

VALÉRIA AUGUSTA GARCIA

Desenvolvimento e maturação de frutos e
sementes de espécies de Arecaceae (*Bactris
gasipaes* Kunth., *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus
romanzoffiana* (Cham.) Glassman)

Tese apresentada ao Instituto de Botânica
da Secretaria do Meio Ambiente, como
parte dos requisitos exigidos para a
obtenção do título de DOUTOR em
BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO
AMBIENTE, na Área de Concentração de
Plantas Vasculares em Análises
Ambientais.

SÃO PAULO

2015

VALÉRIA AUGUSTA GARCIA

Desenvolvimento e maturação de frutos e
sementes de espécies de Arecaceae (*Bactris
gasipaes* Kunth., *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus
romanzoffiana* (Cham.) Glassman)

Tese apresentada ao Instituto de Botânica
da Secretaria do Meio Ambiente, como
parte dos requisitos exigidos para a
obtenção do título de DOUTOR em
BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO
AMBIENTE, na Área de Concentração de
Plantas Vasculares em Análises
Ambientais.

ORIENTADOR: PROF. DR. CLÁUDIO JOSÉ BARBEDO

CO-ORIENTADORA: PROFA. DRA. SANDRA MARIA C. GUERREIRO

Ficha Catalográfica elaborada pelo **NÚCLEO DE BIBLIOTECA E MEMÓRIA**

Garcia, Valéria Augusta

G215d Desenvolvimento e maturação de frutos e sementes de espécies de Arecaceae (*Bactris gasipaes* Kunth., *Euterpe edulis* Mart.e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman) / Valéria Augusta Garcia -- São Paulo, 2015.
118 p. il.

Tese (Doutorado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2015

Bibliografia.

1. Semente. 2. Germinação. 3. Palmeiras. I. Título

CDU: 631.53.01

“Qual é esse processo do espírito e da semente, cheio de fé,

que toca o solo nu e o torna rico de novo?

Não tenho a resposta completa.

Só estou certa que, enquanto estivermos aos cuidados dessa força de fé,

aquilo que pareceu morto, não estará morto.

Aquilo que pareceu perdido também não estará mais perdido,

aquilo que alguns alegaram ser impossível tornou-se nitidamente possível,

e a terra que está sem cultivo está apenas descansando –

descansando à espera de que a semente venturosa chegue com o vento,

com todas as bênçãos de Deus.

E ela chegará.”

Autora: CLARISSA PINKOLA ESTÉS

Livro: O JARDINEIRO QUE TINHA FÉ

Dedico

A minha luz, minha filha Clara!

Sua existência ilumina nossas vidas de

alegria e ternura.

Ofereço

A minha querida mãe, Titose Satake, que é pura
dedicação, sabedoria e amor.

Ao meu grande companheiro, Ademir Oliveira de
Souza, pela paciência, compreensão e estímulo.

A Dra. Marilene Leão Alves Bovi (*in memoriam*) por
sempre me inspirar com sua vida dedicada às
Arecaceae.

Ao professor Dr. Cláudio José Barbedo pela confiança
depositada, pelo seu conhecimento e principalmente
por orientar com tanta dedicação e entusiasmo.

Agradeço

A Deus por sua infinita bondade e misericórdia, sempre me proporcionando saúde, força e perseverança para a execução e conclusão deste trabalho, as quais me fizeram crescer em conhecimento e na fé.

Aos meus diretores do Instituto de Botânica, Dr. Luiz Mauro Barbosa, Dr. Domingos Sávio Rodrigues e Msc. Maria de Fátima Scaf por incentivar e possibilitar que eu me dedicasse ao doutorado.

Aos amigos do Instituto de Botânica, em especial à Cibele Boni de Toledo, Kátia Regina Zara, Renata Ruiz Silva, Carlos Yoshiyuki Avena, Luciana Benjamim Benatti, Ada André Pinheiro, Laura Maria Spedini, Janaína Pinheiro, Marília Vazquez Aun, Flávia Avaristo, Paulo Ortiz, Carlos Fernando Meirelles pelo estímulo, apoio e descontração durante toda a execução deste trabalho.

À Professora Dra. Sandra Maria Carmello-Guerreiro, pelo seu bom humor, simpatia e principalmente pelos seus amplos e infundáveis conhecimentos em Anatomia.

Aos alunos do curso de Pós-Graduação e colegas do Núcleo de Pesquisa de Sementes do Instituto de Botânica pelo apoio e amizade, em especial a Débora Manzano Molizane, Roseli Betoni Bragante, Edmir Vicente Lamarca, Marina Crestana Guardia, Nelson Augusto dos Santos Júnior e Mônica Valéria Cachenco.

Ao Núcleo de Pesquisa em Anatomia do Instituto de Botânica, em especial à pesquisadora Dra. Adriana Hissae Hayashi, por esclarecer dúvidas e permitir o uso dos equipamentos.

Aos funcionários da Pós-graduação, especialmente a Márcia Regina Angelo e Shirlei Soares Dassi, pela atenção e dedicação a nós alunos.

Aos colegas do Pólo Regional do Vale do Ribeira – APTA/SAA-SP, Luiz Alberto Saes, Erval Rafael Damatto Júnior, Edson Shiqueaki Nomura, Eduardo Jun Fuzitani, Elisete de Sales, Iolanda Satiko Maruyama, Batista e Sérgio, pela amizade duradoura e apoio constante, em especial ao Sr. Nemésio pela ajuda constante a campo e dedicação ao trabalho.

À minha família, minha irmã Andréa, meu irmão Luiz Augusto e meu sobrinho Pedro Henrique que, longe ou perto, sempre estão comigo, no meu coração.

A todos aqueles que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para a realização desse trabalho.

Índice

1. Introdução Geral	09
2. Capítulo I – Estudo fenológico de <i>Bactris gasipaes</i> Kunth., <i>Euterpe edulis</i> Mart. e <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman no Vale do Ribeira (SP)	22
Resumo	23
Abstract	24
Introdução	25
Material e Métodos	26
Resultados e Discussão	31
Conclusão	45
Referências Bibliográficas	46
3. Capítulo II – Maturação de sementes de <i>Euterpe edulis</i> Mart. e <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.....	51
Resumo	52
Abstract	53
Introdução	54
Material e Métodos	56
Resultados	61
Discussão	67
Conclusão	71
Referências Bibliográficas	73
4. Capítulo III – Estudos morfológicos e maturação de frutos e sementes de <i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	80
Resumo	81
Abstract	82

Introdução	83
Material e Métodos	85
Resultados e Discussão	88
Conclusão	96
Referências Bibliográficas	96
5. Considerações Finais	100
6. Referências Bibliográficas da Introdução Geral e das Considerações Finais.....	105
7. Resumo Geral	115
Summary	117

1. Introdução Geral

No centro da região do Vale do Ribeira, corre o Rio Ribeira de Iguape, que se constitui na maior vertente Atlântica do Estado de São Paulo. Nascendo na cadeia montanhosa da Serra do Mar, no Estado do Paraná, atravessa toda a região e desemboca no Oceano Atlântico, próximo a Iguape (Born & Talocchi 2002).

A Bacia do rio Ribeira do Iguape está localizada na região sul do Estado de São Paulo e leste do Estado do Paraná, abrangendo uma área total de aproximadamente 25.000 km², dos quais dois terços estão em território paulista (SMA 1995). A região paulista do Vale do Ribeira compõe-se dos municípios: Apiaí, Barra do Chapéu, Barra do Turvo, Cajati, Cananéia, Eldorado, Iguape, Ilha Comprida, Iporanga, Itaóca, Itapirapuã Paulista, Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Juquitiba, Miracatu, Pariquera-Açú, Pedro de Toledo, Registro, Ribeira, São Lourenço da Serra, Sete Barras e Tapiraí (figura 1).

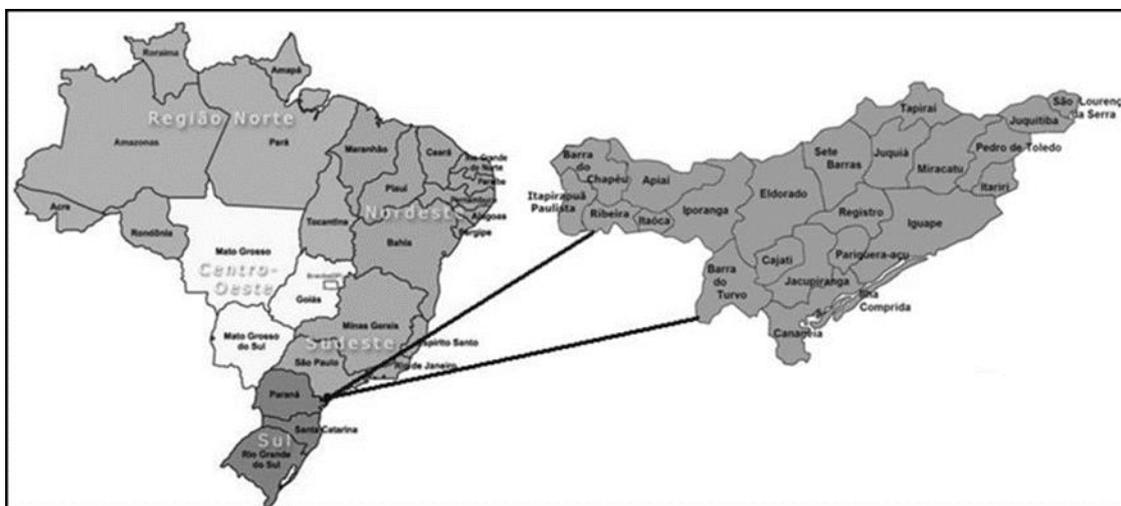


Figura 1. Localização do Vale do Ribeira (SP). Fonte: Adaptado do Instituto Geográfico e Cartográfico (2010)

A vegetação predominante é classificada como Floresta Ombrófila Densa Montana/Submontana (Veloso & Góes Filho 1982). Praticamente toda a região está inserida em APA (Área de Proteção Ambiental). Há também diversos parques e estações ecológicas,

zonas florestais, zonas de vida silvestre e outros mecanismos de proteção à fauna e flora nativa (ITESP 1998).

Nessa região, que possui 60% de toda a sua área recoberta por vegetação nativa e unidades de conservação estaduais (Resende 2002), estão concentrados cerca de 13% das áreas remanescentes de Mata Atlântica de todo o Brasil e 40% de todo o Estado de São Paulo (Capobianco *et al.* 2002, Silva Matos e Bovi 2002). Além disso, o Vale do Ribeira é uma região peculiar por ser uma das áreas menos urbanizadas e industrializadas do estado de São Paulo, com grande parcela da população vivendo em áreas rurais e desenvolvendo atividades agrícolas de subsistência e extrativistas. É considerada, também, uma das regiões paulistas mais pobres, sendo o turismo, a mineração e o agronegócio os principais segmentos da economia regional. As principais atividades são: agrícolas (banana, chá, arroz, frutas, legumes, verduras, palmito e mandiocas), pesqueiras, extrativistas (madeiras, fibras, palmito, plantas medicinais e ornamentais), além da pecuária, da agricultura e da pesca de subsistência (IBGE 2000, Gonçalves & Souza 2001).

A população que se instala em áreas de preservação, no entorno de parques e em áreas mais afastadas, onde, muitas vezes, os solos são menos férteis, causam uma situação de conflito entre produção agrícola e conservação ambiental (Leite & Rodrigues 2008). A busca por alternativas sustentáveis de produção para amenizar ou reverter este impacto é a produção de mudas por meio de beneficiamento e manutenção de sementes florestais, tendo ganhado crescente importância na utilização em programas de reposição florestal, recuperação de áreas degradadas e reflorestamento (Vieira *et al.* 2001). Outra possibilidade de conservação é a manutenção de bancos de germoplasma *ex-situ* de espécies florestais, sendo relevante para o conhecimento e manutenção das espécies de Floresta Atlântica (Morozesk *et al.* 2014).

A seleção das espécies arbóreas nativas visando ao atendimento de programas de reflorestamento, melhoramento genético ou de silvicultura é dificultada pelo desconhecimento tanto da qualidade fisiológica das sementes como da produção de mudas (Carvalho *et al.*

1980). Dentre estas, destacam-se as palmeiras da família Arecaceae, sendo esta uma família botânica de grande importância para o paisagismo, e para os trabalhos de recomposição dos ecossistemas florestais (Donatti *et al.* 2009).

1.1. Arecaceae

Conhecida antigamente como Palmae, Arecaceae é constituída por plantas pertencentes à divisão Magnoliophyta, do clado Monocotyledoneae, inserida nas Comelinídeas e é a única família botânica da ordem Arecales (APG III 2009).

A grande maioria das espécies e palmeiras habita as zonas úmidas de todo o mundo, sendo raras as de regiões secas e frias. De acordo com Dransfield (1978), 75% das espécies se concentram em florestas tropicais úmidas e sua adaptação nestes ambientes mantém um aspecto morfológico e anatômico típicos desta família, folhas pinadas ou palmadas, com pecíolos longos, inseridos na extremidade do estipe (Uhl & Dransfield 1987). O termo “palmeira”, segundo Alves & Demattê (1987), é uma palavra que derivou do latim, significa “palma” e representa a forma de suas folhas.

O número de espécies de palmeiras é considerado flutuante e polêmico, pois a literatura especializada estima quantidades que oscilam de 2.500 a 3.500, com aproximadamente 230 gêneros. Porém, uma estimativa mais atualizada aponta para 2.600 espécies dentro de 200 gêneros (del Cañizo 2002). Conforme Pivari & Forzza (2004), nas Américas são encontrados 67 gêneros e aproximadamente 1.440 espécies, sendo que no Brasil estão distribuídas 119 espécies, pertencentes a 39 gêneros (Lorenzi *et al.* 1996, Donatti *et al.* 2009).

No continente americano, sete gêneros apresentam distribuição ampla: *Euterpe* Mart., *Prestoea* Hook., *Desmoncus* Mart., *Bactris* Jacq. ex Scop., *Geonoma* Willd., *Chamaedorea* Willd. e *Acrocomia* Mart., sendo os demais restritos a uma determinada área com características edafoclimáticas específicas (Henderson *et al.* 1995). Segundo Alves &

Demattê (1987), os gêneros *Acrocomia* Mart., *Allogoptera* Nees., *Astrocarym* G. Mey., *Attalea* Kunth., *Bactris* Jacq. ex Scop., *Butia* (Becc.) Becc., *Genoma* Willd., *Iriartea* Ruiz e Pav. e *Syagrus* Mart. são encontrados em todo o Brasil.

As palmeiras estão entre as quatro famílias botânicas mais importantes para o uso humano, junto com as famílias Poaceae (tais como arroz, milho, trigo e cevada), Fabaceae (como soja, ervilha, feijão, alfafa e grão de bico) e Solanaceae (como batata, tomate e tabaco) (Johnson 2011). O estudo das palmeiras nativas é de fundamental importância, pois muitas possuem grande potencial sócio-econômico para as diversas comunidades (Jardim & Stewart 1994).

Apresenta grande valor ecológico dentro das comunidades de plantas nas florestas tropicais e na rede de interações com polinizadores e dispersores. Em muitas florestas neotropicais, as palmeiras destacam-se pela abundância e riqueza de espécies, tanto no sub-bosque quanto nos estratos superiores, e estão entre as plantas de maior longevidade no reino vegetal, desempenhando, assim, papel importante na estrutura e funcionamento de diversos ecossistemas e na sucessão ecológica (Reis & Kageyama 2000, Bernacci *et al.* 2006)

As palmeiras são monocotiledôneas, perenes, arborescentes, com representantes dióicos e monóicos, e apresentam morfologia variada. As raízes podem ser subterrâneas ou aéreas. Os estipes são, em sua maioria, lenhosos simples, solitários ou ocasionalmente ramificados formando touceiras, mas por vezes apresentando caule subterrâneo, que geralmente apresenta-se liso ou densamente coberto por espinhos. As folhas são formadas essencialmente por um eixo no qual são distinguidas três regiões: bainha, pecíolo e limbo. O limbo é uma lâmina foliar constituída pela raque que é a continuidade do pecíolo. O limbo pode variar dentro do gênero e da espécie e até mesmo durante o desenvolvimento da planta. Quanto à disposição dos folíolos as folhas podem ser pinadas ou palmadas. São pinadas quando os folíolos dispõem-se ao longo da raque de espaço a espaço e, palmadas, quando a raque é muito curta ou inexistente. As inflorescências podem ser interfoliares, intrafoliares ou

axilares, paniculadas e constituídas por bráctea, espata e ráquis. As brácteas e espatas são folhas modificadas com a função de proteger a inflorescência, podendo desprender ou persistir na planta enquanto a infrutescência durar. A ráquis é o eixo principal da inflorescência e pode apresentar ramificações de diversas ordens – as ráquias. As flores são pequenas e numerosas, curto-pediceladas ou sésseis, pouco vistosas, unissexuadas ou raramente bissexuais, trímeras, actinomorfas, geralmente diclamídeas, heteroclamídeas ou raramente monoclamídeas. As inflorescências ramificadas são denominadas de racemo ou panícula, enquanto que as não ramificadas são chamadas de espigas. O androceu tem 6 estames dispostos em 2 séries de 3, com estaminóides presentes. O gineceu, geralmente, sincárpico, ovário súpero, tricarpelar, trilocular, triovular, mas freqüentemente com apenas um fértil (Marcato & Pirani 2001, Souza & Lorenzi 2005).

De acordo com Tomlinson (1990), a maioria das palmeiras possui os frutos no intervalo de classe de tamanho de 1,0-1,4 cm. A forma ovóide está descrita para várias palmeiras estudadas por Lorenzi *et al.* (1996). Entretanto, Tomlinson (1990) relata que a forma mais freqüente em frutos de palmeira é a elipsóide a obovóide. São do tipo drupa ou baga, variáveis no tipo, cor, tamanho e forma e geralmente apresentam três camadas: exocarpo, mesocarpo e endocarpo. O exocarpo pode ser liso, com presença de espinhos ou escamoso, o mesocarpo é de natureza fibrosa, seca ou fibrosa-suculenta e o endocarpo pode ser fino, membranoso, celulósico, espesso ou lignificado (Miranda *et al.* 2001).

1.2. Espécies de Arecaceae estudadas neste trabalho

Bactris gasipaes Kunth.

Dentre as palmeiras consideradas como alternativa para produção de palmito e passíveis de serem cultivadas para tanto, destaca-se a pupunheira, *B. gasipaes*. O seu cultivo racional em diversas regiões do Brasil para esse fim, tem colaborado na diminuição da pressão sobre palmeiras de ocorrência natural (Bovi 1998a, Bovi 1998b, Bergo & Lunz 2000).

É uma planta perene, com desenvolvimento cespitoso que pode atingir mais de 20 m de altura. O sistema radicular da pupunheira é do tipo fasciculado, bastante superficial, com 75% das raízes encontradas nos primeiros 20 cm de profundidade. O diâmetro do caule varia de 15 a 30 cm e o comprimento dos entrenós de 2 a 30 cm. Os entrenós são armados com numerosos espinhos rígidos pretos ou marrons escuro, porém, existem mutações sem espinhos selecionadas pelos Ameríndios em diversas áreas de ocorrência da espécie. O ápice do estipe sustenta uma coroa de 15 a 25 folhas pinadas, com os folíolos inseridos em diferentes ângulos. As folhas tenras não expandidas, localizadas no centro da coroa, formam o palmito. Floresce quase o ano inteiro, porém com maior intensidade durante os meses de agosto a dezembro. A maturação de seus frutos ocorre principalmente entre os meses de dezembro a julho (Souza *et al.* 1996, Clement 1987, Vandermeer 1977).

De acordo com Nascimento & Oliveira (2002), o fruto da *B. gasipaes* é formado por três camadas: o epicarpo ou exocarpo (parte externa do pericarpo, proveniente da epiderme externa do ovário, o mesocarpo, que é a parte carnosa do fruto, e, internamente, o endocarpo que reveste o lóculo que contém a semente. O mesocarpo é comumente polposo e succulento, e o endocarpo lenhoso, relativamente duro. A casca ou exocarpo é bastante delgada e está intimamente unida ao mesocarpo. Este se apresenta com uma cor brilhante e, em alguns frutos, mostra formato raiado que cobre toda a sua extensão (Kulchetscki *et al.* 2001).

Euterpe edulis Mart.

Até o fim da década de 90 o Brasil era considerado o principal produtor, consumidor e exportador de palmito do mundo (Bovi 1998a), sendo este extraído principalmente das palmeiras do gênero *Euterpe*, *E. edulis* Mart. (juçara) e *E. oleracea* Mart. (açai) (Bovi & Cardoso 1978). A exploração dessas espécies vem ocorrendo em bosques naturais de forma predatória e muitas vezes ilegal. Atualmente, a juçara encontra-se confinada nas unidades de conservação estatais. Segundo Cromberg & Bovi (1992), essa espécie tem função essencial na recuperação de áreas degradadas por apresentar rusticidade, valor econômico, capacidade de

adaptação, alimento para a fauna, densidade de cobertura, além de preservar a integridade edáfica e conter atributos estéticos.

Nativa da Mata Atlântica, a juçara (*E. edulis*) é uma palmeira de estipe único que atinge de 10 a 20 m de altura e de 8 a 20 cm de diâmetro do caule à altura do peito. Quando adulta, apresenta de 10 a 20 folhas alternas e pinadas, agrupadas no ápice da planta (Reitz 1974). É uma espécie monóica com inflorescências em forma de espádice de 50 a 70 cm de comprimento.

