- Venture, S.; Paulilo, M.T. 1998. Esgotamento de Reservas na Semente de *Euterpe edullis* Mart. e Efeito da Nutrição Mineral nas Plântulas. *Acta Botânica Brasileira*, 12(3) 215-220.

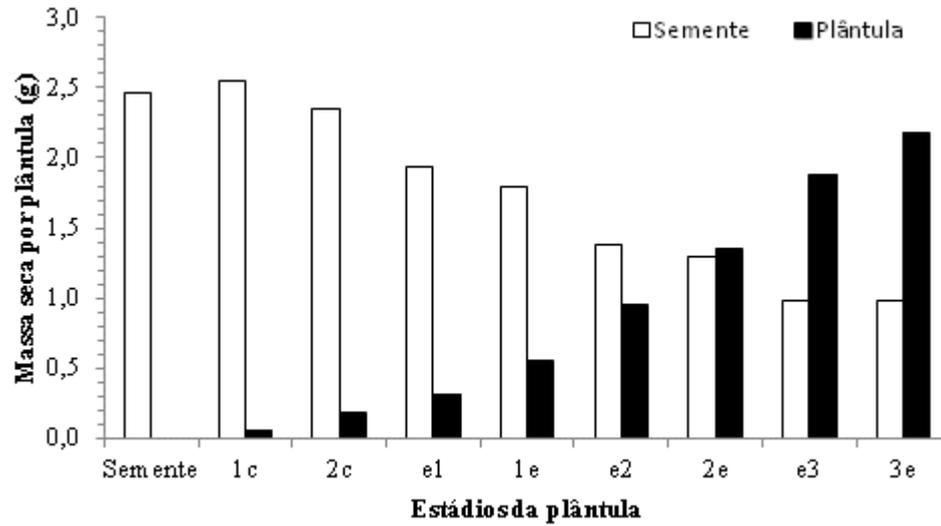


Figura 1 – Massa seca da semente (e/ou sementes remanescente) e plântula de *Astrocaryum murumuru* em diferentes estádios de desenvolvimento: 1c, primeiro catafilo; 2c, segundo catafilo; e1, emissão do primeiro eofilo; 1e, primeiro eofilo expandido; e2, emissão do segundo eofilo; 2e, segundo eofilo expandido; e3, emissão do terceiro eofilo; 3e, terceiro eofilo expandido.

