

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – FCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL – PPGATR

**SEMENTE, GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE
PLÂNTULAS DE *Bactris maraja* Mart. (ARECACEAE): ASPECTOS
MORFOANATÔMICOS, HISTOQUÍMICOS E TECNOLÓGICOS**

JOELMA KEITH RODRIGUES

MANAUS - AMAZONAS

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – FCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL – PPGATR

JOELMA KEITH RODRIGUES

**SEMENTE, GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE
PLÂNTULAS DE *Bactris maraja* Mart. (ARECACEAE): ASPECTOS
MORFOANATÔMICOS, HISTOQUÍMICOS E TECNOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Sílvia de Mendonça
Co-Orientador: Prof. Dr. Daniel Felipe de Oliveira Gentil

MANAUS - AMAZONAS

2013

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

R696s Rodrigues, Joelma Keith
Semente, germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de
Bactris maraja Mart. (Arecaceae): aspectos morfoanatômicos,
histoquímicos e tecnológicos / Joelma Keith Rodrigues. - Manaus:
UFAM, 2013.
xi, 83 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) — Universidade
Federal do Amazonas.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Sílvia de Mendonça
Co-Orientador: Prof. Dr. Daniel Felipe de Oliveira Gentil

1. Palmeira 2. Sementes – Morfologia 3. Germinação I.
Mendonça, Maria Sílvia de (Orient.) II. Gentil, Daniel Felipe de
Oliveira (Orient.) III. Universidade Federal do Amazonas IV. Título

CDU (2007): 582.521.11(043.3)

JOELMA KEITH RODRIGUES

SEMENTE, GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE
PLÂNTULAS DE *Bactris maraja* Mart. (ARECACEAE): ASPECTOS
MORFOANATÔMICOS, HISTOQUÍMICOS E TECNOLÓGICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Aprovada em 29 de julho de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Sílvia de Mendonça
Universidade Federal do Amazonas

Profa. Dra. Maria Elizabeth de Assis Elias
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Antenor Pereira Barbosa
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

À minha adorável filha Sue Ellen
Razão da minha perseverança

À minha querida mãe Antônia Batista
Que sempre teve fé em mim

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, porque Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas.

À Universidade Federal do Amazonas e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical pela oportunidade de realizar este curso.

Ao corpo docente do curso de Pós-Graduação em Agronomia Tropical por contribuir na minha formação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pelo fomento à pesquisa no Amazonas e pela concessão de bolsa.

Aos professores Dra. Maria Sílvia de Mendonça e Dr. Daniel Felipe de Oliveira Gentil pela orientação, ensino, incentivo e confiança, que foram de verdadeira importância em todo o percurso para a concretização deste trabalho.

Ao professor Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira pela honra de sua parceria em parte das etapas deste trabalho.

À professora Dra. Maria Gracimar Pacheco, sempre prestativa a compartilhar os seus conhecimentos.

À equipe do Laboratório de Botânica Agroflorestal da UFAM, principalmente à Dra. Poliana R. Genovesi-Marcomini e ao técnico Manoel R. Viana pelo auxílio e direcionamento em todas as etapas anatômicas e histoquímicas do trabalho.

À Dra. Maria Elizabeth de Assis Elias por ter auxiliado minhas viagens ao município Careiro da Várzea, local de coleta do material vegetal.

Ao Sr. Raimundo Nonato de Lima pelo auxílio nos trabalhos de campo.

À equipe do Herbário por ajudar na identificação e confecção das exsiccatas.

À Dra. Ângela Maria Mendes e ao M.Sc. Moacir Muniz de Souza pelo auxílio nos cálculos e nas análises estatísticas.

Ao meu estimado amigo Pablo Ozório, por ter me dado apoio e estrutura em todos os aspectos de minha vida.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, muito

OBRIGADA!!!

Porque o SENHOR dá a sabedoria, e da Sua boca vem o conhecimento e o entendimento.

Provérbios de Salomão 2:6

RESUMO

Bactris maraja Mart., conhecida vulgarmente como marajá, é uma palmeira nativa da Amazônia de uso pouco conhecido. Contudo, os estipes são utilizados pelas populações tradicionais na construção de currais de pesca artesanal. Os frutos são comestíveis, sendo consumidos pelo ser humano e, sobretudo, pela fauna silvestre. Estudos com palmeiras nas áreas tecnológicas e morfoanatômicas têm sido realizados, contudo, peculiaridades intrínsecas às espécies da família Arecaceae, dificultam o manuseio do material. Esta pesquisa teve por objetivo analisar sementes de *B. maraja* quanto à estrutura e qualidade fisiológica, bem como descrever a morfologia do desenvolvimento germinativo e plantular, além da morfoanatomia da plântula. Os cachos contendo frutos maduros foram coletados de 25 indivíduos, em ambiente de várzea, no município do Careiro da Várzea, Amazonas. Os pirenos e as sementes apresentaram teor de água de 23,1% e 17,9%, respectivamente. O pireno é oval a elíptico, com endocarpo rígido formado por células esclerificadas de paredes espessas, porém, ausente na região do poro germinativo. A semente é eurispérmica, sendo cordiforme, oblonga e elíptica. Apresenta dois a três poros. O tegumento é fino, formado por células esclerenquimáticas e adensadas, com conteúdo fenólico. O endosperma é homogêneo, branco e rígido. O embrião é apical, pequeno, cônico e branco-leitoso, com eixo-embrionário oblíquo e curvo, com três primórdios foliares. O endosperma armazena reserva protéica e lipídica. A temperatura alternada de 26-40 °C foi adequada para a germinação das sementes, independente do nível de beneficiamento. A secagem progressiva do pireno facilitou a extração da semente. Contudo, a secagem e remoção do endocarpo reduziram a germinação e o vigor. Portanto, o beneficiamento não é recomendado. A embebição das sementes por dois dias favoreceu a germinação. A dormência das sementes não é causada pela presença do endocarpo. A germinação é adjacente ligulada, criptocotiledonar e hipógea. Teve início aos 152 dias após a sementeira, com a protrusão do pecíolo cotiledonar, formando o botão germinativo aos 160 dias. A plântula finalizou o desenvolvimento aos 273 dias com o esgotamento das reservas do haustório. O eófilo é bífido, com estômatos tetracíticos, tricomas tectores multicelulares e feixes vasculares colaterais. A raiz apresenta epiderme espessa, córtex esclerenquimático e parenquimático, endoderme conspícua; é poliarca, com cilindro vascular oco com medula esclerenquimática.

Palavras-chave: palmeira, pireno, processo germinativo, plântula, morfoanatomia vegetal.

ABSTRACT

Bactris maraja Mart ., commonly known as maraja, is a palm native to the Amazon use little known. However, the trunks are used by traditional construction of corrals fishing. The fruits are edible, being consumed by humans, and especially the wildlife. Studies with palm trees in the areas of technology and morphoanatomic have been conducted, however, the peculiarities inherent to the species of the family Arecaceae, difficult material handling. This research aimed to examine seeds of *B. maraja* regarding the structure and physiological quality, as well as describe the morphology development and germination plantular, beyond morphoanatomy seedling. The clusters containing mature fruits were collected from 25 individuals in floodplain environment in the municipality of Careiro Lowland, Amazonas. Pyrenes and the seeds had a water content of 23,1 % and 17,9 %, respectively. The pyrene is oval to elliptical, with core disk formed by sclerified cells thick-walled, however, absent in the region of the germ pore. The seed is eurispermica, being cordate, oblong and elliptical. Shows two to three pores. The integument is thin, consisting of sclerenchyma cells and thickened with phenolic content. The endosperm is homogeneous, white and rigid. The embryo is apical, small, tapered and milky-white, with-embryonic axis oblique and curved, with three leaf primordia. The endosperm storage protein and lipid reserves. The alternating temperature of 26-40 °C was suitable for seed germination, regardless of the level of processing. The progressive drying of pyrene facilitated the extraction of seeds. However, drying and removal of the endocarp reduced germination and vigor. Therefore, the processing is not recommended. The seed soaking for two days enhanced germination. The seed dormancy is not caused by the presence of the endocarp. Germination is adjacent ligulate, cryptocotylar and hypogeal. Started at 152 days after sowing, with protrusion of the cotyledon petiole, forming the germinal button to 160 days. The seedling completed the development to 273 with the depletion of the haustorium. The eophyll is bifid, with tetracytical stomata, multicellular trichomes and collateral vascular bundles. The root shows thick epidermis, cortex sclerenchymatous and parenchymatous, endoderm conspicuous; polyarc is with hollow vascular cylinder with spinal sclerenchymatic.

Keywords: palm, pyrene, germination, seedling, plant morpho-anatomy.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I - Aspectos biométricos e morfoanatômicos do pireno e da semente histoquímica da semente de *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae)

Figura 1. Pireno de *B. maraja*: A. Forma oval. B. Forma elíptica. C. Região do poro germinativo. D. Células esclerificadas do endocarpo..... 36

Figura 2. Semente de *B. maraja*: A. Forma cordiforme com três poros. B. Forma oblonga com três poros. C. Forma elíptica com dois poros. D. Poro germinativo (micrópila). E. Semente em secção longitudinal. F-J. Cortes anatômicos incluídos em metacrilato e corados com azul de toluidina. F. Aspecto geral do pireno. G. Detalhe dos envoltórios da semente. H. Detalhe do tegumento após extração da semente. I-J. Detalhe das células do endosperma..... 36

Figura 3. Embrião de *B. maraja*: A. Aspecto morfológico geral. B-D. Cortes anatômicos incluídos em metacrilato e corados com azul de toluidina. B. Aspecto anatômico geral em secção longitudinal. a-d. Secções transversais. a. Região proximal na altura da fenda cotiledonar. b. Região proximal na altura da plúmula. c. Região mediana. d. Região distal. C. Detalhe da plúmula em secção transversal (meristema apical caulinar). D. Detalhe da radícula em secção longitudinal (meristema apical radicular)..... 37

Figura 4. Semente e embrião de *B. maraja* submetidos a diferentes testes histoquímicos. A, E. Tegumento. B-D. Endosperma. F-H. Embrião. A. Cloreto de ferro III para compostos fenólicos gerais. B, F. Vermelho de rutênio para pectinas e mucilagens. C, G. Xilidine ponceau para proteínas totais. D, H. Vermelho de sudan III para lipídios totais. E. Vanilina clorídrica para taninos..... 38

CAPÍTULO II - Efeito da temperatura, extração e embebição na germinação de sementes *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae)

Figura 1. Rendimento de sementes de *B. maraja*, após a remoção do endocarpo, em função do período de secagem dos pirenos. 57

Figura 2. Teor de água, emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), sementes dormentes e sementes mortas referentes a sementes de *B. maraja* submetidas a diferentes períodos de secagem. 58

Figura 3. Teor de água, germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), sementes dormentes e sementes mortas referentes a sementes de *B. maraja* submetidas a diferentes períodos de embebição..... 59

CAPÍTULO III - Processo germinativo e desenvolvimento inicial de plântulas de *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae): considerações morfoanatômicas

Figura 1-8. Estádios do desenvolvimento da germinação e da plântula de *B. maraja*. 1. Emergência do pecíolo cotiledonar. 2. Formação do botão germinativo. 3. Formação da lígula. 4. Emissão da primeira bainha e protrusão da raiz primária. 5. Completa emissão da primeira bainha. 6. Emissão da segunda bainha e protrusão das raízes secundárias. 7. Emissão do eofilo. 8. Expansão do eofilo..... 75

Figura 9-16. Secção longitudinal da semente em diferentes fases do desenvolvimento da germinação e da plântula de *B. maraja*. 9. Emergência do pecíolo cotiledonar. 10. Formação do botão germinativo. 11. Formação da lígula e desenvolvimento do cotilédone em haustório. 12. Emissão da primeira bainha e protrusão da raiz primária. 13. Completa emissão da primeira bainha. 14. Emissão da segunda bainha e protrusão das raízes secundárias. 15. Emissão do eofilo. 16. Completa expansão do eofilo e endosperma quase completamente consumido pelo haustório..... 76

Figura 17-20. Estruturas da parte vegetativa aérea da plântula de *B. maraja*. 17-20. Secções transversais. 17. Arranjo sequenciado da lígula envolvendo a primeira bainha, segunda bainha e eofilo em formação. 18. Detalhe da lígula. 19. Primórdios foliares. 20. Detalhe do eofilo.. 78

Figura 21-29. Eofilo de *B. maraja*. 21-23, 29. Vista frontal. 24-28. Secções transversais. 21. Epiderme da face adaxial. 22. Epiderme da face abaxial. 23. Detalhe do complexo estomático. 24. Detalhe do mesofilo e da epiderme foliar. 25. Detalhe da margem foliar com feixes de fibras e vascular. 26. Detalhe do feixe vascular da nervura central e das células de expansão. 27. Tricoma multisseriado, multicelular e base bisseriada. 28-29. Tricomas tectores unisseriados, multicelulares e bases bi e unisseriada..... 79

Figura 30-32. Raiz de *B. maraja*. 30-32. Secções longitudinais. 30. Organização geral do ápice radicular e porção mediana. 31. Detalhe do ápice radicular evidenciando o promeristema formando o procâmbio, o meristema fundamental e a protoderme, e o caliptrogênio formando a coifa. 32. Detalhe da epiderme, coifa e cilindro vascular diferenciados..... 80

Figura 33-38. Raiz de *B. maraja*. 33-38. Secções transversais. 33-34. Aspecto geral da raiz. 35. Detalhe da epiderme e córtex, evidenciando a distinção entre as camadas celulares do esclerênquima e parênquima corticais. 36. Detalhe da endoderme e cilindro vascular. 37-38. Protrusão da raiz secundária a partir do periciclo..... 81

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - Aspectos biométricos e morfoanatômicos do pireno e da semente e histoquímica da semente de *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae)

Tabela 1. Características biométricas do pireno e da semente de *B. maraja*. 35

Tabela 2. Resultados de testes histoquímicos aplicados em sementes *B. maraja* para detecção das principais classes de metabólitos. 35

CAPÍTULO II - Efeito da temperatura, extração e embebição na germinação de sementes *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae)

Tabela 1. Médias da germinação (G), do índice de velocidade de germinação (IVG), de sementes dormentes (SD) e de sementes mortas (SM) de *B. maraja* em função dos níveis de beneficiamento e das temperaturas. 56

CAPÍTULO III - Processo germinativo e desenvolvimento inicial de plântulas de *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae): considerações morfoanatômicas

Tabela 1. Eventos morfológicos das fases da germinação e do desenvolvimento das plântulas de *B. maraja*. 77

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	12
REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO I - ASPECTOS BIOMÉTRICOS E MORFOANATÔMICOS DO PIRENO E DA SEMENTE E HISTOQUÍMICA DA SEMENTE DE <i>Bactris maraja</i> Mart. (ARECACEAE)	18
RESUMO	19
ABSTRACT	20
Introdução.....	21
Material e Métodos	23
Resultados e Discussão	25
Conclusões.....	30
Referências	31
CAPÍTULO II - EFEITO DA TEMPERATURA, EXTRAÇÃO E EMBEBIÇÃO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES <i>Bactris maraja</i> Mart. (ARECACEAE)	39
RESUMO	40
ABSTRACT	41
1. INTRODUÇÃO	42
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3. RESULTADOS	45
4. DISCUSSÃO	47
5. CONCLUSÃO	52
6. REFERÊNCIAS.....	53
CAPÍTULO III - PROCESSO GERMINATIVO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE <i>Bactris maraja</i> Mart. (ARECACEAE): CONSIDERAÇÕES MORFOANATÔMICAS	60
RESUMO	61
ABSTRACT	62
Introdução.....	63
Material e Métodos	64
Resultados e Discussão	65
Referências bibliográficas	72
CONCLUSÕES GERAIS	82

INTRODUÇÃO GERAL

A Amazônia abriga a maior reserva de floresta primária do mundo, compreendendo um grande número de espécies endêmicas, com diversificado potencial de usos alimentícios, farmacológicos ou energéticos. Apesar de muitas espécies possuírem importância ecológica e econômica, ainda são conhecidas somente regionalmente (HIGUCHI e HIGUCHI, 2004). No entanto, as intervenções antrópicas, tais como o processo de ocupação desordenada do solo e atividades extrativistas, tanto florestais como dos demais recursos naturais, sejam com técnicas adequadas de manejo ou não, vêm acarretando sério comprometimento à biodiversidade e integridade gênica deste importante bioma (MELO, 2012).

Dentre os grupos florestais que compõem a paisagem amazônica, as palmeiras, constituem um dos componentes mais característicos. Compreendem cerca de 2.700 espécies reunidas em mais de 200 gêneros, com distribuição pantropical (SOUZA; LORENZI, 2008). Aproximadamente 50% dos gêneros e 30% das espécies da família Arecaceae são encontradas no território amazônico (HENDERSON et al., 1995). Estas são amplamente distribuídas em diversos habitats, desde florestas de terra firme, várzeas e igapós a ambientes degradados. Tal expressividade pode ser justificada pela plasticidade adaptativa destas plantas, que geralmente atuam como bioindicadoras, assumindo papel relevante nas redes tróficas dos distintos ecossistemas (MIRANDA et al., 2001). Nas relações planta-animal, as palmeiras proporcionam abrigo e alimento para a fauna amazônica, cujos frutos, principalmente, fazem parte da dieta alimentar de aves, mamíferos, répteis, peixes e insetos, e estes, por sua vez, atuam como agentes dispersores e reguladores das populações (GALEANO, 1992).

Somada à importância ecológica, as palmeiras representam grande importância econômica, principalmente na economia de subsistência das comunidades ribeirinhas, em razão do uso tanto das partes vegetativas como reprodutivas das plantas (OLIVEIRA et al., 2010). Produtos diversos podem ser obtidos dessas espécies, como alimentos, material para construção de habitações rústicas, utensílios, artesanato e medicina popular. Além disso, simbolizam as plantas mais características das paisagens tropicais, sendo muito utilizadas na ornamentação e paisagismo (LORENZI et al., 2004).

Apesar da importância destacada das palmeiras, estas se encontram entre as menos estudadas das plantas amazônicas, em função de diversos fatores, como as dificuldades de coleta, manuseio do material e a necessidade de grandes espaços para acondicioná-las, visto pela pequena quantidade de exemplares botânicos depositados nos herbários (KAHN; DE GRANVILLE, 1997; MIRANDA, 2003).

Diante desse contexto, é necessário ampliar o conhecimento das espécies que compõem a flora da região. Para tanto, são importantes os estudos de caracterização morfológica do fruto, semente e desenvolvimento da plântula, os quais permitem o reconhecimento das estruturas e dos indumentos, e auxiliam a identificação botânica da espécie nos bancos de sementes do solo e em fase de desenvolvimento plantular nas formações florestais, além de dar subsídios à correta interpretação dos testes de laboratório e implantação de técnicas adequadas de produção e manejo. Tais análises podem, ainda, contribuir nos estudos dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural das espécies (MELO et al., 2004). No Brasil, estudos sobre as características morfológicas do desenvolvimento de plântulas são recentes e escassos se comparados ao número de ambientes e táxons que ocorrem no país (FÉLIX-DA-SILVA et al., 2009).

Associados aos estudos morfológicos, os estudos anatômicos contribuem à elucidação das relações ecológicas, fisiológicas, taxonômicas e filogenéticas das plantas vasculares (SILVA; POTIGUARA, 2008). Revelam-se significativos para a classificação das palmeiras, diante das variações estruturais internas e externas das mesmas, permitindo, dessa forma, a avaliação das suas inter-relações e mudanças evolutivas, por meio da identificação de novas características (UHL; DRANSFIELD, 1987).

Peculiaridades morfoanatômicas e fisiológicas das sementes de palmeiras, dentre outros fatores, como água, temperatura, maturação fisiológica, dormência física e química, e substratos podem influenciar diretamente na germinação de sementes de palmeiras, tornando-a, muitas vezes, lenta, irregular e em baixa porcentagem, uma vez que, normalmente, estas plantas são propagadas por sementes (MEEROW, 2001; PIVETTA et al., 2005; FERREIRA et al., 2010).

A principal finalidade da análise de sementes é avaliar a qualidade fisiológica destas, para fins de semeadura, cujos atributos consistem na viabilidade e vigor (MARTINS et al., 2009). Algumas pesquisas têm sido realizadas no sentido de conhecer e favorecer a germinação de algumas espécies de palmeiras, onde foram avaliados o efeito da temperatura (AGUIAR et al., 2005; PIVETTA et al., 2008), extração e embebição (FERREIRA; GENTIL, 2006; NAZÁRIO; FERREIRA, 2010), desidratação (BOVI et al., 2004; NASCIMENTO; SILVA, 2005). Os melhores resultados para germinação de palmeiras, segundo Lorenzi et al. (2004), são obtidos com sementes provenientes de frutos maduros, pois a germinação de sementes de frutos imaturos é falha e, muitas vezes, inviabilizada, em decorrência da imaturidade do embrião e da não solidificação do endosperma.

A palmeira *Bactris maraja* Mart. é muito frequente na Amazônia, predominando em solos arenosos e encharcados das margens de lagos e igarapés de florestas de terra firme. Ocorre nos Estados do Amazonas, Acre, Pará, Mato Grosso, Rondônia e Roraima. Seus frutos comestíveis integram a alimentação da população tradicional da região e da fauna silvestre, sobretudo peixes. Propaga-se por via sexuada e assexuada. A planta mede entre 2 e 7 m de altura, hábito cespitoso, com estipe espinhoso, medindo de 1 a 4 cm de diâmetro. Possui 3 a 10 folhas pinadas, com bainha e pecíolo densamente cobertos por espinhos achatados e castanho-amarelados no meio e negros na base e na ponta, 6 a 22 folíolos sigmóides por lado, com arranjo regular ou irregular. Inflorescência monóica, interfoliar, com 3 a 17 ramos floríferos; bráctea peduncular fibrosa e espinhosa. Frutos obovóides, depressos, medindo 1 a 2 cm de diâmetro, coloração roxo-escura na maturidade, epicarpo liso e mesocarpo suculento (HENDERSON et al., 1995; SILVA et al., 2003; MIRANDA; RABELO, 2008).

Considerando a escassez de informações sobre diversos aspectos relacionados às espécies desta família, torna-se iminente a necessidade de mais estudos, sobretudo os relacionados a estrutura das sementes e germinação, os quais contribuirão para a compreensão da dinâmica dos mecanismos reprodutivos, fisiológicos e estruturais.

Os estudos relacionados às espécies do gênero *Bactris* são poucos e incipientes, sendo a maioria realizado com *Bactris gasipaes*, espécie de importância comercial (FERREIRA; SANTOS, 1992; BERNARDES et al., 1996; LEDO et al., 2002; SILVA et al., 2006).