As flores são unissexuadas e agrupadas em tríades, sendo uma feminina e duas masculinas. Segundo Mantovani & Morellato (2000), suas inflorescências apresentam protandria acentuada, as flores masculinas permanecem abertas por volta de sete dias e, após um intervalo de dois a quatro dias, abrem-se as flores femininas também por cerca de sete dias. De acordo com Macedo *et al.* (1974) o período de floração ocorre durante o outono e o inverno.

O fruto é uma drupa esférica, com 1,0 a 1,5 cm de diâmetro, com exocarpo fino e liso. Sua cor inicialmente é verde, e com o decorrer do amadurecimento, escurece até uma cor violácea escura. O mesocarpo é carnoso com uma coloração também violácea e o endocarpo é fibroso e envolve toda a semente com uma aparência de fibra de linho. O endosperma é carnoso e branco, servindo de reserva ao embrião na germinação (Bovi & Dias 1986).

Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman.

Por ocorrer em diversas formações vegetacionais, como Florestas Subtropicais e de Araucárias, Floresta Atlântica, cerrados, estepes e restingas costeiras, em campos sujos e em florestas secundárias jovens, mas também em florestas secundárias tardias e florestas maduras (Guix & Ruiz 2000, Lorenzi *et al.* 2004, Bernacci *et al.* 2006), o jerivá (*S. romanzoffiana*) funciona como poleiro de dispersores, tanto nas áreas de floresta como em áreas de campos adjacentes à borda florestal, favorecendo a regeneração (Santos & Souza 2007). Além disso, seu néctar floral, frutos e sementes são explorados por uma larga variedade de animais, sendo

uma potencial espécie-chave em fragmentos de Mata Atlântica (Alves-Costa & Knogge 2005). Distribuiu-se em toda a América do Sul: Brasil (desde o sul da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais e Goiás até o Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul), ainda no Paraguai, na Argentina e no Uruguai (Glassman 1987).

É uma palmeira com caule solitário, liso, com altura de 7 a 15 m e 20 a 50 cm de diâmetro e suas folhas são pinadas verde-escuras e plumosas (Lorenzi *et al.* 2010). A reprodução é sexuada, apresentando inflorescência em cacho pendente, ramificado, de até 150 cm de comprimento, com centenas de ráquias. Floresce e frutifica em diferentes meses do ano, dependendo da região em que se encontra. Seus frutos são do tipo drupa, globosos ou ovóides, de cor amarela ou alaranjada, com um fino exocarpo, um mesocarpo fibroso, succulento e adocicado e um endocarpo lenhoso que envolve uma única semente (Messias & Alves 2009).

1.3. Sementes de Arecaceae

Geralmente, a cavidade dos frutos das palmeiras é preenchida por uma única semente dura e densa constituída por um tegumento que reveste o endosperma ou albúmen duro, que é um tecido nutritivo no qual está embutido um embrião pequeno e mole (Lorenzi *et al.* 1996, Mendonça & Aguiar 2003, Mendonça *et al.* 2008). Suas sementes podem ser redondas, ovóides (ou elípticas), aderidas ao pericarpo ou simplesmente livres. Quando livres, o tegumento seminal é relativamente espesso e apresenta um opérculo, que corresponde a uma cicatriz na superfície, próximo à micrópila que se torna visível durante a germinação (Alves & Demattê 1987, Mendonça *et al.* 2008).

A maioria das espécies da Família Arecaceae é propagada de forma sexuada. No entanto, este processo frequentemente é dificultado, pois a germinação das sementes, de maneira geral, é lenta e desuniforme e é influenciada por vários fatores, como estágio de

maturação, presença ou não de pericarpo, tempo entre colheita e semeadura, dormência física, temperatura do ambiente e substrato, entre outros (Broschat 1994, Meerow 2004).

De acordo com Alves & Demattê (1987), a maturação dos frutos de palmeiras é demorada, geralmente decorrendo vários meses desde a floração até o amadurecimento total. Passos (1998), ao usar sementes de *Cocos nucifera* Linn. do ecotipo gigante-do-brasil, observou maior velocidade e porcentagem de germinação nas sementes colhidas aos 11 e aos 12 meses de idade. Segundo Ndon & Remison (1983), o tempo necessário para as sementes de *Elaeis guineenses* Jacq. atingirem a maturidade fisiológica variou entre 105 e 110 dias, enquanto somente a partir de 150 dias os frutos encontravam-se maduros. Essas diferenças demonstram que o ponto de maturidade fisiológica pode variar em função da espécie e do ambiente, tornando-se necessária a definição de parâmetros de maturação que permitam estabelecer a época adequada de colheita das sementes (Piña-Rodrigues & Aguiar 1993).

No processo de germinação das sementes de palmeiras o cotilédone nunca é expandido como órgão aéreo fotossintético. Seu ápice permanece no interior do endosperma da semente, tornando-se um órgão suctorial ou haustorial. O embrião é pequeno e, com o formato cônico ou cilíndrico, forma uma massa indiferenciada de células, e é envolvido pelo albúmen. Ele absorve os nutrientes do endosperma e se desenvolve a medida que as reservas são mobilizadas lenta e localmente, terminando sua maturação provavelmente durante a germinação. O embrião em crescimento pressiona a região do tegumento, abrindo o opérculo. O pecíolo e a bainha cotiledonar se alongam e pode formar lígula ou tubo de natureza foliar (Tomlinson 1960, Alves & Demattê 1987, Souza *et al.* 2009).

A germinação das sementes das palmeiras apresenta três classificações: remota tubular, caracterizada pelo alongamento do pecíolo e bainha cotiledonares; remota ligular, semelhante a anterior, adicionado a presença de lígula; e adjacente ligular, onde a plântula desenvolve-se próximo à semente e tem formação de lígula (Tomlinson 1960).

A dormência das sementes se destaca como um fator importante na germinação, estando amplamente difundido dentro da família Arecaceae (Baskin & Baskin 2004), onde a classe de dormência morfofisiológica é a mais comum (Pérez *et al.* 2008). A germinação limitada em razão da presença de dormência física, causada pela impermeabilidade dos tecidos do fruto e ou da semente, impõem uma barreira mecânica, que culmina em baixo índice de germinação (Broschat 1998, Teixeira 2005, Lorenzi & Negrelle 2006, Ribeiro *et al.* 2011, Neves *et al.* 2013).

Ferreira & Gentil (2006) concluíram que, para a palmeira *Astrocaryum aculeatum* Meyer, a dormência das suas sementes deve estar relacionada ao endocarpo duro e denso, pois a sua retirada proporcionou redução no período de germinação. Lorenzi *et al.* (1996), Carpenter (1988) e Broschat (1998) verificaram que, nas espécies de palmeiras *Attalea geraensis* Barb. Rodr., *A. phalerata* Mart., *Butia archeri* (Mart.) Becc. e *Butia capitata* (Mart.) Becc., o endocarpo afeta de forma negativa o processo germinativo. Pivetta *et al.* (2005) observaram que sementes de *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glass. escarificadas mecanicamente tiveram maior porcentagem e germinação mais rápida quando comparadas com as que não sofreram escarificação. Além disso, Carvalho e Nakagawa (2012) informam que na família Arecaceae há a dormência do embrião na semente, o qual se apresenta parcialmente desenvolvido, sendo uma massa indiferenciada de células.

Um dos principais fatores que ocasiona diminuição da viabilidade e representa um problema para a conservação das sementes de palmeiras é a sua desidratação (Broschat 1994). O período de curta viabilidade durante o armazenamento e a tolerância à desidratação variam entre espécies (Negreiros & Perez 2004). Por essa razão, tem sido recomendado o plantio imediato das sementes ainda frescas (Meerow 2004).

Algumas espécies, como é o caso das do gênero *Euterpe*, *E. oleracea* Mart., *E. edulis* Mart., *E. spiritosantensis* Fernandes, possuem sementes de difícil conservação por causa da sensibilidade à desidratação, sendo classificadas como recalcitrantes (Araújo *et al.* 1994,

Andrade & Pereira 1997, Martins *et al.* 1999). Bovi & Cardoso (1978) e Figliolia *et al.* (1987) também identificaram a sensibilidade da espécie *E. edulis* ao armazenamento e à desidratação. Outras espécies, de outros gêneros, também são consideradas recalcitrantes, como *Bactris gasipaes* Kunth. (Ferreira & Santos 1992, Bovi *et al.* 2004), *Archontophoenix alexandrae* (F. Mueller) H. Wendl. & Drude (Martins *et al.* 2003; Stringheta *et al.* 2004) e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Devide *et al.* 2001). *Cocos nucifera* e *Elaeis guineensis* também apresentam sementes recalcitrantes, o que impede a execução de programas de conservação em longo prazo, que se baseiam na desidratação da semente antes do armazenamento (Chin *et al.* 1989).

1.4. Conservação *ex situ* com bancos de sementes recalcitrantes

Nas sementes recalcitrantes, o declínio do teor de água no ponto de maturidade fisiológica é insignificante quando comparado ao das sementes ortodoxas, que tornam seu embrião inativo ou quiescente (Kermode *et al.* 1989). No final da maturação, as recalcitrantes chegam a aumentar a eficiência da respiração e da produção de energia, caracterizando o início da germinação (Barbedo & Marcos Filho 1998, Caccere *et al.* 2013). Há, inclusive, suspeita de que as sementes recalcitrantes não completem totalmente seu desenvolvimento e maturação, comportando-se como ortodoxas imaturas e, portanto, sejam liberadas da planta-mãe antes de atingirem sua plena maturidade (Barbedo *et al.* 2013). Esse comportamento torna inviável, com o conhecimento atual, a conservação de espécies com sementes recalcitrantes em bancos de germoplasma que utilizam sementes. A forma disponível para a conservação *ex situ* dessas espécies, em bancos de germoplasma, é a remoção cirúrgica do embrião (em muitos casos, do eixo embrionário) e sua manutenção sob criopreservação. A retomada do material e a produção de novas plântulas, neste caso, é obrigatoriamente realizada por cultivo *in vitro* (Walters *et al.* 2013, Pammenter & Berjak 2014). Essa forma de conservação foi estudada inclusive em Arecaceae (Hemanthakumar *et al.* 2013, Dias *et al.*

2015) mas, evidentemente, todo esse processo exige altos investimentos, equipamentos sofisticados e pessoal altamente treinado. Além disso, há necessidade de um mínimo de desidratação de tecidos para que não ocorra cristalização da água e rompimento de células (Wesley-Smith *et al.* 2015) e, como tais sementes são sensíveis à dessecação, nem sempre há sucesso na criopreservação. Há necessidade, portanto, de desenvolvimento de tecnologia que permita conservar essas sementes em bancos de germoplasma tradicionais e, para tanto, é fundamental que se conheça a fisiologia das sementes recalcitrantes e seu correto posicionamento no processo de maturação de sementes em geral (Barbedo *et al.* 2013).

O comportamento das sementes de palmeiras, descrito anteriormente, as torna interessantes modelos para estudo da fisiologia de sementes recalcitrantes em geral. O melhor conhecimento sobre a origem e o desenvolvimento das estruturas das sementes de palmeiras, associando-o às modificações que caracterizam a maturação, poderá elucidar as relações fisiológicas nessas sementes. Particularmente para sementes de palmeiras, esse conhecimento é essencial pelo fato de que o processo germinativo apresenta expressivas diferenças não apenas em relação da grande maioria das sementes ortodoxas mas, até, quando é comparado com muitas recalcitrantes.

Há importantes lacunas em relação aos mecanismos envolvidos nos processos de maturação de sementes de *Arecaceae* que impedem a evolução do conhecimento, entre outros aspectos, da própria conservação dessas sementes e formação de bancos de germoplasma. Essas lacunas podem estar relacionadas às dificuldades logísticas existentes por serem plantas perenes, de ciclo longo e de grande altura, assim como ocorre em outras áreas do conhecimento das palmeiras (Martins *et al.* 2000).

Sendo assim, neste trabalho um dos objetivos é estudar a fenologia reprodutiva, o desenvolvimento e maturação de sementes e frutos de *Bactris gasipaes* Kunth., *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman., estabelecendo relações entre as características externas visuais e físicas com as fisiológicas e, dessa forma colaborar com o

conhecimento do comportamento reprodutivo e a conservação das Arecaceae. Outro é contribuir para o conhecimento da fisiologia da maturação e conservação de sementes recalcitrantes, segundo a hipótese de que as sementes das palmeiras também têm seu desenvolvimento e maturação interrompidos pela separação da planta-mãe antes de atingir os padrões de maturidade de sementes ortodoxas, reduzindo o potencial de armazenamento dessas sementes, para isso, três espécies de Arecaceae (*Bactris gasipaes*, *Euterpe edulis* e *Syagrus romanzoffiana*) foram selecionadas para este estudo, agrupadas em três capítulos, apresentados a seguir:

- Capítulo I - Estudo fenológico de *Bactris gasipaes* Kunth., *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman no Vale do Ribeira (SP): levantamento fenológico durante 24 meses para se conhecer o comportamento reprodutivo das espécies no tocante a época que ocorrem suas fenofases, ou seja, suas fases reprodutivas, possibilitando assim, prever o estabelecimento e a época adequada de colheita e da maturação dos frutos;

- Capítulo II - Maturação de sementes de *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman: avaliações físicas e fisiológicas de sementes em diferentes estádios de maturação afim de definir a sua maturidade fisiológica e evidenciar as diferenças entre as espécies;

- Capítulo III – Desenvolvimento e maturação de frutos e sementes de *Bactris gasipaes*: avaliações físicas e fisiológicas de sementes em diferentes estádios de maturação para se definir a maturidade fisiológica, além de descrição das características morfológicas do fruto e da semente.

2. Capítulo I

Estudo fenológico de *Bactris gasipaes* Kunth., *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman no Vale do Ribeira (SP)

Valéria Augusta Garcia¹ & Claudio José Barbedo²

¹ Pesquisador Científico IV, Centro de Pesquisa Jardim Botânico e Reserva, Instituto de Botânica, São Paulo, SP. Av. Miguel Stéfano 3687, 04301-012 São Paulo, SP, Brasil. Autor para correspondência: val.garcia@uol.com.br

² Pesquisador Científico VI, Núcleo de Pesquisa em Sementes, Instituto de Botânica, São Paulo, SP.

(artigo submetido para publicação em Hoehnea)

Resumo

(Estudo fenológico de *Bactris gasipaes* Kunth., *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman no Vale do Ribeira (SP)). Este estudo avaliou a fenologia reprodutiva de *Bactris gasipaes*, *Euterpe edulis* e *Syagrus romanzoffiana* no Vale do Ribeira (SP). As avaliações foram feitas quinzenalmente, em 15 indivíduos adultos de cada espécie, de fevereiro de 2011 a janeiro de 2013. Dois eventos de floração foram registrados, já que o processo reprodutivo ocorreu como um evento singular anual. Houve variações na capacidade reprodutiva das espécies de palmeiras estudadas, entre as espécies e de um ano para outro. A floração de *B. gasipaes* foi sincrônica com pico sendo atingido no verão e a frutificação teve alta sincronia com duração de cinco meses. A floração de *E. edulis* teve baixa sincrônica apresentando máxima de florescimento em outubro – novembro, e sua frutificação teve alto sincronismo para presença de frutos verdes e foi assincrônico para presença de cachos com frutos maduros, tendo a presença dessa fenofase por amplo período (seis meses). *S. romanzoffiana* apresentou baixo sincronismo para floração, tendo seu pico na primavera, sua frutificação demonstrou diferença acentuada de um ano para outro, baixo sincronismo em 2011 e alta sincronia em 2012, com picos no inverno. A presença de frutos maduros deu-se por até sete meses consecutivos, evidenciando-se uma fenofase duradoura anualmente; sua disponibilidade foi verificada, inclusive, em período de menor precipitação e temperatura. *B. gasipaes* apresentou média de 147 dias entre a abertura da espata floral e a formação de frutos maduros, já em *E. edulis* esse processo demorou 280 dias, e 174 dias em *S. romanzoffiana*.

Palavras-chave: fenologia, pupunha, jerivá, juçara

Abstract

(Phenological study of *Bactris gasipaes* Kunth., *Euterpe edulis* Mart. and *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman in the Ribeira Vale (SP)). This study evaluated the reproductive phenology of *Bactris gasipaes*, *Euterpe edulis*, and *Syagrus romanzoffiana* in the Ribeira Valley (SP). The evaluations were made every two weeks, on 15 adult individuals of each species, from February 2011 to January 2013. Two blooming events were recorded, since the reproductive process occurred as a unique annual event. There were variations in reproductive intensity of palm species studied, between species, and from one year to another. For *B. gasipaes*, blooming was synchronous with peak intensity in summer and fruiting was discharged sync lasting five months. As for *E. edulis*' blooming presented itself little synchronous to the maximum in October-November, and its fruiting had high synchronism for the presence of green fruit and is asynchronous to the presence of ripe fruit clusters, having the presence of this phenophase for an extended period (six months). *S. romanzoffiana* specie presented low synchronism for blooming, peaking in the spring, its fruiting showed marked difference from one year to another, little synchronous in 2011 and highly synchronous in 2012, with peaks in winter. The presence of ripe fruit occurred for up to consecutive seven months, demonstrating a long annual phenophase, their availability was verified in a period of lower rainfall and temperature. *Bactris gasipaes* species had an average of 147 days between the opening of the floral spathe and the formation of ripe fruit, while for *Euterpe edulis* this process took 280 days, and 174 days for *Syagrus romanzoffiana*.

Keywords: phenology, peach palm, queen palm, juçara palm

Introdução

Em muitas florestas neotropicais, as palmeiras destacam-se pela abundância e riqueza de espécies, tanto no sub-bosque quanto nos estratos superiores e estão entre as plantas de maior longevidade no reino vegetal, desempenhando, assim, papel importante na estrutura e funcionamento de diversos ecossistemas e na sucessão ecológica (Reis & Kageyama 2000, Bernacci *et al.* 2006).

As palmeiras são chamadas pelos botânicos de “príncipes das florestas” e consideradas as aristocratas do reino vegetal devido ao seu porte altaneiro e elegante que contribui com o aspecto luxuriante e do fascínio das regiões tropicais (Bondar 1964, Lorenzi *et al.* 1996, Lorenzi *et al.* 2004). Também são freqüentemente chamadas de “espécie chave” por possuírem pouca sincronia quanto a floração e longos períodos de frutificação, o que torna seus frutos disponíveis para fauna em épocas de escassez, sendo importante recurso alimentício para frugívoros tropicais (Galetti *et al.* 1992, Galetti & Aleixo 1998, Henderson *et al.* 2000, Galetti *et al.* 2006).

O sucesso da reprodução e do potencial de dispersão determinam a capacidade de sobrevivência das espécies vegetais, podendo afetar a sua distribuição, abundância e especificidade de habitat (Ranieri *et al.* 2012). Assim, o desenvolvimento do fruto e da semente, e seu período de produção, podem estar relacionados à atividade de polinizadores e dispersores, ao comportamento de predadores de sementes e às necessidades específicas para a germinação (Fisch *et al.* 2000, Mantovani *et al.* 2003).

Os estudos fenológicos podem colaborar para o melhor entendimento sobre o processo de desenvolvimento e dispersão dos frutos, e ainda permitem a previsão da época de reprodução e caracterização desse processo, possibilitando determinar estratégias de coleta de sementes e disponibilidade de frutos (Alencar 1994, Jardim & Kageyama 1994). De acordo com Rathcke & Lacey (1985), o termo fenologia tem origem da palavra grega *phaino*, que

significa mostrar ou aparecer, podendo ser definido como o estudo da ocorrência das fases ou atividades do ciclo vital das plantas e sua ocorrência temporal ao longo do ano, permitindo a compreensão da biologia das espécies, possibilitando o entendimento do seu ciclo vital e sua ocorrência temporal (Lieth 1974, Alencar 1994).

A análise dos eventos fenológicos dos ecossistemas florestais é abordada basicamente de duas formas: caráter qualitativo, onde são levantadas as épocas em que ocorrem as fenofases, medidas em termos de atividade; e caráter quantitativo, onde as fenofases são também medidas em termos de intensidade do evento (Fournier 1974 *apud* Dias & Oliveira-Filho 1996, Bencke & Morellato 2002, D'Eça-Neves & Morellato 2004). Cada estágio fenológico é denominado de fenofase, e se caracteriza por mudanças externamente visíveis nos indivíduos. Existem quatro principais fenofases consideradas nos estudos com vegetais: queda de folhas, folhas novas, floração e frutificação (Antunes & Ribeiro 1999).

Apesar de sua importância, estudos fenológicos com espécies de *Arecaceae* são escassos e as informações generalizadas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os eventos fenológicos das palmeiras *Bactris gasipaes* Kunth., *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman no Vale do Ribeira/SP visando o conhecimento sobre a ocorrência das fenofases.

Material e Métodos

As plantas avaliadas são provenientes do Pólo Regional de Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios do Vale do Ribeira – APTA, localizado na Rodovia Regis Bittencourt, km 460 (BR-116), município de Pariquera-Açu, estado de São Paulo (24° 36' 31" S e 47° 53' 48" O, a 25 metros s.n.m) (Figura 1).