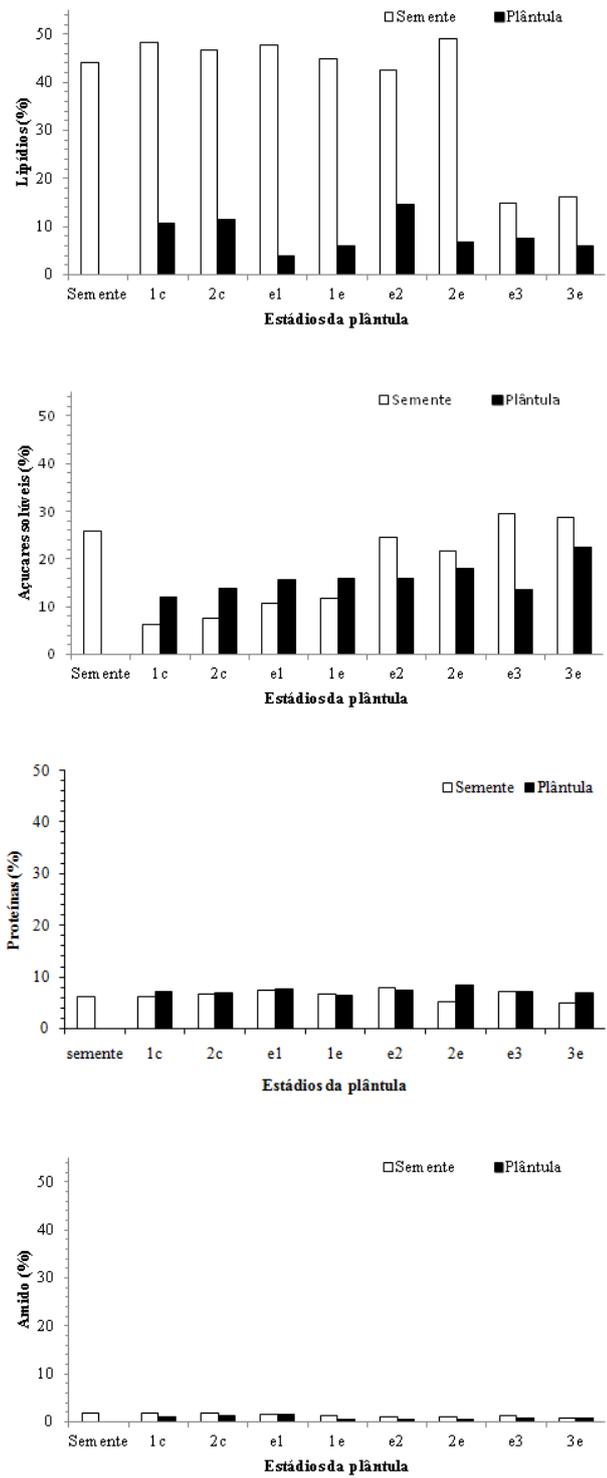


Figura 2 - Metabólitos primários em sementes (e/ou sementes remanescentes) e plântulas de *Astrocaryum murumuru* em diferentes estádios de desenvolvimento: 1c- primeiro catafilo; 2c- segundo catafilo; e1- emissão do primeiro eofilo; 1e, primeiro eofilo expandido; e2, emissão do segundo eofilo; 2e, segundo eofilo expandido; e3, emissão do terceiro eofilo; 3e, terceiro eofilo expandido.

CAPÍTULO III

Germinação de *Astrocaryum murumuru* (Arecaceae) sob estratificação em diferentes regimes de temperatura

RESUMO

Astrocaryum murumuru é uma palmeira típica de áreas periodicamente inundadas, de exploração extrativista, com grande demanda de suas sementes pelas indústrias de cosméticos. Sua germinação é demorada, havendo a necessidade de procedimentos alternativos que possa minimizar tal problema. Esta pesquisa teve por objetivo avaliar a germinação de sementes de *A. murumuru* em diferentes condições térmicas de estratificação. Após a extração do endocarpo, sementes de uma mistura de progênies foram embebidas em água, durante nove dias e acondicionadas em duplos sacos de plástico contendo vermiculita, umedecida com água o equivalente a 60% de sua massa. Posteriormente, estes sacos foram mantidos nas seguintes condições: ambiente, com a temperatura variando entre 26 a 28 °C; estufa com temperatura de 40°C, durante 3 horas/dia; estufa com temperatura de 40 °C, durante 6 horas/dia; estufa com temperatura de 40°C, durante 9 horas/dia; viveiro coberto com tela de sombreamento (70%), com médias de temperatura mínima e máxima de 25° e 33 °C, respectivamente; viveiro coberto com telha de fibra de vidro transparente com médias de temperatura mínima e máxima de 25° e 40 °C, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 4 repetições. A estratificação sob a temperatura de 40 °C por 3 horas/dia proporcionou o melhor desempenho germinativo das sementes de *A. murumuru*.

Termos para indexação: Amazônia, palmeira, semente, murumuru.

ABSTRACT

Astrocaryum murumuru is a typical palm species found on seasonally flooded areas, being subjected to extractivism due to the high demand for its seeds by cosmetics industry. Their germination takes quite a while, there being a need to come up with alternative procedures that may minimize such a problem. This research has aimed to evaluate the germination of *A. murumuru* seeds in different thermal conditions of stratification. After extraction of the core and seeds of a mix of progenies they were soaked in water for nine days, and wrapped in double plastic bags containing vermiculite, moistened with water equivalent to 60% of their mass. Then these bags were maintained under the following conditions: the environment, with the temperature ranging from 26 to 28 ° C; oven with a temperature of 40 ° C for 3 hours / day; oven with a temperature of 40 ° C for 6 hours / day; oven with a temperature of 40 ° C for 9 hours / day; nursery covered with shade cloth (70%), with mean minimum and maximum temperature of 25 ° and 33 ° C respectively; nursery covered with transparent glass fiber tile with mean minimum and maximum temperatures of 25 ° and 40 ° C respectively. The experimental design was completely randomized with 6 treatments and 4 replicates. Stratification under the temperature of 40 ° C for 3 hours / day yielded better *Astrocaryum murumuru* seed germination performance.