Diante desse contexto, o presente trabalho teve por objetivo analisar sementes de *Bactris maraja* Mart. quanto à estrutura, histoquímica e qualidade fisiológica, bem como descrever a morfologia do processo germinativo e desenvolvimento plantular, abordando características anatômicas da plântula.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. F. A.; BILIA, D. A. C.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; BARBEDO, C. J. Germinação de sementes de *Rhapis excelsa* (Thunb.) Henry ex. Rehder: efeitos da temperatura, luz e substrato. **Hoehnea**, v.32, n.1, p.119-126. 2005.
- BERNARDES, M. S.; CROMBERG, V. U.; FÚRIA, L. R. R.; MARTINS, A. N. Influence of nursery conditions on germination and initial development of pejibaye (*Bactris gasipaes*). **Revista de Biologia Tropical**, v.44, n.2, p.499-505, 1996.
- BOVI, M. L. A.; MARTINS, C. C.; SPIERING, S. H. Desidratação de sementes de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.109-112, 2004.
- FÉLIX-DA-SILVA, M. M.; BASTOS, M. N. C.; GURGEL, E. S. C. Aspectos taxonômicos e morfológicos do processo germinativo e da plântula de *Peltogyne venosa* subsp. *densiflora* (Spruce ex Benth.) M. F. Silva (Leguminosae – Caesalpinioideae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, v.4, n.3, p.291-302. 2009.
-
- FERREIRA, S. A. N.; CASTRO, A. F.; GENTIL, D. F. O. Emergência de plântulas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em função do pré-tratamento das sementes e da condição de semeadura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1189-1195, 2010.
- 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.; SANTOS, L. A. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Amazonica**, v.22, n.3, p.303-307, 1992.
- GALEANO, G. **Las palmas de La región de Araracuara**. 2. ed. Bogotá, Tropenbos. v.1, 1992. 180p.
- HENDERSON, A.; GALLEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms the Americas**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1995. 418p.
- HIGUCHI, M. I. G.; HIGUCHI, N. **A floresta amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental**. Manaus, INPA; Brasília, CNPq. 2004, 146p.
- KAHN, F.; DE GRANVILLE, J. J. **Palms in forest ecosystems of Amazonia**. Berlin: Springer-Verlag, 1997. 226p.
- LEDO, A. S.; FILHO, S. M.; LEDO, F. J. S.; ARAÚJO, E. C. Efeito do tamanho da semente, do substrato e pré-tratamento na germinação de sementes de pupunha. **Revista Ciência Agronômica**, v.33, n.1, p.29-32, 2002.
- LORENZI, H. SOUZA, H. M.; COSTA, J. T. M.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas e cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2004. 416p.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de açaí. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.31, n.1, p.231-235, 2009.

MEEROW, A. W. **Palm Seed Germination**. Florida: Cooperative Extension Service, (Bulletin 274), 2001. 10p.

MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M.S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântula de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v.34, n.1, p.9-14, 2004.

MELO, M. G. G. **Frutos, sementes e desenvolvimento plantular de três espécies de *Parkia* R. Br. (Fabaceae-Mimosoideae): uma abordagem, morfoanatômica, histoquímica e tecnológica**. Tese de Doutorado (área de concentração Produção Vegetal) – Universidade de Federal do Amazonas, 2012. 175p.

MIRANDA, I. P. A. Avaliação do potencial do uso de algumas palmeiras da Amazônia. In: **Desafios da botânica brasileira no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal**. Belém: MPEG; UFRA; EMBRAPA, Brasil/Museu Paraense Emílio Goeldi, 2003. p.248.

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

MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A. **Guia das palmeiras de Porto Trombetas/PA**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 2008. 365 p.

NASCIMENTO, W. M. O.; SILVA, W. R. Comportamento fisiológico de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* mart.) submetidas à desidratação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.3, p.349-351, 2005.

NAZÁRIO, P.; FERREIRA, S. A. N. Emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* G. May. em função da temperatura e do período de embebição das sementes. **Acta Amazonica**. v.40, n.1, p.165-170, 2010.

OLIVEIRA, A. B.; MENDONÇA, M. S.; ARAÚJO, M. G. P. Aspectos anatômicos do embrião e desenvolvimento inicial de *Oenocarpus minor* Mart.: uma palmeira da Amazônia. **Acta Botanica Brasilica**. v.24, n.1, p.20-24, 2010.

PIVETTA, K. F. L.; DE PAULA, R. C.; CINTRA, G. S.; PEDRINHO, D. R.; CASALI, L. P.; PIZETTA, P. U. C.; PIMENTA, R. S. Effects of temperature on seed germination of Queen Palm *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman. (Arecaceae). **Acta Horticulturae**, v.683, p.379-381, 2005.

PIVETTA, K. F. L. SARZI, I.; ESTELLITA, M.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Tamanho do diásporo, substrato e temperatura na germinação de sementes de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.08, n.01, p.126-134, 2008.

SILVA, J. A. M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Valor nutricional e energético de espécies vegetais importantes na alimentação do tambaqui. **Acta Amazônica**, v.33, n.4, p.687-700, 2003.

SILVA, V. L.; MÔRO, F. V.; DAMIÃO FILHO, C. F.; MÔRO, J. R.; SILVA, B. M. S.; CHARLO, H. C. O. Morfologia e avaliação do crescimento inicial de plântulas de *Bactris gasipaes* Kunth. (Arecaceae) em diferentes substratos. **Revista brasileira de fruticultura**, v.28, n.3, p.477-480, 2006.

SILVA, R. J. F.; POTIGUARA, R. C. V. Aplicações taxonômicas da anatomia foliar de espécies amazônicas de *Oenocarpus* Mart. (Arecaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.22, n.4, p.999-1014, 2008.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008. 704 p.

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

CAPÍTULO I
**ASPECTOS BIOMÉTRICOS E MORFOANATÔMICOS DO PIRENO E DA
SEMENTE E HISTOQUÍMICA DA SEMENTE DE *Bactris maraja* Mart.
(ARECACEAE)**

Elaborado de acordo com as normas da Journal of Seed Science

Aspectos biométricos e morfoanatômicos do pireno e da semente e histoquímica da semente de *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae)¹

Joelma Keith Rodrigues^{2*}, Maria Sílvia de Mendonça³, Daniel Felipe de Oliveira Gentil⁴

RESUMO – *Bactris maraja* Mart., palmeira conhecida popularmente como marajá, frequente nas margens de lagos e igarapés Amazônicos, cujos frutos comestíveis são consumidos pelo homem e pela fauna. Os estudos morfoanatômicos das estruturas propagativas podem contribuir com informações que subsidiarão estudos taxonômicos, fisiológicos e ecológicos. O objetivo deste estudo foi determinar as características biométricas e morfoanatômicas do pireno e da semente, bem como as características histoquímicas da semente. Frutos maduros foram coletados em floresta de várzea no município do Careiro da Várzea, Amazonas. Foram determinadas as dimensões, massa fresca, grau de umidade e descritas forma, coloração e textura. O estudo anatômico foi feito pelo método de inclusão em resina. Foram aplicados testes histoquímicos para detecção de compostos fenólicos, pectinas, proteínas, lipídios e amido. Os pirenos e as sementes apresentaram pouca variação biométrica. O pireno é oval a elíptico, com endocarpo espesso, rígido, formado por células esclerificadas de paredes espessas. A semente é eurispérmica, com tegumento fino, cartáceo, marrom-claro, aderido ao endocarpo, constituído de células esclerenquimáticas e taníferas. Endosperma volumoso, sólido, homogêneo, branco, formado por células arredondadas e alongadas, de reserva protéica e lipídica. Embrião apical, cônico, pequeno, branco-leitoso, com conteúdo protéico e lipídico, polo radicular pouco diferenciado e polo caulinar constituído por três primórdios foliares.

Termos para indexação: semente, biometria, morfoanatomia, palmeira, *Bactris*.

¹ Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora.

² Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical/UFAM, 69077-000 – Manaus, AM, Brasil.

³ Laboratório de Botânica Agroflorestal/FCA/UFAM, 69077-000 – Manaus, AM, Brasil.

⁴ Setor de Olericultura/FCA/UFAM, 69077-000 – Manaus, AM, Brasil.

* Autor para correspondência <joelmaeng@outlook.com>

Biometric and morphoanatomic aspects of pyrene and seed and staining seed

Bactris maraja Mart. (Arecaceae)

ABSTRACT – *Bactris maraja* Mart., palm popularly known as maraja, often on the banks of lakes and streams Amazon, whose edible fruits are consumed by man and wildlife. Studies of morphological and anatomical structures propagativas can contribute information that will subsidize taxonomic, physiological and ecological. The aim of this study was to determine the biometric and morphoanatomic characteristics of pyrene and seed, as well as the histochemical characteristics of the seed. Mature fruits were collected in floodplain forest in the municipality of Careiro da Várzea, Amazonas. We determined the dimensions, fresh, moisture content and described shape, color and texture. The anatomical study was performed by the method of resin embedding. Histochemical tests were used for detection of phenolic compounds, pectins, proteins, fats and starch. The Pyrenes and seeds showed little variation biometrics. The pyrene is oval to elliptical, with core thick disk formed by thick-walled cells sclerified. The seed is eurispérmica with thin tegument cartáceo, light brown, adhering to endocarp composed of sclerenchyma cells and tanniferous. Endosperm bulky, solid, homogeneous, white, composed of rounded and elongated cells, containing protein and lipid. Embryo apical, conical, small, milky-white, with protein and lipid content, polo and polo root poorly differentiated stem consisting of three leaf primordia.

Index terms: biometrics, morphoanatomy, palm, *Bactris*.

Introdução

As palmeiras, grupo de plantas pertencente à família Arecaceae, estão representadas por abundante e diversificado número de espécies na floresta amazônica, com aproximadamente 180 espécies distribuídas em 39 gêneros (Kahn e De Granville, 1997). Apresentam interações ecológicas, fornecendo abrigo e alimento para a fauna ou proporcionando sombreamento para o banco de sementes e plântulas (Oliveira et al., 2010). Não obstante, as palmeiras apresentam potencial econômico, com importância utilitária de praticamente todas as partes da planta. Isso inclui o estipe, raízes, folhas, frutos e sementes, que podem fornecer palmito, fibra, óleo, suco, dentre outros produtos.

A palmeira *Bactris maraja* Mart., conhecida popularmente como marajá, está amplamente distribuída na Amazônia, sendo característica de sub-bosque de floresta de terra firme em solos arenosos encharcados nas margens de lagos e igarapés, em ambientes de baixios (Henderson et al., 1995; Miranda e Rabelo, 2008); também é encontrada formando populações em ambientes de inundação permanente ou periódica. Seus frutos são comestíveis, sendo consumidos tanto pelos habitantes da região, como pela fauna silvestre. Segundo Silva et al. (2003), participa na alimentação de peixes, como o tambaqui, principalmente no mês de abril. Entretanto, devido à distribuição abundante na região, o período de frutificação pode se estender até o início do mês de julho.

Alguns estudos com palmeiras, como os de Tomlinson (1960 e 1990) e Dransfield et al. (2008), abrangeram diversas características biológicas da família. Outros trabalhos, com enfoque mais específico, abordaram espécies de interesse comercial (Araújo et al., 2000; Aguiar e Mendonça, 2003; Panza et al., 2004; Silva et al., 2006; Mendonça et al., 2008; Oliveira et al., 2009; Moura et al., 2010a,b; Sanjinez-Argandoña e Chuba, 2011). Contudo, mais pesquisas a respeito das estruturas propagativas deste grupo de plantas são necessárias para contribuir com programas de

conservação dos ecossistemas e manutenção dos recursos naturais amazônicos (Mendonça et al., 2008).

A caracterização biométrica das sementes pode auxiliar na compreensão da variabilidade genética de populações de uma mesma espécie, relacionada a fatores ambientais, principalmente quando possui ampla distribuição geográfica e adaptação a diversos ambientes (Sanjinez-Argandoña e Chuba, 2011). Além disso, pode auxiliar na distinção entre espécies do mesmo gênero (Cruz et al., 2001), nos estudos de dispersão e de agentes dispersores (Felippi et al., 2012) e, ainda, embasar estudos de sucessão ecológica e estabelecimento de plântulas, diferenciando espécies pioneiras e não-pioneiras em florestas tropicais (Baskin e Baskin, 1998).

O conhecimento dos aspectos morfológicos das sementes auxiliam a identificação botânica, o reconhecimento em bancos de sementes e plântulas no solo em formações florestais, a compreensão dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural das espécies (Melo et al., 2004), para respaldar pesquisas voltadas à propagação de plantas (Araújo et al., 2000). Além disso, estudos que abordam caracteres morfológicos, tais como características físicas dos frutos e sementes, são necessários para o conhecimento da capacidade produtiva de uma espécie (Schwartz et al., 2010). As informações anatômicas das estruturas, principalmente dos envoltórios da semente e do embrião, podem auxiliar no entendimento do processo germinativo e na interpretação de testes de germinação e de vigor. Logo, as investigações morfoanatômicas são importantes na fitopatologia, taxonomia, ecologia, fisiologia, silvicultura e tecnologia de sementes (Mendonça et al., 2008).

Portanto, o objetivo deste estudo foi determinar as características biométricas e descrever as características morfoanatômicas do pireno e da semente, bem como as características histoquímicas da semente de *B. maraja*.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório de Botânica Agroflorestal (LABAF) e no Setor de Olericultura da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas.

Frutos maduros foram coletados de 25 plantas em floresta de várzea no município do Careiro da Várzea, Amazonas, no mês de maio de 2012. A identificação da espécie foi mediante a coleta de material botânico para a confecção de exsicatas e incorporação no Herbário da Universidade Federal do Amazonas sob números de registro 9279, 9280 e 9281.

O beneficiamento das sementes consistiu inicialmente na maceração dos frutos com rolo de madeira, para remoção do exocarpo, seguida de fricção em areia sobre peneira com malha de metal, para eliminação do mesocarpo. Posteriormente, os pirenos foram dispostos sobre bancada de laboratório (temperatura mínima média de 27 °C e máxima média de 30 °C), por 24 horas. A quebra do endocarpo foi feita mediante pressão nas laterais do pireno, com auxílio de alicate. Quando necessário, a extração da semente foi finalizada com auxílio de canivete sobre tábua de madeira.

A biometria foi feita mediante a mensuração do comprimento, largura e espessura dos pirenos e das sementes (100 unidades cada), com auxílio de paquímetro digital (0,01 mm), e da massa fresca com auxílio de balança semianalítica (0,001 g). O teor de água foi determinado pelo método de estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas (Brasil, 2009), utilizando cinco repetições de 10 pirenos e de 10 sementes. Os pesos de 1000 pirenos e de 1000 sementes foram obtidos utilizando-se 8 sub-amostras de 100 unidades cada (Brasil, 2009). Os números de pirenos e de sementes por quilograma foram obtidos a partir das médias dos pesos de 1000 pirenos e de 1000 sementes por regra de três simples.

Os dados de cada variável foram submetidos à análise estatística descritiva, sendo calculados: valor mínimo, valor máximo, média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação (Santana e Ranal, 2004).

A caracterização morfológica externa do pireno e da semente foi sobre amostra de 100 unidades cada, considerando-se a forma, coloração, consistência e textura. Na morfologia interna da semente foram separadas 30 unidades, das quais o endosperma e o embrião retirado foram analisados quanto à posição, forma, tamanho, cor e consistência. As observações foram feitas à vista desarmada e utilizando lupa binocular.

O estudo anatômico foi realizado com amostragem de 20 unidades de pirenos e sementes, fixados em FAA₇₀ (formaldeído - ácido acético - álcool etílico) por 48 horas, conservados em álcool etílico a 70%, desidratados em série alcoólico-etílica a vácuo, incluídas em 2-hidroxietil-metacrilato (Historesin® Leica) e seccionadas em micrótomo rotativo em secções longitudinais e transversais. Os cortes histológicos foram corados com Azul de Toluidina pH 4,0, tampão citrato (O'Brien e McCully, 1981). As lâminas foram montadas com resina sintética (Permount, Fisher).

A terminologia e parâmetros empregados nas descrições morfoanatômicas estão de acordo com os trabalhos de Martin (1946), Tomlinson (1990), Werker (1997) e Dransfield et al. (2008).

Testes histoquímicos foram aplicados em cortes de material incluído em metacrilato, obtidos em micrótomo rotativo, e em cortes de material fresco, obtidos em micrótomo de mesa, conforme técnicas usuais em anatomia vegetal. Foram aplicados Lugol, para detecção de amido (Jensen, 1962); Xilidine Ponceau para detecção de proteínas totais (O'Brien e McCully, 1981); Vermelho Sudan III para detecção de lipídeos totais (Brundett et al., 1991); Vermelho de Rutênio para detecção de pectinas e mucilagens (Johansen, 1940); Cloreto de Ferro III para detecção de compostos fenólicos gerais (Gabe, 1968) e Vanilina Clorídrica para detecção de taninos (Mace e Howel, 1974).

As visualizações e fotomicrografias referentes ao estudo anatômico e histoquímico foram obtidas por meio de câmera fotográfica digital CANON POWER SHOT A650 IS acoplada ao microscópio óptico ZEISS PRIMO STAR.

Resultados e Discussão

Os pirenos apresentaram, em média, 11,84 mm de comprimento, 10,15 mm de largura, 7,61 mm de espessura e 0,61 g de massa fresca. As sementes apresentaram, em média, 9,53 mm de comprimento, 8,63 mm de largura, 6,01 mm de espessura e 0,34 g de massa fresca (Tabela 1). Tais medidas são inferiores, quando comparado às de outras palmeiras, como o diâmetro e massa dos pirenos de *Butia capitata* Becc., que medem em torno de 15 mm e 1,66 g, respectivamente (Schwartz et al., 2010) e das sementes de *Oenocarpus minor* Mart., cerca de 11 mm e 1,0 g, respectivamente (Mendonça et al., 2008).

Outro aspecto importante é o alto coeficiente de variação para a variável massa fresca, principalmente para as sementes (22,73%), o que aponta maior possibilidade de seleção para esta característica, conforme sugere Moura et al. (2010a). Marcos Filho (2005) afirma que a completa uniformidade no desenvolvimento das sementes nunca é esperada, pois a polinização e a fecundação das flores de uma mesma planta ou da mesma inflorescência, geralmente, não são sincronizadas. Felippi et al. (2012), ressaltam que o tamanho e a massa dos frutos e das sementes podem variar entre indivíduos de uma mesma espécie, entre frutos e sementes de um mesmo indivíduo e entre ciclos de produção.

A seleção de sementes de maior tamanho e massa, visando alcançar maiores êxitos em testes de germinação e vigor foi constatada para algumas espécies de palmeiras como *Euterpe espirosantensis* Fern. (Martins et al., 2000), *Bactris gasipaes* Kunth (Ledo et al., 2002) *Copernicia hospita* Mart. (Oliveira et al., 2009) e *Copernicia prunifera* Moore (Reis et al., 2010).

Os pirenos de *B. maraja* apresentaram grau de umidade de 23,1%. As sementes, por sua vez, apresentaram grau de umidade de 17,9%. Tais baixos teores de água são um indicador de que a semente não apresenta comportamento recalcitrante.

O peso de mil pirenos foi 572,08 g e o número de pirenos por quilo foi 1.748, enquanto o peso de mil sementes foi 296,40 g e o número de sementes por quilo foi 3.374. Essas informações

são importantes para a padronização das sementes em vista à produção e à comercialização de sementes e mudas.

O pireno varia de oval a elíptico, com endocarpo de consistência rígida, superfície lisa, coloração castanho-escuro e opaca (Figura 1A-B). Formado por uma ampla massa de células esclerificadas de paredes muito espessas e lume reduzido, com feixes vasculares (Figura 1D; 2F). As células mais internas não sofreram grande espessamento de parede, constituindo a região de transição entre endocarpo e tegumento (Figura 2F-G). O limite entre ambos não é nítido, no qual as células estão intimamente associadas e aderidas. A ruptura dessas células é provocada com a remoção do endocarpo, restando alguns resquícios aderidos no tegumento da semente (Figura 2H).

Na região do poro germinativo, no pireno, é verificado um tufo de fibras que pode permanecer na semente após a remoção do endocarpo (Figura 1A-B), traço também observado em *Euterpe precatória* (Aguiar e Mendonça, 2003) e *Acrocomia aculeata* Lodd. ex Mart. (Moura et al., 2010b). Nessa região não se observa células esclerificadas do endocarpo rígido, não havendo, portanto, indício de barreira mecânica à emergência do pecíolo cotiledonar (Figura 1C). Dessa forma, a germinação lenta e irregular das sementes de *B. maraja* deve estar relacionada a outros fatores. Reis et al. (2012) igualmente verificaram a ausência de células esclerificadas do endocarpo na região do poro germinativo de *Acrocomia aculeata*.

A semente é eurispérmica, apresentando forma cordiforme e oblonga, quando apresenta três poros, e elíptica, quando apresenta dois poros (Figura 2A-C), sugerindo que a mesma seja oriunda de ovário trilocular (triovular) e bilocular (biovular) respectivamente. De acordo com Dransfield et al. (2008), o gênero *Bactris* Jacq. ex Scop. é extremamente variável e as sementes são, geralmente, irregularmente globulares e apresentam três poros. Os pirenos de *Bactris gasipaes*, por exemplo, apresentam forma globosa a elíptica (Silva et al., 2006).

O tegumento é fino, de consistência cartácea, coloração marrom-clara e opaca, externamente aderido ao endocarpo e internamente aderido ao endosperma. Na superfície são observadas diversas ranhuras, correspondendo possivelmente às ramificações da rafe (Figura 2A-E). Tais ramificações

são anastomosadas e distribuídas irregularmente. Em *Attalea maripa* Mart., as ramificações da rafe são ranhuras marcantes e estreitas, conferindo à superfície da semente uma textura marmoreada (Araújo et al., 2000). Na extremidade apical da semente encontra-se o poro germinativo, onde se observa a micrópila protegida pelo opérculo (Figura 2A-E).

Anatomicamente, o tegumento está constituído por células esclerenquimáticas, compreendendo duas epidermes e um tecido intermediário não organizado em camadas (Figura 2F-H). A epiderme externa é formada por células de formato arredondado e a epiderme interna é formada por células alongadas e comprimidas. O tecido intermediário é formado por células pequenas, isodiamétricas e sem espaços intercelulares. (Figura 2G-H). Todo o tegumento é impregnado de compostos fenólicos, com conteúdo tanífero (Tabela 2; Figura 4A, E). Nazário et al. (2013), considerou o tegumento de *Bactris gasipaes*, constituído por dois estratos, um externo vascularizado, com conteúdo lipídico e um interno repleto de composto fenólico.

O envoltório da semente madura desempenha função de proteção contra injúrias mecânicas e biológicas, até condições favoráveis à germinação. Tal proteção pode ser exercida através de dispositivos mecânicos ou químicos (Werker, 1997). Para Tomlinson (1990), nas sementes de palmeiras, a fina espessura do tegumento não oferece proteção mecânica, uma vez que é suprida pela presença do endocarpo rígido do fruto. As células esclerificadas do endocarpo proporcionam essa resistência e proteção das sementes, observadas em *B. maraja* e, em outras espécies como *Acrocomia aculeata* (Moura et al., 2010b) e *Bactris gasipaes* (Nazário et al., 2013). Ademais, o arranjo compacto das células do tegumento da semente reduz os espaços intercelulares e está diretamente relacionado com o grau de impermeabilidade (Esaú, 1977).

A composição fenólica dos envoltórios das sementes contribui para a impermeabilidade à água (Oliveira et al., 2012), difusão de gases, como o oxigênio, afetando, conseqüentemente, a germinação (Bewley e Black, 1994), proteção do embrião dormente e da radícula contra patógenos, na imposição da dormência tegumentar e na liberação de aleloquímicos durante a embebição (Ceballos et al., 1998). De acordo com Tomlinson (1990), em palmeiras, células ricas em taninos

são abundantes e conspícuas, tanto em material fresco quanto em fixado. Portanto, na espécie *B. maraja*, a organização adensada e a estrutura esclerificada das células do tegumento, em conjunto com sua composição fenólica, podem atuar como reguladores da germinação.

O endosperma é volumoso, sólido, duro, homogêneo e de coloração branca (Figura 2E). Estas características são comuns entre as espécies de *Bactris* (Henderson e Scariot, 1993; Dransfield et al., 2008). É formado por células grandes, arredondadas em secção longitudinal, oblongas em secção transversal, paredes espessas, contíguas, sem espaços intercelulares, com pontoações pouco visíveis e lume aparente (Figura 2F, I-J).

O embrião é indiviso, apical, cônico e pequeno, com 1,56mm de comprimento e 0,65mm de diâmetro, de coloração branco-leitosa, tornando-se branco-amarelada com a desidratação provocada pela exposição ao ar (Figura 2E; 3A).

Segundo Tomlinson (1990), o embrião das palmeiras divide-se em duas regiões: a região proximal, que aloja o eixo embrionário e a região distal, que corresponde ao limbo cotiledonar. No embrião de *B. maraja* (Figura 3A), a região proximal é mais alargada, com uma minúscula cavidade, na qual se observa uma pequena protuberância, também observada por Silva et al. (2006) em *B. gasipaes*. A região distal, por sua vez, é mais afilada. Tais regiões são divididas por uma sutil constrição e pela tonalidade suavemente distinta, a qual fica mais evidente conforme o progresso da oxidação, sendo a região distal mais clara que a região proximal. Características semelhantes foram verificadas no embrião de *Euterpe precatoria* (Aguilar e Mendonça, 2003) ou somente a constrição como em *Attalea maripa* (Araújo et al., 2000), dada a coloração uniforme.