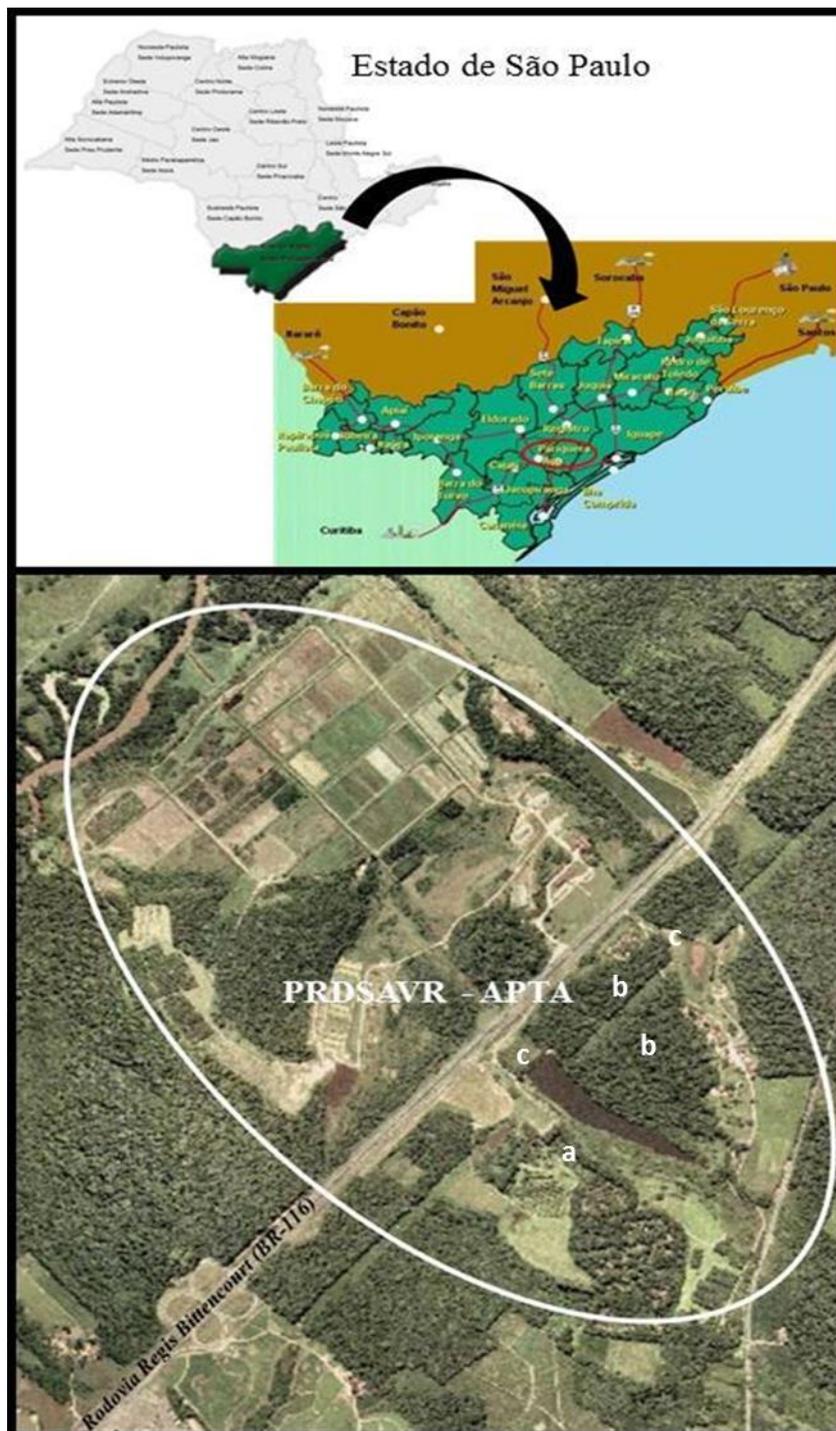


Figura 1. Localização da área de estudo, Pólo Regional de Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios do Vale do Ribeira (PRDSAVR) – APTA. Parquera-açu (SP). Localização das matrizes de *Bactris gasipaes* (a), *Euterpe edulis* (b) e *Syagrus romanzoffiana* (c).

As matrizes de *B. gasipaes* pertencem ao Banco Ativo de Germoplasma instalado em 1992, com progênies da terceira prospecção de material da população de Yurimaguas (Peru), com espaçamento entre plantas de 5 x 5 m. As matrizes de *S. romanzoffiana* também foram plantadas, contudo, o plantio foi realizado de forma aleatória, ao longo das vias de acesso, aceiros e jardins da

propriedade. Já os indivíduos de *E. edulis*, encontram-se no remanescente de Mata Atlântica de 435,74 ha na área estudada.

A região apresenta, segundo a classificação de Köppen (1948), os tipos climáticos Cfa, Cfb e Af: quente/úmido com temperaturas inferiores de 18°C no mês mais frio e superiores a 22°C no mês mais quente. Apresenta clima subtropical úmido, verões quentes, sem estação seca, com umidade relativa anual de 85% na parte litorânea e 80% na serra, temperatura média anual em torno de 21° C nas partes central e litorânea, e na serra 17°C, dependendo da época do ano. As chuvas são abundantes, excedendo à média de 2.000 mm³ na faixa litorânea e atingindo, em alguns vales internos, 4.000 mm³ por ano.

Durante o período de observação fenológica (fevereiro de 2011 a janeiro de 2013), foram coletados os dados meteorológicos da Estação Climatológica de Pariquera-açu (SP), localizada no próprio PRDSAVR, e disponibilizados pelo CIIAGRO (figura 2).

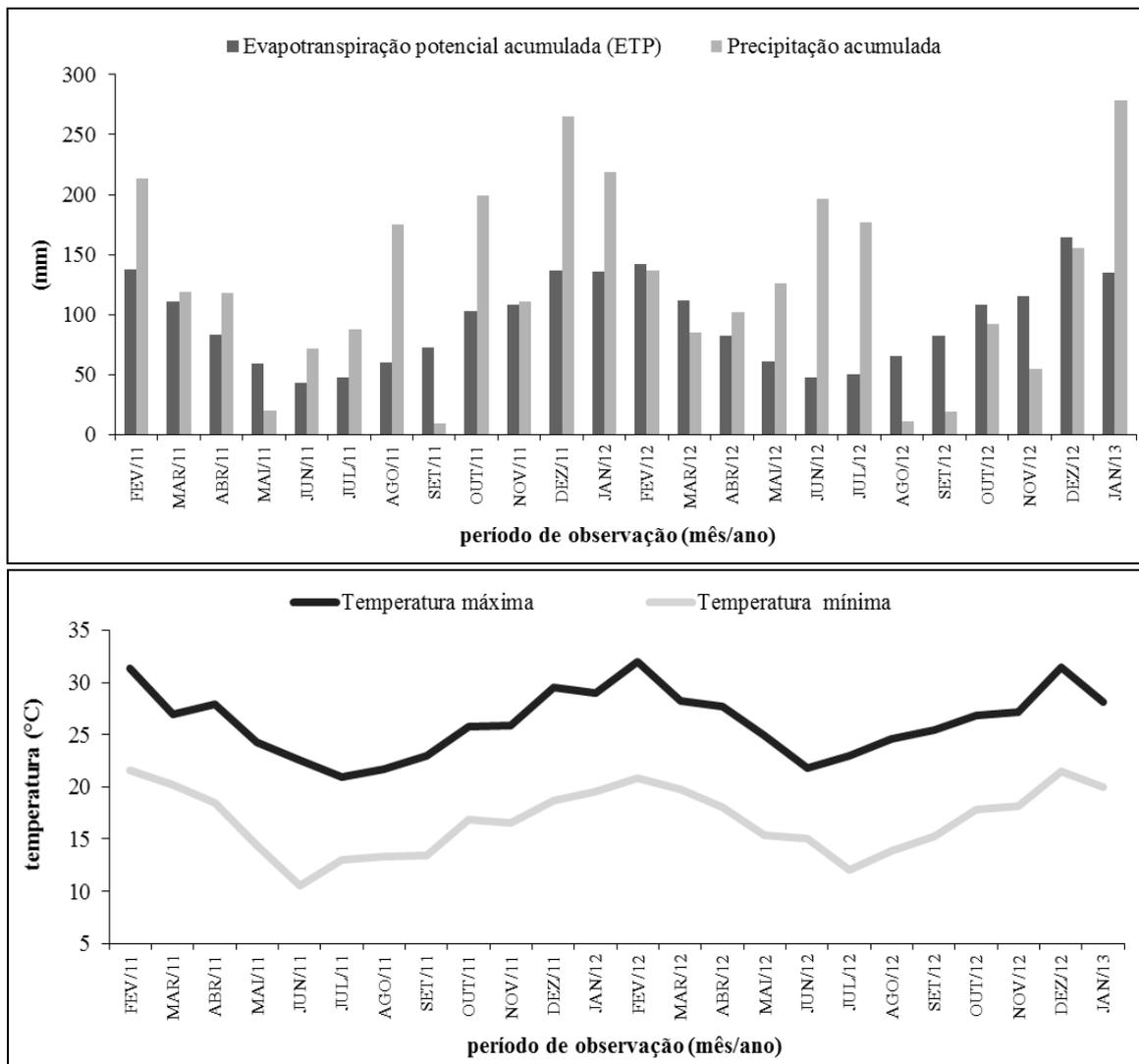


Figura 2. Precipitação e evapotranspiração (ETP) acumuladas durante o mês, e média mensal da temperatura máxima e mínima. Pariquera-Açu (SP), 2011/2012/2013. Fonte: CIIAGRO.

Foram selecionados 15 indivíduos adultos de cada espécie estudada para avaliações quinzenais (figura 3). Observações da copa das plantas, feitas a olho nu e também, com o auxílio de binóculos, foram registrados os dados sobre presença ou ausência dos eventos fenológicos (Frankie *et al.* 1974, Morellato *et al.* 1989) de florescimento (espata floral e floração), frutificação (cachos com frutos verdes e maduros) e a quantidade de estruturas reprodutivas (espata floral, floração e frutificação), presentes em cada estipe.

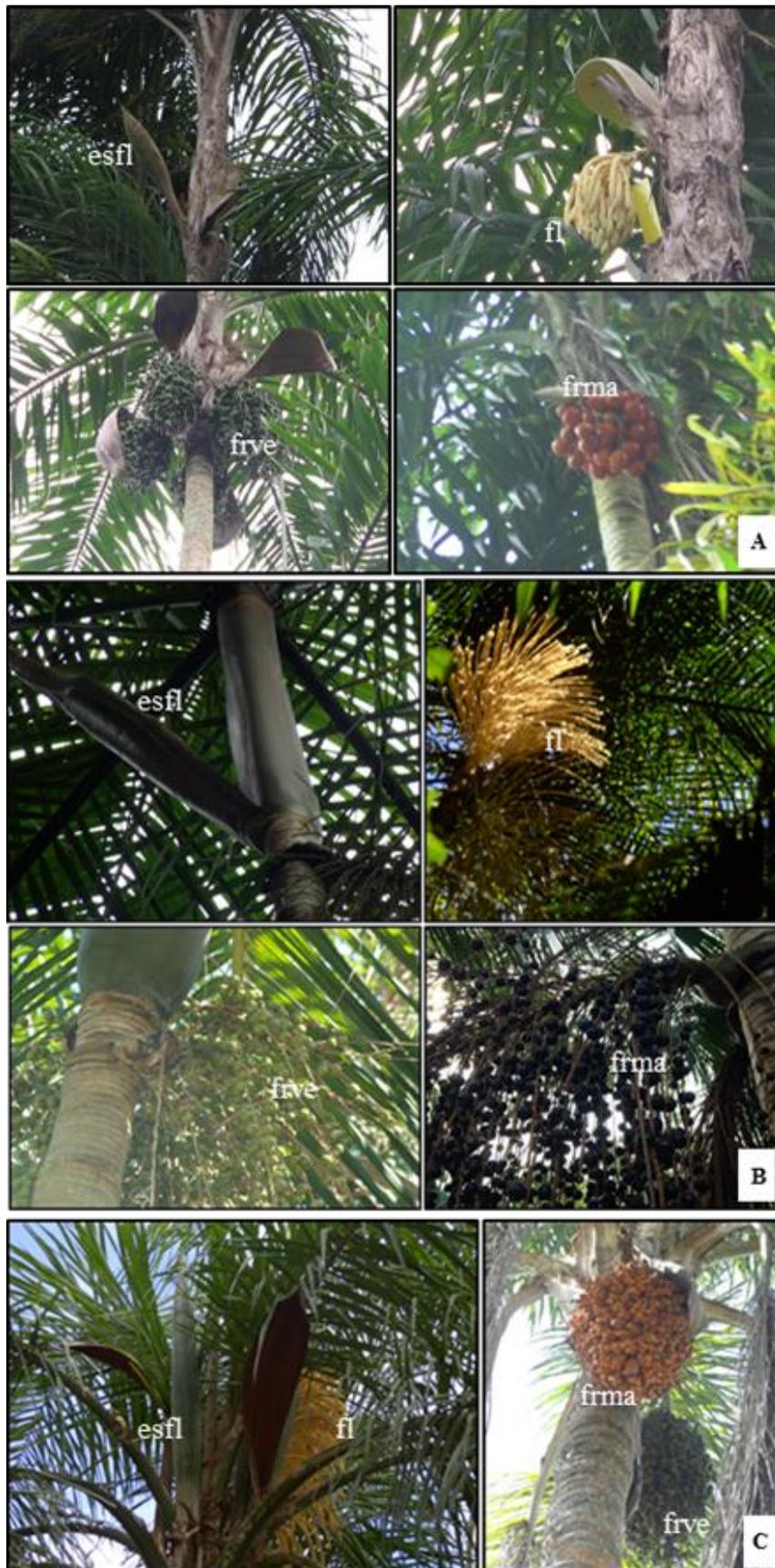


Figura 3. Matrizes de *Bactris gasipaes* (A), *Euterpe edulis* (B) e *Syagrus romanzoffiana* (C). Pariquera-açu (SP), 2011/2012/2013. esfl - espata floral; fl - floração; frve - frutos verdes; frma - maduros

A fase de espata floral foi considerada enquanto a inflorescência se manteve coberta por brácteas. A duração da fase de floração foi considerada a partir da abertura da espata com a observação da inflorescência, desde a presença de botão até a queda das flores. Para duração da fase de fruto verde foi considerada a partir da visualização dos primeiros e pequenos frutos em formação, até o início do amadurecimento dos primeiros frutos. Já a fase de fruto maduro considerou-se a partir da visualização dos primeiros frutos maduros no cacho, até a total queda dos mesmos.

Para a mudança foliar, considerou-se folha nova quando essa se apresentava totalmente fechada, já aquelas que se apresentavam verdes e abertas se denominou madura, e como folha velha às folhas secas aderidas à planta e que ainda não caíram.

Utilizou-se o método de análise de caráter quantitativo em nível populacional, no qual indica a porcentagem de indivíduos da população observada que manifestou determinado evento fenológico: quanto maior o número de indivíduos manifestando a fenofase, maior é a sincronia desta população (Morellato *et al.* 1990, Bencke & Morellato 2002). Para tanto, foi empregado o índice de atividade (IA) ou porcentagem de indivíduos: $IA = 100 \cdot (nif \cdot nti^{-1})$, onde *nif* é o número de indivíduos na fenofase e *nti* o número total de indivíduos observados.

Foi considerado evento fenológico não sincrônico ou assincrônico: < 20% de indivíduos na fenofase; pouco sincrônico ou sincronia baixa: 20-60% de indivíduos na fenofase e sincronia alta: > 60% de indivíduos na fenofase (Bencke & Morellato 2002).

Marcou-se 12 estruturas reprodutivas, a partir da abertura da espata floral, de diferentes plantas para a contagem de tempo de formação dos frutos. Foram então, fotografadas semanalmente, e monitoradas até a visualização de frutos completamente maduros até a total queda, quando se considerou finalizado o processo de maturação.

Resultados e Discussão

- *B. gasipaes*

As matrizes apresentaram atividade reprodutiva quase todo período de observação (24 meses), exceto no mês de outubro no ano de 2011 e em setembro de 2012 (figura 4).

Na época mais quente do ano e com maior precipitação houve pico de produção das espatas florais. A frutificação foi anual, com duração de cerca de seis meses por ano, acontecendo de forma concomitante com a floração e continuando após o final da floração, com maior intensidade entre fevereiro e maio. No ano de 2012, observa-se que no mês de dezembro já ocorreu frutificação mais intensa, assim como a presença de espatas em novembro.

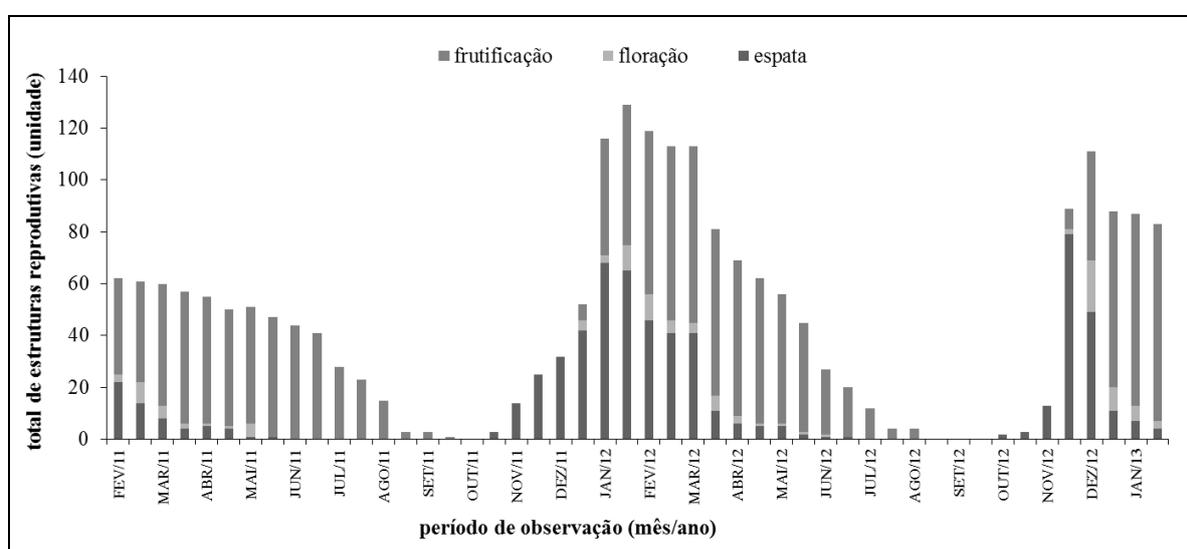


Figura 4. Número total de estruturas reprodutivas (espata floral, floração e frutificação) em 15 indivíduos adultos de *Bactris gasipaes* Kunth. Pariquera-açu (SP), 2011/2012/2013.

Pode-se observar que houve diferença entre a quantidade de cachos que apresentavam floração e aqueles com frutificação, possivelmente isso ocorreu devido a não constatação do evento de floração na data do levantamento, já que o período entre a abertura da espata e o desprendimento das flores é curto, de acordo com Mora-Urpi & Solis (1980) é de apenas três dias em estudo realizado na Costa Rica.

A presença de espatas ocorreu com sincronia alta em seu pico de produção, entre os meses de novembro e março, já que mais de 60% dos indivíduos encontravam-se nessa

fenofase (figura 5A). Não se observou a presença de espatas durante os meses que tiveram as menores temperaturas do ano, julho e agosto.