Index terms: Amazon, palm, seed, murumuru.

1INTRODUÇÃO

A floresta Amazônica possui uma diversidade de espécies economicamente promissoras, com possibilidade de contribuírem no desenvolvimento regional. Dentre estas, se destaca o murumuru (*Astrocaryum murumuru*) que é uma palmeira típica de áreas periodicamente inundadas, de exploração extrativista, com grande demanda de suas sementes pelas indústrias de cosméticos. Apesar disto, é uma espécie com poucos conhecimentos sobre seu manejo em condições de cultivo, até mesmo, com carência de informações sobre a sua propagação. Assim como muitas outras espécies de palmeiras, o murumuru se propaga por sementes e sua germinação é demorada (Lorenzi *et al.*, 2010).

A germinação lenta e irregular de muitas palmeiras, comumente é ocasionada por mecanismos de dormência originados pela própria semente (Ferreira *et al.*, 2010). Muitas vezes, estes mecanismos tornam a germinação de sementes de palmeiras esporádicas (Perez, 2009). Em alguns casos, a dormência em sementes de palmeiras é do tipo mecânica, imposta pelo endocarpo pétreo (Ferreira e Gentil, 2006).

Em geral, os métodos de superação da dormência para palmeiras consistem de tratamentos pré-semeadura, que pode ser a simples imersão das sementes em água para acelerar a embebição, a estratificação em baixas ou altas temperaturas, a escarificação e a eliminação do endocarpo (Ferreira e Gentil, 2006; Nazário e Ferreira, 2010; Robinson, 2010).

Além da água a temperatura também é um fator que influencia no percentual de germinação de algumas espécies de palmeiras. Sendo assim, alguns estudos têm sido realizados com a aplicação de temperatura na germinação das sementes, como por exemplo, o estudo feito por Ribeiro *et al.*, (2011), que estudaram o efeito da temperatura na superação da dormência em sementes de macaúba (*Acrocomia aculeata*) e obtiveram dados indicando que as temperaturas baixas limitam a germinação dessa espécie, agindo como tratamento de estratificação o que pode promover a germinação, quando as temperaturas sobem.

Nesse contexto, Baskin e Baskin (2014) afirmam que muitos tratamentos eficazes para superar a dormência em sementes simulam as condições naturais de ocorrência da espécie. Geralmente essa simulação está relacionada à estratificação em temperaturas baixas ou altas, alternadas e quentes. Tal afirmação corrobora com os resultados obtidos por Ferreira *et al.*, (2010), que observaram melhores resultados na germinação de *Astrocaryum aculeatum* em condições de maiores amplitudes térmicas (13-14 °C), com a temperatura máxima entre 38-39 °C.

Considerando que a maioria das palmeiras se propaga por sementes, acredita-se que é de extrema importância obter conhecimentos sobre a temperatura ideal para cada espécie, principalmente daquelas que ainda não são suficientemente conhecidas, mas que possuem potencial econômico. Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar a germinação de sementes de *A. murumuru* em diferentes regimes de temperatura de estratificação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local da pesquisa e origem das sementes

Esse trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Sementes e no Viveiro de Planta da Coordenação de Biodiversidade (CBIO), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Campus III (V8), em Manaus, AM. As sementes utilizadas foram provenientes da mistura de seis cachos de frutos maduros, de distintas matrizes, colhidos na Ilha Butija (04°05'12,8"S e 63°04'65,0"O), situada numa área de várzea do município de Coari-AM.