Os três tecidos meristemáticos, a protoderme, o meristema fundamental e o procâmbio são distintamente reconhecidos no embrião (Figura 3B-D). A protoderme é formada por células tabulares, justapostas, paredes delgadas e retas, lume volumoso e núcleos evidentes. As células parenquimáticas são aproximadamente isodiamétricas e maiores na região medular. As células procambiais são estreitas e alongadas (Figura 3B). Iniciam na região proximal sob a plúmula, a partir de dois feixes procambiais (Figura 3Bb,C), divergem na região mediana de forma mais

concêntrica (Figura 3Bc) e se e ramificam em aproximadamente 16 feixes na periferia do ápice da região distal (Figura 3Bd).

O eixo embrionário é oblíquo e curvo, localizado na região proximal do embrião (Figura 3B). Apresenta dois polos meristemáticos, o caulinar (Figura 3C) e o radicular (Figura 3D). O polo caulinar compreende o meristema apical caulinar e os meristemas plumulares que estão diferenciados em três primórdios foliares, os quais formarão a primeira e segunda bainha e o eofilo (Figura 3Bb, C). A fenda cotiledonar é evidenciada na direção do ápice dos primórdios foliares, através da qual ocorrerá a emergência plumular na ocasião da germinação (Figura 3Ba). O polo radicular compreende o meristema apical radicular e os demais meristemas de formação radicular, constituído por um aglomerado de células pouco diferenciadas, localizado em disposição central e periférica na região proximal do embrião, onde é possível observar as células meristemáticas da epiderme, do córtex e do cilindro vascular (Figura 3D).

O conteúdo de reserva da semente está armazenado no endosperma (Tabela 2 e Figura 4B-D) na forma de corpos protéicos e lipídicos, distribuídos uniformemente. Tais substâncias também são encontradas no embrião, com maior abundância na região plumular (Tabela 2 e Figura 4F-H). Todas as células consistem de paredes pécticas e o conteúdo celular corado de rosa é interpretado, apenas, como mucilagem ácida. Amido, porém, não foi detectado.

Os carboidratos, quando presentes, podem estar armazenados nas paredes espessadas do endosperma (Panza et al., 2004) para serem utilizados durante a germinação (Marcos Filho, 2005). Proteínas e lipídios são comumente armazenados no endosperma de sementes de palmeiras, como em *Euterpe edulis* Mart. (Panza et al., 2004), *Euterpe oleraceae* Mart. (Gonçalves et al., 2010), *Acrocomia aculeata* (Moura et al., 2010b) e *Bactris gasipaes* (Nazário et al., 2013). As reservas nutritivas serão consumidas nos estágios iniciais da germinação e estabelecimento da plântula, como fonte de energia para o metabolismo celular e formação de novos tecidos (Bewley e Black, 1994; Werker, 1997; Marcos Filho, 2005; Gonçalves et al., 2010). Alguns compostos podem ser

detectados, excepcionalmente, como amido, no eixo embrionário de *Elaeis guineensis* Jacq. (Alang, 1982 citado por Demason, 1988) e tanino, no embrião de *Euterpe edulis* (Panza et al., 2004).

Conclusões

O pireno e a semente apresentaram pouca variação biométrica, exceto para a massa fresca.

O pireno varia de oval a elíptico, com endocarpo duro, espesso, constituído por células esclerenquimáticas de paredes muito espessas; as camadas internas do endocarpo apresentam células de paredes menos espessas; o endocarpo é ausente na região do poro germinativo.

A semente é eurispérmica, variando nas formas cordiforme, oblonga e elíptica; apresenta dois a três poros.

O tegumento é fino, constituído de células esclerenquimáticas e taníferas. O endosperma é volumoso e homogêneo, formado por células contíguas, arredondadas e alongadas.

O embrião é cônico e pequeno. O eixo embrionário é curvo e oblíquo, constituído por um polo radicular pouco diferenciado e por um polo caulinar diferenciado em três primórdios foliares.

A reserva nutritiva da semente está armazenada na forma de corpos protéicos e lipídicos presentes no endosperma.

Referências

- AGUIAR, M.O.; MENDONÇA, M.S. Morfo-anatomia da semente de *Euterpe precatoria* Mart. (Palmae). *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, n.1, p.37-42, 2003. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v25n1/19628.pdf>
- ARAÚJO, M.G.P.; LEITÃO, A.M.; MENDONÇA, M.S. Morfologia do fruto e da semente de inajá (*Attalea maripa* (Aubl.) Mart.) – Palmae. *Revista Brasileira de Sementes*, v.22, n.2, p.31-38, 2000. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2000/v22n2/artigo05.pdf>
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, London. 1998. 666p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2. ed. New York and London: Plenum Press, 1994. 445p.
- 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. 399 p.
- BRUNETT, M.C.; KENDRICK, B.; PETERSON C.A. Efficient lipid staining in plant material with Sudan Red 7B or Fluoral Yellow 088 in polyethylene glycol-glycerol. *Biotechnic e Histochemistry*. v.66, p.111-116, 1991.
- CEBALLOS, L.; MCKEY, M.H.; MCKEY, D.; ANDARY, C. Rapid deployment of allelochemicals in exudates of germinating seeds of *Sesbania* (Fabaceae): roles of seed anatomy and histolocalization of polyphenolic compounds in anti-pathogen defense of seedlings. *Chemoecology*, v.8, p.141–151, 1998.
- CRUZ, E.D.; MARTINS, F.O.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermédia* Ducke), Leguminosae - Caesalpinioideae. *Revista Brasileira de Botânica*, v.24, n.2, p.161-165, 2001. <http://www.scielo.br/pdf/rbb/v24n2/a05v24n2.pdf>
- DEMASON, D.A. Embryo structure and storage reserve histochemistry in the palm, *Washingtonia filifera*. *American Journal of Botany*, v.75, n.3, p.330-337, 1988. <http://www.jstor.org/discover/10.2307/2443980?uid=3737664&uid=2129&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21100675622001>
- DRANSFIELD, J.N.W.; UHL, C.B.; ASMUSSEN, W.J.; BAKER, M.M.; LEWIS, H.; LEWIS, C.E. *Genera Palmarum: The evolution and classification of palms*. Royal Botanic Gardens, Kew. 2008. 732p.
- ESAÚ, K. *Anatomy of seed plants*. 2ed. New York. 1977. 350p.
- FELIPPI, M.; MAFFRA, C.R.B.; CANTARELLI, E.B.; ARAÚJO, M.M.; LONGHI, S.J. Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. *Ciência Florestal*, v.22, n.3, p.477-491, 2012. <http://dx.doi.org/10.5902/198050986616>
- GABE, M. *Techniques histologiques*. Masson & Cie, Paris, 1968.

GONÇALVES, J.F.C.; LIMA, R.B.S.; FERNANDES, A.V.; BORGES, E.E.L.; BUCKERIDGE, M.S. Physiological and biochemical characterization of the assai palm (*Euterpe oleraceae* Mart.) during seed germination and seedling growth under aerobic and anaerobic conditions. *Revista Árvore*. v.34, n.6, p.1045-1053, 2010. <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n6/a10v34n6.pdf>

HENDERSON, A.; GALLEANO, G.; BERNAL, R. *Field guide to the palms the Americas*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1995. 352p.

HENDERSON, A.; SCARIOT, A. A flórua da reserva Ducke, I: Palmae (Arecaceae). *Acta Amazonica*, Manaus, v.23, n.4, p.349-369. 1993. <http://acta.inpa.gov.br/fasciculos/23-4/PDF/v23n4a02.pdf>

JENSEN, W.A. *Botanical histochemistry: principles and practice*. San Francisco: W. H. Freeman, 1962. 408 p.

JOHANSEN, D.A. *Plant microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book, 1940. 523 p.

KAHN, F.; DE GRANVILLE, J. *Palms in forest ecosystems of Amazonia: Ecological Studies*, New York, n.95, 1997. 226p.

LEDO, A.S.; FILHO, S.M.; LEDO, F.J.S.; ARAÚJO, E.C. Efeito do tamanho da semente, do substrato e pré-tratamento na germinação de sementes de pupunha. *Revista Ciência Agronômica*, v.33, n.1, p.29-32, 2002. www.ccarevista.ufc.br/site/down.php?arq=06rca33-1.pdf

MACE, M.E.; HOWELL, C.R. Histological and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. *Canadian Journal of Botany*. v.52, p.2423-2426, 1974. <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/b74-314?journalCode=cjb1>

MARCOS-FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARTIN, A.C. The comparative internal morphology of seeds. *The american Midland naturalist, Indiana*. v.36, n.3, p.513-660. 1946.

MARTINS, C.C., NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A. Influência do peso das sementes de palmito – vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes) na porcentagem e na velocidade de germinação. *Revista Brasileira de Sementes*, v.22, n.1, p.47-53. 2000. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2000/v22n1/artigo08.pdf>

MELO, M.G.G.; MENDONÇA, M.S.; MENDES, A.M.S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântula de jatobá (*Hymenaea intermédia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae: caesalpinioideae). *Acta Amazonica*, Manaus, v.34, n.1, p.9-14, 2004. <http://www.scielo.br/pdf/aa/v34n1/v34n1a02.pdf>

MENDONÇA, M.S.; OLIVEIRA, A.B.; ARAÚJO, M.G.P.; ARAÚJO, L.M. Morfo-anatomia do fruto e semente de *Oenocarpus minor* Mart. (ARECACEAE). *Revista Brasileira de Sementes*, v.30, n.1, p.90-95, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n1/a12v30n1.pdf>

MIRANDA, I.P.A.; RABELO, A. *Guia das palmeiras de Porto Trombetas/PA*. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 2008. 365 p.

MOURA, R.C., LOPES, P.S.N., BRANDÃO JUNIOR, D.S., GOMES, J.G.; PEREIRA, M.B. Biometria de frutos e sementes de *Butia capitata* (Mart.) Beccari (Arecaceae), em vegetação natural no Norte de Minas Gerais, Brasil. *Biota Neotropica*. v.10, n.2, p.414-419, 2010a. <http://www.scielo.br/pdf/bn/v10n2/40.pdf>

MOURA, E.F.; VENTRELLA, M.C.; MOTOIKE, S.Y. Anatomy, histochemistry and ultrastructure of seed and somatic embryo of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae). *Scientia Agricola*. v.67, n.4, p.399-407, 2010b. <http://www.scielo.br/pdf/sa/v67n4/v67n4a04.pdf>

NAZÁRIO, P.; FERREIRA, S.A.N.; LIMA; BORGES, E.E.; GENOVESE-MARCOMINI, P.R.; MENDONÇA, M.S. Anatomical and histochemical aspects of the peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) seed. *Journal of Seed Science*, v.35, n.2, p.171-178, 2013. <http://www.scielo.br/pdf/jss/v35n2/05.pdf>

O'BRIEN, T.P.; MCCULLY, M.E. *The study of plant structure: principles and sectioned methods*. Melbourne: Termarcaphy PTY Ltd., 1981.

OLIVEIRA, A. B.; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A.M.E.; BRUNO, R.L.A. Emergência de plântulas de *Copernicia Hospita* Martius em função do tamanho da semente, do substrato e ambiente. *Revista Brasileira de Sementes*. v.31, n.1, p.281-287, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a31v31n1.pdf>

OLIVEIRA, A.B.; MENDONÇA, M.S.; ARAÚJO, M.G.P. Aspectos anatômicos do embrião e desenvolvimento inicial de *Oenocarpus minor* Mart.: uma palmeira da Amazônia. *Acta Botanica Brasílica*. v.24, n.1, p.20-24, 2010. <http://www.scielo.br/pdf/abb/v24n1/03.pdf>

OLIVEIRA, A.B.; CASSINO, M.F.; GURGEL, E.S.C.; SOUZA, M.A.D.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M.; MEIRA, R.M.S.A.; MENDONÇA, M.S. Morfoanatomia e histoquímica da semente de sororoca (*Phenakospermum guyannense* (Rich.) Endl. – Strelitziaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, v.34, n.2, p.280-287, 2012. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v34n2/13.pdf>

PANZA, V.; LÁINEZ, V.; MALDONADO, S. Seed structure and histochemistry in the palm *Euterpe edulis*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v.145, n.4, p.445-453, 2004. <http://www.aseanbiodiversity.info/Abstract/51010304.pdf>

REIS, S.B.; MERCADANTE-SIMÕES, M.O.; RIBEIRO, L.M. Pericarp development in the macaw palm *Acrocomia aculeata* (Arecaceae). *Rodriguésia*, v.63, n.3, p. 541-549, 2012. <http://www.scielo.br/pdf/rod/v63n3/a05v63n3.pdf>

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*, v.41, n.1, p.81-86, 2010. <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/download/.../410>

SANJINEZ-ARGANDOÑA, E.J.; CHUBA, C.A.M. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.33, n.3, p.1023-1028, 2011. <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33n3/v33n3a40.pdf>

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

SCHWARTZ, E.; FACHINELLO, J.C.; BARBIERI, R.L.; SILVA J.B. Avaliação de populações de *Butia capitata* de santa vitória do palmar. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, n.3, p.736-745, 2010. <http://www.scielo.br/pdf/rbf/2010nahead/aop09510.pdf>

SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. Valor nutricional e energético de espécies vegetais importantes na alimentação do tambaqui. *Acta Amazonica*, v.33, n.4, p.687-700. 2003. <http://www.scielo.br/pdf/aa/v33n4/v33n4a14.pdf>

SILVA, V.L.; MÔRO, F.V.; DAMIÃO FILHO, C.F.; MÔRO, J.R.; SILVA, B.M.S.; CHARLO, H. C.O. Morfologia e avaliação do crescimento inicial de plântulas de *Bactris gasipaes* Kunth. (Arecaceae) em diferentes substratos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28, n.3, p.477-480, 2006. <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v28n3/30.pdf>

TOMLINSON, P.B. Essays on the morphology of palms. I. germination and seedlings. *Principes*, v.4, n.2, p.56-61, 1960.

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

WERKER, E. *Seed anatomy*. Berlin: Stuttgart, Borntraeger, 1997. 424p.

Tabela 1. Características biométricas do pireno e da semente de *B. maraja*.

Características	Mínimo	Máximo	Média	σ	CV%
Comprimento do pireno (mm)	10,52	13,68	11,84	0,77	6,55
Largura do pireno (mm)	8,81	12,23	10,15	0,61	5,98
Espessura do pireno (mm)	6,53	8,71	7,61	0,51	6,66
Massa fresca do pireno (g)	0,44	0,94	0,61	0,10	15,99
Comprimento da semente (mm)	8,04	11,62	9,53	0,82	8,57
Largura da semente (mm)	7,28	10,81	8,63	0,64	7,46
Espessura da semente (mm)	4,77	7,48	6,01	0,53	8,86
Massa fresca da semente (g)	0,21	0,59	0,34	0,08	22,73

Tabela 2. Resultados de testes histoquímicos aplicados em sementes *B. maraja* para detecção das principais classes de metabólitos.

Metabólito	Teste	Resultado		
		Tegumento	Endosperma	Embrião
Amido	Lugol	-	-	-
Pectinas/Mucilagens	Vermelho de Rutênio	-	++	+
Proteínas Totais	Xilidine Ponceau	-	+	+
Lípídeos Totais	Vermelho Sudan III	-	+	+
Compostos Fenólicos Gerais	Cloreto de Ferro III	+	-	-
Tanino	Vanilina Clorídrica	+	-	-

-: reação negativa; +: reação positiva; ++: reação positiva na parede interna e protoplasma.

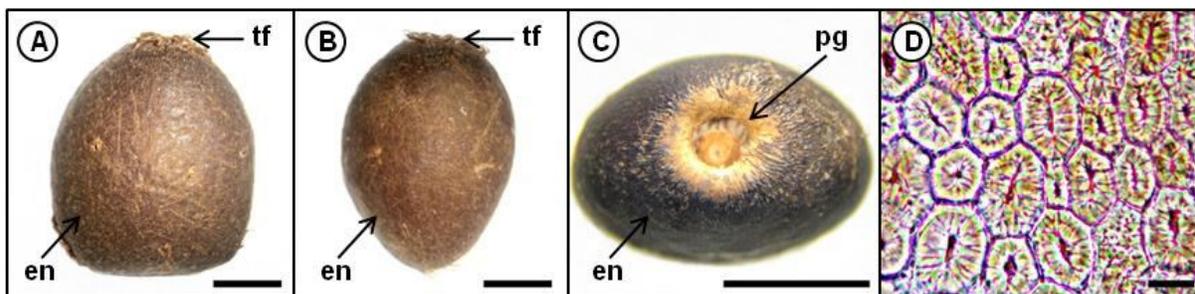


Figura 1. Pireno de *B. maraja*: A. Forma oval (barra: 5 mm). B. Forma elíptica (barra: 5 mm). C. Região do poro germinativo (barra: 5 mm). D. Células esclerificadas do endocarpo (barra: 20 μ m). en: endocarpo; pg: poro germinativo; tf: tufo de fibras.

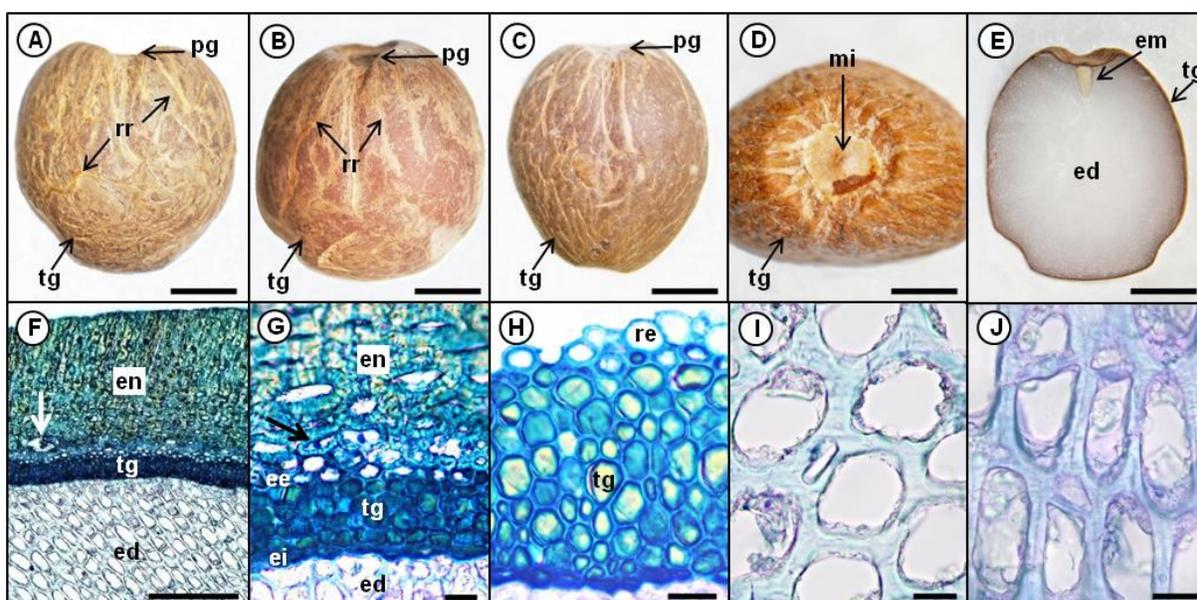


Figura 2. Semente de *B. maraja*: A. Forma cordiforme com três poros (barra: 2 mm). B. Forma oblonga com três poros (barra: 2 mm). C. Forma elíptica com dois poros (barra: 2 mm). D. Poro germinativo (micrópila) (barra: 1 mm). E. Semente em secção longitudinal (barra: 2 mm). F-J. Cortes anatômicos incluídos em metacrilato e corados com azul de toluidina. F-I. Secções transversais. J. Secção longitudinal. F. Aspecto geral do pireno (barra: 200 μ m). G. Detalhe dos envoltórios da semente (barra: 20 μ m). H. Detalhe do tegumento após extração da semente (barra: 20 μ m). I-J. Detalhe das células do endosperma (barra: 20 μ m). ed: endosperma; ee: epiderme externa; ei: epiderme interna; em: embrião; en: endocarpo; mi: micrópila; pg: poro germinativo; rd: região distal; rp: região proximal; rr: rafe ramificada; re: resquícios do endocarpo; tg: tegumento; seta branca: feixe vascular; seta preta: células pouco espessadas do endocarpo.

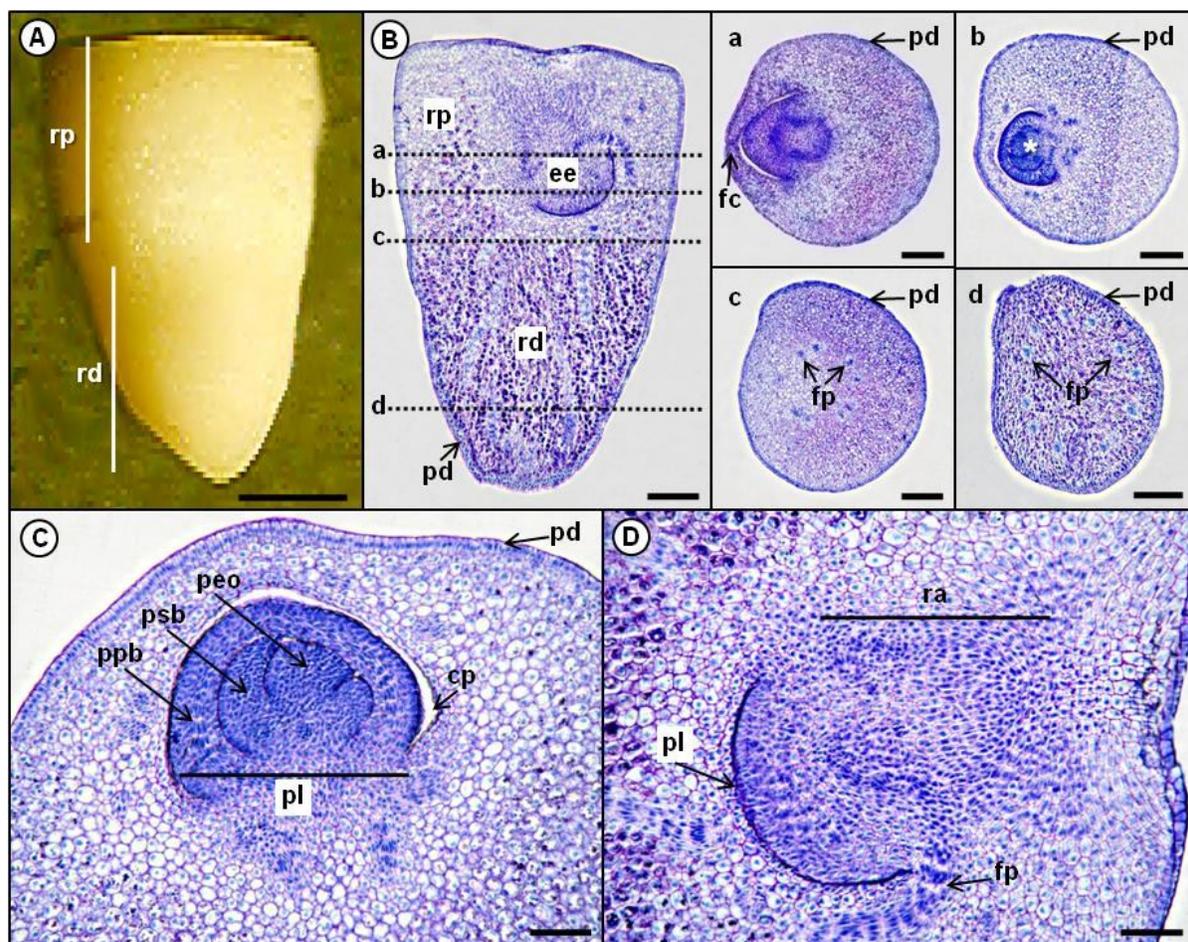


Figura 3. Embrião de *B. maraja*: A. Aspecto morfológico geral (barra: 3 mm). B-D. Cortes anatômicos incluídos em metacrilato e corados com azul de toluidina. B. Aspecto anatômico geral em secção longitudinal (barra 200 μ m). a-d. Secções transversais (barra 200 μ m). a. Região proximal na altura da fenda cotiledonar. b. Região proximal na altura da plúmula. c. Região mediana. d. Região distal. C. Detalhe da plúmula em secção transversal (meristema apical caulinar) (barra 100 μ m). D. Detalhe da radícula em secção longitudinal (meristema apical radicular) (barra 100 μ m). cp: cavidade plumular; ee: eixo embrionário; fc: fenda cotiledonar; fp: feixes procambiais; pd: protoderme; peo: primórdio do eofilo; ppb: primórdio da primeira bainha; psb: primórdio da segunda bainha; pl: plúmula; ra: radícula; rd: região distal; rp: região proximal; asterisco: plúmula.