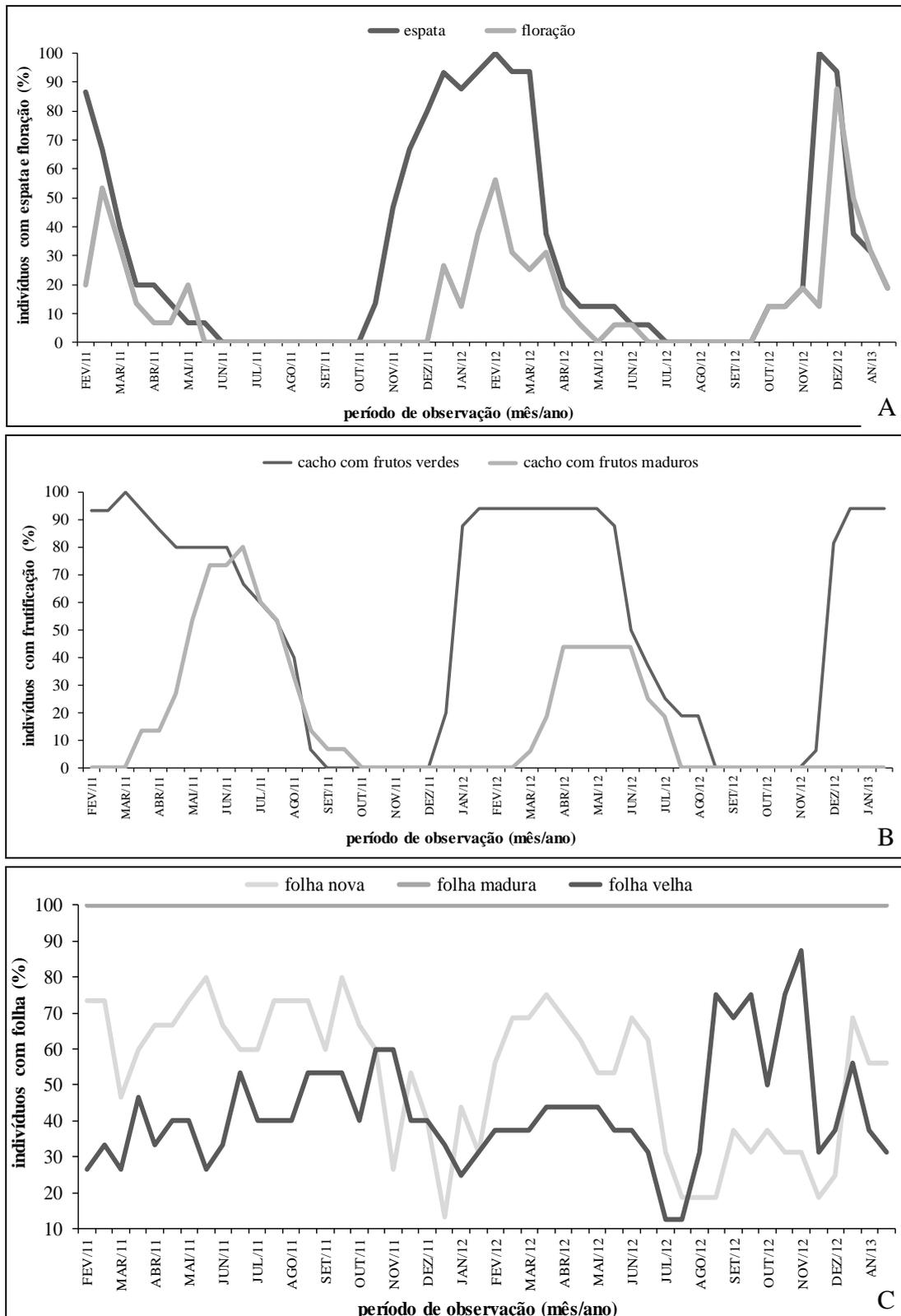


Figura 5. Porcentagem de indivíduos da população de 15 adultos de *Bactris gasipaes* Kunth. que apresentam eventos fenológicos de floração (A), frutificação (B) e mudança foliar (C). Pariquera-açu (SP), 2011/2012/2013.

A floração foi anual e se apresentou por aproximadamente cinco meses por ano, com intensidade máxima nos meses de fevereiro e março em 2012, tendo baixa sincronia. No ano de 2012 apresentou alta sincronia no mês de dezembro, diferenciando do ano de 2011. De acordo com Begnini *et al.* (2013), para espécies tropicais que florescem em resposta à precipitação, chuvas locais podem causar “manchas” de diferentes períodos de floração (assincronia) na própria espécie ao longo de uma paisagem.

Em Pariquera-açu (SP) observou-se que os picos de florescimento ocorreram em meses com alta precipitação e temperatura, tal comportamento não foi verificado por Ferreira (2005) em Manaus (AM), onde a floração iniciou-se em pleno período de estiagem, por volta do mês de agosto e prolongou-se até o mês de novembro, o que corrobora com a descrição feita por Lorenzi (2002). Fatores como localização, idade e características genéticas intrínsecas aos indivíduos, além das condições climáticas, podem estar associadas a essas diferenças na ocorrência dos eventos reprodutivos de palmeiras (Mantovani & Morellato 2000).

Os picos de frutificação ocorreram no mês de março, com mais de 90% dos indivíduos observados produzindo cachos com frutos verdes nos dois anos, apresentando assim alta sincronia. Houve diminuição da presença dessa fenofase com o decorrer dos meses, cessando a produção de frutos verdes de setembro a novembro. De acordo com Oliveira (1998), a frutificação no final do período chuvoso e durante a estação seca garante com que estes diásporos amadureçam e sejam dispersos no começo das chuvas, que seria o ponto ideal de germinação, corroborando com o que foi observado para *B. gasipaes* em Pariquera-açu.

Já a presença de infrutescências maduras deu-se durante seis meses por ano, com alto sincronismo no período de pico, maio a julho de 2011 e baixo sincronismo no ano de 2012. Tal fato diferencia-se do relatado por Ferreira & Santos (1992), que observaram a presença de frutos maduros durante o período de chuvas de dezembro a março na Amazônia Central do Brasil. Já Arco-Verde & Mourão Júnior (2004) realizou colheitas semanais de cachos de

pupunheiras entre os meses de junho e dezembro em Roraima. Contudo, Bovi (1998) indica que a frutificação de *B. gasipaes* ocorre de dezembro a maio, e Lorenzi (2002) que a maturação dos frutos é de dezembro a julho.

No mês que precedeu o início da visualização das espatas florais, setembro e outubro, a emissão de folhas novas foi mais intensa, simultaneamente ao que ocorreu com a queda de folhas velhas. Isso pode estar relacionado ao fato descrito por Mora Urpí (1981), que uma pupunheira pode produzir tantas inflorescências quantas forem as suas folhas. Em palmeiras, os estipes monopodiais crescem continuamente a partir de um único meristema e produzem novas folhas sequencialmente, com uma também sequencial morte e queda das folhas velhas (Corner 1966), pois, de acordo com De Steven *et al.* (1987), há direta associação entre as gemas das inflorescências e o desenvolvimento de folhas.

- *E. edulis*

As matrizes de espécie *E. edulis* tiveram pouca atividade reprodutiva durante os períodos mais frios de cada ano, julho a agosto (figura 6). Logo após, em setembro, iniciou-se a emissão de espatas florais, ocorrendo o pico de intensidade no mês de outubro e novembro, sendo sazonal e concentrado. Quanto à floração, ocorreu como um evento supra-anual a anual, apresentando pico em novembro.

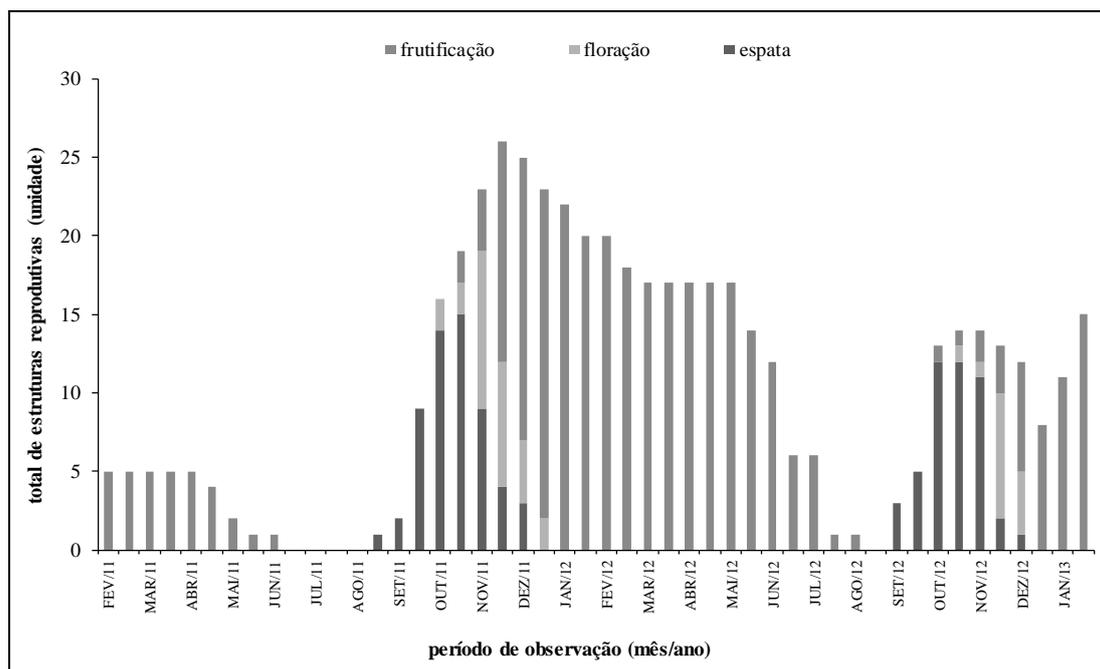


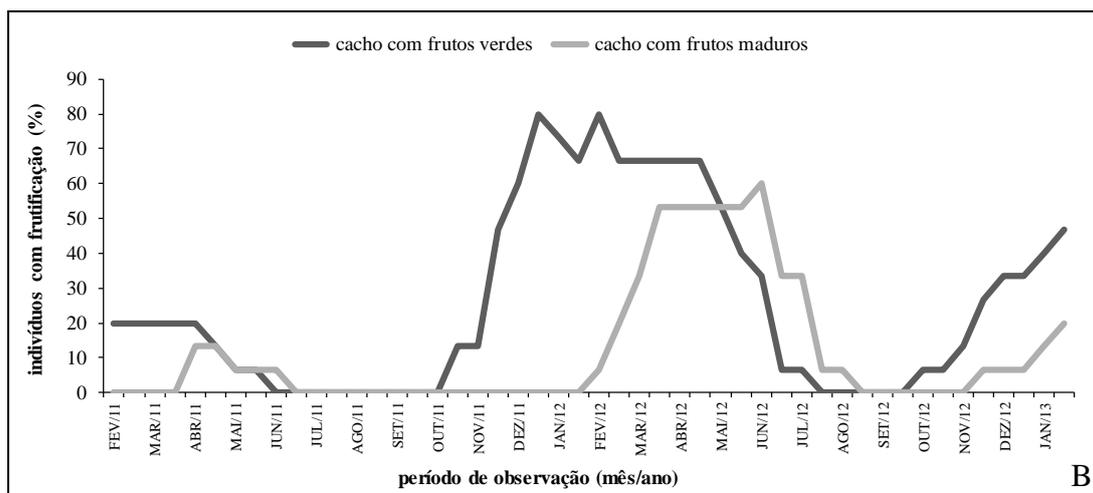
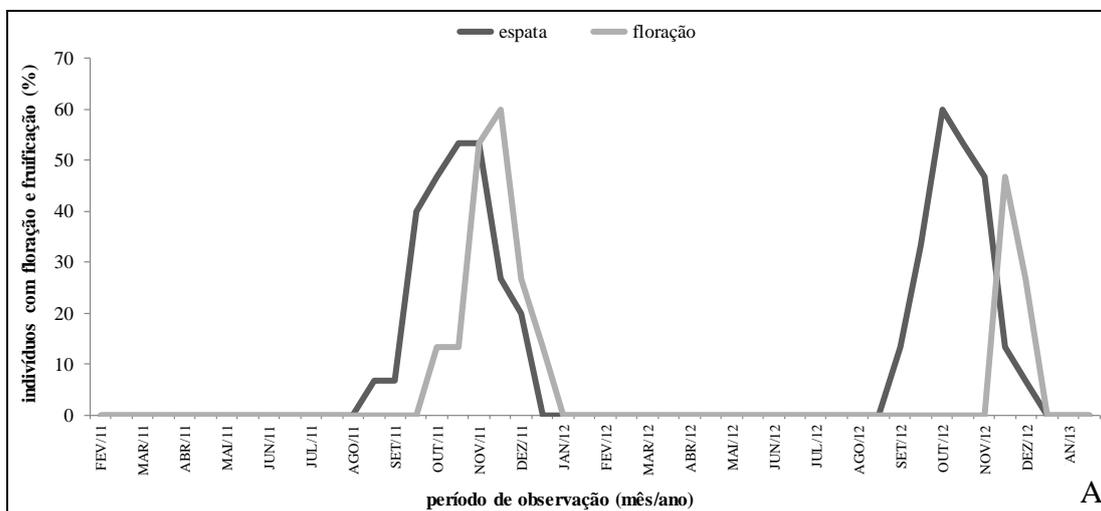
Figura 6. Número total de estruturas reprodutivas (espata floral, floração e frutificação) em 15 indivíduos adultos de *Euterpe edulis*. Pariquera-açu (SP), 2011/2012/2013.

Pode-se observar que os picos de intensidade ocorreram sequencialmente, ou seja, primeiramente da espata, depois a floração e finalizando com o da frutificação. Além disso, a intensidade de um período reprodutivo para outro é diferenciada, sendo que de outubro/2011 a maio/2012 apresenta atividade reprodutiva bem mais elevada do que os outros períodos que se pode observar.

Houve pouca sincronia nas fenofases de espata floral e floração, seus picos ocorreram, respectivamente, em outubro e novembro (figura 7A). O florescimento assincrônico favorece a distribuição da maturação de frutos durante maior período, no entanto, pode restringir o fluxo gênico entre plantas (Reis, 1995).

A ocorrência de inflorescência (espata floral e floração) deu-se de agosto a dezembro, diferentemente do que relataram Costa *et al.* (1997) trabalhando na Reserva Ecológica de Macaé de Cima, Nova Friburgo (RJ), onde a floração do palmitreiro ocorreu mais cedo, entre julho e outubro. Já Calvi & Piña-Rodrigues (2005), estudando uma área em Miguel Pereira (RJ), encontraram período de florescimento para a espécie entre novembro e março, o que também foi observado por Fisch *et al.* (2000) em Pindamonhangaba (SP).

Os indivíduos de *E. edulis* apresentaram alta sincronia (80%) para a fenofase de frutos verdes em seu pico de produção que ocorreu entre dezembro/2011 e fevereiro/2012. Diferentemente ocorreu com a fenofase de frutos maduros, que se comportou como um evento fenológico assincrônico, Reis *et al.* (2000) e Mantovani & Morellato (2000) também encontraram resultados semelhantes em estudo com a mesma espécie em uma área de floresta atlântica em São Paulo. Segundo os autores, pode ainda haver variações no número de indivíduos florescendo por ano, dentro de uma mesma população o que foi evidenciado também por Reis & Kageyama (2000).



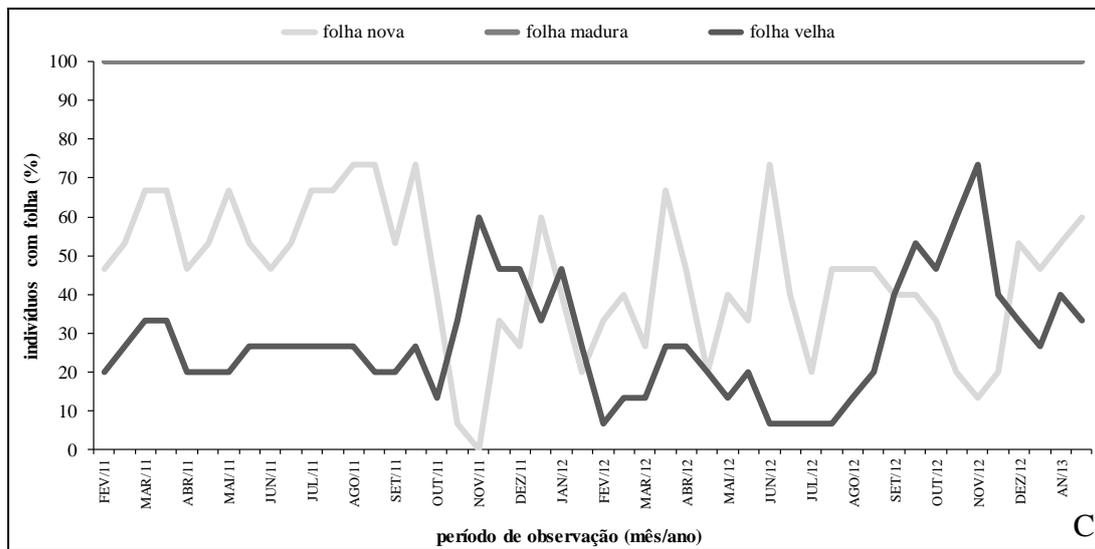


Figura 7. Porcentagem de indivíduos da população de 15 adultos de *Euterpe edulis* que apresentam eventos fenológicos de floração (A), frutificação (B) e mudança foliar (C). Paríquera-açu (SP), 2011/2012/2013.

A abundante frutificação e o amplo período de produção de frutos maduros (novembro/2011 a agosto/2012) apresentam especial relevância para a manutenção da fauna, pois grande é a diversidade de animais que se alimentam desse fruto. A fauna, por sua vez, é responsável pela dispersão dos frutos, contribuindo para o fluxo gênico da espécie (Calvi & Piña-Rodrigues 2005).

Outra espécie como *Euterpe oleracea* Mart., apesar de florescer durante todo o ano, tem pico na estação mais chuvosa, e frutificação na seca (Jardim & Kageyama 1994), corroborando com o que aconteceu com *E. edulis* em Paríquera-açu (SP).

Quanto à mudança foliar (figura 7C), ocorreram simultaneamente todas as fenofases vegetativas durante o período de observação, caracterizando o aspecto perenifólio da espécie. Os indivíduos observados tiveram folhas velhas durante todo o período de observação com baixo sincronismo, exceto em novembro/2012. A maior quantidade de matrizes apresentando essa fenofase ocorreu nos meses de novembro, coincidindo com o período com menos indivíduos apresentando emissão de folhas novas. Bencke & Morellato (2002) observaram em

Ubatuba (SP) que as fenofases de brotamento e queda foliar ocorreram de forma constante, não apresentando a mesma variação constatada em Pariquera-açu (SP).

- *S. romanzoffiana*

O padrão fenológico do *Syagrus romanzoffiana* foi anual, como classificado por Newstrom *et al.* (1994). As matrizes de *S. romanzoffiana* apresentaram atividade reprodutiva em todo período de observação, com intensidade diferenciada entre um período reprodutivo e outro. Pode-se observar ainda, que os picos de intensidade ocorreram sequencialmente, ou seja, primeiramente da espata, depois a floração e finalizando com o da frutificação (figura 8).

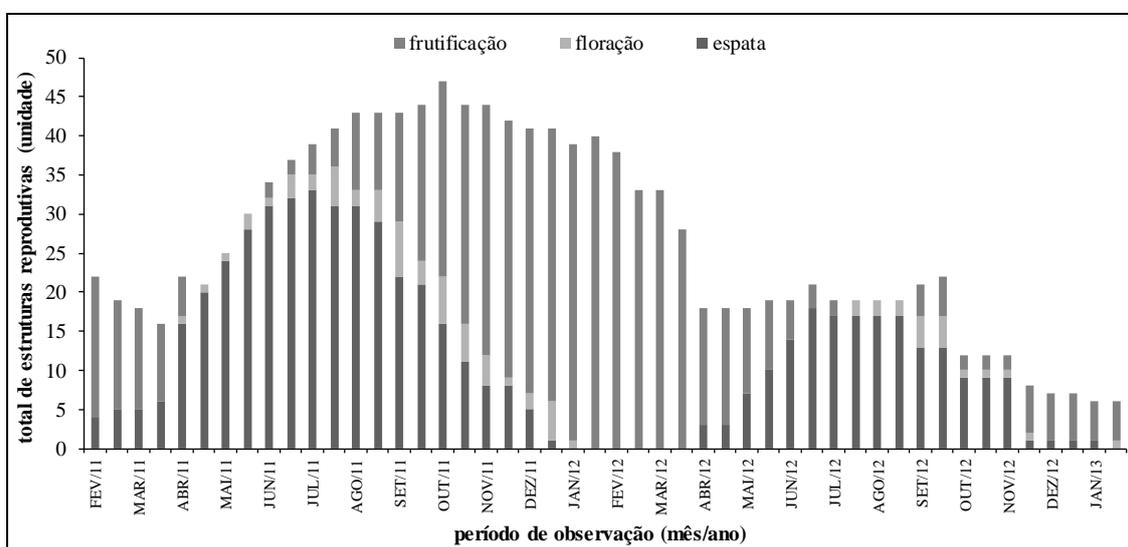


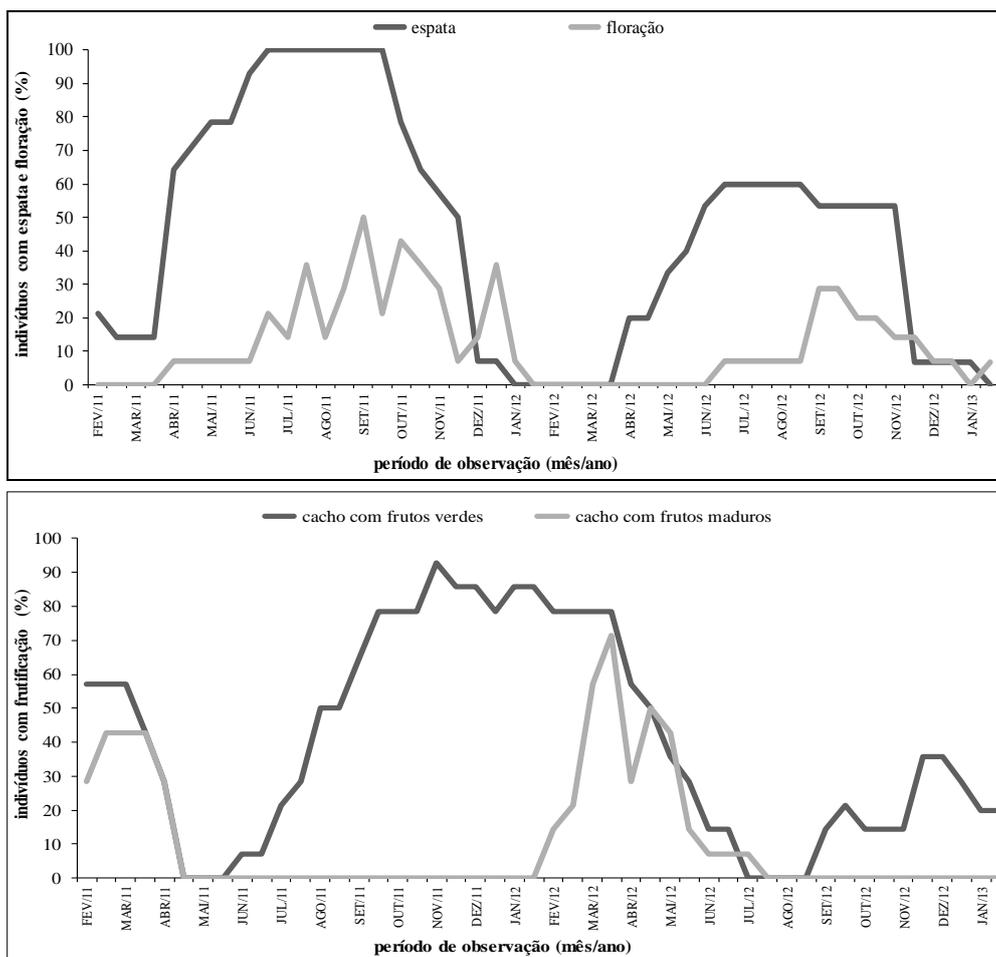
Figura 8. Número total de estruturas reprodutivas (espata, floração e frutificação) em 15 indivíduos adultos de *Syagrus romanzoffiana*. Pariquera-açu (SP), 2011/2012/2013.