2.2 Beneficiamento das sementes

Após a extração e lavagem dos diásporos, estes foram postos para secar numa sala com circulação natural de ar (temperatura variando entre 26 e 29 °C; umidade relativa média de 80%), durante 30 dias, quando todas as sementes mostravam-se soltas dentro do endocarpo.

Em seguida foi realizada quebra do endocarpo, para extração da semente, utilizando um martelo e uma liga de borracha, sob um cepo de madeira, adotando procedimentos semelhantes aos empregados por Ferreira e Gentil (2006) em sementes de *A. aculeatum* (tucumã). As sementes que sofreram algum dano mecânico durante esse processo foram eliminadas.

2.3 Instalação do experimento

As sementes intactas foram imersas em água, durante nove dias, com troca diária da água, conforme recomendação para sementes de *A. aculeatum* (Ferreira e Gentil, 2006).

Após a embebição, e com grau de umidade de 26,8%, as sementes foram acondicionadas em duplos sacos plásticos contendo vermiculita de textura média, com equivalente ao dobro do volume das sementes, umedecida com água o equivalente a 60% da massa da vermiculita. Depois dos sacos lacrados, as sementes foram submetidas às seguintes condições: condição ambiente com temperatura variando entre 26-28 °C; estufa com temperatura de 40 °C por 3

horas/dia; estufa com temperatura de 40 °C por 6 horas/dia; estufa com temperatura de 40 °C por 9 horas/dia; viveiro coberto com tela de sombreamento 70%, com médias de temperaturas mínima e máxima de 25 °C e 33 °C, respectivamente; viveiro coberto com telha de fibra de vidro transparente, com médias de temperaturas mínima e máxima de 25 °C e 40 °C, respectivamente. Nas estufas, um temporizador acionava a temperatura de 40°C, às 9:00 horas, e desligava uma estufa às 12:00 h, outra as 15:00 h e a terceira as 18:00 h, conforme o período de tempo previsto (3, 6 e 9 horas de duração da temperatura de 40 °C); o restante do tempo, num ciclo de 24 horas, a temperatura interna da estufa era reduzida, alcançando a temperatura média mínima de 26°C.

2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos (diferentes condições/ambientes de estratificação) e quatro repetições, cada uma contendo 25 sementes. Periodicamente, a cada 15 dias até a estabilização dos resultados, foram avaliados, por unidade experimental, o número de plântulas nos estádios de botão germinativo e de primeiro catafilo. A partir destes dados foram calculados os percentuais de germinação (botão germinativo) e emergência (primeiro catafilo), o índice de velocidade de germinação (IVG) e emergência (IVE) e o tempo médio de germinação (TMG) e emergência (TME). No encerramento do experimento, por meio do teste de corte (Brasil, 2009), as sementes que não germinaram foram classificadas em sementes aparentemente dormentes e sementes mortas. Após análise de variância dos dados, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores percentuais de germinação (formação de botão germinativo) e emergência (emissão do primeiro catafilo), ambos com valor de 51%, foram obtidos com estratificação a 40 °C por 3 horas/dia (Tabela 1). Deve-se considerar que os mesmos não diferiram significativamente dos valores obtidos na temperatura de 40 °C por 6 horas/dia e dos alcançados nas condições de viveiros (telhado transparente e com cobertura de tela de sombreamento de 70%). O período de 9 horas por dia sob a temperatura de 40 °C parece ter sido excessivo, pois proporcionou o menor percentual de germinação e emergência (20%).

Os resultados obtidos para *A. murumuru* são semelhantes aos que foram encontrados para a germinação de *Bactris marajá*, que alcançou maior percentual de germinação com estratificação sob a temperatura alternada de 26/40 °C, obtendo-se um valor acima de 60% (Rodrigues *et al.*, 2014).