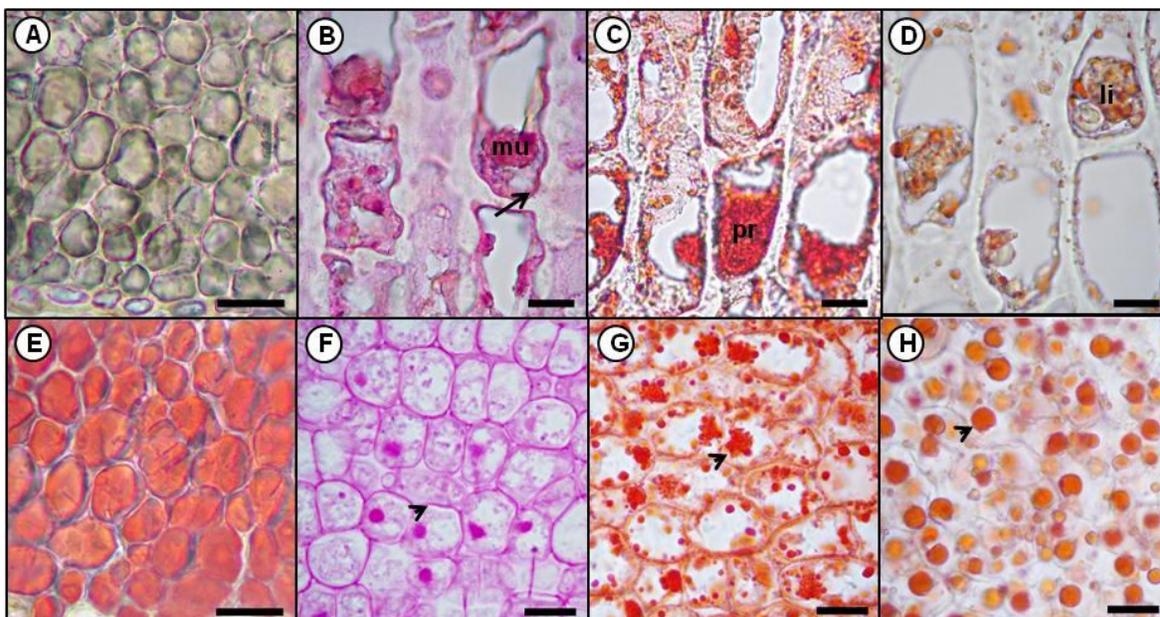


Figura 4. Semente e embrião de *B. maraja* submetidos a diferentes testes histoquímicos. A-H. barra: 20 μ m. A, E. Tegumento. B-D. Endosperma. F-H. Embrião. A. Cloreto de ferro III para compostos fenólicos gerais (reação positiva: coloração verde musgo). B, F. Vermelho de rutênio para pectinas e mucilagens (reação positiva: coloração rosa intenso). C, G. Xilidine ponceau para proteínas totais (reação positiva: coloração vermelha intenso). D, H. Vermelho de sudan III para lipídios totais (reação positiva: coloração castanho-alaranjada). E. Vanilina clorídrica para taninos (reação positiva: coloração vermelha). mu: mucilagens; li: lipídios; pr: proteínas; seta preta: coloração diferenciada da parede interna pectica. ponta de seta: parede pectica (F), corpos protéicos (G) e corpos lipídicos (H).

CAPÍTULO II

EFEITO DA TEMPERATURA, EXTRAÇÃO E EMBEBIÇÃO NA GERMINAÇÃO

DE SEMENTES *Bactris maraja* Mart. (ARECACEAE)

Elaborado de acordo com as normas da Revista *Árvore*

EFEITO DA TEMPERATURA, EXTRAÇÃO E EMBEBIÇÃO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Bactris maraja* Mart. (ARECACEAE)¹

Joelma Keith Rodrigues², Maria Sílvia de Mendonça³, Daniel Felipe de Oliveira Gentil⁴

RESUMO – *Bactris maraja* Mart. palmeira nativa da Amazônia, ocorre em solos arenosos tipicamente às margens de lagos e igarapés. Apresenta grande importância ecológica, podendo ser propagada por divisão de touceiras ou através de sementes. A propagação das palmeiras por meio de sementes, geralmente apresenta germinação lenta, irregular e em baixa porcentagem. Dessa forma, a pesquisa teve como objetivo estudar os efeitos de diferentes temperaturas, períodos de secagem do pireno e extração da semente, e períodos de embebição da semente na germinação. Foram realizados três experimentos: 1) Sementes foram submetidas a dois níveis de beneficiamento (não remoção e remoção do endocarpo) e seis diferentes temperaturas (20, 25, 30, 35, 40 e 26-40 °C); 2) Pirenos foram submetidos a 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 e 15 dias de secagem, onde para cada período foi feita a extração da semente; 3) Sementes foram submetidas a 0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias de embebição. As sementes submetidas à temperatura alternada de 26-40 °C apresentaram maior desempenho na germinação (acima de 60%), não diferindo entre os níveis de beneficiamento. A secagem dos pirenos facilitou a extração das sementes. Contudo, a secagem e extração das sementes reduziram a germinação e vigor. Assim, o beneficiamento não é recomendado. A embebição das sementes por dois dias favoreceu a porcentagem e a velocidade de germinação.

Palavras-chave: palmeira, pireno, beneficiamento, dormência.

¹ Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora.

² Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical/UFAM, 69077-000 - Manaus, AM, Brasil. E-mail: <joelmarodrigues2000@hotmail.com>.

Laboratório de Botânica Agroflorestal/FCA/UFAM, 69077-000 - Manaus, AM, Brasil. E-mail: <msilvia@ufam.edu.br>.

⁴ Setor de Olericultura/FCA/UFAM, 69077-000 – Manaus, AM, Brasil. E-mail: <dfgentil@ufam.edu.br>.

**EFFECT OF TEMPERATURE, EXTRACTION AND SOAKING IN THE SEED
GERMINATION OF *Bactris maraja* MART.**

ABSTRACT – *Bactris maraja* Mart. palm tree native to the Amazon, typically occurs in sandy shores of lakes and streams. Presents great ecological importance and can be propagated by division of clumps or by seed. The spread of palm trees by seeds usually show slow germination, irregular and low percentage. Thus, the research aimed to study the effects of different temperatures, drying times of pyrene and extraction of seeds and soaking periods seed germination. Three experiments were conducted: 1) seeds were subjected to two levels of processing (not removal and removal of endocarp) and six different temperatures (20, 25, 30, 35, 40 and 26-40 ° C), 2) Pyrenes underwent 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 and 15 days of drying, where each period was taken for the extraction of the seed, 3) seeds were subjected to 0, 1, 2, 3, 4 and 5 days imbibition. Seeds subjected to alternating temperatures of 26-40 ° C showed higher germination performance (above 60%), with no difference between the levels of processing. Drying of Pyrenes facilitated seed extraction. However, drying and extraction of seeds reduced germination and vigor. Thus, the processing is not recommended. The seed soaking for two days favored the germination percentage and speed.

Keywords: palm, pyrene, processing, dormancy.

1. INTRODUÇÃO

A Floresta amazônica compreende um rico acervo de frutíferas nativas, das quais muitas são conhecidas somente regionalmente. Neste contexto, inserem-se as palmeiras, que constituem uma família de grande importância socioeconômica, utilizadas nas regiões tropicais para diversas finalidades, tais como habitação, alimentação, ornamentação, medicina popular e artesanato (LORENZI et al., 2004; SILVA et al., 2009a).

Levando-se em conta a grande diversidade de espécies, é necessário propiciar o aproveitamento das palmeiras regionais, por meio da ampliação do conhecimento da diversidade, bem como o desenvolvimento de tecnologias para o manejo adequado e utilização do seu potencial (MIRANDA et al., 2001).

Apesar de algumas palmeiras serem passíveis à propagação vegetativa, a maior parte das espécies desse grupo é propagada por sementes que, geralmente, apresentam germinação lenta, irregular e em baixa porcentagem, muitas vezes devido a mecanismos de dormência impostos pela própria semente (PÉREZ, 2009; FERREIRA et al., 2010). Esses mecanismos de dormência têm sido atribuídos, em parte, aos envoltórios da semente, seja pela resistência mecânica, dada à rigidez do endocarpo lenhoso, seja pela impermeabilidade à água (OROZCO-SEGOVIA et al., 2003).

As sementes de palmeiras podem ser livres ou aderidas ao pericarpo (LORENZI et al., 2004). Quando aderidas, a extração das sementes é dificultada, pois o tegumento encontra-se adnato ao endocarpo.

A remoção do endocarpo e a embebição das sementes em água podem favorecer a porcentagem e a velocidade de germinação (FERREIRA e GENTIL, 2006), bem como a emergência de plântulas (NAZÁRIO e FERREIRA, 2010). Embora a maioria das palmeiras seja de origem tropical, cujas sementes germinam de forma natural em temperaturas elevadas, existem variações de temperaturas, exigidas por cada espécie, desde 24 até 35 °C, devido ao grande número de espécies e habitats (LORENZI et al., 2004; MEEROW, 2001).

Visto que condições específicas para que ocorra a germinação são requeridas por cada espécie, procedimentos que visem acelerar e uniformizar este processo têm sido estudados, com a finalidade de elucidar as condições ótimas de germinação, que forneçam informações importantes acerca da propagação das espécies.

A espécie *Bactris maraja* Mart., vulgarmente conhecida como marajá, é uma palmeira de hábito solitário ou cespitoso, com altura entre 4 e 7 m, cujos estipes medem cerca de 4 cm de diâmetro, sendo levemente anelados por cicatrizes e espinhosos nos entrenós. Os frutos, na

maturidade, apresentam formato obovóide, de coloração roxo-escuro, de polpa macia, adocicada e comestível. A planta, que apresenta ocorrência natural e frequente em toda a Amazônia, é típica de solos arenosos e encharcados das margens de lagos e igarapés dos sub-bosques de matas primárias e secundárias de florestas de terra firme e alagada (OLIVEIRA et al., 2006; MIRANDA e RABELO, 2008). Estudos básicos relacionados à germinação das sementes dessa espécie ainda são incipientes.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos de diferentes temperaturas, períodos de secagem do pireno e extração da semente, e períodos de embebição da semente na germinação de *B. maraja*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Setor de Olericultura da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e no Laboratório de Sementes da Coordenação de Pesquisas em Ciências Agrônomicas (CPCA) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em Manaus, Amazonas.

Os cachos contendo frutos maduros foram coletados de 25 plantas de ambiente de várzea, no Município do Careiro da Várzea, Amazonas. O material botânico foi coletado para identificação e confecção de exsicatas, que foram posteriormente incluídas no Herbário da Universidade Federal do Amazonas, com números de registro 9279, 9280 e 9281.

O estudo foi constituído por três experimentos, sendo dois instalados simultaneamente, utilizando material procedente da mesma coleta (maio/2012), e um instalado posteriormente, utilizando material proveniente de coleta subsequente (junho/2012). A extração dos pirenos foi feita manualmente, removendo-se o exocarpo por meio de maceração com rolo de madeira e o mesocarpo por meio de fricção em areia sobre peneira.

2.1. Experimento 1 – Consideraram-se dois níveis de beneficiamento: não remoção do endocarpo e remoção do endocarpo. Parte dos pirenos foi submetida à secagem por um dia sobre bancada de laboratório (temperatura média mínima de 27 °C e máxima de 30 °C), a fim de favorecer a liberação das sementes adnatas ao endocarpo. A extração das sementes foi feita mediante quebra do endocarpo utilizando alicate de pressão. Outra parte dos pirenos, após a limpeza, foi mantida em recipiente plástico, até a semeadura.

Em seguida, as sementes com e sem endocarpo foram acondicionadas, separadamente, em sacos plásticos contendo vermiculita granulometria média (1:1; v:v). O substrato foi umedecido com o volume (mL de água) correspondente a 60% da massa do substrato. Depois

de fechados, os sacos foram submetidos a seis diferentes temperaturas (20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C e 26-40 °C). A temperatura alternada (26-40 °C) foi regulada por temporizador durante 6 horas a 40 °C e 18 horas a 26 °C.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 níveis de beneficiamento x 6 temperaturas), com 4 repetições de 50 unidades cada.

2.2. Experimento 2 – Pirenos foram submetidos a 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13 e 15 dias de secagem sobre bancada de laboratório (temperatura média mínima de 27 °C e máxima de 30 °C). À exceção do tratamento zero dia, os pirenos tiveram o endocarpo removido após a secagem. A extração da semente foi feita conforme descrito no experimento anterior.

Para cada tratamento foi determinado o teor de água pelo método de estufa a 105 °C \pm 3 °C, por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando 4 repetições de 10 unidades cada. Durante a extração das sementes foram contabilizadas as sementes totalmente sem endocarpo aderido, sementes com endocarpo parcialmente aderido, sementes intactas (sementes fisicamente íntegras), sementes danificadas (sementes com dano mecânico no tegumento), sementes deterioradas e sementes geminadas.

A semeadura foi realizada em caixas plásticas (50 x 33 x 8 cm) contendo vermiculita granulometria média, a 2 cm de profundidade. As caixas foram mantidas em casa de vegetação coberta por agrofílm de 150 micra de espessura, com temperatura média mínima de 26 °C e máxima de 34 °C. O umedecimento do substrato foi realizado sempre que necessário.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 10 tratamentos com 4 repetições de 25 sementes cada.

2.3. Experimento 3 – Após a secagem dos pirenos por dois dias foi feita a extração das sementes conforme o procedimento descrito nos experimentos anteriores. Em seguida, as sementes foram imersas em água por 0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias, com substituição diária da água. Após os períodos de embebição, foi realizada a semeadura conforme descrito no Experimento 1. As sementes foram mantidas em estufa à temperatura alternada de 26-40 °C. Para cada tratamento foi determinado o teor de água, utilizando 4 repetições de 10 unidades, pelo método de estufa a 105 °C \pm 3 °C, por 24 horas (BRASIL, 2009).

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado com 6 tratamentos com 4 repetições de 25 sementes cada.

As avaliações dos experimentos foram realizadas a cada 15 dias. Nos testes em laboratório, o critério da germinação foi a formação do botão germinativo, enquanto que nos testes em viveiro foi a formação da primeira bainha. Posteriormente, foram calculados a

porcentagem de germinação ou emergência (BRASIL, 2009) e o índice de velocidade de germinação ou emergência (MAGUIRE, 1962). Ao final dos experimentos (8 meses) foi aplicado o teste de corte nas sementes remanescentes (BRASIL, 2009), computando-se a porcentagem de sementes dormentes (sementes com embriões firmes e de coloração branco-leitosa) e de sementes mortas (sementes com embriões deteriorados).

Foi aplicado o teste de normalidade (teste de Lilliefors) e de homogeneidade (teste de Cochran). Para efeito da análise de variância, os dados de porcentagem de germinação e de emergência foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ e os dados de porcentagem de sementes dormentes e de sementes mortas foram transformados em arco-seno $\sqrt{(x/100)}$. Nos resultados são apresentados os dados originais. A comparação entre médias do Experimento 1 foi feita pelo teste de Tukey a 1% e 5% de probabilidade. Os dados referentes aos períodos de secagem e aos períodos de embebição foram submetidos à análise de regressão. Foi utilizado o software estatístico ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2009).

3. RESULTADOS

Experimento 1. A interação entre os fatores (níveis de beneficiamento x temperaturas) foi significativa nas variáveis analisadas, com exceção do índice de velocidade de germinação, conforme mostra a Tabela 1.

Os resultados da germinação indicaram que, independentemente do nível de beneficiamento, a temperatura alternada de 26-40 °C demonstrou-se adequada para a condução do teste de germinação (TABELA 1). Na temperatura de 40 °C, o valor obtido pela semente com endocarpo, apesar de baixo, foi superior ao da semente sem endocarpo. As sementes submetidas às temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35 °C apresentaram resultados inferiores. A germinação foi nula nas sementes com endocarpo submetidas a estas temperaturas e, embora as sementes sem endocarpo tenham germinado nas temperaturas de 30 e 35 °C, as porcentagens foram baixas.

No índice de velocidade de germinação, diferenças significativas foram verificadas, somente entre os níveis de cada fator (TABELA 1). O maior valor para esta variável foi obtido pela semente sem endocarpo e pelas sementes submetidas à temperatura de 26-40 °C.

A maior porcentagem de sementes dormentes foi alcançada pela semente com endocarpo nas temperaturas de 20 e 25 °C, não diferindo entre si (TABELA 1). A semente com endocarpo apresentou valores superiores em todas as temperaturas constantes.

Em relação às sementes mortas, o maior percentual foi obtido pela semente sem endocarpo, sobretudo na temperatura de 40 °C (TABELA 1). A menor porcentagem foi obtida pela semente com endocarpo a 20 °C, não diferindo significativamente da semente com endocarpo a 25 °C.

Experimento 2. A secagem progressiva dos pirenos facilitou o desprendimento do endocarpo aderido ao tegumento das sementes e, conseqüentemente, facilitou a extração das mesmas (FIGURA 1). No primeiro dia de secagem, obteve-se o rendimento de apenas 29% de sementes completamente sem endocarpo, 71% de sementes com endocarpo parcialmente aderido, 54% de sementes intactas e 44% de sementes danificadas. A partir do segundo dia de secagem, o rendimento percentual aumentou acentuadamente, onde as sementes sem endocarpo e as sementes intactas apresentaram valores superiores a 70 e 60%, respectivamente. Por outro lado, a porcentagem de sementes com endocarpo parcialmente aderido e de sementes danificadas decresceu para menos de 30 e 40%, respectivamente. Até o final do processo, correspondente a 15 dias de secagem, houve a redução quase que total das sementes sem endocarpo aderido. As porcentagens de sementes deterioradas e geminadas foram praticamente constantes no período.

O teor de água das sementes reduziu rapidamente de 23,6% (inicial) para 7,8% (final) (FIGURA 2). A redução mais acentuada ocorreu até o terceiro dia de secagem, registrando-se 8,4% de teor de água perdido desde o início do processo. A partir desse período, a perda diária do conteúdo de água foi observada em aproximadamente menos de 1%.

A emergência de plântulas apresentou comportamento linearmente decrescente em função do período de secagem (FIGURA 2). A porcentagem inicial de 49%, a zero dia de secagem, decresceu para 37% no final do processo, aos 15 dias de secagem.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi variável ao longo do período de secagem, porém decrescente (FIGURA 2). O valor aumentou somente até o segundo dia de secagem, decrescendo a partir do terceiro dia, com pequena variação crescente com 13 dias, voltando a decrescer até os 15 dias de secagem.

As porcentagens de sementes dormentes, da mesma forma, apresentaram comportamento irregular, declinando com o aumento do período de secagem, sendo o maior percentual apresentado pelos pirenos não submetidos à secagem (FIGURA 2).

A porcentagem de sementes mortas aumentou em função do período de secagem (FIGURA 2). A taxa de mortalidade de 10% nas sementes não submetidas à secagem aumentou gradativamente até alcançar o maior valor de 38% nas sementes secas por 15 dias.

Experimento 3. O teor de água das sementes de *B. maraja* aumentou rapidamente de 13,9% nas sementes sem embebição para 31,0% nas sementes embebidas por cinco dias (FIGURA 3).

A porcentagem de germinação apresentou uma tendência quadrática em função do período de embebição das sementes. O valor inferior nas sementes não embebidas (74%) prosseguiu de forma crescente, até alcançar o valor máximo de 90% nas sementes embebidas por dois dias, decrescendo, em seguida, até atingir 81% ao final do processo (FIGURA 3).

As sementes remanescentes não foram afetadas pelos períodos de embebição. Contudo, a porcentagem de sementes dormentes prosseguiu constante ao longo do processo. Enquanto que, o percentual de sementes mortas foi elevado nas sementes sem embebição (19%), declinando no segundo dia de embebição, obtendo o menor valor (2%), elevando-se novamente no terceiro dia, com propensão constante até o quinto dia (FIGURA 3).

O índice de velocidade de germinação, inicialmente baixo nas sementes não embebidas, aumentou progressivamente até o período de dois dias de embebição, decrescendo a partir de três dias até o final do processo, aos cinco dias de embebição (FIGURA 3).

4. DISCUSSÃO

Experimento 1. Comumente, às sementes de palmeiras é atribuída dormência causada pela resistência mecânica ou impermeabilidade à água impostas, em parte, pelo endocarpo pétreo (OROZCO-SEGOVIA et al., 2003; FERREIRA e GENTIL, 2006). Na espécie *B. maraja*, apesar da presença do endocarpo não ter interferido a germinação, o uso de sementes livres do endocarpo acelerou o processo germinativo.

A remoção do endocarpo tem sido utilizada com a finalidade de acelerar e uniformizar a germinação e aprimorar o manejo de sementes e produção de mudas de algumas espécies de palmeiras, como *Hyphaene thebaica* Mart. (MOUSSA et al., 1998), *Astrocaryum aculeatum* Mey. (FERREIRA e GENTIL, 2006) e *Acrocomia aculeata* Lodd. ex Mart. (RUBIO NETO et al., 2012).

Temperaturas específicas são requeridas por cada espécie durante a germinação e a formação da plântula (SILVA e SILVA et al., 2006). A temperatura ideal, para que ocorra o processo germinativo, geralmente, está relacionada à faixa de temperatura típica do local de ocorrência da espécie, na época favorável à germinação das sementes e ao estabelecimento das plântulas (RAMOS e VARELA, 2003).

Algumas espécies de palmeiras obtêm resultados exitosos em temperaturas constantes, como 25 °C para *Rhapis excelsa* Henry (AGUIAR et al., 2005) e para *Copernicia prunifera* Moore (REIS et al., 2010), 30 °C para *Phoenix roebelenii* O'Brien (IOSSI et al., 2003) e para *Oenocarpus minor* Mart. (SILVA e SILVA et al., 2006) e 35 °C para *Thrinax parviflora* Swartz (PIVETTA et al., 2005a). Outras espécies podem apresentar resultados superiores em temperaturas alternadas como 20-30 °C para *Phoenix canariensis* Chabaud (PIMENTA et al., 2010) e 25-30 °C para *Dypsis decaryi* Beentje & J.Dransf. (LUZ et al., 2008a). Há espécies que tanto temperaturas constantes quanto alternadas podem ser benéficas, como *Euterpe oleraceae* Mart., cuja germinação e vigor foram positivamente influenciados sob as temperaturas de 20-30 °C, 30 e 35 °C (GAMA et al., 2010). Baixa temperatura também parece ser um fator limitante para outras espécies de palmeiras, cuja germinação foi afetada ou completamente inibida, como *Archontophoenix cunninghamii* Wendl. & Drude (PIVETTA et al., 2008) a 15 e 20 °C e *Syagrus romanzoffiana* Glass. a 20 °C (PIVETTA et al., 2005b).