Na primeira floração (abril de 2001 à janeiro de 2012), na época do ano que apresentou temperaturas mais baixas, houve pico de intensidade de espatas florais, chegando a 100% das plantas nessa fenofase, demonstrando alto sincronismo (figura 9A).

A segunda floração observada teve baixo sincronismo, e ocorreu entre os meses de junho e dezembro, com pico de intensidade em setembro. Rego *et al.* (2011), verificou que a floração do *S. romanzoffiana* no Paraná ocorreu no período de setembro à março, durante a primavera, verão e início do outono, onde as temperaturas e precipitação são mais elevadas.

Para Begnini *et al.* (2013), a floração dessa palmeira em Santa Catarina apresentou a maior intensidade nos meses de dezembro e janeiro. Com *Syagrus pseudococos* (Raddi) Glassman, Benck & Morellato (2002) observaram que a floração teve duração de quatro meses, iniciando-se no final da estação super úmida e cessando no início da estação menos úmida.

Entre os meses de novembro/2011 e março/2012 houve presença de maior quantidade de plantas na fenofase de frutificação (figura 9B), sendo nesse mesmo período que ocorreu maior quantidade dessa estrutura reprodutiva nos indivíduos estudados. Tal fato foi encontrado de forma inversa por Begnini *et al.* (2013) em uma população de jerivá em Florianópolis (SC), onde a menor intensidade da fenofase de frutificação ocorreu entre outubro e dezembro, e segundo o autor, a ocorrência estava correlacionada com a temperatura.



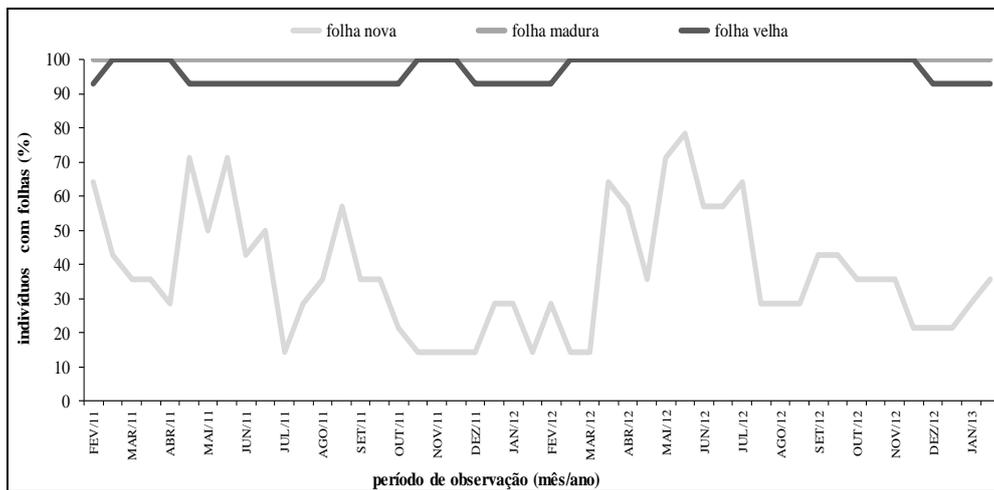


Figura 9. Porcentagem de indivíduos da população de 15 adultos de *Syagrus romanzoffiana* que apresentam eventos fenológicos de floração (A), frutificação (B) e mudança foliar (C). Pariquera-açu (SP), 2011/2012/2013.

A presença de frutos verdes se deu em todos os meses de frutificação, tendo alta sincronia de outubro/2011 a março/2012, chegando a 92,9% dos indivíduos apresentando essa fenofase. Begnini *et al.* (2013) registrou a presença de frutos verdes de *S. romanzoffiana* durante todo o período de seu estudo (24 meses), com pico desta fenofase nos meses de fevereiro e março. Esse mesmo autor verificou que as frutas maduras ocorreram nos meses que correspondem ao período de outono, inverno e primavera da região, com picos nos meses de maio, junho e julho, diferente do verificado em Pariquera-açu (SP) nesse estudo, que os frutos maduros se desenvolveram de fevereiro/2011 a abril/2011 com baixa sincronia e fevereiro/2012 a junho/2012 com alta sincronia.

As folhas velhas e maduras apresentaram alto sincronismo e foram constantes em todo período de estudo, caracterizando a espécie como perenifólia (figura 9C). As folhas novas tiveram maior ocorrência de abril e junho, tendo alta sincronia, sendo este o início do período da formação das espatas florais. De acordo com Biondi *et al.* (2007) a produção de inflorescências tende a suceder os períodos de maior produção foliar.

Comparando as três espécies de palmeiras estudadas e suas respectivas fenofases reprodutivas (figura 10), observa-se que em todo o período estudado sempre ocorreu

indivíduos em atividade reprodutiva (com estruturas reprodutivas). Essas alternâncias nos eventos reprodutivos de palmeiras podem estar associadas as mudanças nas condições climáticas, mas também a outros fatores intrínsecos aos indivíduos, como sua localização, idade e características genéticas (Mantovani & Morellato 2000).

FENOFASE	ESPÉCIE	2011												2012					2013									
		FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN			
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Espata	<i>B. gasipaes</i>																											
	<i>E. edulis</i>																											
	<i>S. romanzoffiana</i>																											
Floração	<i>B. gasipaes</i>																											
	<i>E. edulis</i>																											
	<i>S. romanzoffiana</i>																											
Frutos verdes	<i>B. gasipaes</i>																											
	<i>E. edulis</i>																											
	<i>S. romanzoffiana</i>																											
Frutos maduros	<i>B. gasipaes</i>																											
	<i>E. edulis</i>																											
	<i>S. romanzoffiana</i>																											

Figura 10. Lista das espécies estudadas e suas respectivas fenofases. Pariquera-açu (SP), 2011/2012.

(1) Primeira quinzena

(2) Segunda quinzena

As três espécies produziram flores ao longo do ano, contudo o pico de produção de espigas florais e de floração aconteceu em diferentes meses. Os períodos de temperaturas mais altas foram importantes para a produção de flores, provavelmente pela maior eficiência energética e transferência da energia acumulada para o crescimento dos órgãos. De acordo com Wright & Van Scaik (1994), em florestas tropicais úmidas, com precipitação durante a maior parte do ano, a disponibilidade de água não chega a ser um fator limitante, estando a maior produção de flores relacionada com a maior luminosidade nos períodos de menor precipitação e temperaturas mais elevadas.

Trabalhos realizados em florestas tropicais revelam que a indução do brotamento está relacionada com o aumento na energia acumulada pela planta devido ao aumento no fotoperíodo e na temperatura (Medway 1972, Haugaasen & Peres 2005). Contudo, outros estudos abordando aspectos da fisiologia e suas relações com a fenologia em árvores de florestas tropicais têm evidenciado uma grande influência de características endógenas das espécies, associadas ou não a variações ambientais, determinando suas respostas fenológicas (Borchert 1994, Mantovani & Morellato 2000, Rivera & Borchert 2000).

A produção de frutos, tanto verdes como maduros, das palmeiras ocorreu durante todo o ano, sempre com pelo menos um indivíduo frutificando de alguma das espécies. Observa-se que nos meses de temperatura mais quente a quantidade de estruturas de frutificação foi maior, assim como teve maior porcentagem de indivíduos frutificando.

As espécies apresentaram diferentes períodos para a formação do fruto (figura 11), sendo a *E. edulis* que requereu maior tempo para totalizar o processo de produção de frutos maduros, quando estavam completamente na coloração roxa, média de 280 dias. A palmeira *B. gasipaes* necessitou de quase a metade desse tempo, apenas 147 dias em média para completar esse processo.

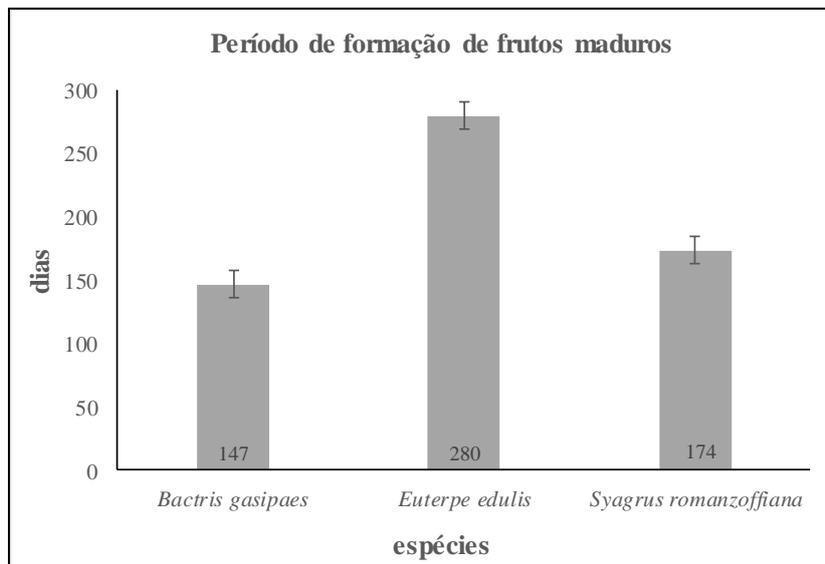


Figura 11. Tempo médio entre a abertura da espata floral até a formação de frutos completamente maduros em 12 estruturas reprodutivas em diferentes plantas em três espécies de palmeiras. Pariquera-açu (SP), 2012.

Conclusão

Pode-se concluir que o processo reprodutivo das espécies estudadas neste trabalho ocorreu como um evento singular anual para *Bactris gasipaes* e *Syagrus romanzoffiana*, e supra anual a anual para *Euterpe edulis*, com variações na intensidade reprodutiva das espécies de palmeiras estudadas, entre as espécies e de um ano para outro. A presença de frutos maduros deu-se por até sete meses consecutivos, evidenciando-se uma fenofase duradoura anualmente. Sua disponibilidade foi verificada inclusive em período de menor precipitação e temperatura. A espécie *Bactris gasipaes* apresentou média de 147 dias entre a abertura da espata floral e a formação de frutos maduros, já *Euterpe edulis* esse processo demorou 280 dias, e *Syagrus romanzoffiana* 174 dias.

Referências Bibliográficas

- Alencar, J. C.** 1994. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na reserva Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazonica* 24:161-182.
- Antunes, N. & Ribeiro, J. F.** 1999. Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais e matas de galeria do distrito federal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília 34 (9): 1517-1527.
- Arco-Verde, M. F. & Mourão Júnior, M.** 2004. Época de produção da pupunha (*Bactris gasipaes*) como componente de sistemas agroflorestais em Roraima. *Boletim Técnico* 12 – EMBRAPA.
- Begnini, R. M., Silva, F. R. & Castellani, T. T.** 2013. Fenologia reprodutiva de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae) em Floresta Atlântica no sul do Brasil. *Biotemas* 4: 53-60.
- Bencke, C. S. C. & Morellato, L. P. C.** 2002. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 02: 237–248.
- Bernacci, L. C., Martins, F. R. & Santos, F. A. M.** 2006. Dinâmica populacional da palmeira nativa jerivá, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, em um fragmento florestal no sudeste do Brasil. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos> (acesso em 20/8/2013)
- Bondar, G.** 1964. Palmeiras do Brasil. Instituto de Botânica, São Paulo.
- Borchert, R.** 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology* 75: 1437-1449.
- Bovi, M. L. A.** 1998. Palmito Pupunha: Informações básicas para cultivo. *Boletim Técnico* nº173. Instituto Agrônômico, Campinas.

- Calvi, G. P. & Piña-Rodrigues, F. C. M.** 2005. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* – Mart. Em trecho de floresta de altitude no município de Miguel Pereira – RJ. Revista Universidade Rural 25 (1): 22 – 40.
- Corner, E. J. H.** 1966. The Natural History of Palm. Weidenfeld and Nicolson, London.
- Costa, M. L. M. N.; Andrade, A. C. S. & Pereira, T. S.** 1997. Fenologia de espécies arbóreas em floresta Montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: Lima, H.C.; Guedes-Bruni, R.R. (Ed.). Serra de Macaé de Cima: Diversidade florística e conservação em Mata Atlântica. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: pp. 169-186.
- D’Eça-Neves, F. F. & Morellato, L. P. C.** 2004. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. Acta Botanica Brasilica 18 (1): 99-108.
- De Steven, D., Windsor, D. M., Putz, F. E. & De Leon, B.** 1987. Vegetative and reproductive phenologies of a palm assemblage in Panama. Biotropica 19 (4): 342-356.
- Dias, H. C. T. & Oliveira-Filho, A. T.** 1996. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG. Cerne 2 (1): 66-88.
- Ferreira, S. A. N.** 2005. Pupunha, *Bactris gasipaes* Kunth in: I.D.K. Ferraz & J.L.C. Camargo (Eds). Manual de Sementes da Amazônia. Fascículo 5. INPA, Manaus.
- Ferreira, S. A. N. & Santos, L. A.** 1992. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). Acta Amazonica 22 (3): 303-307.
- Fisch, S. T., Nogueira, J. R. L. R. & Mantovani, W.** 2000. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba-SP). Revista de Biociências 6: 31-37.
- Frankie G. W., Baker, H. G. & Opler, A. P.** 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the low lands of Costa Rica. The Journal of Ecology 62: 881-919.

- Fournier, L. A.** 1974. Um método quantitativo para la medición de características fenológicas em árvores. *Turrialba* 24 (4): 422-423.
- Galetti, M. & Aleixo, A.** 1998. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. *Journal of Applied Ecology* 35: 286-293.
- Galetti, M., Paschoal, M. & Pedroni, F.** 1992. Predation on palms nuts (*Syagrus romanzoffiana*) by squirrels (*Sciurus ingrami*) in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 8 (1): 121-123.
- Galetti, M., Donatti, C. I., Pires, A. S. & Jordano, P.** 2006. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151: 141–149.
- Henderson, A., Fischer, B., Scariot, A., Pacheco, M. A. W. & Pardini, R.** 2000. Flowering phenology of a palm community in a central Amazon Forest. *Brittonia* 52 (2): 149-159.
- Haugaasen, T. & Peres, C. A.** 2005. Tree phenology in adjacent Amazonian flooded and unflooded forests. *Biotropica* 37 (4): 620-630.
- Jardim, M. A. G. & Kageyama, P. Y.** 1994. Fenologia de floração e frutificação em população natural de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais* 47: 62-65.
- Lieth, H.** Purposes of a phenology. 1974. In: *Phenology and seasonality modeling*. Berlin: Springer – Verlag, pp. 3–19.
- Lorenzi, H.** 2002. Árvores brasileiras – Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Ed. Plantarum, Nova Odessa, São Paulo.
- Lorenzi, H., Souza, H. M., Costa, J. T. M., Cerqueira, L. S. C. & Ferreira, E.** 2004. *Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas*. Ed. Plantarum, Nova Odessa, São Paulo.
- Lorenzi, H., Souza, H. M., Medeiros-Costa, J. T., Cerqueira, L. S. C. & von Behr, N.** 1996. *Palmeiras no Brasil Nativas e Exóticas*. Ed. Plantarum, Nova Odessa, São Paulo.

- Mantovani, A. & Morellato, L. P. C.** 2000. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitheiro *Euterpe edulis* (Arecaceae). *Sellowia*, 49: 23-38.
- Mantovani, M., Ruschel, A. R., Reis, M. S., Puchalski, A. & Nodari, R. O.** 2003. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. *Revista Árvore* 27 (4): 451-458.
- Medway, L.** 1972. Phenology of a tropical rain forest in Malaya. *Biological Journal of the Linnean Society* 4:117-146.
- Mora-Urpí, J.** 1981. El ciclo de floración en pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) y su posible manejo agronomico. *Agronomia Costarricense* 5: 115-119.
- Mora-Urpi, J. & Solis, E.** 1980. Polinización en *Bactris gasipaes* H.B.K. (palmae). *Ver. Biol. Tropical* 28: 153-174.
- Morellato, L. P. C., Leitão-Filho, H. F. Rodrigues, R. R., & Joly, C. A.** 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 50:149-162.
- Morellato, L. P. C., Rodrigues, R. R., Leitão-Filho, H. F & Joly, C. A.** 1989. Estudo comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 12: 85-98.
- Newstrom, L. E., Frankie, G. W. & Baker, H. G.** 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26 (2): 141-159.
- Oliveira, P. E., Sano, S. M. & Almeida, S. D.** 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. *Cerrado: Ambiente e Flora* 288-556.
- Ranieri, B. D., Pezzini, F. F., Garcia, Q. S., Chautems, A. & França, M. G. C.** 2012. Testing the regeneration niche hypothesis with Gesneriaceae (Tribe Sinningiae) in Brazil: Implications for the conservation of rare species. *Austral Ecology* 37: 125-133.

- Rathcke, B. & Lacey, E. P.** 1985, Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 179-214.
- Rego, G. M.; Lavoranti, O. J. & Vieira, E. S. N.** 2011. Fenologia reprodutiva: período de produção de sementes de jerivá. *Informativo Abrates* 21 (2): 130.
- Reis, A. & Kageyama, P. Y.** 2000. Dispersão de sementes do palmitero (*Euterpe edulis* Martius – Palmae). In: Reis, M.S. & Reis, A. (eds). *Euterpe edulis* Martius (Palmitero): biologia, conservação e manejo. *Sellowia* 45: pp .60-92.
- Reis, M. S., Guerra, M. P., Nodari, R. O., Ribeiro, R. J. & Reis, A.** 2000) Distribuição geográfica e situação atual das populações na área de ocorrência de *Euterpe edulis* Martius. *Sellowia*, 49 (52): 324-335.
- Rivera, G. & Borchert, R.** 2000. Induction of flowering in tropical trees by a 30-min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium collections. *Tree Physiology* 21:201-212.
- Wright, S. J. & van Schaik, C. P.** 1994. Light and the phenology of tropical trees. *American Naturalist* 143: 192-199.

3. Capítulo II

Maturação de sementes de *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman

Resumo

(Maturação de sementes de *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman). As palmeiras (Arecaceae) constituem uma das mais importantes famílias de plantas nativas utilizadas pelo homem e sua propagação é feita basicamente por sementes. Apesar dos vários estudos realizados relacionados à germinação de suas sementes, há necessidade de se estudar um maior número de espécies e de se conhecer sobre sua formação até que ocorra a germinação. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar estudos sobre o desenvolvimento e maturação dos frutos e sementes dessas espécies. Para tanto, foram realizadas caracterizações físicas e fisiológicas de sementes (tamanho, massa seca e grau de umidade dos pirênios, do endocarpo e da semente, germinação e índice de velocidade de germinação) de *Euterpe edulis* e *Syagrus romanzoffiana*, utilizando material botânico de indivíduos mantidos no Vale do Ribeira, município de Pariquera-açu/SP. A maturidade fisiológica dos pirênios *E. edulis* foi atingida aos 267 dias após abertura da espata (DAAE), período em que apresentaram máximo acúmulo de massa seca, maior índice de velocidade de germinação e poder germinativo. A colheita pode ser estendida até 280 DAAE sem perda da qualidade fisiológica dos pirênios. A coloração dos frutos é um bom indicador do ponto de maturidade fisiológica das sementes. Em *S. romanzoffiana*, a coloração do fruto não diferenciou a capacidade germinativa dos pirênios, não estabelecendo diferenças entre os estádios de maturação (de 135 a 174 DAAE). O grau de umidade da semente e do endocarpo dos pirênios de *E. edulis* e *S. romanzoffiana* se diferenciam e podem representar padrões diferentes nos estudos físicos e fisiológicos futuros.