A maioria das palmeiras exige altas temperaturas para que ocorra uma boa germinação, entretanto Luz *et al.*, (2008) ao usarem a temperatura de 35°C, associado ao substrato vermiculita obtiveram baixa porcentagem de germinação (38%) para a palmeira *Dypsis decaryi*. Diferente desses autores, Reis *et al.*, (2010) avaliando o tamanho da semente e a temperatura para a palmeira carnaúba (*Copernicia prunifera*), verificaram que nas temperaturas de 20 e 25 °C, ocorreu maior porcentagem de protrusão do pecíolo cotiledonar para todos os tamanhos de sementes, exceto para as grandes, que apresentaram melhor resultados (58%) na temperatura de 25 °C. Aguiar *et al.*, (2005), avaliando a capacidade germinativa das sementes da palmeira ráfia (*Rhapis excelsa*), também obtiveram resultados favoráveis com a temperatura de 25 °C.

O efeito de temperatura alternada na germinação de palmeiras vem contribuído para elevar e acelerar a germinação de muitas outras espécies de palmeiras, como no caso de *Euterpe edulis* utilizando 20-30 °C ou 25-35 °C (Beckmann-Cavalcante *et al.*, 2012), *Euterpe oleracea* sob 20-30 °C (Pivetta e Luz, 2013), *Oenocarpus bacaba* utilizando 25-35 °C (José *et al.*, 2012) e *Phoenix canarienses* sob alternância de 20-30 °C (Pimenta *et al.*, 2010). Outras espécies, como *Archontophoenix alexandrae*, respondem diferente quando são submetidas a condições semelhantes (20-30 °C) (Teixeira *et al.*, 2001).

Na condição ambiente (26-28 °C), a germinação e a emergência de *A. murumuru* foram significativamente menores (9% para ambas). Por outro lado, nessa condição foi onde se visualizou o maior percentual de sementes remanescentes aparentemente ainda viáveis, ou dormentes (57%), o que mostrou uma tendência de conservação da viabilidade das sementes. Estes resultados corroboram com os resultados obtidos por Rodrigues *et al.*, (2014), onde ao aplicar temperaturas constantes (de 20 a 35 °C), também obtiveram baixas taxas de germinação para *Bactris marajá*, com quase a totalidade das sementes se mantendo dormente. As palmeiras *Euterpe oleracea* (Gama *et al.*, 2010) e *Corpenicia prunifera* (Reis *et al.*, 2010) também tiveram germinação reduzida quando semeadas sob temperaturas semelhantes a do ambiente.

Os índices de velocidade de germinação (IVG) e emergência (IVE) de *A. murumuru* apresentaram comportamentos semelhantes aos das variáveis germinação e emergência, seguindo até a mesma ordem hierárquica de resultados favoráveis entre os tratamentos. Por outro lado, o tempo médio de germinação (TMG) e de emergência (TME) não diferiram

significativamente entre os tratamentos, e, em média, foram de 46,8 e 69,2 dias, respectivamente.

Para *Bactris maraja* o maior índice de velocidade de germinação foi alcançado pelas sementes submetidas à temperatura de 26-40 °C (0,291) (Rodrigues *et al.*, (2014). Enquanto que com sementes de *E. oleracea*, submetidas a diferentes substratos e temperaturas, Gama *et al.*, (2010) obtiveram os maiores índices de velocidade de germinação com substrato plantimax e vermiculita, na temperatura alternada de 20-30 °C. Analisando, também esta variável, Beckmann-Cavalcante *et al.*, (2012), observaram que a velocidade de germinação alcançada nas temperaturas de 30 °C (56,2), 35 °C (56,4), 20-30 °C (70,1), 25-35 °C (67,3) e ambiente (66,9) proporcionou a germinação mais rápida para *E. edulis*.

Nazário e Ferreira (2010), estudando diferentes temperaturas de embebição em sementes de *Astrocaryum aculeatum*, obtiveram menor tempo médio de emergência na temperatura de 40 °C (163 dias) e maior sob 25 °C (206 dias). *Corpenicia alba*, uma palmeira que ocorre no Pantanal, apresentou um tempo médio de germinação de cerca de 53 dias quando semeada sob a temperatura de 30°C, enquanto sob a temperatura de 25 °C este período foi de 60 dias (Masetto *et al.*, 2012).