As sementes de *B. maraja* apresentaram melhor desempenho sob temperatura alternada (26-40 °C). Segundo Marcos Filho (2005), em geral, espécies não domesticadas e que, cujas sementes apresentam dormência, requerem para a germinação, alternância de temperatura, típico do habitat natural, uma vez que, essa variação promove a alteração no balanço hormonal.

O maior percentual de sementes dormentes apresentado nas temperaturas de 20 e 25 °C demonstrou que, tais temperaturas podem ser adequadas ao armazenamento. Ademais, a presença do endocarpo desempenha proteção adicional à conservação da viabilidade das sementes, visto pela maior porcentagem de sementes dormentes e pela menor porcentagem de sementes mortas obtidas pelas sementes com endocarpo. Embora a semente sem endocarpo tenha apresentado maior mortalidade, isto pode ter sido também em função do procedimento de extração, considerando que, para a remoção do endocarpo, os pirenos foram submetidos a apenas um dia de secagem, o que possivelmente ocasionou injúrias aparentes e latentes.

Experimento 2. A remoção do endocarpo e extração das sementes de *B. maraja* favorecida pela secagem progressiva dos pirenos, condiz com trabalhos referentes a outras espécies de palmeiras, como *Astrocaryum aculeatum* (FERREIRA e GENTIL, 2006) e *Acrocomia aculeata* (RUBIO NETO et al., 2012), em que a liberação das sementes foi facilitada após prévia secagem dos pirenos. Contudo, a remoção do endocarpo rígido das sementes de palmeiras sempre oferece riscos à integridade física das mesmas, podendo acarretar danos tanto ao tegumento, como ao endosperma e ao embrião (FERREIRA e GENTIL, 2006). Tal procedimento foi prejudicial às sementes de *Maximiliana regia* Mart.,

optando-se por não remover o endocarpo da semente (MARTINS et al., 1996). Em *Astrocaryum aculeatum*, mesmo depois de 30 dias de secagem dos pirenos, com redução de 31,1% do teor de água inicial, houve perda de aproximadamente 30% das sementes, após a quebra do endocarpo (NAZÁRIO e FERREIRA, 2010). A íntima ligação do endocarpo ao tegumento, como visto em *Leopoldinia pulchra* Mart. e *Astrocaryum acaule* Mart. por Araújo (2005), pode estar associada à dificuldade na extração da semente do endocarpo. Rubio Neto et al. (2012) considera que o processo de extração da semente de palmeiras deve ser otimizado para cada espécie. Dessa forma, devem ser consideradas a rigidez do endocarpo, o tamanho e o teor de água da semente, bem como o instrumento utilizado.

O teor de água inicial das sementes de *B. maraja* de 25,2% foi próximo ao apresentado por outras espécies de palmeiras, como *Astrocaryum aculeatum* (NAZÁRIO e FERREIRA, 2010) e *Acrocomia aculeata* (RUBIO NETO et al., 2012), em torno de 29%. Por outro lado, foi inferior quando comparado às espécies *B. gasipaes* Kunth (BOVI et al., 2004) e *Euterpe oleraceae* (NASCIMENTO e SILVA, 2005), cujo teor de água inicial foi de 47% para ambas. Segundo Martins et al. (1999), o valor do teor de água inicial de sementes, fisiologicamente maduras, pode ser atribuído, em parte, ao material genético, bem como aos dias decorridos após a colheita dos frutos até o início do experimento.

O baixo teor de água inicial (25,2%) e final (8,5%), alcançado ao final da secagem por 15 dias, indicou que as sementes não apresentam comportamento recalcitrante. Porém, são necessários testes específicos de tolerância à dessecação, armazenamento e viabilidade.

Na avaliação da emergência, tanto o método de secagem quanto o teor de água perdido ao longo do processo de dessecação das sementes devem ser levados em consideração, com o intuito de esclarecer o comportamento fisiológico das mesmas (RUBIO NETO et al., 2012). Alguns estudos têm sido feitos para verificar os efeitos da secagem sobre a redução do teor de água, viabilidade e vigor de sementes de espécies de palmeiras. Bovi et al. (2004) verificaram em *Bactris gasipaes*, que a secagem das sementes até oito dias reduziu o teor de água e influenciou significativamente a viabilidade e o vigor. Estes resultados confirmaram os obtidos por Ferreira e Santos (1992) quando analisaram, em condições de ambiente, a secagem das sementes da mesma espécie, durante 15 dias.

A secagem por um dia e extração das sementes aumentou o índice de velocidade de emergência. Porém, neste período, os danos mecânicos causados na semente foram acentuados. Com dois dias de secagem estes danos foram reduzidos, porém, a emergência igualmente decresceu. A partir disso, houve o decréscimo na velocidade de emergência até o final do processo. Ademais, observou-se pouca variação, em termos de valores absolutos, do

percentual de emergência dos pirenos não submetidos à secagem e extração em relação aos pirenos submetidos ao beneficiamento. Sendo assim, não há a necessidade de remoção do endocarpo, corroborando o que foi verificado por Ledo et al. (2002) em *B. gasipaes*, onde a remoção do endocarpo não diferiu da testemunha (sementes com endocarpo).

Em algumas espécies de palmeiras como *Astrocaryum aculeatum*, a remoção do endocarpo foi benéfica, aumentando e acelerando a germinação (FERREIRA e GENTIL, 2006). Semelhantemente, em *Acrocomia aculeata*, a secagem do fruto até seis dias favoreceu a remoção das sementes, sem a perda da viabilidade embrionária ou a redução significativa do teor de água das sementes, havendo decréscimo nessas variáveis somente a partir de 12 dias (RUBIO NETO et al., 2012).

Experimento 3. A embebição das sementes de *B. maraja* ocorreu de maneira expressiva, visto pelo acréscimo de 17,2% do teor de água no período de cinco dias. A ausência do endocarpo pode acelerar a embebição das sementes, como foi observado em *Astrocaryum aculeatum* por Ferreira e Gentil (2006), cujo período de embebição (15 dias), correspondente à metade do período de secagem (30 dias), foi suficiente para que o teor de água perdido pelas sementes durante a secagem fosse proporcionalmente recuperado. Contudo, em *B. maraja*, a embebição dos pirenos pode não ser impedida pelo endocarpo, uma vez que a presença do mesmo não interferiu na perda de umidade, conforme visto no Experimento 2.

A absorção de água por embebição da semente pode influenciar diretamente a germinação, seja promovendo, seja inibindo o processo. De acordo com Marcos Filho (2005), a reidratação dos tecidos desencadeia uma série de atividades metabólicas que resultam na retomada do crescimento do eixo-embrionário. Em sementes de *B. maraja* a embebição por dois dias foi favorável à germinação, constatado pelos valores de porcentagem de germinação e de índice de velocidade de germinação.

O autor supracitado ressalta que o excesso de umidade, em geral, causa decréscimo na germinação, uma vez que impede a penetração do oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante. Esta propriedade pode ser conferida observando-se o comportamento fisiológico das sementes de *B. maraja*, onde a germinação das sementes foi crescente até a embebição apresentar tendência à estabilização, decrescendo a partir de então.

Estudos realizados com espécies de palmeiras registram os efeitos benéficos da embebição das sementes sobre a germinação, levando em conta que períodos distintos desse processo são requeridos para cada espécie. Em *Astrocaryum aculeatum*, a remoção do endocarpo e a embebição das sementes até nove dias aceleram e aumentam a germinação, mas

até 15 dias a germinação decresce e torna-se lenta (FERREIRA e GENTIL, 2006). Nazário e Ferreira (2010), também estudando sementes de *A. aculeatum*, verificaram resultados superiores para todas as variáveis nas sementes embebidas, independente da temperatura e do período de embebição. A embebição foi eficiente por um a dois dias para *Syagrus coronata* Becc. (CARVALHO et al., 2005) e *Copernicia alba* Morong (FAVA et al., 2011), e por 12 dias para *Copernicia prunifera* (SILVA et al., 2009b). Luz et al. (2008b), avaliando tratamentos pré-germinativos em sementes de *Rhapis excelsa* verificaram que a imersão em água a 100 °C por 1, 2 e 4 minutos inibiu totalmente a germinação, indicando que a escarificação térmica em temperatura elevada pode ter prejudicado a estrutura do embrião.

Ledo et al. (2002) não encontraram diferença significativa entre os pré-tratamentos (pireno, imersão em água e remoção do endocarpo) aplicados em sementes de *Bactris gasipaes*, tanto para a porcentagem como para o índice de velocidade de germinação. Tais autores sugerem que outros fatores podem estar relacionados à germinação tardia e desuniforme. Ferreira e Gentil (2006) também afirmam que a germinação irregular e a porcentagem de sementes dormentes de *Astrocaryum aculeatum*, ao final do experimento, indicaram que outros fatores também limitam a capacidade germinativa das sementes.

Para algumas espécies, a imersão das sementes em água pode ser prejudicial, não sendo recomendada. Em sementes de *Archontophoenix cunninghamii*, a aplicação deste pré-tratamento não beneficiou a porcentagem e velocidade de germinação, visto que os resultados foram inversamente proporcionais ao tempo de embebição (LUZ et al., 2011). Da mesma forma em *Acrocomia aculeata*, apesar de não haver diferença significativa, os resultados entre as médias dos tratamentos mostraram uma tendência decrescente para as mesmas variáveis avaliadas em função do aumento do período de embebição das sementes (RUBIO NETO et al., 2012).

Nos três experimentos, a germinação de *B. maraja* comportou-se de forma lenta e irregular, com discrepância de valores, influenciando, assim, nas médias resultantes. Segundo Martins et al. (1996), fatores como variabilidade genética do material, por se tratar de uma espécie selvagem, podem justificar a ausência de diferenças estatísticas significativas entre as médias dos tratamentos, por vezes bastante contrastantes.

Apesar da remoção do endocarpo ter acelerado o processo germinativo, não houve interferência relevante do endocarpo na germinação. Foi, ainda, observado que o endocarpo não apresenta impermeabilidade, visto que perdeu umidade rapidamente durante a secagem, indicando que o pireno pode ser submetido à embebição. De modo geral, devido à germinação

ter sido demorada mesmo com a embebição das sementes, sugere-se que a dormência das sementes de *B. maraja* pode também estar relacionada a outros fatores ainda desconhecidos.

5. CONCLUSÃO

A temperatura alternada de 26-40 °C, independentemente do nível de beneficiamento, promoveu os melhores resultados de germinação.

A secagem progressiva do pireno aumentou e facilitou a extração da semente. No entanto, a remoção do endocarpo não foi favoreceu a germinação.

A embebição das sementes até dois dias foi benéfica à germinação.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. F. et al. Germinação de sementes de *Rhapis excelsa* (Thunb.) Henry ex. Rehder: efeitos da temperatura, luz e substrato. **Hoehnea**, v.32, n.1, p.119-126. 2005.
- ARAÚJO, M. G. P. **Morfo-anatomia e desenvolvimento dos frutos e sementes de três espécies da subfamília Arecoideae (Arecaceae)**. 2005. 189f. Tese (Doutorado em Botânica). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa da Agropecuária. 2009, 399p.
- BOVI, M. L. A.; MARTINS, C. C.; SPIERING, S. H. Desidratação de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n.1, p.109-112, 2004.
- CARVALHO, N. O. S., PELACANI, C. R., RODRIGUES, M. O. S., CREPALDI, I. C. 2005. Uso de substâncias reguladoras e não-específicas na germinação de sementes de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc). **Sitientibus**, v.5, n.1, p.28-32, 2005.
- FAVA, C. L. F.; FIGUEIREDO e ALBUQUERQUE M. C. Emergência de plântulas de *Copernicia alba* (Morong ex Morong e Britton) em função da escarificação mecânica e imersão de sementes em água corrente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v.17, n.2, p.127-132, 2011.
- 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.; CASTRO, A. F.; GENTIL, D. F. O. Emergência de plântulas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em função do pré-tratamento das sementes e da condição de semeadura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.1189-1195, 2010.
- 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.
- GAMA, J. S. N. et al. Temperaturas e substratos para germinação e vigor de sementes de *Euterpe oleraceae* Mart. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.4, p.664-670, 2010.
- IOSSI, E. et al. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phenix roebelenii* O'Brien). **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, p.63-69, 2003.
- LEDO, A. da S. et al. Efeito do tamanho da semente, do substrato e pré-tratamento na germinação de sementes de pupunha. **Revista Ciência Agronômica**, v.33, n.1, p.29-32, 2002.
- LORENZI, H. et al. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Plantarum, 2004, 272p.

- LUZ, P. B. da et al. Germinação de sementes de *Dypsis decaryi* (Jum.) Beentje & J. Dransf. (Arecaceae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1461-1466, 2008a.
- LUZ, P. B. da et al. Germinação de sementes de palmeira-ráfia: efeito de tratamentos pré-germinativos. **Revista Árvore**, v.32, n.5, p.793-798, 2008b.
- LUZ, P. et al. Germinação de sementes de palmeira-real-australiana (*Archontophoenix cunninghamii*) sob efeito da imersão em água. **Revista Agrarian**, v.4, n.11, p.27-32, 2011.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq. Biblioteca de Ciências Agrárias, v. 12, 2005, 495p.
- MARTINS, C. C.; SILVA, W. R.; BOVI, M. L. A. Tratamentos pré-germinativos de sementes da palmeira inajá. **Bragantia**, v.55, n.1, p.123-128, 1996.
- MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Tolerância à dessecação de sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.3, p.125-132, 1999.
- MEEROW, A. W. **Palm seed germination**. Florida: Cooperative Extension Service, 10 p. (Bulletin, 274). 2001. Disponível em: <<http://ftld.ufl.edu/PALSeed.htm>>. Acesso em: 23 fev, 2006.
- 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.
- MIRANDA, I. P. de A.; RABELO, A. **Guia das palmeiras de Porto Trombetas/PA**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2008, 365p.
- MOUSSA, H. et al. Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semi-arid zone of Niger, West Africa. **Forest Ecology and Management**, 104: 27-41. 1998.
- NASCIMENTO, W. M. O.; SILVA, W. R. Comportamento fisiológico de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) submetidas à desidratação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 349-351, 2005.
- NAZÁRIO, P.; FERREIRA, S. A. N. Emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* G. May. em função da temperatura e do período de embebição das sementes. **Acta Amazonica**, v.40, n.1, p.165-170, 2010.
- OLIVEIRA, J.; POTIGUARA, R. C. V.; LOBATO, L. C. B. Fibras vegetais utilizadas na pesca artesanal na microrregião do Salgado, Pará. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, v.1, n.2, p.113-127, 2006.

- OROZCO-SEGOVIA, A.; BATIS, A.I.; ROJAS-ARÉCHIGA, M.; MENDOZA, A. Seed biology of palms: a review. **Palms**, v.47, n.2, p.79-94, 2003.
- PÉREZ, H. E. Promoting Germination in Ornamental Palm Seeds through Dormancy Alleviation. **Hort Technology**, v.19, n.4, 2009.
- PIMENTA, R. S. et al. Efeito da maturação e temperatura na germinação de sementes de *Phoenix canariensis* hort. Ex Chabaud – ARECACEAE. **Revista Árvore**, v.34, n.1, p.31-38, 2010.
- PIVETTA, K. F. L. et al. Efeito da temperatura e do armazenamento na germinação de sementes de *Thrinax parviflora* Swartz. (Arecaceae). **Científica**, v.33, n.2, p.178-184, 2005a.
- PIVETTA, K. F. L. et al. Effects of temperature on seed germination of Queen Palm *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman. (Arecaceae). **Acta Horticulturae**, v.683, p.379-381, 2005b.
- PIVETTA, K. F. L. et al. Tamanho do diásporo, substrato e temperatura na germinação de sementes de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.08, n.1, p.126-134, 2008.
- RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P. Efeito da temperatura e do substrato sobre a germinação de sementes de visgueiro do igapó (*Parkia discolor* Benth) LEGUMINOSAE, MIMOSOIDEAE. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 39, p.135-143, 2003.
- REIS, R. de G. E. et al. Biometria e efeito da temperatura e tamanho das sementes na protrusão do pecíolo cotiledonar de carnaúba. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.1, p.81-86, 2010.
- RUBIO NETO, A. et al. Effect of drying and soaking fruits and seeds on germination of macaw palm (*Acrocomia aculeata* [Jacq.] Loddiges ex MART.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, n. 2, p. 179-185, 2012.
- SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In:WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SILVA, R. A. M.; MOTA, M. G. C.; FARIAS NETO, J. T. Emergência e crescimento de plântulas de bacabi (*Oenocarpus mapora* Karsten) e bacaba (*Oenocarpus distichus* Mart.) e estimativas de parâmetros genéticos. **Acta Amazonica**, v.39, n.3, p.601-608, 2009a.
- SILVA, F. D. B.; FILHO, S. M.; BEZERRA, A. M. E.; FREITAS, J. B. S.; ASSUNÇÃO, M. V. Pré-embebição e profundidade de semente na emergência de *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.2, p.272-278, 2009b.
- SILVA e SILVA, B. M. da. et. al. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Oenocarpus minor* Mart. (ARECACEAE). **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.28, n.2, p.289-292, 2006.

Tabela 1. Médias da germinação (G), do índice de velocidade de germinação (IVG), de sementes dormentes (SD) e de sementes mortas (SM) de *B. maraja* em função dos níveis de beneficiamento e das temperaturas.

Table 1. Germination averages (G), the germination speed index (GSI) of dormant seeds (DS) and dead seeds (DS) of *B. maraja* according to the levels of processing and temperatures.

	Nível de Beneficiamento	Temperatura (°C)						Média
		20	25	30	35	40	26-40	
G (%)	Com endocarpo	0aC	0aC	0bC	0bC	11aB	71aA	
	Sem endocarpo	0aD	0aD	2aCD	3aBC	5bB	64aA	
CV (%)		13,24						
IVG	Com endocarpo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,284	0,051b*
	Sem endocarpo	0,000	0,000	0,012	0,017	0,028	0,298	0,059a*
Média		0,000c	0,000c	0,006bc	0,008bc	0,026b	0,291a	
CV (%)		24,52						
SD (%)	Com endocarpo	100aA	99aAB	96aBC	93aCD	84aD	20aE	
	Sem endocarpo	75bA	78bA	64bAB	71bAB	53bB	19aC	
CV (%)		8,6						
SM (%)	Com endocarpo	0bC	1bBC	5bAB	8bA	6bAB	10aA	
	Sem endocarpo	26aAB	23aB	35aAB	27aAB	43aA	18aB	
CV (%)		24,96						

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. Letras seguidas de * diferem entre si a 5% de probabilidade.

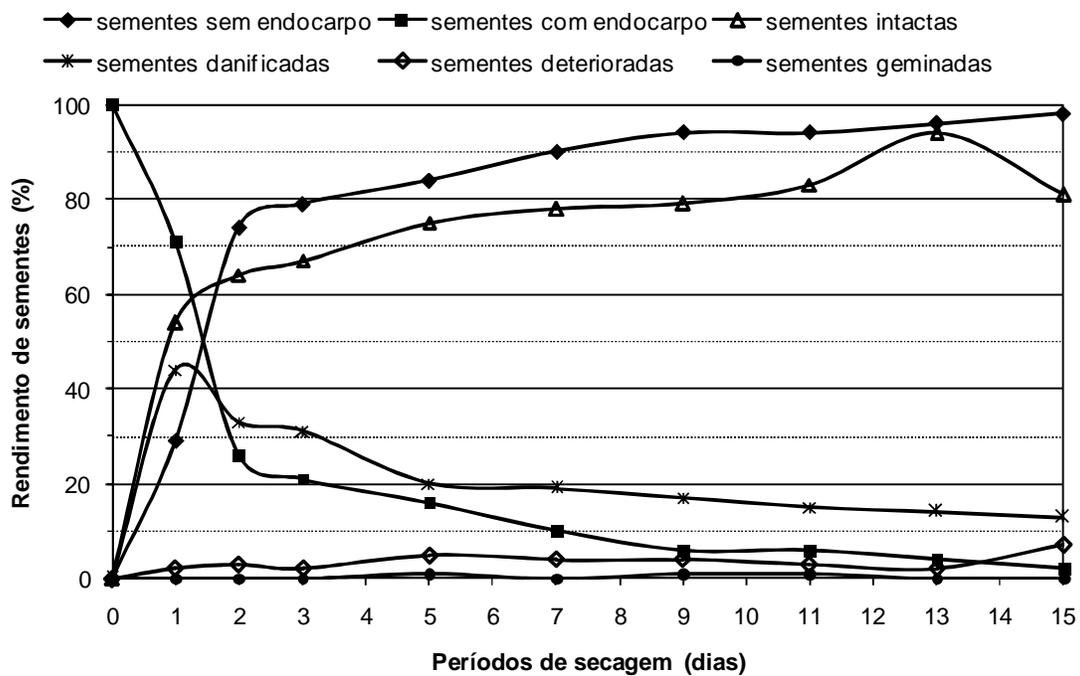


Figura 1. Rendimento das sementes de *B. maraja*, após a remoção do endocarpo, em função do período de secagem dos pirenos.

Figure 1. Seed yield of *B. maraja*, after removal of the endocarp, depending on the drying time of pyrenes.

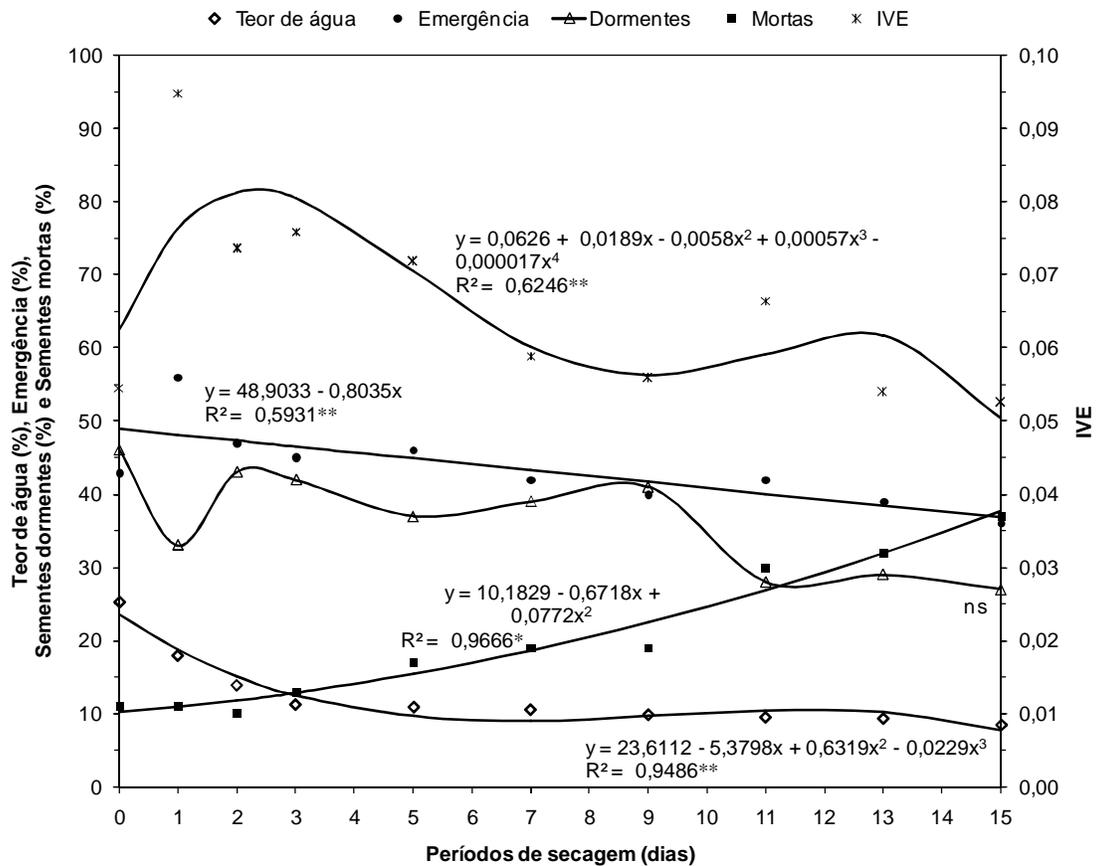


Figura 2. Teor de água, emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), sementes dormentes e sementes mortas referentes a sementes de *B. maraja* submetidas a diferentes períodos de secagem. ns: não significativo; ** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Figure 2. Water content, emergence, speed of emergence index (SEI), dormant seeds and dead seeds related to seed *B. maraja* submitted to different drying periods. ns: not significant, ** and *: significant at 1% and 5% probability, respectively.