Palavras-chave: germinação, jerivá, juçara, pirênio

Abstract

(Characteristics of *Euterpe edulis* and *Syagrus romanzoffiana* seed maturation). The palms (Arecaceae) constitute one of the most important native plant families used by man and its propagation is basically through their seeds. Despite several studies related to the germination of the seeds, it is necessary to study a larger number of species and to know about their development until germination occurs. The objective of this study was to conduct studies on the development and maturation of fruits and seeds. Therefore, physical and physiological characterization of seeds were performed (size, dry weight and moisture content of pyrenes, of the endocarp and seed, germination, and germination speed index) of *Euterpe edulis* and *Syagrus romanzoffiana*, using plant material of individuals grown at Ribeira Valley Agribusiness in Pariquera-açu/SP. The physiological maturity of *E. edulis* pyrenes was reached at 267 days after opening of the spathe (DAAE), during which period they presented maximum dry matter accumulation, higher germination speed index, and germination. The harvest can be extended up to 280 DAAE without losing pyrenes' physiological quality. The color of the fruits is a good indicator of physiological seed maturation. In *S. romanzoffiana*, fruit coloring did not differentiate the germination of pyrenes, not establishing differences between maturity stages (135-174 DAAE). The degree of seed moisture and pyrenes' endocarp of *E. edulis* and *S. romanzoffiana* differ and may represent different patterns in future physical and physiological studies.

Keywords: germination, queen palm, juçara palm, pyrenes

Introdução

As palmeiras estão presentes nas áreas tropicais, com grande concentração de espécies na América do Sul e sudeste da Ásia. Na Mata Atlântica ocorrem cerca de 40 espécies dessa família, sendo muitas endêmicas (Henderson 2006). Elas parecem desenvolver-se melhor nas florestas quentes e úmidas e nas ilhas tropicais, contudo, há espécies típicas de desertos, espécies de montanhas, outras de clima frio ou temperado (Alves & Demattê 1987).

As plantas da família Arecaceae tem grande importância econômica pelos diferentes produtos que delas podem ser obtidos. Conforme a espécie pode fornecer madeira de construção, folhas e talos para a cobertura de moradias e cercas de quintais e para a fabricação de esteiras, cordas, sacos, cestos, chapéus, etc. As folhas, frutos e sementes são consumidas tanto pelos animais domésticos como os silvestres. Dos produtos destinados à alimentação humana, pode-se citar o óleo, o leite, palmito, vinho, amido, amêndoa e os frutos, que podem ser consumidos frescos, como também empregados na preparação de bebidas e sorvetes (Bondar 1964, Lorenzi *et al.* 1996, Leite 2001).

Além dos usos comerciais, as palmeiras são de grande importância para o paisagismo e para os trabalhos de recomposição dos ecossistemas florestais. Seus frutos, em geral, constituem uma rica fonte de energia para os animais silvestres pela grande quantidade de óleos e carboidratos. Esta família constitui um componente de valor ecológico dentro das comunidades de plantas nas florestas tropicais e na rede de interações com polinizadores e dispersores (Fleury 2004, Galetti *et al.* 2006, Bernacci *et al.* 2008).

Dentre as palmeiras da Mata Atlântica destaca-se *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman. A primeira encontra-se na lista de espécies ameaçadas de extinção (Brasil 2008) e é uma espécie plenamente adaptada a condições de sub-bosque, apresentando sementes que formam denso banco de plântulas como estratégia reprodutiva, e apresentam estrutura demográfica em forma de pirâmide, com maior proporção de indivíduos

jovens e poucos indivíduos adultos (Paulilo 2000, Reis & Kageyama 2000, Raupp & Cintra 2010). A dispersão das sementes ocorre por sinzoocoria, os frutos e sementes são transportados pelos animais sem que passem pelo trato digestivo, e endozoocoria, quando os frutos são ingeridos e as sementes passam pelo trato digestivo dos animais e são expelidas nas fezes (Reis & Kageyama 2000). *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman é uma espécie muito utilizada para ornamentação e indicada para programas de restauração de áreas degradadas e recomposição de matas ciliares (Davide *et al.* 2001), é heliófita e particularmente abundante nos agrupamentos vegetais primários (Lorenzi 1992). Depende de animais para dispersar as suas sementes, que por serem grandes, os seus principais dispersores são mamíferos herbívoros de médio e grande porte (Galetti *et al.* 2006).

A produção de mudas das palmeiras é feita quase que exclusivamente por sementes, tendo geralmente baixa porcentagem de germinação, lenta e desuniforme (Broschat 1994, Meerow 2004, Pivetta *et al.* 2007). Trabalhos realizados com algumas espécies de palmeiras têm mostrado variações na germinação em função do estágio de maturação.

De acordo com Carrijo *et al.* (2013), sementes provenientes de frutos maduros de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. possuem maior capacidade de germinação quando comparados com frutos verdes, o mesmo foi relatado por Pimenta *et al.* (2010) para sementes de *Phoenix canariensis* Hort. Ex Chabaud e por Pivetta *et al.* (2005), analisando a germinação de sementes de *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glassman. Já para *Livistona chinensis* (Jacq.) R. Br. ex Mart., sementes colhidas de frutos verdes é que se encontraram os melhores resultados (Maciel 1996), o que também foi verificado para *Livistona rotundifolia* (Lam.) Mart. (Viana 2013). Pereira *et al.* (2014) verificaram que frutos de coloração escura (maduros) e frutos verdes amarelados despolidos mostram-se superiores para sementes de *Copernicia hospita* Mart. Luz *et al.* (2014) estudando *Sabal mauritiiformis* (H. Karst.) Griseb. ex. H. Wendl não encontraram diferença na qualidade das sementes colhidas em diferentes estágios de maturação.

De modo geral, os melhores resultados são obtidos com sementes de palmeiras provenientes de frutos maduros, o que se reconhece pela mudança de coloração e desprendimento do cacho (Lorenzi *et al.* 2004, Pivetta *et al.* 2007). Contudo, na família Arecaceae, a taxa das sementes germinadas, a uniformidade do processo germinativo e a porcentagem de germinação podem variar acentuadamente de espécie para espécie (Meerow 2004).

Assim, é importante associar as características físicas com a maturidade fisiológica das sementes e adotar parâmetros práticos que permitam inferir o estágio de desenvolvimento do fruto e da semente, entre os quais figuram modificações visíveis nos seus aspectos externos (Piña-Rodrigues & Aguiar 1993). A maturação da semente compreende as alterações morfológicas, bioquímicas e fisiológicas, como o aumento do tamanho e as variações no grau de umidade, no vigor e no acúmulo de massa seca, que ocorrem após a fecundação do óvulo e culminam na maturidade fisiológica, ponto esse, que apresenta as melhores condições para a semente germinar com maior vigor e proporcionar uma plântula morfológicamente normal (Popinigs 1985, Piña-Rodrigues & Aguiar 1993, Marcos Filho 2005).

Dessa forma, este estudo ressalta a importância de avaliar as características físicas do fruto, bem como relacioná-las com os aspectos fisiológicos para que se possam identificar as principais modificações que caracterizam a maturação, visando à identificação de seus estádios, para que se possa contribuir para um melhor entendimento da fisiologia das sementes das espécies *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* Glassman (Cham.), servindo de referência para estudos futuros com outras espécies da família Arecaceae.

Material e Métodos

As matrizes selecionadas para colheita dos frutos encontram-se no Pólo Regional de Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios do Vale do Ribeira – APTA/SAA-SP,

localizado na Rodovia Regis Bittencourt, km 460 (BR-116), município de Pariquera-Açu (24°36'31"S e 47° 53'48"O, a 25 metros s.n.m).

As matrizes de *S. romanzoffiana* estão plantadas de forma aleatória, ao longo das vias de acesso, aceiros e jardins da propriedade. Já os indivíduos de *E. edulis*, encontram-se no remanescente de Mata Atlântica de 435,74 ha na área estudada.

A marcação das matrizes com inflorescências foi realizada assim que se visualizava a emissão da espata com suas brácteas ainda fechadas. Foi realizado monitoramento diário, no final da tarde, para averiguar possível abertura da espata. As plantas que apresentavam espata aberta eram marcadas com fitas de cores diferentes e eram fotografadas para ter a posição exata na planta (figura 1). A partir desse procedimento, as plantas foram monitoradas até que apresentassem os frutos nos estádios de maturação de interesse. A data da abertura da espata foi considerada como referência inicial para a contagem do número de dias até os estádios de maturação dos frutos (dias após abertura da espata - DAEE).



Figura 1. Matrizes de *Euterpe edulis* (A) e *Syagrus romanzoffiana* (B) selecionadas para coleta de material botânico. Pariquera-açu (SP), 2010/2011.

O estágio I de maturação foi constituído por frutos com pericarpo completamente verde. Nos demais estádios, as características de frutos e sementes dependeram da espécie.

O material botânico coletado foi levado para o Laboratório de Sementes do Instituto de Botânica, em São Paulo (SP), onde as análises foram realizadas. Primeiramente, os frutos foram destacados manualmente do cacho e separados em quatro lotes distintos pela coloração.

As características do fruto e a sequência de maturação estipuladas para determinação dos estádios das espécies de Arecaceae estudadas estão ilustradas na figura 2 e descritas a seguir:

- *E. edulis*

Estádio I: fruto completamente verde - 198 DAAE;

Estádio II: fruto arroxeadado com predomínio de verde - 240 DAAE;

Estádio III: fruto roxo com mescla de verde - 267 DAAE;

Estádio IV: fruto completamente roxo, 280 DAAE.

- *S. romanzoffiana*

Estádio I: fruto completamente verde - 135 DAAE;

Estádio II: fruto alaranjado com predomínio de verde - 148 DAAE;

Estádio III: fruto laranja com mescla de verde - 161 DAAE;

Estádio IV: fruto completamente da cor laranja - 174 DAAE.



Figura 2. Frutos em diferentes estádios de maturação das espécies *Euterpe edulis* (A) e *Syagrus romanzoffiana* (B), separados de acordo com a coloração: I, II, III e IV. Pariquera-açu (SP), 2012.

Após a separação dos frutos por estádios, estes ficaram imersos em água por 24 horas para remoção do epicarpo e do mesocarpo, por meio de atrito manual contra a peneira de malha de aço sob água corrente. Os pirênios (sementes com o endocarpo aderido) foram enxaguados e secos à sombra por duas horas.

Para avaliar diferentes parâmetros físicos e fisiológicos de cada espécie estudada nas diferentes fases de maturação foram analisados:

- Tamanho: foi medido (5 repetições de 20 pirênios) com o auxílio de paquímetro digital. Considerou-se como comprimento a distância entre a base e o ápice do pirênio, e como largura o diâmetro equatorial da porção mais larga;
- Massa seca e grau de umidade do endocarpo e da semente de pirênios maduros (estádio IV): avaliado pelo método da estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}/24$ horas (Brasil 1992), utilizando-se quatro repetições de 25 sementes;
- Massa seca e grau de umidade de pirênios: avaliado pelo método da estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}/24$ horas (Brasil 1992), utilizando-se quatro repetições de 25 pirênios inteiros;
- Teste de germinação: foi conduzido com 25 pirênios em cada uma das quatro repetições, na temperatura alternada de $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$ e luz ($78\ \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}/12\text{h}$), em vermiculita em caixas do tipo gerbox. A contagem foi realizada a partir da protrusão inicial da raiz primária para *E. edulis* e *Syagrus romanzoffiana*, e do primórdio foliar para *B. gasipaes*, a cada dois dias, do 7º dia após a semeadura até cessar a germinação, quando foram calculadas as porcentagens.
- Índice de velocidade de germinação: foi obtido concomitantemente ao teste de germinação. Para o cálculo do IVG, empregou-se a fórmula proposta por Maguire (1962), na qual: $\text{IVG} = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$, onde: G_1, G_2, G_n = número de sementes germinadas computadas na primeira contagem, na segunda contagem até a última contagem; N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda até a última contagem.

No procedimento estatístico, a análise de variância foi realizada separadamente para cada parâmetro, segundo delineamento experimental inteiramente casualizado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Resultados

- *E. edulis*

Não houve diferença significativa nas variáveis comprimento e largura dos pirênios nos diferentes estádios de maturação dos frutos (tabela 1). Assim, mesmo decorrendo quase 100 dias entre as coletas do primeiro e do último estágio, não se verificou acréscimo significativo do seu tamanho.

Considerando o peso da massa seca, verifica-se que houve um aumento gradativo no decorrer da maturação, atingindo seu valor máximo no estágio IV (0,73 g), sendo superior aos verificados nos estádios I e II, quando os frutos apresentavam-se com o pericarpo ainda verde.

Tabela 1. Comprimento, largura, grau de umidade e massa seca de pirênios de *Euterpe edulis* em diferentes estádios de maturação. São Paulo (SP), 2012.

Estádio de maturação	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Grau de umidade (%)	Massa seca (g)
I	11,56 a	11,80 a	55,18 a	0,60 b
II	11,83 a	12,21 a	51,31 b	0,60 b
III	11,97 a	12,26 a	50,41 b	0,71 a
IV	11,95 a	12,32 a	50,08 b	0,73 a
Média	11,83	12,15	51,75	0,66
Desvio padrão	0,19	0,23	2,35	0,07
CV (%)	4,21	3,96	3,04	6,32

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Ainda na tabela 1, pode-se observar que houve diminuição do grau de umidade do pirênio apenas entre o estágio I e os demais. Já a massa seca apresentou aumento somente do estágio II para o III.

O endocarpo de pirênios maduros apresentou 33,06% com relação ao grau de umidade, perfazendo apenas 8,72% do pirênio, enquanto que a semente apresentou valor superior (41,50 %) e sendo a maior parte observada no pirênio, 91,28% (figura 3).

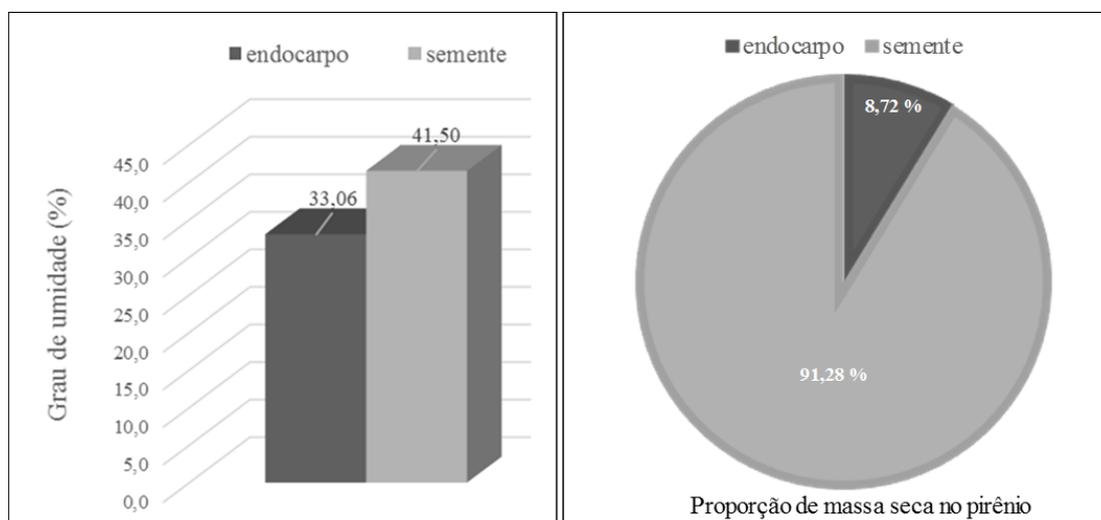


Figura 3. Grau de umidade e proporção de massa seca do endocarpo e da semente separadamente de pirênio maduro de *Euterpe edulis*. São Paulo (SP), 2013.

A germinação foi crescente no decorrer dos dias, chegando ao máximo a partir no 42º dia. As sementes tiveram percentual mais baixo de germinação, 34%, em pirênios provenientes de frutos ainda verdes (estádio I) aos 42 dias, que diferenciou estatisticamente com o estágio mais avançado de maturação (estádio IV). Sendo esse, que apresentou maior percentagem de germinação, chegando a quase 100%, como demonstrado na figura 4.

Em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG), verifica-se o seu aumento conforme se avança o processo de maturação, atingindo o máximo valor no estágio IV (figura 5), com diferença significativa apenas com o estágio I.

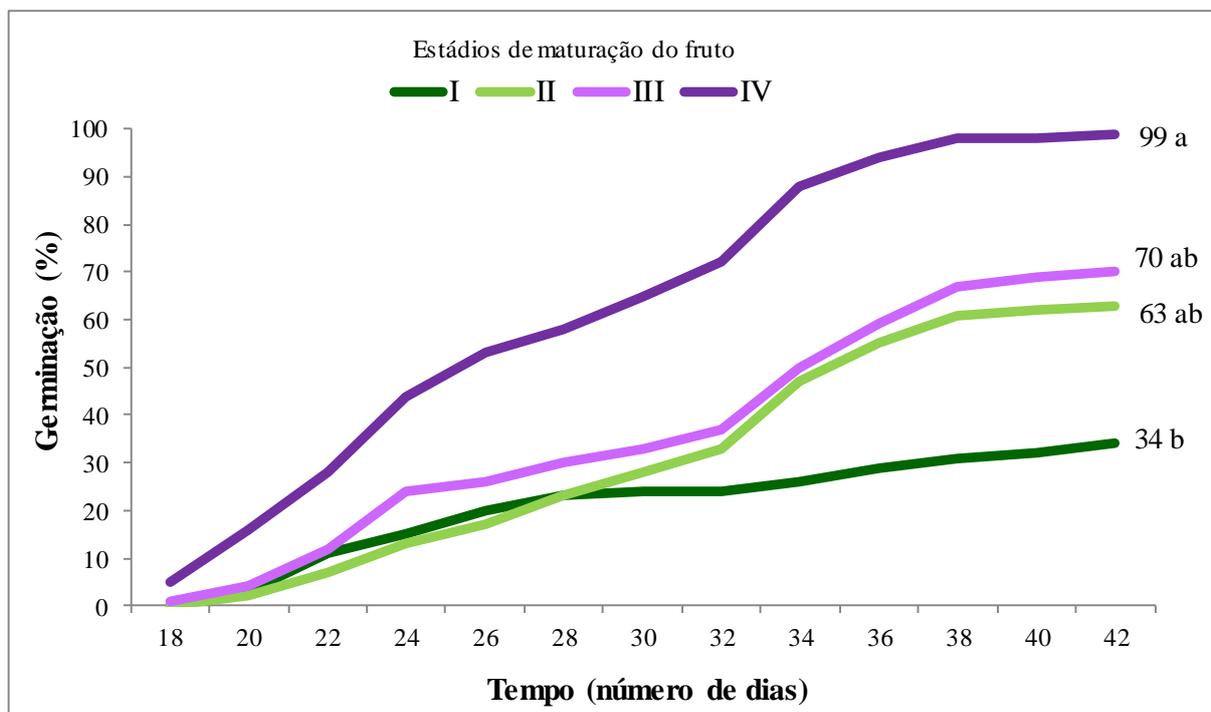


Figura 4. Germinação (%) de pirênios de *Euterpe edulis* em diferentes estádios de maturação do fruto (I, II, III e IV) no decorrer do teste de germinação. São Paulo (SP), 2012. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

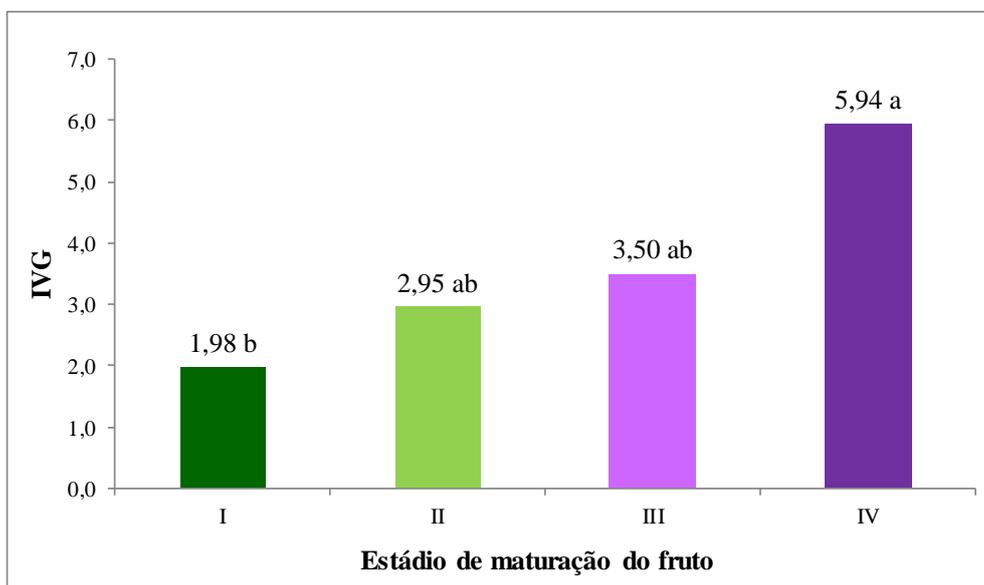


Figura 5. Índice de velocidade de germinação (IVG) de pirênios de *Euterpe edulis* em diferentes estádios de maturação do fruto (I, II, III e IV). São Paulo (SP), 2012. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

- *S. romanzoffiana*

Assim como na espécie anterior, não houve incremento no comprimento e largura dos pirênios com o avanço da maturação e a massa seca aumentou somente do estágio II para o III (tabela 2), porém o grau de umidade não se alterou do primeiro ao último estágio.