Outra variável que também não diferiu significativamente entre os tratamentos aplicados em *A. murumuru* foi referente a sementes remanescentes mortas, que a média foi de 38,8%. Apesar da não significância, são marcantes as discrepâncias, e menores valores, do TMG e sementes mortas alcançados pela condição 40°C por 3 horas/dia, o que reafirma o melhor resultado deste tratamento. Resultados diferentes deste foram obtidos para *Bactris maraja*, onde o maior percentual de sementes mortas foi alcançado pelas sementes na temperatura de 40 °C (Rodrigues *et al.*, 2014).

De modo geral, verificou-se que houve uma baixa germinação e emergência para *A. murumuru*, o que pode estar relacionado à origem das sementes, visto que se tratava de uma mistura de progênies, as quais isoladamente apresentaram características físicas e fisiológicas distintas.

5 CONCLUSÃO

A estratificação sob a temperatura de 40 °C por 3 horas/dia proporcionou o melhor desempenho quanto à germinação (formação do botão germinativo) e emergência (surgimento do primeiro catafilo) de *Astrocaryum murumuru*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, F.F.A.; Bilia, D.A.C.; Kanshiro, S.; Tavares, A.R.; Barbedo, C.J. 2005. Germinação de sementes de *Rhapis excelsa* (Thumb.) Henry ex Rehder efeitos da temperatura, luz e substrato. *Hoenea*, 32 (1):119-126.
- Baskin, C.C.; Baskin, J.M. 2014. *Seeds Ecology, Biogeography and evolution of dormancy and germination*. Kentucky, EUA, 1.573pp.
- Beckmann-Cavalcante, M.Z.; Pivetta, K.F.L.; Ilha, L.L.; Takane, R.J. Temperatura, escarificação mecânica e substrato na germinação de sementes das palmeiras juçara e açai. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7 (4): 569-573.
- Brasil. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 395pp.
- Ferreira, S.A.N.; Castro, A.F.; Gentil, D.F.O. 2010. Emergência de plântulas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em função do pré-tratamento da semente e da semeadura. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32 (4): 1189-1195
- Ferreira, S.A.N.; Gentil, D.F.O. 2006. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). *Acta Amazonia*, 36 (2): 141-146, 2006.
- Gama, J.S.N.; Monte, D.M.O.; Alves, E.U. Alcântara Bruno, R.L.; Braga Junior, J.M. 2010. Temperaturas e substratos para a germinação e vigor de sementes de *Euterpe oleracea*. *Revista Ciências Agrônomicas*, 41 (4): 664-670,
- José, A.C.; Erasmo, E.A.L.; Coutinho, A.B. 2012. Germinação e tolerância à dessecação de sementes de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart). *Revista Brasileira de Sementes*, 34 (4): 651-657.
- Lorenzi, H.; Noblick, L.R.; Kahn, F.; Ferreira, E. 2010. *Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae* (palmeiras). Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 368p.
- Luz, P.B.; Pimenta, R.S.; Pizetta, P.V.; Castro, A.; Pivetta, K.F.L. 2008. Germinação de sementes de *Dypsis decaryi* (Jum.) Beentje & J. Dransf. (Arecaceae). *Revista Ciências Agrotécnica*, 32(5): 1461-1466.