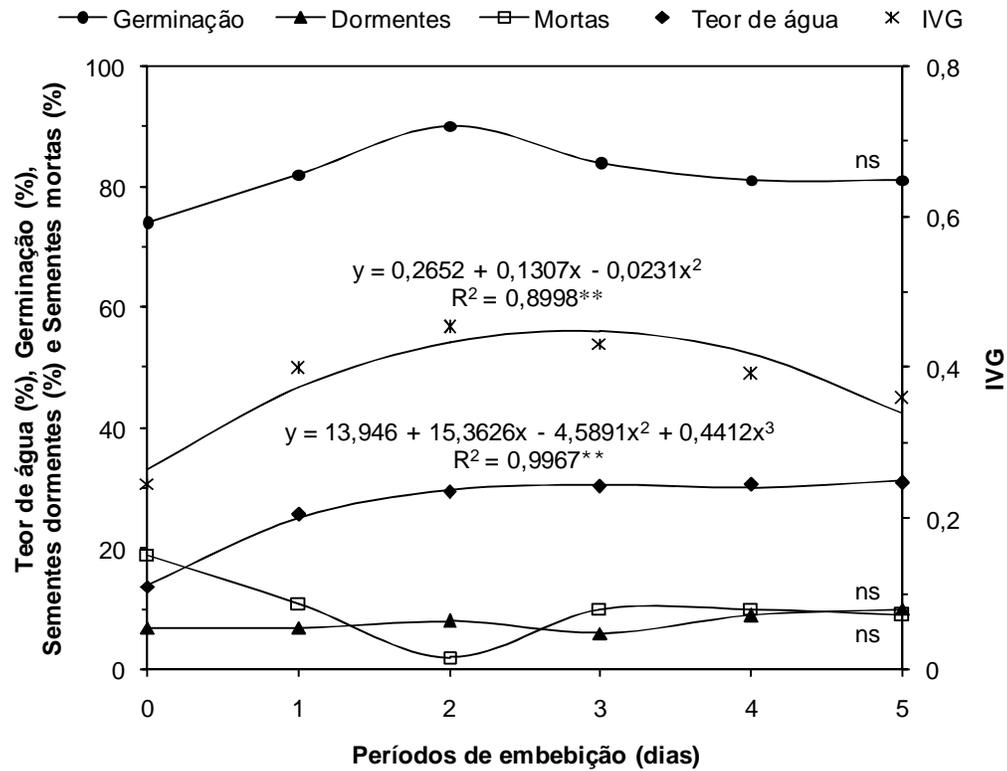


Figura 3. Teor de água, germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), sementes dormentes e sementes mortas referentes a sementes de *B. maraja* submetidas a diferentes períodos de embebição. ns: não significativo; **: significativo a 1% de probabilidade.

Figure 3. Water content, germination, germination speed index (GSI), dormant seeds and dead seeds related to seed *B. maraja* submitted to different periods of soaking. ns: not significant, **: significant at 1% probability.

CAPÍTULO III
**PROCESSO GERMINATIVO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS
DE *Bactris maraja* Mart. (ARECACEAE): CONSIDERAÇÕES
MORFOANATÔMICAS**

Elaborado de acordo com as normas da Revista Acta Botanica Brasilica

**Processo germinativo e desenvolvimento inicial de plântulas de *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae):
considerações morfoanatômicas ¹**

Joelma Keith Rodrigues^{2, 5}; Maria Sílvia de Mendonça³; Daniel Felipe de Oliveira Gentil⁴

RESUMO – (Processo germinativo e desenvolvimento inicial de plântulas de *Bactris maraja* Mart). *Bactris maraja* Mart. é uma palmeira frequente na Amazônia, ocorre às margens de cursos d'água, predominantemente em florestas de terra firme. Os frutos comestíveis são um recurso alimentar da fauna silvestre e povos amazônicos. Foi feita a caracterização morfológica do desenvolvimento germinativo e plantular, bem como a caracterização anatômica da plântula. O desenvolvimento plantular foi avaliado semanalmente, através de coletas amostrais das diferentes fases. O estudo anatômico foi realizado conforme técnicas usuais de microscopia de luz. A germinação das sementes é do tipo adjacente ligulada, criptocotiledonar e hipógea. Iniciou aos 152 dias após a sementeira, com a emergência do pecíolo cotiledonar e formação do botão germinativo aos 160 dias. A primeira bainha (193 dias) antecede a radícula (197 dias). A emergência acima do substrato deu-se com a formação da segunda bainha aos 219 dias. A completa expansão do eofilo ocorreu aos 250 dias, apresentando limbo bífido de coloração verde e margem espinulosa. O desenvolvimento plantular encerrou-se com o esgotamento das reservas do haustório aos 273 dias. O eofilo apresenta estômatos tetracíticos, tricomas tectores multicelulares, uni e multisseriados e feixes vasculares colaterais. A raiz possui epiderme espessa, coberta por fina cutícula, córtex esclerenquimático e parenquimático, endoderme conspícua, cilindro vascular com protoxilema poliarca e oco com medula esclerenquimática.

Palavras-chave: morfologia, anatomia, palmeira, Arecaceae, *Bactris*.

¹ Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora.

² Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical/UFAM, 69077-000 – Manaus, AM, Brasil.

³ Laboratório de Botânica Agroflorestal/FCA/UFAM, 69077-000 – Manaus, AM, Brasil.

⁴ Setor de Olericultura/FCA/UFAM, 69077-000 – Manaus, AM, Brasil.

⁵ Autor para correspondência: joelmarodrigues2000@hotmail.com

Germination and initial seedling *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae): morphological and anatomical considerations

ABSTRACT – (Germination and initial seedling *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae): morphological and anatomical considerations). *Bactris maraja* Mart. is a palm tree in the Amazon often takes place on the banks of watercourses, predominantly in upland forests. The edible fruits are a food resource of wildlife and Amazonian peoples. Was characterized germination and plantular morphological development as well as anatomical characterization of seedling. The development plantular was weekly through different phases of sample collection. The anatomical study was performed according to usual techniques of light microscopy. Seed germination is the adjacent ligular, cryptocotylar and hypogeal. Started at 152 days after sowing, with the emergence of the cotyledon petiole and bud formation germination to 160 days. The first sheath (193 days) before the radicle (197 days). The rise above the substrate took place with the formation of the second sheath 219 days. The complete expansion of eophyll occurred at 250 days, with bifid blade of green and margin spinulose. The development plantular ended with the depletion of the haustorium to 273 days. The eophyll presents tetracytical stomata, trichomes multicellular and multiseriate uni and collateral vascular bundles. The root has thick skin, covered by a thin cuticle, cortex and sclerenchymatous parenchymatous endoderm conspicuous vascular cylinder with protoxylem polyarc and hollow pith sclerenchymatic.

Keywords: morphology, anatomy, palm, Arecaceae, *Bactris*.

Introdução

As palmeiras, denominação vernácula das espécies pertencentes à família Arecaceae, constituem um dos componentes mais característicos da paisagem tropical (Silva & Potiguara 2009). Representam importante grupo de plantas para a região amazônica em razão da diversidade de usos, da importância sociocultural e do grande número de espécies nativas (Queiroz & Bianco 2009). São comumente mencionadas como “espécie chave”, devido o fornecimento de alimento para a fauna em diversos períodos do ano, dado a pouca sincronia da frutificação dentre as espécies (Galetti & Aleixo 1998).

A utilização da matéria-prima oriunda das palmeiras por meio de manejo sustentável pode constituir fonte de emprego e renda, principalmente para os habitantes das comunidades ribeirinhas da Amazônia; contudo, pouco se conhece sobre os ciclos biológicos e do desenvolvimento plantular dessas espécies (Queiroz & Bianco 2009). A elaboração de estudos básicos e aplicados pode proporcionar o aproveitamento do potencial econômico das palmeiras regionais para ampliação do conhecimento de sua diversidade, ocupação no ecossistema, evolução e adaptação, além do desenvolvimento de tecnologias adequadas para o manejo e utilização de seu potencial (Silva *et al.* 2006).

Embora as cinco subfamílias, Coryphoideae, Calamoideae, Ceroxyloideae, Arecoideae e Phytelephantoidea, estejam representadas na Amazônia, Arecoideae apresenta a maior biodiversidade encontrada na região, com 28 gêneros, sendo os mais diversificados, os gêneros *Astrocaryum* G.Mey., *Bactris* Jacq. ex Scop., *Geonoma* Will. e *Oenocarpus* Mart. (Kahn & De Granville 1997). O gênero *Bactris* contém 64 espécies distribuídas através dos trópicos americanos e, apesar de ser um dos maiores gêneros, é ainda pouco conhecido taxonomicamente. Dentro deste gênero há pelo menos quatro espécies mais complexas e de difícil identificação (*B. hirta* Mart., *B. simplicifrons* Mart., *B. major* Jacq. e *B. maraja* Mart.), segundo Henderson *et al.* (1995).

Bactris maraja Mart. (marajá) é uma palmeira frequente na Amazônia, principalmente, nos estados do Amazonas, Acre, Pará, Mato Grosso, Rondônia e Roraima. Ocorre em várias tipologias florestais, sobretudo em florestas de terra firme, às margens dos cursos d'água. A planta mede de 2 a 7 m de altura, em casos excepcionais atinge até 10 m. Apresenta estipe de hábito solitário ou cespitoso, com diâmetro de 1 a 4 cm e entrenós com espinhos de aspecto achatado, coloração castanho-amarelada no meio e, escura na base e na ponta. Possui 3 a 10 folhas pinadas, com bainha e pecíolo densamente cobertos por espinhos; apresenta 6 a 22 folíolos por lado, sigmóides, raramente lanceolados, arranjados regular ou irregularmente. Inflorescência monóica, interfoliar, com 3 a 17 ramos floríferos e bráctea peduncular, fibrosa e espinhosa. O fruto é obovóide, roxo-escuro na maturidade, com polpa comestível, porém muito fina; cada fruto contém uma semente (Henderson *et al.* 1995; Oliveira *et al.* 2006; Miranda & Rabelo 2008).

Os estudos morfológicos associados aos estudos anatômicos permitem melhor compreensão do processo de desenvolvimento estrutural, fisiológico e ecológico das plantas florestais nos estágios iniciais (Mourão *et al.* 2002). A germinação quando analisada desde seus aspectos morfológicos, fornece informações importantes para estudos taxonômicos, ecológicos e agronômicos (Gentil & Ferreira 2005). O conhecimento das características morfoanatômicas das plântulas, auxilia na avaliação e entendimento das interações ecológicas ou mudanças evolutivas, fornecendo subsídio para a classificação deste grupo de plantas, considerando que a significância biológica destas estruturas, bem como a variação e adaptabilidade das mesmas às condições ambientais, ainda são pouco esclarecidas (Tomlinson 1990; Passos & Mendonça 2006).

Trabalhos realizados com palmeiras retratam aspectos anatômicos da planta e plântula como um todo (Tomlinson 1990; Henderson 2006). Outros trabalhos tratam da germinação, do desenvolvimento inicial e da plântula sob os aspectos morfológicos (Gentil & Ferreira 2005; Silva *et al.* 2006; Queiroz & Bianco 2009; Batista *et al.* 2011) e anatômicos (Aguiar & Mendonça 2002; Passos & Mendonça 2006; Oliveira *et al.* 2010; Batagin-Piotto *et al.* 2012). Entretanto, com exceção de algumas espécies de maior interesse comercial, ainda são considerados escassos os trabalhos e poucas as informações, principalmente do ponto de vista anatômico, considerando o número de táxons e habitats ocorrentes. Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi descrever os aspectos morfológicos da germinação e caracterizar cronologicamente os estágios morfológicos da plântula em desenvolvimento, abordando aspectos de suas características anatômicas.

Material e Métodos

As sementes foram obtidas de frutos maduros, procedentes de cachos coletados de 25 indivíduos de *B. maraja*, ocorrentes em floresta de várzea, no município do Careiro da Várzea, Amazonas, no mês de maio de 2012. O material foi transportado para o Setor de Olericultura e para o Laboratório de Botânica Agroflorestal (LABAF), da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas, onde o trabalho foi conduzido. Para a identificação da espécie, exsicatas foram confeccionadas e incorporadas no Herbário da Universidade Federal do Amazonas sob os números de registro 9279, 9280 e 9281.

Após seleção aleatória de uma amostra de 250 frutos, as sementes foram beneficiadas manualmente, por meio de maceração dos frutos com rolo de madeira, para a remoção do exocarpo, fricção em areia sobre peneira, para a eliminação do mesocarpo, e quebra do endocarpo com alicate, após a secagem dos pirenos por 48 horas sobre bancada de laboratório (temperatura mínima média de 27 °C e máxima média de 30 °C).

A descrição dos eventos morfológicos do processo germinativo (intumescimento do pecíolo cotiledonar à completa formação do botão germinativo) e desenvolvimento plantular (desenvolvimento da lígula à completa expansão do eofilo) foram realizados utilizando-se quatro repetições de 50 sementes, semeadas em bandejas plásticas (52 x 30 x 10 cm), contendo vermiculita expandida de volumetria média, mantidas em casa de vegetação com temperatura mínima média de 26 °C e máxima média de 34 °C. As observações foram realizadas a cada sete dias, para a cronologia e cálculo do tempo médio de cada estágio morfológico (adaptado de Edwards 1934).

Separadamente foram semeadas 50 sementes, para coleta de amostras representativas de cada estágio de desenvolvimento da plântula (pecíolo cotiledonar, botão germinativo, lígula, raiz primária, primeira bainha, segunda bainha e eofilo). As amostras foram fixadas em FNT (formalina neutra tamponada), por 48 horas, e conservadas em álcool etílico a 70%.

As observações foram feitas a vista desarmada quando possível e com auxílio de lupa de mesa binocular para melhor identificação das estruturas e indumentos. A descrição dos eventos morfológicos e a documentação das amostras foram feitas por meio de fotografias obtidas com auxílio de máquina fotográfica digital Panasonic DMC-55.

Para a análise anatômica da plântula, foram utilizadas as amostras anteriormente conservadas em álcool 70%. Destas, foram retirados fragmentos do eofilo, bainhas, lígula e raiz primária e, seccionadas em micrótomo de mesa, com auxílio de lâmina de barbear, clarificadas em solução aquosa de hipoclorito de sódio comercial 2%, lavadas em água destilada e ácido acético (1:1), coradas com safrablau (9:1) (Johansen 1940) e montadas em gelatina glicerinada entre lâmina e lamínula. A epiderme foliar foi dissociada utilizando-se peróxido de hidrogênio 30% em ácido acético glacial (1:1) (Franklin 1945) aquecido em estufa a 60 °C, coradas com safrablau (9:1) e montadas em gelatina glicerinada entre lâmina e lamínula. As observações e fotomicrografias referentes ao estudo anatômico foram obtidas por meio de câmera fotográfica digital CANON POWER SHOT A 650 IS acoplada ao microscópio óptico ZEISS PRIMO STAR.

As descrições e terminologias utilizadas seguiram os parâmetros morfológicos e anatômicos observados nos trabalhos de Esaú (1977), Queiroz (1986), Tomlinson (1990), Aguiar & Mendonça (2002), Gentil & Ferreira (2005), Queiroz & Bianco (2009) e Appezzato-da-Glória & Carmello-Guerreiro (2012).

Resultados e Discussão

Os eventos da germinação de *B. maraja* foram observados a partir de 152 dias após a semeadura, com o alongamento da região proximal do embrião e, conseqüentemente, a protrusão do pecíolo cotiledonar, que desloca o opérculo, uma película em forma de disco que cobre e protege o poro

germinativo. O pecíolo cotiledonar é curto, tem formato cilíndrico e coloração esbranquiçada (Figura 1, 9). Aos 160 dias observa-se o intumescimento do pecíolo cotiledonar e formação do botão germinativo, estrutura com aspecto arredondado (Figura 2, 10). Queiroz (1986) avaliando os critérios botânicos para a germinação de *Euterpe edulis* Mart., considerou que a emissão do botão germinativo, até então tido como pré-germinação, pode ser utilizado como indicativo da germinação e não necessariamente a protrusão da radícula.

A germinação de *B. maraja* pode ser classificada como criptocotiledonar, conforme a classificação de Ducke (1969), onde o limbo cotiledonar não rompe o tegumento e permanece inserido na semente. É hipógea, de acordo com Tomlinson (1960a), pois a semente não emerge juntamente com o epicótilo e se mantém sob o nível do substrato durante o processo germinativo, característica típica das palmeiras. Segundo este último autor, pode ainda, ser classificada como adjacente ligulada, a qual é caracterizada pelo não prolongamento do pecíolo cotiledonar e, conseqüentemente, o desenvolvimento da plântula ocorre próximo à semente (Figura 1-16).

Aos 185 dias após a semente e desenvolvimento do botão germinativo, observam-se a formação da lígula (Figura 3, 11). Na porção superior desta, emergem os primórdios foliares. A radícula, na porção inferior dará origem à raiz primária.

A lígula, estrutura proeminente, cilíndrica e membranácea é formada por uma epiderme uniestratificada, com células levemente papilosas na epiderme externa e células quadradas na epiderme interna. O mesofilo é formado por parênquima, feixes fibrovasculares e fibrosos de tamanhos diferentes, distribuídos de forma organizada e periférica (Figura 17-18). Em corte transversal, registra-se a sequência dos primórdios foliares, com a lígula envolvendo a primeira bainha, esta por sua vez, envolvendo a segunda bainha, que na sequência recobre o eofilo (Figura 17). Segundo Tomlinson (1960a), a lígula corresponde à estrutura tubular que circunda as bainhas plumulares, porém não é característica de folhas adultas. No gênero *Bactris*, por exemplo, a lígula é somente vista nas folhas em desenvolvimento, desorganizando-se nas folhas maduras.

Os primórdios foliares emergem com a primeira e a segunda bainha e o eofilo. Aproximadamente aos 193 dias, a primeira bainha plumular emerge na região superior da lígula, correspondendo a uma estrutura esverdeada com ápice pontiagudo (Figura 4-5; 12-13). Aos 219 dias, com a primeira bainha mais desenvolvida, ocorre a emergência da segunda bainha plumular, que emerge subsequente a esta e se estabelece acima do substrato (Figura 6, 14). As bainhas plumulares são revestidas por uma epiderme uniestratificada formada por células levemente papilosas na face abaxial e células quadradas na face adaxial. O mesofilo é constituído por células parenquimáticas intercalado com feixes vasculares e circundado por feixes de fibras não vasculares, semelhantemente à estrutura da lígula (Figura 19).

A emissão do eofilo ocorre aos 233 dias, inicialmente, com formato pontiagudo (Figura 7, 15). O eofilo, ainda em formação, é constituído de tecido fundamental e feixes procambiais em diferenciação

(Figura 20). Após a completa expansão, dada aos 250 dias, o eofilo apresenta limbo bífido, coloração verde-clara, margens espinulosas, nervuras paralelas típicas, que proporcionam um aspecto moderadamente plissado e espinhos no pecíolo, castanho-amarelados no meio e, escuros na ponta e na base, típicos da planta adulta (Figura 8, 16).

A estrutura anatômica do eofilo compreende uma epiderme uniestratificada, com células fusiformes em vista frontal (Figura 21-23) e levemente papilosas em secção transversal (Figura 24-26), de tamanhos variados, paredes retas e moderadamente espessas, semelhantes à *Bactris killipii* Burret descrita por Henderson (2006) e à *Bactris gasipaes* Kunth descrita por Batagin-Piotto et al. (2012).

Os estômatos apresentam-se dispostos em fileiras desorganizadas (Figura 21-22), localizados no mesmo nível das demais células epidérmicas (Figura 24). Em *Mauritia flexuosa* L.f., observada por Passos & Mendonça (2006), os estômatos encontram-se dispostos em longas e organizadas fileiras longitudinais ao eixo do segmento foliar. Quanto à distribuição estomática, o eofilo de *B. maraja* é classificado como anfiestomático, com predominância de estômatos na face abaxial, podendo, portanto, ser também classificado como anfihipoestomático, conforme Alquini et al. (2012). O complexo estomático é do tipo tetracítico, com um par de células subsidiárias paralelas alongadas, células subsidiárias polares curtas, células-guarda com formato reniforme (Figura 23) e câmara subestomática ampla (Figura 24). O tipo estomático tetracítico parece ser comum à maioria das palmeiras (Henderson 2006) e a presença de câmara subestomática ampla pode estar relacionada, além das trocas gasosas, ao auxílio na aeração, quando a planta está sujeita à inundação (Passos & Mendonça 2006).

A hipoderme, presente nas faces abaxial e adaxial, é uniestratificada, constituída por células parenquimáticas, compactas e maiores que as células epidérmicas (Figura 24-26). Na região da nervura central, na face abaxial, as células hipodérmicas são bem mais proeminentes, alongadas e dispostas em paliçada, caracterizando um tecido de expansão, conferindo juntamente com o feixe vascular o aspecto plissado das folhas na região da aresta (Figura 26). Tomlinson (1990) denominou esta região como tecido de expansão que apresenta a função de dobradiça nas folhas plissadas das palmeiras, onde cada faixa de células de expansão ocupa uma dobra da lâmina e inclui, geralmente, um grande feixe vascular. Tais células hipodérmicas assemelham-se às células definidas por Alquini et al. (2012) como células buliformes da epiderme, encontradas nas monocotiledôneas, principalmente entre os representantes da família Poaceae, que consistem em células motoras, com função de auxiliar no mecanismo de enrolamento e desenrolamento das folhas. Luis et al. (2010), estudando as características anatômicas do eofilo de *Elaeis guineensis* Jacq. notou o comprimento significativamente maior deste tecido de expansão nas plântulas cultivadas em viveiro em relação às plântulas cultivadas in vitro.

O mesofilo é homogêneo, com células parenquimáticas compactas e uniformes, organizadas, geralmente, em quatro camadas (Figura 24). A distribuição e a forma das células mesofílicas, assim como a presença ou ausência de espaços intercelulares podem ser utilizadas como características de diagnóstico

(Judd et al. 2002). Feixes de fibras encontram-se dispersos no mesofilo e segundo Tomlinson (1961), a frequência e a distribuição dos mesmos são de grande importância taxonômica para as palmeiras, já que são comuns e distintas para cada espécie. De acordo com Esaú (1972) essas fibras representam adaptações a condições de estresse e contribuem na resistência da planta a impactos causados por fortes ventos e chuvas. Tomlinson (1990) ressalta que tais feixes apresentam função estrutural e de sustentação, por proporcionar além da resistência, a flexibilidade, devido a não lignificação dos mesmos.

Nas margens do limbo foliar além de observados feixes de fibras, feixes vasculares e hipoderme em ambas às faces, também foram verificados braquiesclereídes aglomerados no ápice do bordo, interrompendo a epiderme (Figura 25). Em *Bactris killippii* (Henderson 2006), além destas características também foram observadas fibras bem diferenciadas da bainha interna em torno do feixe vascular.

Os feixes vasculares, secundários e terciários, variam quanto ao tamanho e diferenciação. Os feixes vasculares secundários são maiores, mais distanciados e encontram-se alternados pelos feixes vasculares menores, os terciários, que por sua vez, estão distribuídos equidistante ao longo do mesofilo. Estes são colaterais, com floema indiviso e proto e metaxilema, possível de distinguir somente nos feixes secundários. São envolvidos, total ou parcialmente, por bainha externa parenquimática e bainha interna esclerenquimática, composta por fibras e braquiesclereídes (Figura 24-25). A análise detalhada dos feixes vasculares foliares é importante na caracterização de espécies, a exemplo do trabalho de Vilhena-Potiguara (2002) que distinguiu três tipos de feixes vasculares nas folhas de *Raphia taedigera* Mart., observando as características das bainhas que os envolve. Segundo Cuttler (2011), os padrões de arranjo do tecido vascular são fortemente controlados geneticamente. Dessa forma, os efeitos ambientais são quase nulos, exceto quanto ao número destes na folha.