Tabela 2. Comprimento, largura, grau de umidade e massa seca de pirênios de *Syagrus romanzoffiana* em diferentes estádios de maturação e coloração dos frutos. São Paulo (SP), 2012.

Estádio de maturação	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Grau de umidade (%)	Massa seca (g)
I	19,07 a	13,15 a	21,29 a	1,67 b
II	19,21 a	13,21 a	19,58 a	1,80 b
III	19,52 a	13,61 a	19,13 a	3,11 a
IV	19,72 a	13,60 a	18,79 a	3,04 a
Média	19,38	13,4	19,7	2,40
Desvio padrão	0,30	0,25	1,11	0,78
CV (%)	4,35	3,23	7,65	5,37

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

O endocarpo apresentou grau de umidade inferior ao da semente, e fez a maior parte do pirênio maduro (83,39%), sendo a semente apenas 16,61% do total (figura 6).

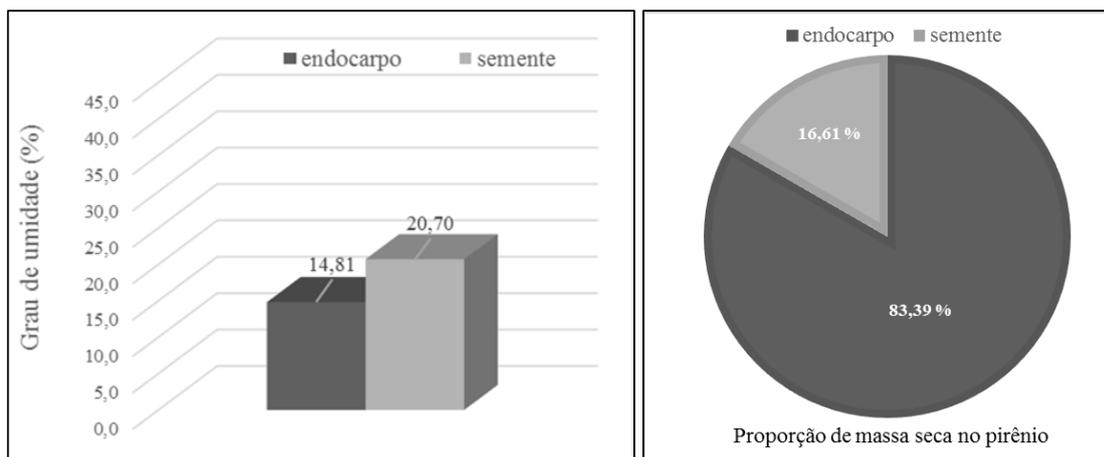


Figura 6. Grau de umidade e proporção de massa seca do endocarpo e da semente separadamente de pirênio maduro de *Syagrus romanzoffiana*. São Paulo (SP), 2013.

Os pirênios provenientes dos estádios de maturação III e IV tiveram IVG superior aos do estágio I (figura 8), contudo quanto ao percentual de germinação não houve diferença significativa (figura 7) entre os diferentes estádios. Aos 39 dias os estádios II e IV apresentaram o valor máximo de germinação, ambos 91,25 %.

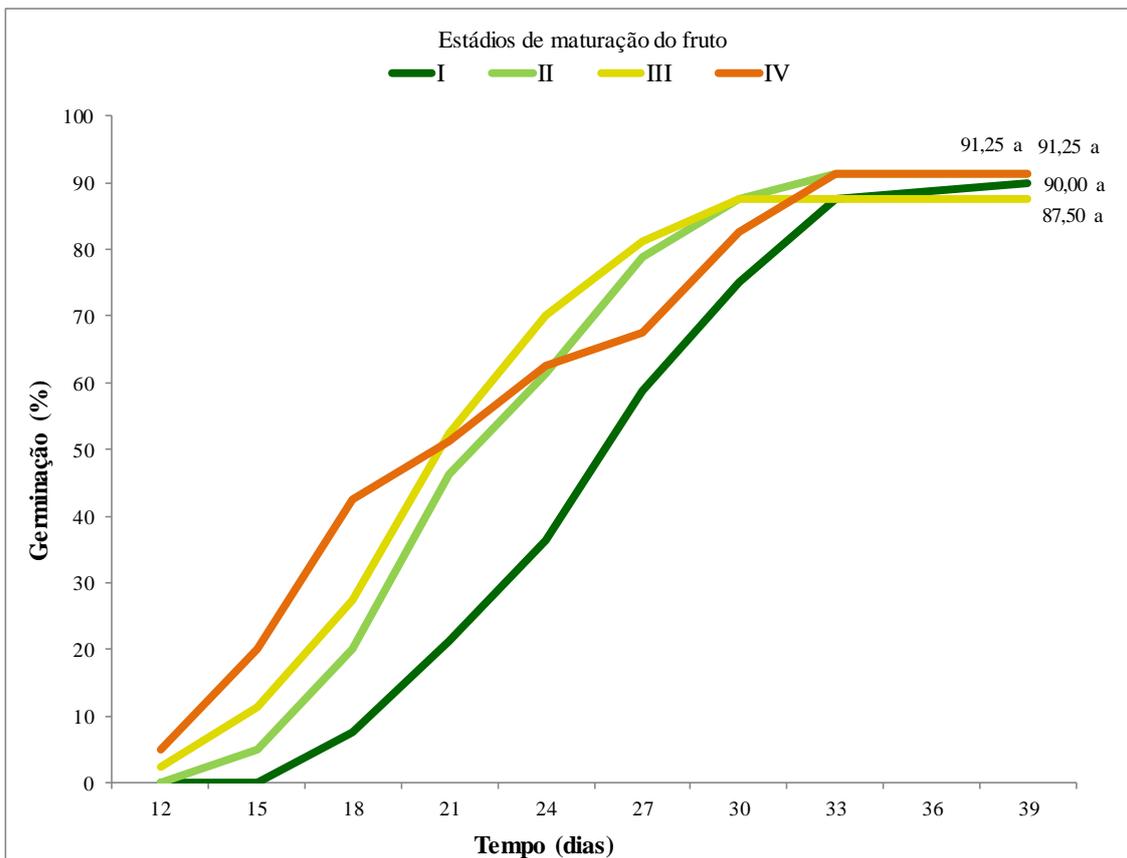


Figura 7. Germinação (%) de sementes de *Syagrus romanzoffiana* em diferentes estádios de maturação do fruto (I, II, III e IV) no decorrer de 39 dias em germinadores (BOD) com temperatura constante de 25°C, com 12 horas de luz e 12 horas de escuro. São Paulo (SP), 2012. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

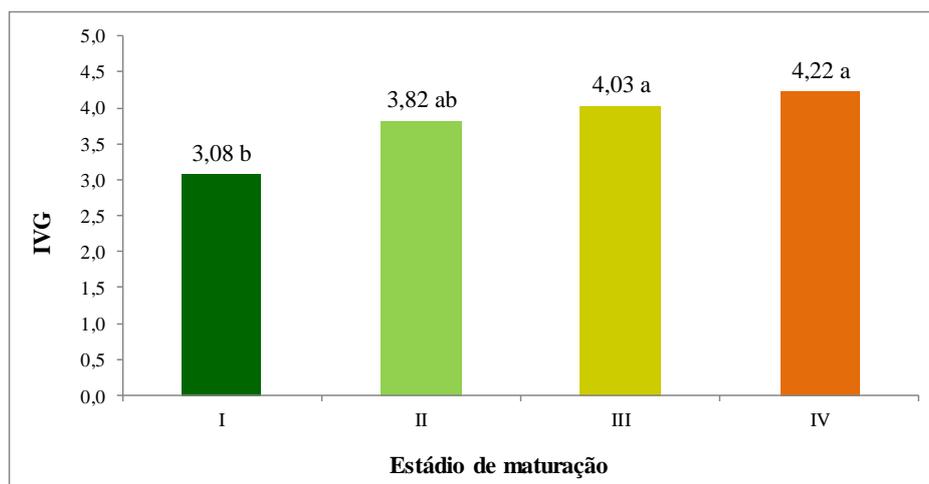


Figura 8. Índice de velocidade de germinação (IVG) de pirênios de *Syagrus romanzoffiana* em diferentes estádios de maturação do fruto (I, II, III e IV) no decorrer de 39 dias em germinadores. São Paulo (SP), 2012. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Discussão

Analisando os valores de desvio padrão e coeficiente de variação (tabelas 1 e 2), observou-se que os valores de comprimento, largura, grau de umidade e massa seca foram pouco variáveis para o que se descreve às palmeiras. De acordo com Mhanhmad *et al.* (2011), são comuns variações individuais para diferentes características em espécies de palmeiras, sendo atribuídos a isso fatores ambientais e a variabilidade genética.

As dimensões dos pirênios não puderam ser consideradas como índices eficazes para auxiliar na determinação do ponto de maturidade fisiológica ou para separar os lotes de pirênios em diferentes estádios, uma vez que não apresentaram diferença significativa durante a evolução da maturação, tanto para *E. edulis* como para *S. romanzoffiana*. Em muitas espécies, o tamanho da semente atinge o seu máximo no início, antes mesmo de completar o processo de maturação, mantendo-se relativamente inalterado até o final do processo (Carvalho & Nakagawa 2012, Barbedo *et al.* 2013). De acordo com Goudel *et al.* (2013), em *S. romanzoffiana* o tamanho do pirênio está correlacionado positiva e significativamente com o tamanho dos frutos, o que pode indicar que o tamanho dos frutos desse estudo também não teve modificação ao longo da maturação.

Mesmo não ocorrendo aumento no tamanho dos pirênios durante o período de maturação estudada, houve incremento em sua massa seca do estágio II para o III nas duas espécies de palmeiras. Curiosamente, porém, em *E. edulis* as menores diferenças em germinação e vigor foram justamente entre estes dois estádios (figuras 4 e 5). Lin (1986) também observou aumento da massa seca em frutos de *E. edulis* com a evolução da maturação, atingindo valor máximo em fase próxima à maturidade fisiológica das sementes, quando os frutos apresentaram coloração preta ou roxo escura. Contudo, este autor também verificou que, embora tenha ocorrido diferença no vigor das sementes entre os estádios verde e maduro, a massa seca média entre eles não apresentou diferença. Considerando-se que, no

presente trabalho, a seleção dos estádios foi feita com base na coloração externa dos frutos, parece não haver total sincronismo entre o desenvolvimento do fruto e o da semente, tal como foi observado em *Eugenia pyriformis* Cambess (Lamarca *et al.* 2013). Isso reforça a idéia de Barbedo *et al.* (2013) de que não há curvas características de maturação de sementes recalcitrantes, com um máximo evidente, como ocorre com as ortodoxas. É provável que, entre os estádios III e IV de *E. edulis*, sem diferenças na massa seca mas com diferenças no vigor, tenha ocorrido contínuo desenvolvimento das estruturas internas, como a multiplicação de células do eixo embrionário e dos tecidos de reserva (Popinigis 1985). Por outro lado, os valores de massa seca, germinação e vigor de pirênios de *S. romanzoffiana* aproximaram-se mais dos esperados na maturação de sementes ortodoxas, caracterizando um máximo acúmulo de massa seca no estágio III, quando os valores de germinação e vigor eram máximos ou muito próximos a eles. De acordo com Popinigis (1985), Alves *et al.* (2005) e Carvalho & Nakagawa (2012), a massa seca tem sido o melhor índice do estágio de maturação das sementes de muitas espécies, sendo que seu valor mais elevado corresponde ao ponto de maturidade fisiológica.

O grau de umidade decresceu durante a maturação dos pirênios de *E. edulis* somente do estágio I para o II e, em *S. romanzoffiana*, não foi observado diminuição significativa. Segundo Bovi & Castro (1993) as sementes de *E. edulis* apresentam teor de água próximo a 50% quando alcançam sua maturidade fisiológica, valor que abrangeria os estádios II, III e IV do presente estudo. Já as de *S. romanzoffiana* chegaram ao final da maturação com valores bem inferiores, próximos a 20%. Novamente, tais resultados parecem reforçar a idéia de que o grau de recalcitrância seja dependente do estágio de maturação em que as sementes são dispersas (Barbedo *et al.* 2013). As sementes de palmeiras possuem, em geral, comportamento recalcitrante, ou seja, não toleram ser secas a baixo teor de água, nem armazenadas em baixa temperatura, e a perda da viabilidade ocorre em algumas semanas ou meses (Broschat 1994). Nas sementes de palmeiras das duas espécies estudadas os valores de

grau de umidade, massa seca, germinação e vigor sugerem que sejam dispersas em estádios diferentes de maturação, mais precoce em *E. edulis* e mais tardio em *S. romanzoffiana*.

Panza *et al.* (2004) revelou que os embriões das sementes de *E. edulis* possuem tecidos diferenciados por ocasião da dispersão e possui inúmeras mitocôndrias, retículo endoplasmático rugoso e complexos de Golgi. Isso indica que o mesmo encontra-se em estado metabolicamente ativo e que tais características estão associadas a estratégias de contínuo desenvolvimento, sem a interposição, na maturidade, de uma fase de menor umidade do tecido e baixo metabolismo, como nas espécies de sementes ortodoxas. Diferentemente a isso, a média do grau de umidade de *S. romanzoffiana* foi próximo a 20%, bem abaixo do que se reportam alguns trabalhos com sementes de outras palmeiras: 47% em *Archontophoenix alexandrae* (F. Mueller) H. Wendl. & Drude (Martins *et al.* 2003), 40% em *Euterpe oleracea*, 51% em *Euterpe espirosantensis* Fernandes, 35% em *Dypsis lutescens* (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf. (Negreiros & Perez 2004) e 32% a 41% para *Oenocarpus mapora* H. Karst. (Carvalho *et al.* 1998, Nascimento *et al.* 2002). Porém, estudos recentes com *S. romanzoffiana* (Goudel *et al.* 2013, Oliveira *et al.* 2015) relatam que pirênios recém colhidos apresentaram teor de água de 13% a 18%, sugerindo que as sementes dessa espécie são tolerantes à dessecação, não se enquadrando na classificação de recalcitrante. Esses mesmos autores indicam que novos estudos com desidratação controlada são necessários a fim de determinar o teor crítico e níveis letais, bem como as condições ideais de armazenamento. A semente de *S. romanzoffiana* poderia ser classificada como de comportamento intermediário entre ortodoxas e recalcitrantes, descrito por Ellis *et al.* (1990). Por outro lado, Farrant *et al.* (1988) propuseram a separação das sementes recalcitrantes em “altamente”, “moderadamente” e “minimamente” recalcitrantes e as de *S. romanzoffiana* provavelmente estariam dentro desta última. Contudo, segundo Barbedo *et al.* (2013) as variações no nível de recalcitrância, vistos pela tolerância à dessecação e pelo potencial de armazenamento, podem

ocorrer entre sementes da mesma espécie, sob influência de fatores genéticos ou ambientais, como observado em trabalhos experimentais (Daws *et al.* 2006, Lamarca *et al.* 2015).

Em relação à presença do endocarpo (estrutura do fruto) no diásporo, em *E. edulis* a proporção de massa seca em seus pirênios foi de apenas 8,72%, quando comparada com 83,39% em *S. romanzoffiana*. O endocarpo restringe a germinação em certas sementes de palmeiras, impondo uma barreira mecânica para germinação (Broschat 1998, Lopes *et al.* 2007, Ribeiro *et al.* 2011; Neves *et al.* 2013). Contudo, Carvalho *et al.* (2005) em estudo com *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., constatou que a presença do endocarpo lenhoso não foi limitante à germinação, corroborando com o que se verificou, já que a germinação de pirênios maduros (estádios III e IV) de *S. romanzoffiana* foi de 91,25%. A diferença verificada entre as proporções de endocarpo e semente do pirênio das duas espécies de palmeiras estudadas pode estar relacionada à sua dispersão, já que esta estrutura desempenha um papel ecológico importante, especialmente na prevenção da perda de água e contra a deterioração dos tecidos das sementes, e proteção contra a predação, contribuindo assim para o aumento da longevidade das sementes e maiores taxas de germinação (Orozco-Segovia *et al.* 2003, Carvalho *et al.* 2005, Hu *et al.* 2009), favorecendo a dispersão.

A extração do endocarpo, que muitas vezes está fortemente aderido à semente, é uma tarefa trabalhosa e difícil seu processamento; contudo, pode-se observar que o grau de umidade da semente e do endocarpo é diferente em ambas as espécies de palmeiras, demonstrando que a análise separada dessas estruturas pode ser mais exata para estudos físicos e fisiológicos futuros de sementes de Arecaceae.

Os dados demonstraram que a germinação foi inferior em pirênios verdes de *E. edulis* (estádio I), assim como seu IVG, tendo valores crescentes ao decorrer da maturação. O máximo dessas variáveis foi atingido no estágio IV, evidenciando que o processo germinativo foi mais rápido e superior aos demais. Pivetta *et al.* (2005), apresentou resultado semelhante estudando a germinação de três estádios de maturação (I, II e III) de *Syagrus schizophylla*

(Mart.) Glassman, onde as sementes de frutos amarelos e vermelhos, estágio II e III, apresentaram maior germinação e IVG quando comparado com a germinação de sementes de frutos verdes. Estes resultados estão de acordo também com os obtidos por Iossi et al. (2007) que estudando maturação fisiológica de sementes da espécie *Phoenix roebelenii* verificou que maior porcentagem e velocidade de germinação foram obtidas com sementes provenientes de frutos pretos-violáceos, ou seja, em estágio mais adiantado de maturação.

Os pirênios de *E. edulis* provenientes de frutos maduros, estágio IV, apresentaram melhores resultados nas variáveis estudadas em relação aos demais, demonstrando que o melhor momento para sua colheita é quando estão completamente roxos. Esses resultados corroboram com as afirmações de Meerow (2004), de que a maioria das sementes de palmeiras deve ser colhidas quando os frutos estão completamente maduros. Já em *S. romanzoffiana*, o mesmo comportamento foi verificado para o IVG, mas obteve resultado distinto para a germinação, que não apresentou diferença entre os quatro estágios de maturação. No trabalho de Broschat & Donselman (1988) com *S. romanzoffiana*, verificou-se maior capacidade germinativa em frutos verdes quando comparado com frutos maduros. Já Carrijo et al. (2013) encontrou resultado inverso, onde sementes de frutos maduros de *Syagrus oleracea* tiveram maior capacidade de germinação quando comparados com os de frutos verdes.

Conclusão

A máxima qualidade fisiológica dos pirênios *E. edulis* foi atingida aos 267 dias após abertura da espata (DAAE), período em que apresentaram máximo acúmulo de massa seca, maior índice de velocidade de germinação e poder germinativo. A colheita pode ser estendida até 280 DAAE sem perda da qualidade fisiológica dos pirênios. A coloração dos frutos é um bom indicador desse ponto.

Em *S. romanzoffiana*, a coloração do fruto não diferenciou a capacidade germinativa dos pirênios, não estabelecendo diferenças entre os estádios de maturação (de 135 a 174 DAAE). Assim, a colheita de frutos visando sementes para a produção de mudas, pode ocorrer a partir dos 135 dias após a abertura da espata.

O grau de umidade da semente e do endocarpo dos pirênios de *E. edulis* e *S. romanzoffiana* se diferenciam e podem representar padrões diferentes nos estudos físicos e fisiológicos.

Referências Bibliográficas

- Alves, E. U., Bruno, R. D. L. A., Oliveira, A. D., Alves, A. U. & Paula, R. D.** 2005. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. *Revista Árvore* 29 (6): 877-885.
- Alves, M. R. P. & Demattê, M. E. S. P.** 1987. Palmeiras: características botânicas e evolução. In *Palmeiras: características botânicas e evolução*. Fundação Cargill.
- Barbedo, C. J., Centeno, D. D. C. & Ribeiro, R. D. C. L. F.** 2013. Do recalcitrant seeds really exist?. *Hoehnea*, 40 (4): 583-593.
- Bernacci, L. C., Martins, F. R. & Santos, F. A. M.** 2008. Estrutura de estádios ontogenéticos em população nativa da palmeira *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 22 (1): 119-130.
- Bondar, G.** 1964. Palmeiras do Brasil. Instituto de Botânica, São Paulo.
- Bovi, M. L. A., Castro, A. In: Clay, J.W. & Clement, C.R.** (eds.). 1993. Selected species and strategies to enhance income generation from amazonian forests. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma: p.p. 58-67.
- Brançalion, P. H. S. A., Novembre, A. D. L. C. & Rodrigues, R. R.** 2011. Seed development, yield and quality of two palm species growing in different tropical forest types in SE Brazil: implications for ecological restoration. *Seed Science and Technology*, 39 (2): 412-424.
- Brasil. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária.** 2009. Regras para análise de sementes. Brasília, SNAD/ DNDV/CLAV.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente.** 2008. Instrução normativa n.6. Lista de espécies da flora ameaçada de extinção. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 set. 2008. n.185.
- Broschat, T. K.** 1994. Palm seed propagation. *Acta Horticulturae* 360: 141-147.