- Masetto, T.E.; Scalon, S.P.Q.; Brito J.Q.; Moreira, F.H.; Ribeiro, D.M.; Rezende, R.K.S. 2012. Germinação e armazenamento de sementes de Carandá (*Corpenicia alba*). *Revista Cerne*, 18 (4): 541-546.
- Nazário, P.; Ferreira, S.A.N. 2010. Emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* G. May. em função de temperatura e de período de embebição das sementes. *Acta Amazônica*, 40 (1): 165-170.
- Perez, H.E. 2009. *Promoting germination in ornamental palm seeds through dormancy alleviation*. *HotTechnology*, 41 (19): 682-685
- Pimenta, R.S.; Luz, P.B.; Pivetta, K.F.L. Castro, A.; Pizetta, P.U.C. 2010. Efeito da maturação e temperatura na germinação de sementes de *Phoenix canariensis* hort. Ex Chabaud- Arecaceae. *Revista Árvore*, 34 (1): 31-38.
- Pivetta, K.F.L.; Luz, P.B. 2013. Efeito da temperatura e escarificação na germinação de sementes de *Euterpe oleracea* (Mart.) (Arecaceae). *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 13 (1): 1519-5228.
- Reis, R.G.E.; Bezerra, A.M.E. Gonçalves, N.R.; Pereira, M.S. Freitas, J.B.S. Biometria e efeito da temperatura e tamanho das sementes na protrusão do pecíolo cotiledonar de carnaúba. *Revista Ciência Agronômica*, 41 (1): 81-86.
- Ribeiro, L.M.; Souza, P.P.; Rodrigues Jr, A.G.; Oliveira, T.G.S.; Garcia, Q.S. 2011. Overcoming dormancy in macaw palm diaspores, a tropical species with potential for use as bio-fuel. *Seed Science & Technology*, 39 (2): 303-317.
- Robinson, M.L. 2010. *Cultivated palm seed germination*. Cooperativa extension bulletin. University of Nevada, Reno 10pp.
- Rodrigues, J.K.; Mendonça, M. S.; Gentil, F. O. 2014. Efeito da temperatura, extração embebição de sementes na germinação de *Bactris marajá* Mart. *Revista Árvore*, 38 (5): 857-865.
- Teixeira, M.T.; Vieira, H.D.; Partelli, F.L.; Silva, R.F. 2011. Despolpamento, armazenamento e temperatura na germinação de sementes de palmeira real australiana. *Revista Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41 (3): 378-384.

Tabela 1- Germinação (formação do botão germinativo), emergência (emissão do primeiro catafilo), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência (IVE) tempo médio de germinação (TMG), tempo médio de emergência (TME), e sementes remanescentes (dormentes e mortas) referentes a sementes de *Astrocaryum murumuru* submetidas à estratificação em diferentes regimes de temperatura.

Temperatura (°C)	Botão germinativo (%)	Emergência primeiro catafilo (%)	IVG	IVE	TMG (dias)	TME (dias)	Sementes mortas (%)	Sementes dormentes (%)
40°C/3h	51a	51a	1,733a	0,859a	34a	62a	24a	25bc
40°C/6h	39ab	38ab	1,103abc	0,638abc	45a	65a	46a	15c
40°C/9h	20bc	20bc	0,545cd	0,283cd	51a	74a	48a	32b
25-33°C/VS	45ab	43ab	1,307ab	0,707ab	41a	62a	36a	19bc
25-40°C/VT	35ab	34ab	0,933bcd	0,478bcd	58a	83a	45a	20bc
26-28°C/Amb.	9c	9c	0,271d	0,145d	52a	69a	34a	57a
CV (%)	12,2	20,0	41,0	32,2	28,1	14,2	20,4	18,6

VS – viveiro com sombreamento de 70%; VT- viveiro com telhado de fibra de vidro transparente; Amb. – sala com condições ambiente, protegida da luz e/ou do sol; médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As espécies da família Arecaceae apresentam grande potencial ecológico e econômico. Apesar disso, muitas ainda são pouco conhecidas, como é o caso de *Astrocaryum murumuru*, que possui uso múltiplo, com destaque para fins cosmético. As informações a respeito dessa espécie são escassas, especialmente no que diz respeito a sua germinação.

Esse trabalho abordou questões relacionadas à germinação de diferentes progênes, desenvolvimento da plântula e mobilização de reservas (lipídios, proteínas, açúcares solúveis e amido), além de ter avaliado a germinação sob diferentes condições térmicas de estratificação.