A nervura central é convexa na face adaxial e ligeiramente sinuosa na face abaxial (Figura 26). A epiderme nesta região é composta por células visivelmente diminutas, quando comparadas às do mesofilo. O tecido parenquimático é constituído de células razoavelmente heterodimensionais, esféricas a pouco mais alongadas. Apresenta tecido vascular circundado por uma bainha perivascular esclerenquimática contínua, com feixes vasculares colaterais, nos quais o floema, voltado à face abaxial, apresenta-se diviso em grupos isolados, e o proto e o metaxilema apresentam-se diferenciados, voltados à face adaxial.

As fibras vasculares lignificadas, segundo Tomlinson (1990), exercem reforço mecânico ao feixe vascular e representam a região de mínima flexibilidade da lâmina foliar.

Feixes vasculares colaterais foram diagnosticados nas folhas de outras espécies de palmeiras como *Oenocarpus bacaba* Mart., *O. distichus* Mart., *O. mapora* Karst., *O. minor* Mart. (Silva 2006) e *Elaeis guineensis* (Luis et al. 2010). Já feixes bicolaterais foram descritos para *Syagrus harleyi* Glass., *S. microphylla* Burret, *S. vagans* Hawkes, *S. werdermannii* Burret, *S. coronata* Becc., *S. flexuosa* Becc. (Leite & Scatena 2001) e *Bactris gasipaes* (Batagin-Piotto et al. 2012). Segundo estes últimos autores, devem ser considerados o estágio de desenvolvimento da plântula e a região examinada da folha.

Os tricomas observados são tectores multicelulares, unisseriados e multisseriados com base bisseriada. Alguns com a base mais espessa e ápice afunilado, outros com células espessas desde a base até a extremidade (Figura 27-29). Os tricomas são apêndices de origem epidérmica, muito variável quanto às suas estruturas. Embora sua função nas plantas seja ainda pouco conhecida, representam importante valor diagnóstico para a taxonomia, seja pela presença ou ausência dos mesmos (Kuniyoshi 1993; Alquini et al. 2012). De acordo com Lacher (2000), os tricomas estão relacionados com a proteção das plantas contra a herbivoria e, indiretamente, com a perda de água, por refletir a radiação solar, reduzindo assim, a temperatura da folha. Para espécies encontradas em ambiente hidromórfico, a água não é um fator limitante, como no caso de *B. maraja*, cuja presença de tricomas pode estar relacionada à defesa das plântulas contra predadores.

Tomlinson (1990) afirma que em palmeiras, os tricomas não são tão característicos nas lâminas foliares, e sim nas bainhas foliares e, muito embora algumas palmeiras pareçam carecer de tricomas, como as espécies do gênero *Phoenix* L., há uma grande variação na família como um todo. Ainda, segundo este autor, no gênero *Cocos* os tricomas são bastante representativos, embora somente a base seja persistente nas folhas maduras. Passos & Mendonça (2006) evidenciaram nos segmentos foliares de *Mauritia flexuosa*, tricomas simples e longos, bem como base de tricomas em forma de roseta. Batagin-Piotto et al. (2012), estudando anatomia foliar de *Bactris gasipaes*, verificaram a presença de tricomas glandulares com base multicelular e ápice unicelular, além da presença de acúleos.

De acordo com Kahn & De Granville (1997), a morfologia das folhas primárias das palmeiras, em geral, varia durante a ontogênese, isto é, na fase plantular, as folhas podem apresentar-se inteiras ou bífidas, e na fase adulta, as folhas tornam-se pinadas. Tomlinson (1960b) afirma que no desenvolvimento das plântulas de palmeiras há uma transição gradual de folhas pequenas e simples a folhas grandes e compostas da folhagem adulta. As primeiras folhas das plântulas de *Bactris gasipaes* são bífidas (Silva et al. 2006), as de *Oenocarpus bacaba* são palmadas (Queiroz & Bianco 2009). Já a primeira folha de *Syagrus oleracea* Glass. é inteira (Batista et al. 2011), enquanto em *B. maraja* bífida e plissada, enquanto na fase adulta as folhas são pinadas.

A radícula é notada como uma minúscula mancha na região inferior da lígula. Contudo, a protrusão, propriamente dita, é dada aos 197 dias, geralmente pouco após a emissão da primeira bainha ou simultaneamente a esta (Figura 4, 12). No decorrer do desenvolvimento, a raiz primária torna-se cilíndrica, de cor amarelo-pálida, envolta com anéis de uma película semelhante à estrutura da coifa no ápice radicular (Figuras 5, 13). Em corte longitudinal do ápice, é evidenciada a coifa, originada do caliptrogênio, a protoderme, o meristema fundamental e o procâmbio, originados do promeristema (Figura 30-31). A coifa é constituída de várias camadas compactas de células oriundas de divisões periclinais do caliptrogênio, o qual consiste de camadas estratificadas de células de paredes finas (Figura 31). Para Appezzato-da-Glória & Hayashi (2012), a organização do meristema apical radicular pode ser

do tipo fechado, quando o cilindro vascular, córtex e coifa têm, individualmente, a própria fileira de células iniciais; ou do tipo aberto, quando todas as regiões apresentam iniciais comuns. De acordo com Esaú (1977), na organização apical do tipo fechado a epiderme pode diferenciar-se de células iniciais do córtex ou da coifa. A organização apical da raiz de *B. maraja* é do tipo fechado, na qual é possível observar a independência das camadas celulares que dão origem às três regiões (cilindro vascular, córtex e coifa), onde a epiderme tem origem comum com as das células corticais (Figura 31), comumente verificado nas monocotiledôneas (Clowes 1994, 2000). Os três tecidos (epiderme, córtex e cilindro vascular), localizados próximos às regiões de diferenciação dos seus respectivos tecidos meristemáticos, têm o aspecto comprimido, tornando-se mais expandidos ao longo da projeção da raiz (Figura 30,32).

Em corte transversal da raiz primária é possível observar nitidamente os tecidos dérmico, fundamental e vascular (Figura 33-34). A epiderme é espessa, formada por células arredondadas, com paredes delgadas e revestida por uma fina cutícula (Figura 35). Adjacente, encontra-se a exoderme, formada por uma camada uniestratificada, com células parenquimáticas, que sofreram leve espessamento de parede. O córtex é constituído por camadas de células com paredes espessadas e lignificadas seguidas de camadas de células parenquimáticas (Figura 35). São observados no tecido parenquimático espaços intercelulares mais amplos à medida que se aproxima do centro, formando canais de ar (Figura 34). São evidenciados alguns idioblastos, próximo ao cilindro vascular (Figura 37).

Nos gêneros *Bactris* Jacq. ex Scop., *Desmoncus* Mart. e *Astrocaryum* Mey. ocorrem no córtex radicular, fibras solitárias, não lignificadas, com lúmen estreito, principalmente, na zona mais externa (Seubert 1998). Além disso, espaços intercelulares tanto esquizógenos quanto lisígenos podem se formar no córtex radicular, formando canais de ar, comuns dentre as monocotiledôneas, como Gramíneas, Cyperaceas e Arecaceas, características, principalmente, em plantas aquáticas (Rodrigues & Estelita 2004).

A endoderme, camada mais interna do córtex, é conspícua, com arranjo compacto e típico espessamento em “U” (Figura 36). O cilindro vascular é constituído por um periciclo unisseriado e por feixes vasculares dispostos alternadamente. Frente ao periciclo, encontram-se os elementos do protofloema alternados com os polos do protoxilema, enquanto que os elementos do metaxilema estão voltados para o interior do cilindro. Sendo assim, conforme as classificações de Appezzato-da-Glória e Hayashi (2012), o xilema primário é exarco, pois a maturação dos elementos traqueais é centrípeta. A raiz é poliarca, devido aos muitos polos de protoxilema (acima de quatro) e o cilindro vascular é oco, devido ao centro da raiz ser ocupado por medula, sendo esta esclerenquimática (Figura 34, 36). Tais características são muito frequentes nas raízes das monocotiledôneas (Esaú 1977).

Várias raízes secundárias surgem na raiz primária (Figura 6,14). Estas são originadas a partir de divisões celulares do periciclo (Figura 37). O primórdio radicular se expande atravessando o córtex, emitindo-se para o exterior da raiz primária, após o rompimento da epiderme (Figura 38). Segundo

Appezato-da-Glória & Hayashi (2012), a projeção da raiz lateral através do córtex ocorre, possivelmente, por meio da atividade de enzimas secretadas que digerem algumas células corticais, ou devido ao afastamento mecânico destas.

Silva *et al.* (2006) avaliando o desenvolvimento em *Bactris gasipaes*, verificou o crescimento simultâneo dos primórdios caulinares e radiculares, assim como o desenvolvimento de raízes adventícias. Há espécies de palmeiras cuja protrusão da raiz primária precede à emissão da primeira bainha, como *Euterpe precatória* Mart. (Aguiar & Mendonça 2002), *Astrocaryum aculeatum* Mey. (Gentil & Ferreira 2005) *Oenocarpus bacaba* (Queiroz & Bianco 2009) e *Dypsis decaryi* Beentje & Dransf. (Bao *et al.* 2010). Segundo Queiroz & Bianco (2009), o surgimento da raiz primária antes mesmo da formação da plúmula, deve-se à necessidade pela captação de água, vital ao metabolismo do embrião durante o desempenho do haustório na formação da plântula.

Concomitante ao desenvolvimento da região proximal do embrião em botão germinativo, a região distal permanece imersa no endosperma e desenvolve o haustório. À medida que a plântula se desenvolve, o haustório aumenta de tamanho, ocupando quase que totalmente o lugar do endosperma, adquirindo uma textura esponjosa e porosa (Figura 9-16). Segundo De Mason (1984) e Tomlinson (1960a; 1990), o haustório consiste em um órgão com função de sucção, que degrada e absorve as substâncias de reserva do endosperma e as transfere para o eixo embrionário, nutrindo, assim, a plântula em desenvolvimento. A completa exaustão das reservas do endosperma deu-se no decorrer do desenvolvimento do segundo eofilo, aproximadamente aos 273 dias, culminando com a deterioração do haustório, encerrando, assim, o desenvolvimento plantular. Esta sequência de eventos registrados, como o esgotamento das reservas do endosperma e a posterior deterioração do haustório representa um indicador da fase final plantular e ainda, sinaliza o momento ideal para o manejo de mudas ou para o transplante a locais definitivos (Queiroz & Bianco 2009). Até o estágio plantular investigado, *B. maraja* ainda não apresentara raízes adventícias.

Referências Bibliográficas

- Alquini, Y.; Bona, C.; Boeger, M.R.T.; Costa, C. G. & Barros, C. F. 2012. Epiderme. *In*: Glória, B.A.; Guerreiro, S.M.C. (Eds.). **Anatomia Vegetal**. UFV, Viçosa.
- Aguiar, M.O. & Mendonça, M.S. 2002. Aspectos morfo-anatômico do embrião de *Euterpe precatoria* Mart. durante o processo germinativo. **Acta Botanica Brasilica** **16**: 241-249.
- Appezato-da-Glória, B.; Carmello-Guerreiro, S.M. (Eds.). 2012. **Anatomia vegetal**. – 3. ed. rev. e ampl. – Viçosa, MG: Ed. UFV.
- Appezato-da-Glória, B. & Hayashi, A.H. 2012. Raiz. *In*: Appezato-da-Glória, B.A.; Carmello-Guerreiro, S.M.C. (Eds.). **Anatomia Vegetal**. UFV, Viçosa.
- Bao, F.; Luz, P.B.; Sobrinho, S.P. & Neves, L.G. 2010. Morfologia do diásporo e da plântula de *Dypsis decaryi* (Jum.) Beentje & J. Dransf. (Arecaceae). **Revista Trópica** **4**: 3-9.
- Batagin-Piotto, K.D.; Almeida, C.V.; Piotto, F.A. & Almeida, M. 2012. Anatomical analysis of peach palm (*Bactris gasipaes*) leaves cultivated in vitro, ex vitro and in vivo. **Brazilian Journal of Botany** **35**: 71-78.
- 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**: 170-176.
- Clowes, F.A.L. 1994. Origin of the epidermis in root meristems. **The New Phytologist** **127**:335-347.
- Clowes, F.A.L. 2000. Pattern in root meristem development in angiosperms. **The New Phytologist** **146**: 83-94.
- Cutler, D.F. 2011. **Applied plant anatomy**. Longman, London.
- De Mason, D.A. 1984. Growth parameters in the cotyledon of date seedlings. **Botanical gazette** **145**: 176-183.
- Ducke, J.A. 1969. On tropical tree seedlings, systems and systematics. **Annals Missouri Botanic Garden** **56**: 135-161.
- Edwards, T.I. 1934. Relations of germinating soy beans to temperature and length of incubation time. **Plant Physiology** **9**: 1-30.
- Esau, K. 1972. **Anatomia vegetal**. Barcelona, Omega.
- Esau, K. 1977. **Anatomy of seed plants**. New York, John Wiley & Sons.
- Franklin, G.L. 1945. A rapid method of softening wood for microtome sectioning. **Australian Journal of Botany** **33**: 393-408.
- Galetti, M. & Aleixo, A. 1998. Effects of palms heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic forest of Brazil. **Journal do Applied Ecology** **35**: 216-293.

Gentil, D.F.B. & Ferreira, S.A.N. 2005. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). **Acta Amazonica** 35:337-342.

Henderson, A.; Galeano, G. & Bernal, R. 1995. **Field guide to the Palms of the Americas**. Princeton University Press, New Jersey.

Henderson, F.M. 2006. Morphology and anatomy of palm seedlings. **The Botanical Review** 72: 273-329.

Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. McGraw-Hill Book, New York.

Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E. A.; Stevens, P. F.; Donoghue, M. J. 2002. **Plant systematics: a phylogenetic approach**. Sunderland: Sinauer Associates.

Kahn, F. & De Granville, J.J. 1997. Palms in forest ecosystems of Amazonia. **Ecological Studies** 95. Springer-Verlag, Berlin.

Kuniyoshi, Y.S. 1993. **Aspectos morfo-anatômicos do caule, raiz e folha de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. (Bignoniaceae) em diferentes fases sucessionais no litoral do Paraná**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal, área de concentração Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Larcher W. 2000. **Ecofisiologia vegetal**. Rima, São Carlos.

Leite, K.R. & Scatena, V.L. 2001. Anatomia do segmento foliar de espécies de *Syagrus* Mart. (Arecaceae) da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Sitientibus** 1: 3-14.

Luis, Z.G.; Bezerra, K.M.G. & Scherwinski-Pereira, J.E. 2010. Adaptability and leaf anatomical features in oil palm seedlings produced by embryo rescue and pre-germinated seeds. **Brazilian Journal of Plant Physiology** 22: 209-215.

Miranda, I.P.A. & Rabelo, A. 2008. **Guia das palmeiras de Porto Trombetas/PA**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Mourão, K.S.M.; Dias-Pinto, D.; Souza, L.A. & Moscheta, I.S. 2002. Morfoanatomia da plântula e do tirodendro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. e *T. pallida* Sw. (Meliaceae). **Acta Scientiarum** 24: 601-610.

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 Brasilica** 24: 20-24.

Oliveira, J.; Potiguara, R.C.V. & Lobato, L.C.B. 2006. Fibras vegetais utilizadas na pesca artesanal na microrregião do Salgado, Pará. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi** 1: 113-127.

Passos, M.A.B. & Mendonça, M.S. 2006. Epiderme dos segmentos foliares de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) em três fases de desenvolvimento. **Acta Amazonica** 36: 431-436.

Queiroz, M. H. 1986. Botão germinativo do palmitreiro como indicador da germinação. **Revista Brasileira de Sementes** 2: 55-59.

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

Rodrigues, A.C & Estelita, M.E. 2004. Anatomia da raiz de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae) em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Botânica** 27: 629-638.

Seubert, E. 1998. Root anatomy of palms: IV. Arecoideae, part 1, general remarks and descriptions on the roots. **Feddes Repertorium** 109: 89-127.

Silva, R.J.F. 2006. Anatomia foliar comparada em espécies de *Oenocarpus* Mart. (Arecaceae) de Belém, Pará, Brasil: uma contribuição taxonômica. Dissertação (Mestrado em Botânica, área de concentração Botânica Tropical) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.

Silva, R.J.F & Potiguara, R.C.V. 2009. Substâncias ergásticas foliares de espécies amazônicas de *Oenocarpus* Mart. (Arecaceae): caracterização histoquímica e ultra-estrutural. **Acta Amazonica** 39: 793-798.

Silva, V.L.; Môro, F.V.; Damião Filho, C.F.; Môro, J.R.; Silva, B.M.S. & Charlo, H.C.O. 2006. Morfologia e avaliação do crescimento inicial de plântulas de *Bactris gasipaes* Kunth. (Arecaceae) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura** 28: 477-480.

Tomlinson, P.B. 1960a. Essays on the morphology of palms; germination and seedlings. **Principes** 4: 56-61.

Tomlinson, P.B. 1960b. Seedling leaves in palms and their morphological significance. **Journal of the Arnold Arboretum** 41: 414-428.

Tomlinson, P.B. 1961. **Anatomy of the monocotyledons**. II. Palmae. Clarendon Press, Oxford.

Tomlinson, P.B. 1990. **The structural biology of palms**. Oxford University Press, New York.

Vilhena-Potiguara, R.C. 2002. **Morfologia e anatomia dos órgãos vegetativos e análise quali e quantitativa das fibras de *Raphia taedigera* (Mart.) Martius. Arecaceae**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. Relatório Técnico CNPq, p.6-14.

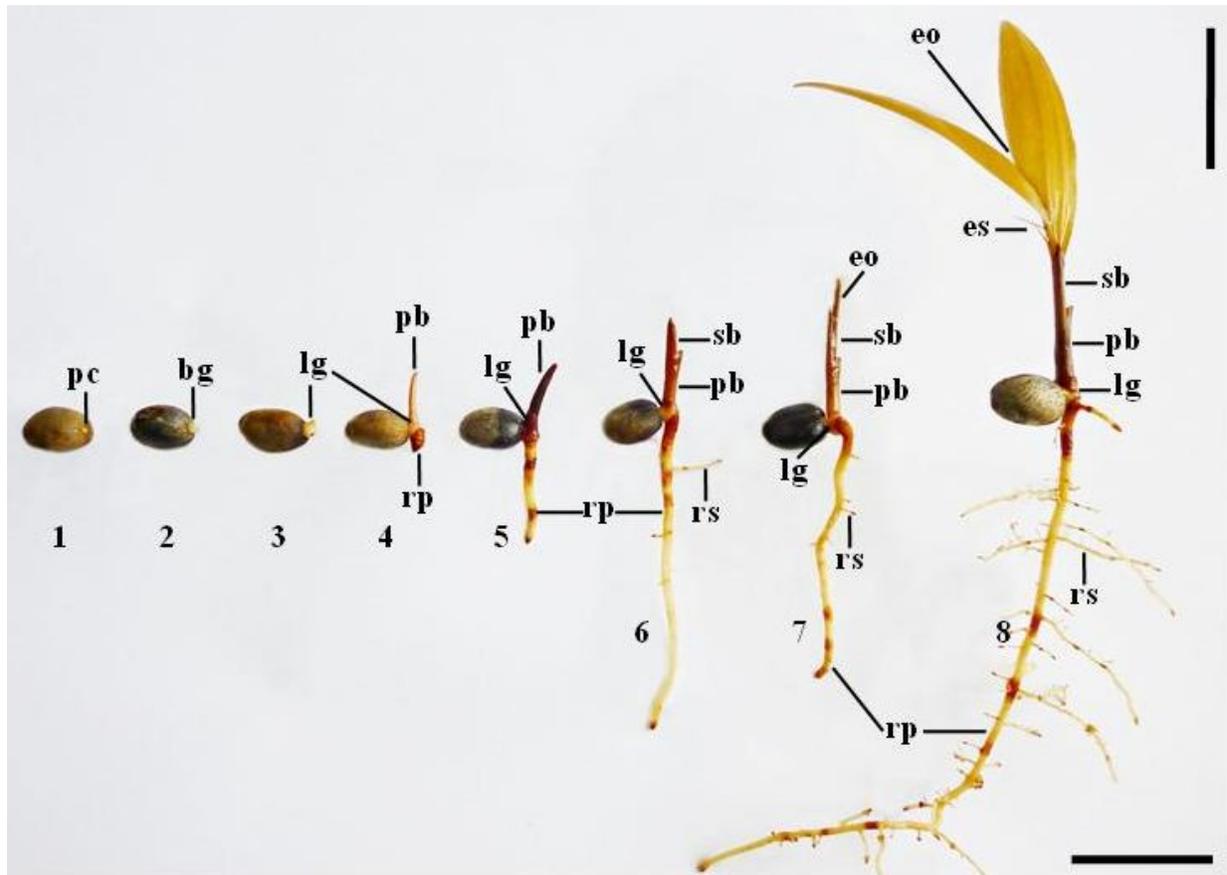


Figura 1-8. Estádios do desenvolvimento da germinação e da plântula de *B. maraja*. 1. Emergência do pecíolo cotiledonar. 2. Formação do botão germinativo. 3. Formação da lígula. 4. Emissão da primeira bainha e protrusão da raiz primária. 5. Completa emissão da primeira bainha. 6. Emissão da segunda bainha e protrusão das raízes secundárias. 7. Emissão do eofilo. 8. Expansão do eofilo. bg: botão germinativo; eo: eofilo; es: espinho; lg: lígula; pc: pecíolo cotiledonar; pb: primeira bainha; rp: raiz primária; rs: raiz secundária; sb: segunda bainha. Escalas: 2 cm.