As progênes de *A.murumuru* apresentaram comportamentos distintos em todas as variáveis observadas. O processo de germinação e de desenvolvimento da plântula é longo, mesmo com a retirada do endocarpo para minimizar a dormência, levando em média 51 dias para alcançar o estágio de botão germinativo e 219 dias para atingir o terceiro eofilo expandido.

Aparentemente as sementes de *A.murumuru* possibilitam reservas (metabólitos primários) que contribuem no desenvolvimento da plântula, além do estágio de terceiro eofilo expandido. Os lipídios foram os constituintes das sementes de maior conteúdo, seguidos dos açúcares solúveis, proteínas e amido.

A estratificação sob a temperatura de 40 °C por 3 horas/dia proporcionou o melhor desempenho quanto à germinação (formação do botão germinativo) e emergência (surgimento do primeiro catafilo) de *A.murumuru*.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

Aguiar, M.O.; Mendonça, M.S. 2002. Aspectos morfológicos anatômicos do embrião de (*Euterpe precatória* Mart.) durante o processo germinativo. *Acta Botânica Brasileira*, 16(3): 241-249.

Bewley, J.D.; Bradford, K.J.; Hilhorst, H.W.M.; Nonogaki, H. 2013. *Seeds: physoiology of development, germination and dormancy*. New York. 381pp.

Bezerra, V.S. 2012. Considerações sobre a palmeira murumuruzeiro (*Astrocayum murumuru* Mart.). *Comunicado Técnico da Embrapa*, 130: 1517-4077.

Borges, E.E.L.; Rena, A.B. Germinação de sementes. In: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. (Coord.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, 1993. p.83-136.

- Carvalho, N.M. Nakagawa, J. 2000. *Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção*. 2ª ed. Fundação Cargill, 429pp.
- Castro, R.D.; Hilhorst, H.W.M. 2004. Embebição e reativação do metabolismo. In: A.G. Ferreira; F. Borghetti (eds.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre, Artmed. p.149-162.
- Charlo, H.C.O.; Môro, F.V.; Silva, V.L.; Silva e Silva, B.M.; Bianco, S.; Môro, J.R. 2006. Aspectos Morfológicos, germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Archontophoenix alexandrae* (F. Mueller) H. Wendl e Drude (ARECACEAE) em diferentes substratos. *Revista arvore*, 30(6): 933-940.
- Henderson, A.G.G.; Galeano, G.; Bernal, R. 1995. *Field guide to the palms of the Americas*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.353pp.
- Henderson, F.M. 2006. Morphology and anatomy of palm seedling. *The Botanical Review*, 72(4): 273-329.
- Lorenzi, H., Noblick, L., Kahan, F., Ferreira, E., 2010.*Flora Brasileira Lorenzi: Arecaceae* (Palmeiras). Nova Odessa, São Paulo, Instituto Plantarum. 368pp.
- Menezes, B.P.2012. *Consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e composição bromatológica da torta de murumuru (Astrocaryum murumuru Mart.)*, na alimentação de ruminantes. Dissertação de mestrado, Belém Pará. 56pp.
- Nazário, P.; Ferreira, S.A.N.; Borges, E.E.L.; Genovese-Marcomini, P.R.; Mendonça, M.S. 2013. Anatomical and histochemical aspects of the peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) seed. *Journal of Seed Science*,35 (2):171-178.
- 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.S.M.; Bianco, R. 2009. Morfologia e desenvolvimento germinativo de *Oenocarpus bacaba* Mart. (Arecaceae) da Amazônia ocidental. *Revista Árvore*, 33(6):1037-1042.
- Rocha. C.B.R.; Vilhena, R.C.; Potiguara, R.C.V. 2007. Morfometria das fibras das folhas de *Astrocaryum murumuru* Mart. (Arecaceae). *Acta Amazonica*37 (4): 511-516.
- Sodré, J, B. 2005. *Morfologia das palmeiras como meio de identificação e uso paisagístico*. Monografia, Universidade de Lavras, 62pp.

Tomlinson, P.B.1990. *The Structural biology of palms*. Harvard University, Havard Forest, Petersham, Massachusetts, USA. 477pp.