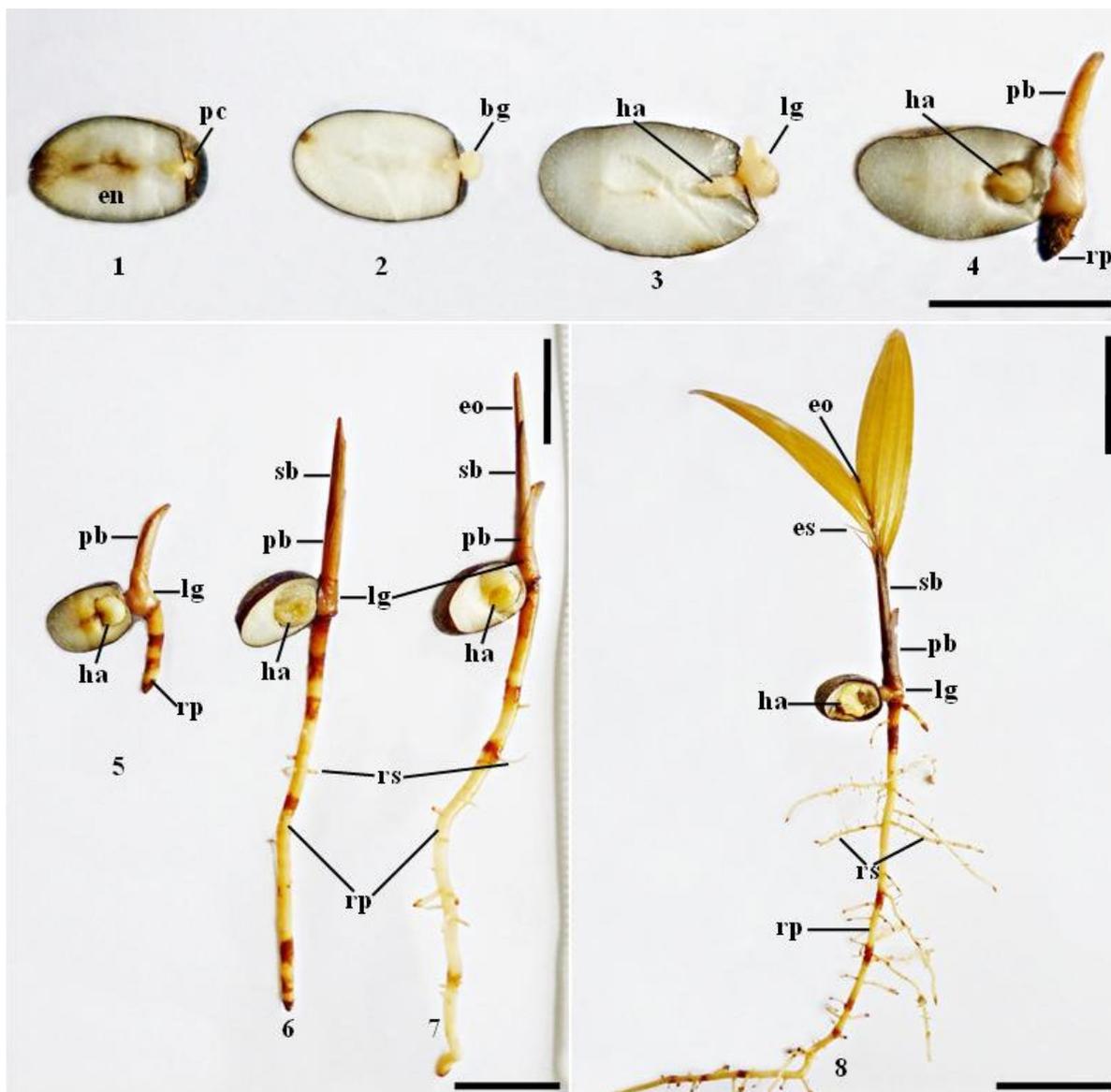


Figura 9-16. Seção longitudinal da semente em diferentes fases do desenvolvimento da germinação e da plântula de *B. maraja*. 9. Emergência do pecíolo cotiledonar. 10. Formação do botão germinativo. 11. Formação da lígula e desenvolvimento do cotilédone em haustório. 12. Emissão da primeira bainha e protrusão da raiz primária. 13. Completa emissão da primeira bainha. 14. Emissão da segunda bainha e protrusão das raízes secundárias. 15. Emissão do eofilo. 16. Completa expansão do eofilo e endosperma quase completamente consumido pelo haustório. bg: botão germinativo; en: endosperma; eo: eofilo; es: espinho; lg: lígula; ha: haustório; pc: pecíolo cotiledonar; pb: primeira bainha; rp: raiz primária; rs: raiz secundária; sb: segunda bainha. Escalas: 2 cm.

Tabela 1. Estádios morfológicos do desenvolvimento germinativo e plantular de *B. maraja*.

Estádios morfológicos	Dias após a semeadura
Fases da germinação	
protrusão do pecíolo cotiledonar	152
formação do botão germinativo	160
Fases do desenvolvimento da plântula	
formação da lígula	185
emissão da primeira bainha	193
protrusão da raiz primária	197
emissão da segunda bainha	219
emissão do eofilo	233
expansão do eofilo	250
exaustão das reservas do haustório	273

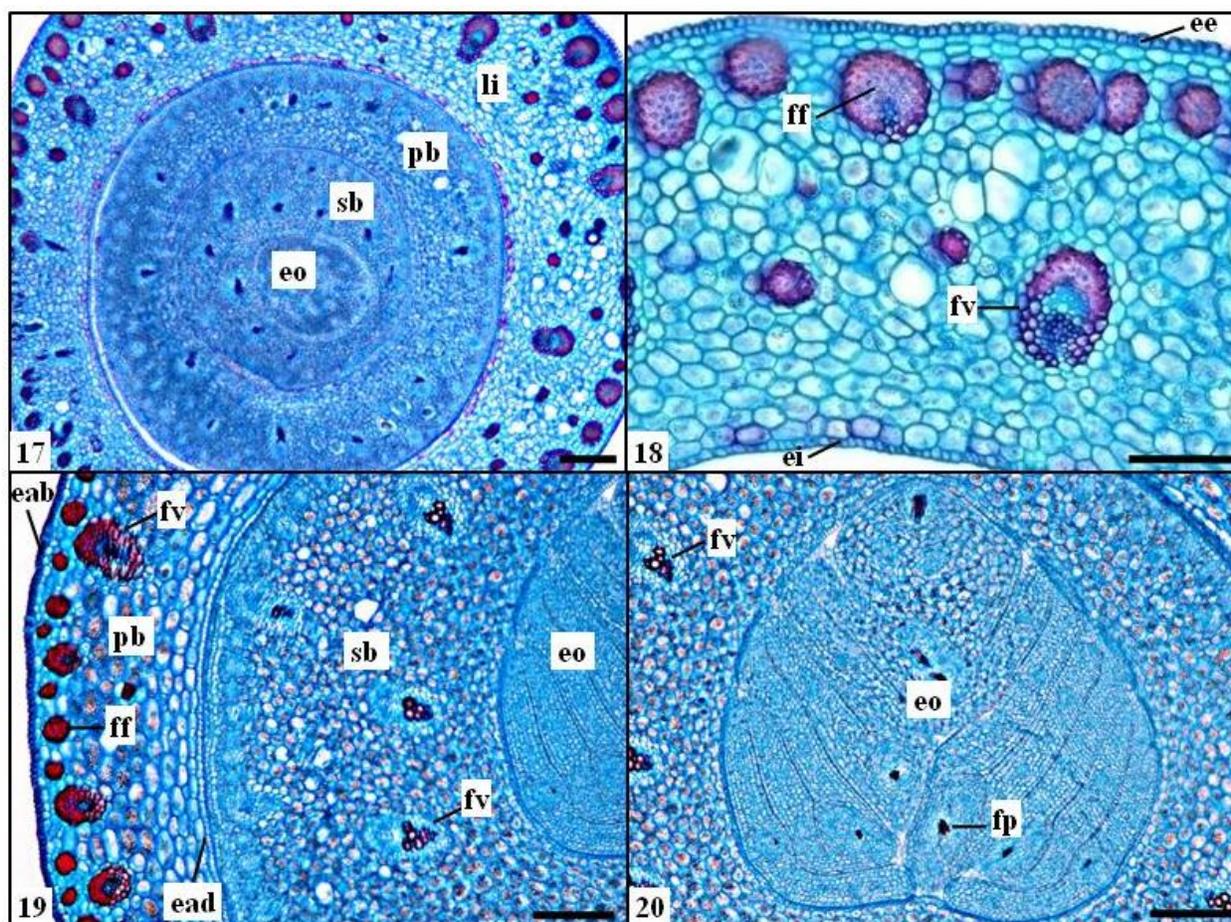


Figura 17-20. Estruturas da parte vegetativa aérea da plântula de *B. maraja*. 17-20. Secções transversais. 17. Arranjo sequenciado da lígula envolvendo a primeira bainha, segunda bainha e eofilo em formação. 18. Detalhe da lígula. 19. Primórdios foliares. 20. Detalhe do eofilo. eab: apiderme abaxial; ead: epiderme adaxial; ee: epiderme externa; ei: epiderme interna; eo: eofilo; ff: feixe de fibras; fv: feixe vascular; fp: feixe procambial; li: lígula; pb: primeira bainha; sb: segunda bainha. Escalas: 200 μ m (17); 100 μ m (18-20).

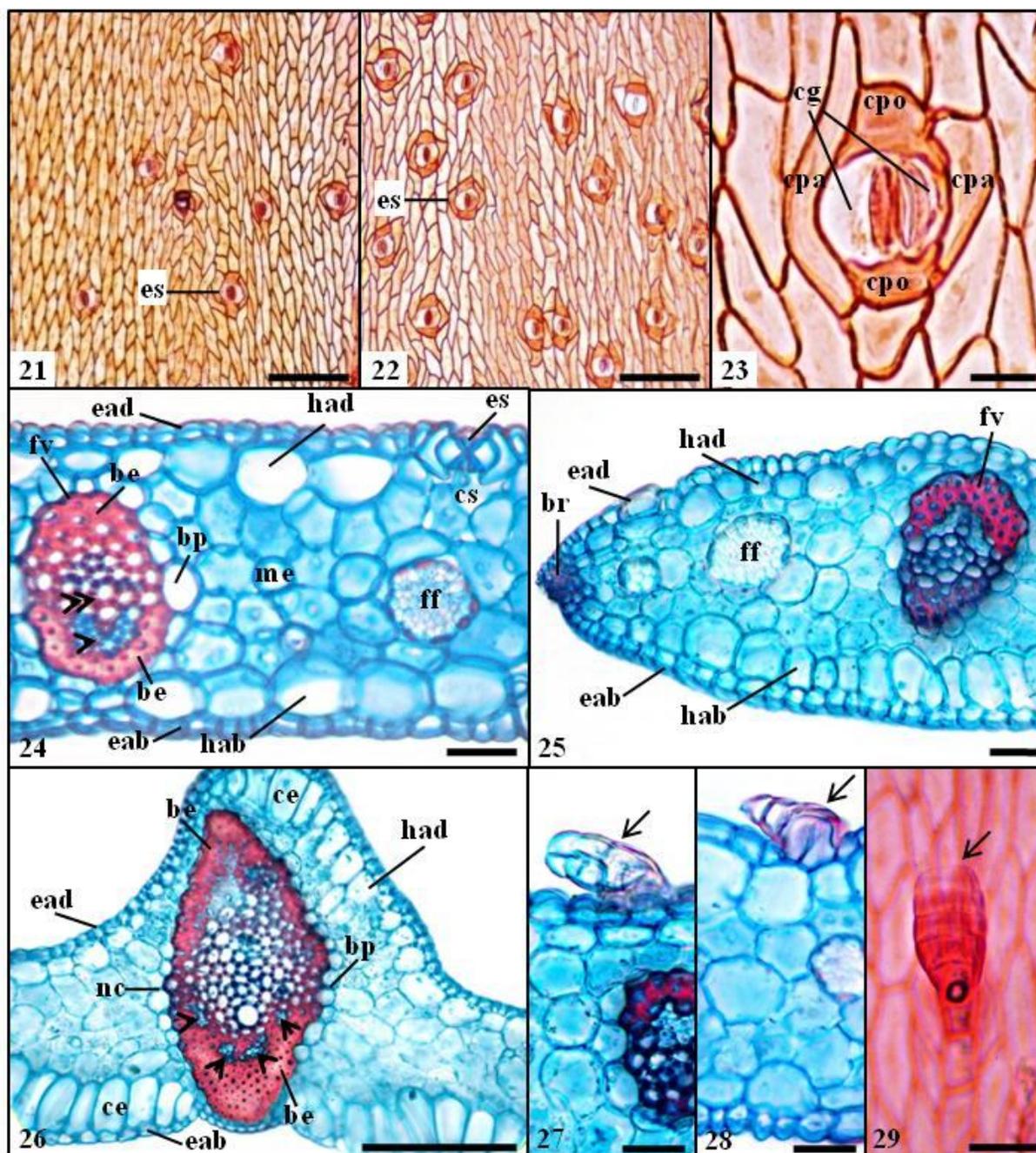


Figura 21-29. Eofilo de *B. maraja*. 21-23, 29. Vista frontal. 24-28. Secções transversais. 21. Epiderme da face adaxial. 22. Epiderme da face abaxial. 23. Detalhe do complexo estomático. 24. Detalhe do mesofilo e da epiderme foliar. 25. Detalhe da margem foliar. 26. Detalhe do feixe vascular da nervura central e das células de expansão. 27. Tricoma tector multisseriado, multicelular e base biseriada. 28-29. Tricomas tectores unisseriados, multicelulares e bases bi e unisseriada, respectivamente. be: bainha esclerenquimática; bp: bainha parenquimática; br: braquiesclereídes; ce: células de expansão; cg: células-guarda; cpa: células subsidiárias paralelas; cpo: células subsidiárias polares; cs: câmara subestomática; eab: epiderme abaxial; ead: epiderme adaxial; es: estômato; ff: feixe de fibras; fv: feixe vascular; hab: hipoderme abaxial; had: hipoderme adaxial; me: mesofilo; nc: nervura central; pontas de setas: floema; pontas de setas duplas: metaxilema; setas: tricomas. Escalas: 100 μ m (21-22, 26); 20 μ m (23-24, 25, 27-29).

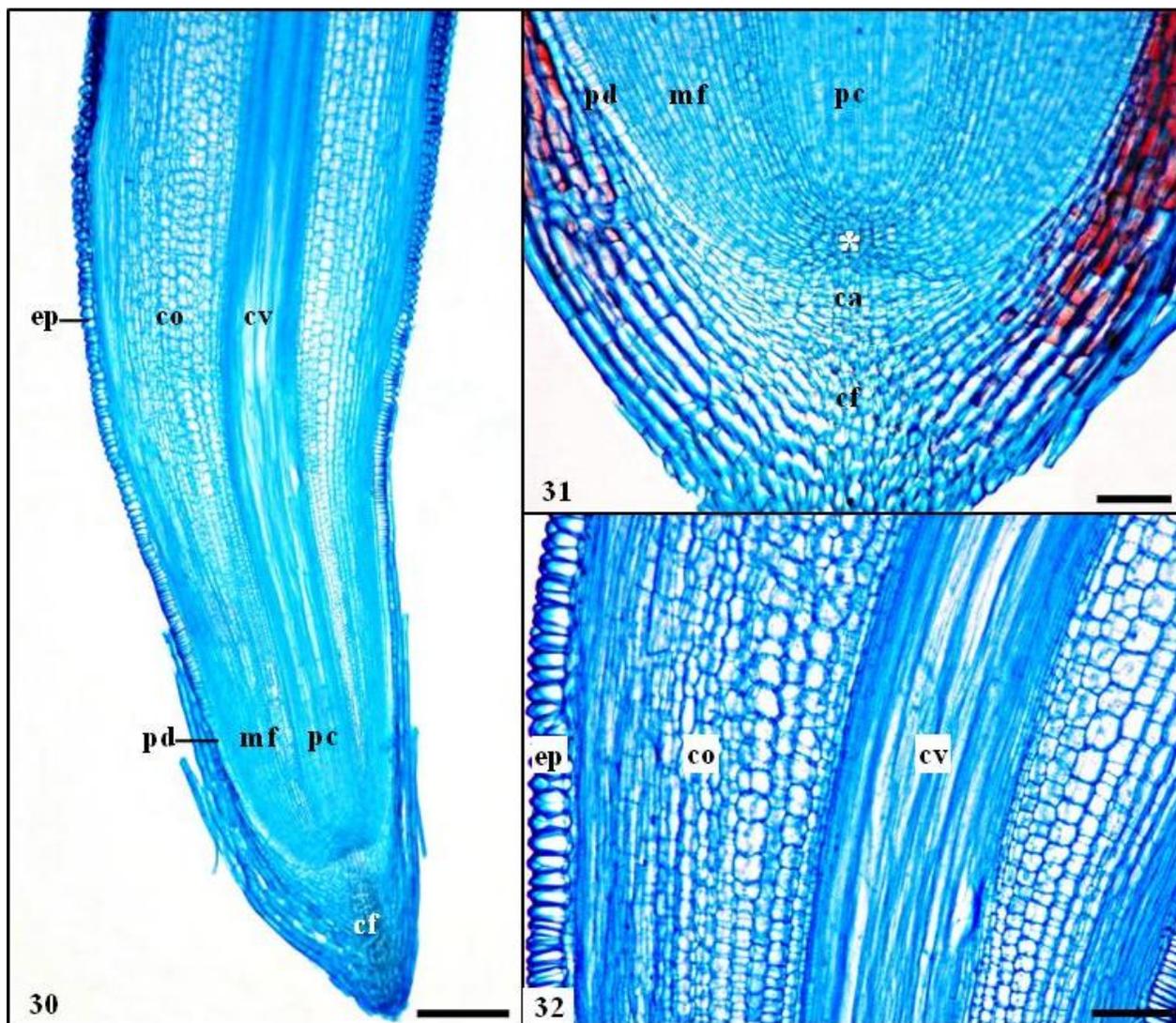


Figura 30-32. Raiz de *B. maraja*. 30-32. Seções longitudinais. 30. Organização geral do ápice radicular e porção mediana. 31. Detalhe do ápice radicular evidenciando o promeristema formando o procâmbio, o meristema fundamental e a protoderme, e o calitrogênio formando a coifa. 32. Detalhe da epiderme, coifa e cilindro vascular diferenciados. ca: calitrogênio; cf: coifa; co: córtex; cv: cilindro vascular; ep: epiderme; mf: meristema fundamental; pc: procâmbio; pd: protoderme; asterisco: promeristema. Escalas: 200 μm (30); 100 μm (31-32).

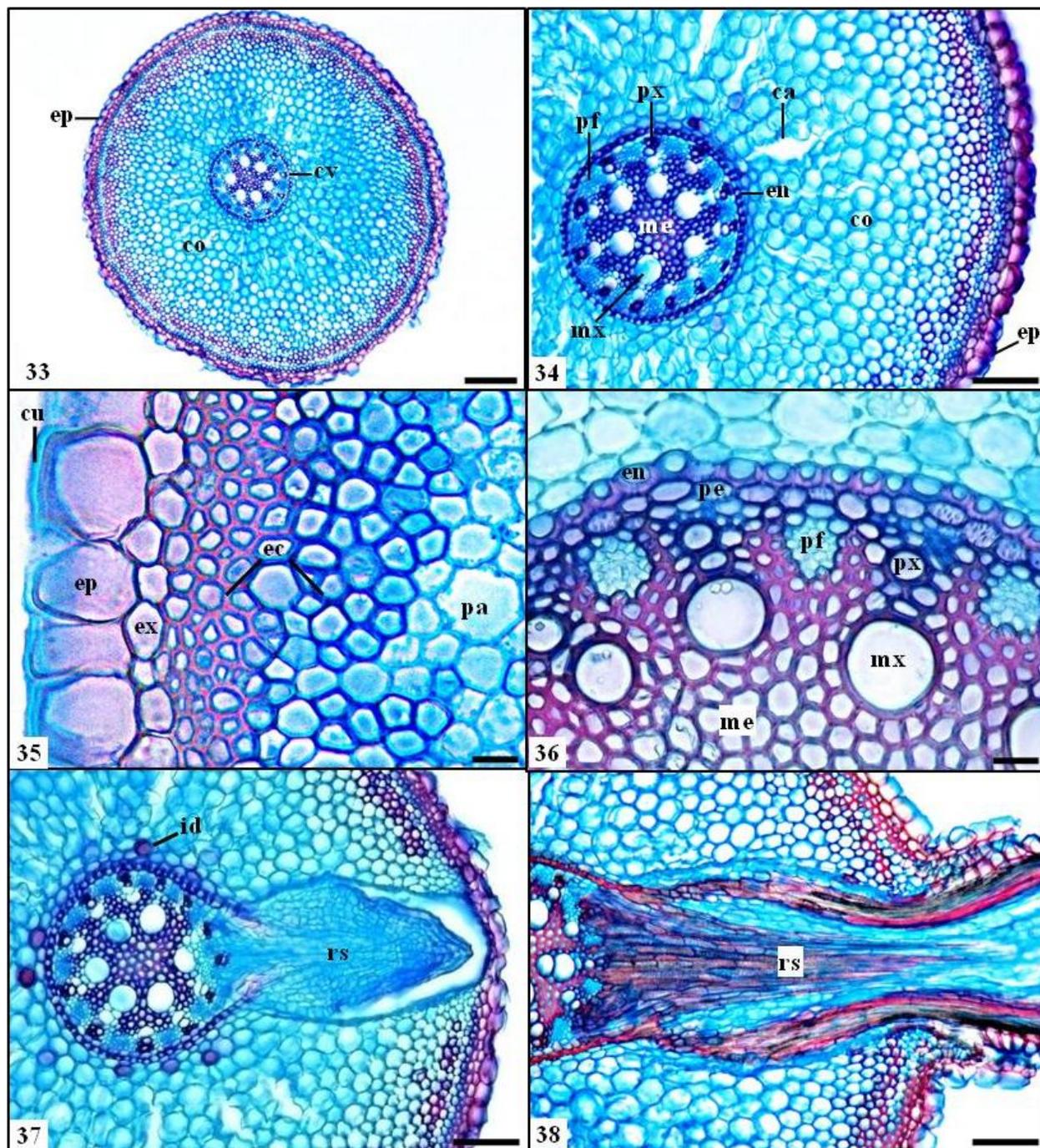


Figura 33-38. Raiz de *B. maraja*. 33-38. Secções transversais. 33-34. Aspecto geral da raiz. 35. Detalhe da epiderme e córtex, evidenciando a distinção entre as camadas celulares do esclerênquima e parênquima corticais. 36. Detalhe da endoderme e cilindro vascular. 37-38. Protrusão da raiz secundária a partir do periciclo. ca: canais de ar; co: córtex; cu: cutícula; cv: cilindro vascular; ec: esclerênquima; en: endoderme; ep: epiderme; ex: exoderme; id: idioblastos; me: medula; mx: metaxilema; pa: parênquima; pe: periciclo; pf: protofloema; px: protoxilema; rs: raiz secundária. Escalas: 200 µm (33); 20 µm (35-36); 100 µm (34,37-38).

CONCLUSÕES GERAIS

O estudo verificou aspectos referentes à estrutura e a qualidade fisiológica do pireno e, conseqüentemente, da semente, da espécie *B. maraja*, bem como o desenvolvimento germinativo e plantular, além de características anatômicas da plântula, contribuindo, não somente para o conhecimento da espécie, como também com informações que se aplicam ao gênero, à família e a demais espécies, cujas características sejam comparáveis.

Os pirenos e as sementes apresentaram pouca variação biométrica.

O pireno apresenta formato oval e elíptico, com endocarpo rígido, constituído de células esclerificadas de paredes espessas. Tais células são ausentes na região do poro germinativo. Dessa forma não há resistência mecânica na ocasião da germinação.

A semente é eurispérmica, com forma oblonga, cordiforme e elíptica. Apresenta variação quanto ao número de poros (dois a três), indicando que a mesma seja proveniente de ovários biloculares ou triloculares e biovulares ou triovulares.

O tegumento é fino, porém constituído de células esclerenquimáticas, adensadas e impregnadas de compostos fenólicos, o podem estar relacionados à germinação tardia e irregular das sementes. O endosperma é homogêneo, formado por células grandes, de paredes espessas e contíguas. O embrião é pequeno e cônico, com eixo embrionário curvo e oblíquo, constituído por radícula pouco diferenciada e plúmula diferenciada em três primórdios foliares. A reserva da semente é protéica e lipídica e está armazenada no endosperma.

A temperatura alternada de 26-40 °C é adequada à germinação das sementes, independentemente do nível de beneficiamento. A secagem dos pirenos facilitou a remoção do endocarpo e extração da semente. A secagem e extração reduziram a viabilidade e o vigor das sementes. O procedimento não é recomendado. A dormência das sementes não é causada pela presença do endocarpo, podendo estar relacionada a outros fatores ainda desconhecidos. O endocarpo proporciona proteção à viabilidade da semente. A embebição das sementes por dois dias favoreceu a germinação. Contudo, como não é necessária a remoção do endocarpo, sugere-se testar a embebição do pireno.

A germinação é do tipo adjacente ligulada. O processo germinativo é longo, iniciando aos 152 dias após a semeadura com a protrusão do pecíolo cotiledonar, contudo a formação do botão germinativo ocorre somente aos 160 dias. O esgotamento das reservas do haustório é dado aos 273, encerrando, assim, o desenvolvimento plantular. O eofilo é bífido, com estômatos tetracíticos, tricomas tectores multicelulares e feixes vasculares colaterais. A raiz

apresenta epiderme espessa, córtex esclerenquimático e parenquimático, endoderme conspícua; é poliarca, com cilindro vascular oco com medula esclerenquimática.

As informações contempladas neste trabalho podem auxiliar na identificação da espécie, complementar e confrontar informações relacionadas ao gênero e à família, subsidiar posteriores estudos do ciclo biológico, relações ecológicas, e assim, contribuir para análises fisiológicas, taxonômicas e tecnologia de sementes.