- Broschat, T. K.** 1998. Endocarp removal enhances *Butia capitata* (Mart.) Becc. (pindo palm) seed germination. *Horttechnology*, 8 (4): 586-587.
- Broschat, T. K. & Donselman, H.** 1987. Effects of fruit maturity, storage, presoaking, and seed cleaning on germination in three species of palms. *Journal of Environmental Horticulture* 5 (1): 6-9.
- Carrijo, N. S., Reis, E. F. & da Costa Netto, A. P.** 2013. Germinação de frutos verdes e maduros de *Syagrus oleracea* Becc. em função do tamanho. *Global Science and Technology* 6 (1).
- Carvalho, J. E. U., Nascimento, W. M. O. & Müller, C. H.** 1998. Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia. EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém. (Boletim de Pesquisa, 203).
- Carvalho, L. R.; Silva, A. A. & Davide, A. C.** 2005. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes* 28 (2): 15-25.
- Carvalho, N.M. & Nakagawa, J.** 2012. Sementes: ciência, tecnologia e produção. FUNEP, Jaboticabal.
- Davide, A., Leite, J., & Tonetti, O.** 2001. Influência do endocarpo e da lavagem de sementes na germinação de jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm). *Informativo Abrates*, 11 (2): 283.
- Daws, M.I., Cleland, H., Chmielarz, P., Gorin, F., Leprince, O., Matthews, S., Mullins, C.E., Thanos, C.A., Vandvik, V. & Pritchard, H.W.** 2006. Variable dessication tolerance in *Acer pseudoplatanus* seeds in relation to developmental conditions: a case of phenotypic recalcitrance? *Functional Plant Biology* 33: 59-66.
- Ellis, R. H., Hong, T. D. & Roberts, E. H.** 1990. An intermediate category of seed storage behavior. *Journal of Experimental Botany* 41: 1167-1174.

- Farrant, J. M., Pammenter, N. W. & Berjak, P.** 1988. Recalcitrance – a current assessment. *Seed Science and Technology* 16 (1): 155-166.
- Fleury, M. & Galetti, M.** 2004. Effects of microhabitat on palm seed predation in two forest fragment in southeast Brazil. *Acta Oecologica* 26: 179-184.
- Galetti, M., Donatti, C. I., Pires, A. S., Guimarães, P. R. & Jordano, P.** 2006. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 151 (1): 141-149.
- Goudel, F., Shibata, M., Coelho, C. M. M., & Miller, P. R. M.** 2013. Fruit biometry and seed germination of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. *Acta Botanica Brasilica* 27 (1): 147-154.
- Henderson, F.** 2006. Morphology and anatomy of palm seedlings. *The Botanical Review* 72: 273-329.
- Hu, X. W., Wang, Y. R. & Wu, Y. P.** 2009. Effects of the pericarp on imbibition, seed germination, and seedling establishment in seeds of *Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey. *Ecological Research* 24 (3): 559-564.
- Iossi, E., Sader, R., Moro, F. V. & Barbosa, J. C.** 2007. Maturação fisiológica de sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien. *Revista Brasileira de Sementes* 29 (1): 147-154.
- Lamarca, E.V., Prativiera, J.S., Borges, I.F., Delgado, L.F., Teixeira, C.C., Camargo, M.B.P., Faria, J.M.R. & Barbedo, C.J.** 2013. Maturation of *Eugenia pyriformis* seeds under different hydric and thermal conditions. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 85: 223-233.
- Lamarca, E.V., Camargo, M.B.P., Teixeira, S.P., Silva, E.A.A., Faria, J.M.R. & Barbedo, C.J.** 2015. Variações da tolerância à dessecação em sementes de *Eugenia pyriformis*: dispersão em diferentes estádios de maturação. *Revista Ciência Agronômica*. (in press).

- Lin, S.S.** 1986. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto de palmito. *Revista Brasileira de Sementes* 8 (1): 57-66.
- Lopes, P. S. N., Fernandes, R. C., Magalhães, H. M., da Silva Júnior, D. B., Fernandes, R. C., de Oliveira Gomes, J. A. & Carneiro, P. A. P.** 2007. Absorção de água em sementes de coquinho-azedo. *Revista Brasileira de Agroecologia* 2 (2).
- Lorenzi, H.** 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Editora Plantarum, Nova Odessa.
- Lorenzi, H., Souza, H. M., Medeiros-Costa, J. T., Cerqueira, L. S. C. & von Behr, N.** 1996. Palmeiras no Brasil Nativas e Exóticas. Editora Plantarum, Nova Odessa.
- Lorenzi, H., Souza, H. M., Costa, J. T. M., Cerqueira, L. S. C. & Ferreira, E.** 2004. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. Editora Plantarum, Nova Odessa.
- Luz, P. B., Pimenta, R. S. & Pivetta, K. F. L.** 2014. Efeito do estágio de maturação e da temperatura na germinação de sementes de *Sabal mauritiiformis*. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental* 20 (1): 43-52.
- Maciel, N. M. S.** 1996. Efectos de la madurez y el almacenamiento del fruto, la escarificacion y el remojo de las semillas sobre la emergencia de la palma china de abanico. *Agronomia tropical* 46 (2): 155-170.
- Maguire, J. D.** 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for emergence and vigour. *Crop Science* 2: 176-177.
- Marcos-Filho, J.** 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba, SP: 495p.
- Martins, C. C., Bovi, M. L. A. & Nakagawa, J.** 2007. Qualidade fisiológica de sementes de palmito-vermelho em função da desidratação e do armazenamento. *Horticultura Brasileira* 25 (2): 188-192.
- Martins, C. C., Nakagawa, J. & Bovi, M. L. A.** 1999a. Tolerância a dessecação de sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes). *Revista Brasileira de Botânica* 22 (3): 391-396.

- Martins, C. C., Nakagawa, J., Bovi, M. L. A. & Stanguerlim, H.** 1999b. Teor de água crítico e letal para sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Revista Brasileira de Sementes 21 (1): 125-132.
- Meerow, A. W.** 2004. Palm seed germination. Cooperative Extension Service, Florida.
- Mhanhmad, S., Leewanish, P., Punsuvon, V. & Srinives, P.** 2011. Seasonal effects on bunch components and fatty acid composition in Dura oil palm (*Elaeis guineensis*). African Journal of Agricultural Research 6 (7): 1835-1843.
- Nascimento, W. M. O., Novembre, A. D. L. C. & Cicero, S. M.** 2007. Conseqüências fisiológicas da dessecação em sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Revista Brasileira de Sementes 29 (2): 38-43.
- Nascimento, W. M. O., Oliveira, M. S. P., Carvalho, J. E. U. & Müller, C. H.** 2002. Influência da posição de semeadura na germinação, vigor e crescimento de plântulas de bacabinha (*Oenocarpus mapora* Karsten - Arecaceae). Revista Brasileira de Sementes 24 (1): 179-182.
- Negreiros, G. F. & Perez, S. C. J. G. A.** 2004. Resposta fisiológica de sementes de palmeiras ao envelhecimento acelerado. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39 (4): 391-396.
- Neves, S. C, Ribeiro, L. M, Cunha, I. R. G, Pimenta, M. A. S, Mercadante-Simões, M. O. & Lopes, P. S. N.** 2013. Diaspore structure and germination ecophysiology of the babassu palm (*Attalea vitrivir*). Flora 208: 68-78.
- Oliveira, T. G. S., José, A. C., Ribeiro, L. M. & Faria, J. M. R.** 2015. Longevity and germination of *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) seeds and its ecological implications. International Journal of Tropical Biology and Conservation 63 (2): 333-340.
- Orozco Segovia, A., Batis, A. I., Rojas Arechiga, M. & Mendoza, A.** 2003. Seed biology of palms: a review. Palms 47 (2): 79-94.

- Panza, V., Lainez, V. & Maldonado, S.** 2004. Seed structure and histochemistry in the palm *Euterpe edulis*. Botanical Journal of the Linnean Society 145 (4): 445-453.
- Paulilo, M. T. S.** 2000. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae): Comportamento em relação à variação de radiação solar. Sellowia 49: 93-105.
- Pereira, D. D. S., Sousa, J. E. S., Pereira, M. D. S., Gonçalves, N. R., & Bezerra, A. M. E.** (2014). Emergence and initial growth of *Copernicia prunifera* (Arecaceae) as a function of fruit maturation. Journal of Seed Science 36 (1): 09-14.
- Pimenta, R. S., Luz, P. B. D., Pivetta, K. F. L., Castro, A. D., & Pizetta, P. U. C.** (2010). Efeito da maturação e temperatura na germinação de sementes de *Phoenix canariensis* hort. ex Chabaud-Arecaceae. Revista Árvore 34 (1): 31-38.
- Piña-Rodrigues, F.C.M. & Aguiar, I.B.** 1993. Maturação e dispersão de sementes. In: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. Sementes florestais tropicais. ABRATES: 215-274.
- Pivetta, K. F. L., Barbosa, J. G. & Araújo, E. F.** 2007. Propagação de palmeiras e strelitzia. In: Barbosa, J. G.; Lopes, L. C. Propagação de Plantas Ornamentais. Viçosa: pp. 43-70.
- Pivetta, K. F. L., Paula, R. C., Cintra, G. S., Pedrinho, D. R., Casali, L. P., Pizetta, P. U. C., Sarzi, I. & Pimenta, R.S.** 2005. Effects of maturation and scarification on seed germination of *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glass. (Arecaceae). Acta Horticulturae 683: 375-378.
- Popinigis, F.** 1985. Fisiologia da semente. Ministério da Agricultura – AGIPLAN, Brasília, DF.
- Raupp, S. V. & Cintra, R.** 2010. Efeito da heterogeneidade da floresta na composição de espécies de palmeiras na Amazônia Central. Revista de Biologia Neotropical 7 (2): 13-26.

- Reis, A. & Kageyama, P.Y. 2000.** Dispersão de sementes do palmitero (*Euterpe edulis* Martius – Palmae). In: Reis, M.S. & Reis, A. (eds). *Euterpe edulis* Martius (Palmitero): biologia, conservação e manejo. Sellowia 45: pp .60-92.
- Ribeiro, L. M., Souza, P. P., Rodrigues, J. R., Oliveira, T. G. S. & Garcia, Q. S. 2011.** Overcoming dormancy in macaw palm diaspores, a tropical species with potential for use as bio-fuel. Seed Science and Technology 39 (2): 303-317.
- Viana, F. A. P., Môro, F. V., Batista, G.S., N. Romani, G., Mazzini , R. B. & Pivetta, K. F. L. 2013.** Maturity, pulp removal and storage effects on the germination of *Livistona rotundifolia* seeds. Acta Horticulturae 1003:197-201.

4. Capítulo III

Estudos morfológicos e maturação de frutos e sementes de *Bactris gasipaes*

Kunth.

Resumo

(Estudos morfológicos e maturação de frutos e sementes de *Bactris gasipaes* Kunth). A família Arecaceae apresenta importância econômica, paisagística e ecológica nas diversas regiões tropicais do mundo. Contudo, há necessidade de se estudar um maior número de espécies e de se conhecer sobre a origem e o desenvolvimento das estruturas de suas sementes associando-o às modificações que caracterizam a sua maturação. Assim, o objetivo desse trabalho foi realizar estudos sobre o desenvolvimento e maturação dos frutos e sementes para favorecer o aumento do conhecimento sobre a maturidade dessa espécie. Para tanto, foram realizadas caracterizações morfológicas, físicas e fisiológicas de sementes (tamanho, massa seca e grau de umidade, germinação e índice de velocidade de germinação), utilizando material botânico de indivíduos cultivados no Vale do Ribeira, município de Pariqueraçu/SP. As flores são protogínicas, sendo as estaminadas de cor creme e as flores pistiladas são maiores e amarelas. O fruto é uma drupa ovóide, com epicarpo verde, que com a maturação torna-se vermelho e mesocarpo com coloração de creme a laranja intenso. Apresenta uma única semente com formato variável, de globosa a elipsóide, com endosperma homogêneo de consistência dura. As sementes nos estádios mais avançados de maturação foram superiores em número de sementes germinadas e em vigor.

Palavras-chave: fisiologia, pejibaye, pirênio, pupunha

Abstract

(Morphological studies and maturation of fruits and seeds of *Bactris gasipaes* Kunth.). The family Arecaceae has economic, landscape, and ecological importance in several tropical regions of the world. However, there is need to study a larger number of species and to know about the origin and development of their seeds' structures associating it with the changes that characterize its maturation. The objective of this study was to conduct studies on the development and maturation of fruits and seeds. For this matter, morphological, physiological, and physical characterizations of seeds were performed (size, dry weight, and moisture contents, germination, and germination speed index), using botanical material of individuals grown in Ribeira Valley Agribusiness in Pariquera-açu/SP. The flowers are protogynous, and the staminate are cream color, and pistillate flowers are larger and yellow. The fruit is a ovoid drupe, with green epicarp, which with maturation becomes red and cream to intense orange mesocarp. It presents a single seed with varying shape, from round to ellipsoid, with hard consistency homogeneous endosperm. Seeds in the late stages of maturation were higher in number of germinated seeds and in vigor.

Keywords: physiology, pejobaye, pyrenes, peach palm

Introdução

A família Arecaceae, conhecida antigamente como Palmae, é constituída por plantas pertencentes à divisão Magnoliophyta, do clado Monocotyledoneae, inserida nas Comelinídeas e é a única família botânica da ordem Arecales (APG III 2009). Os maiores centros de diversidade dessa família ocorrem nas regiões tropicais da Ásia, Indonésia, Ilhas do Pacífico e América do Sul e Central (Lorenzi *et al.* 1996).

Além dos usos comerciais, as palmeiras são de grande importância para o paisagismo e para os trabalhos de recomposição dos ecossistemas florestais. Seus frutos, em geral, constituem uma rica fonte de energia para os animais silvestres pela grande quantidade de óleos e carboidratos. Em muitas florestas neotropicais, as palmeiras destacam-se pela abundância e riqueza de espécies, tanto no sub-bosque quanto nos estratos superiores e estão entre as plantas de maior longevidade no reino vegetal, desempenhando, assim, papel importante na estrutura e funcionamento de diversos ecossistemas e na sucessão ecológica (Donatti *et al.* 2009, Moura *et al.* 2010, Schwartz *et al.* 2010, Batista *et al.* 2011).

A propagação das palmeiras é feita principalmente por sementes (Miranda *et al.* 2001, Nazário & Ferreira 2010), assim, o melhor conhecimento sobre a origem e o desenvolvimento dessas estruturas associando-o às modificações que caracterizam a maturação, poderá elucidar as relações fisiológicas nessas sementes. Particularmente para sementes de palmeiras, esse conhecimento é essencial pelo fato do seu processo germinativo apresentar expressivas diferenças não apenas em relação à grande maioria das sementes ortodoxas mas, até, quando comparado ao de muitas recalcitrantes.

A maturidade de frutos e sementes envolve modificações morfológicas e fisiológicas, que começa na fecundação do óvulo e vai até a sua completa maturação (Mata *et al.* 2013). Parâmetros como tamanho, teor de água, conteúdo da massa seca, germinação e vigor da semente, além de transformações bioquímicas, são normalmente analisados na indicação do

ponto de maturidade fisiológica das sementes. Este ponto pode variar em função da espécie e do ambiente, tornando-se necessária a definição de índices de maturação para a época adequada de colheita de sementes (Carvalho *et al.* 2005, Pivetta *et al.* 2008, Carvalho & Nakagawa 2012).

A pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) pertence à família Arecaceae, originária desde a América Central até o norte da Bolívia e no Brasil é nativa em toda Bacia Amazônica. Ela é utilizada de diversas formas, sendo principalmente na produção de palmito e de frutos comestíveis. Ainda apresenta potencial madeireiro para a confecção de bengalas e utensílios domésticos, para a fabricação de farinha e rações ou ainda a retirada de seu óleo (Bovi 1998, Silva 2007). Estima-se que a área de palmito cultivada atualmente no Estado de São Paulo seja superior a 3.900 ha (Anefalos *et al.* 2007), distribuídos tanto na região litorânea quanto no planalto paulista, apresentando mais de 450 produtores que se dedicam à produção de pupunheira, com aproximadamente 11 milhões de plantas dessa palmeira no Vale do Ribeira paulista (LUPA 2008).

A reprodução por sementes apresenta-se como o método mais utilizado para o estabelecimento de plantios comerciais desta espécie (Huerte & Arias 1983). O início da sua germinação se caracteriza pelo alongamento do embrião até a emergência do pecíolo cotiledonar, o qual se intumescce e forma o botão germinativo, e a expansão do primeiro eófilo (Mattos-Silva & Mora-Urpí 1996; Silva *et al.* 2006). A germinação das sementes de *B. gasipaes* é do tipo adjacente ligulada, com a plântula se desenvolvendo junto à semente (Tomlinson 1960, Tomlinson 1961, Ferreira 2005). De acordo com Nazário *et al.* (2013), mesmo considerada uma espécie domesticada, as progênes cultivadas de *B. gasipaes* em diferentes regiões apresentam também diferentes características fenotípicas, como a capacidade germinativa e a dormência das sementes.

Apesar de sua importância, estudos relacionados a fisiologia e morfologia das sementes de pupunheira são escassos, principalmente em áreas onde a espécie é introduzida,

como é o caso do Vale do Ribeira/SP. Assim, o objetivo desse trabalho foi realizar estudos sobre o desenvolvimento e maturação dos frutos e sementes para favorecer o aumento do conhecimento sobre as estratégias de sobrevivência dessa espécie, maior conhecimento estrutural da semente e com isso fornecer subsídios para estudos ecológicos, de manejo e conservação da espécie e produção de mudas de pupunheira.

Material e Métodos

As matrizes selecionadas para colheita dos frutos encontram-se no Pólo Regional de Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios do Vale do Ribeira – APTA/SAA-SP, localizado na Rodovia Regis Bittencourt, km 460 (BR-116), município de Pariquera-Açu (24°36'31”S e 47°53'48” O, a 25 metros s.n.m). As matrizes de *B. gasipaes* pertencem ao Banco Ativo de Germoplasma instalado em 1992, com progênies da terceira prospecção de material da população de Yurimaguas (Peru), com espaçamento entre plantas de 5 x 5 m.

A marcação das matrizes com inflorescências, distância mínima de 15 metros entre indivíduos, foi realizada assim que se visualizava a emissão da espata com suas brácteas ainda fechadas. Posteriormente, empregou-se o monitoramento diário, no final da tarde, para averiguar possível abertura da espata. As plantas que apresentavam espata aberta eram marcadas com fitas de cores diferentes e eram fotografadas para ter a posição exata na planta. A partir desse procedimento, as plantas foram monitoradas até que apresentassem material botânico de interesse.

Características físicas e fisiológicas de sementes

O estágio I de maturação foi determinado pela presença de endosperma completamente sólido em sementes de frutos com pericarpo completamente verde.

Características do fruto e a sequência de maturação estipuladas por estádios (figura 1):

Estádio I: verde - 57 dias após abertura da espata (DAAE);

Estádio II: coloração mesclada com predomínio da cor verde – 83 DAAE;

Estádio III: coloração mesclada com predomínio da cor laranja avermelhada – 112 DAAE;

Estádio IV: maduro, totalmente laranja avermelhado – 147 DAAE.

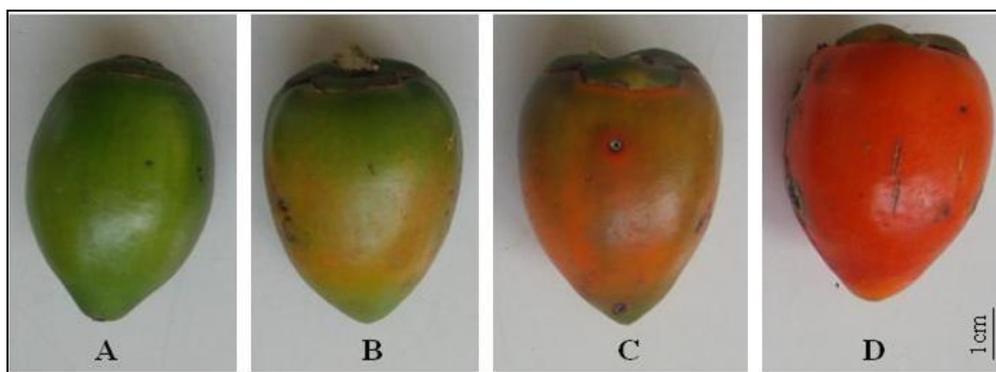


Figura 1. Frutos em diferentes estádios de maturação da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.): A - verde (57 dias após abertura da espata (DAAE)); B - coloração mesclada com predomínio da cor verde (83 DAAE); C - coloração mesclada com predomínio da cor laranja avermelhada (112 DAAE); D - maduro, totalmente laranja avermelhado (147 DAAE). Pariquera-açu (SP), 2012.

Para a determinação dos estádios, foram marcadas 12 estruturas reprodutivas de diferentes plantas para a contagem de tempo de formação dos frutos, o monitoramento se deu a partir da abertura da espata floral, fotografadas semanalmente, até a visualização de frutos completamente maduros, quando se considerou finalizado o processo de maturação.

O material botânico coletado foi levado para o Laboratório de Sementes do Núcleo de Pesquisa em Sementes do Centro de Pesquisa em Ecologia e Ecofisiologia do Instituto de Botânica de São Paulo (SP) onde as análises foram realizadas. Primeiramente, os frutos foram destacados manualmente do cacho e separados em quatro lotes distintos pela coloração.

Em seguida, os frutos ficaram imersos em água por 24 horas, e logo após o epicarpo e o mesocarpo foram removidos por meio de atrito manual contra a peneira de malha de aço sob

água corrente. Os pirênios (sementes com o endocarpo aderido) foram enxaguados e secos à sombra por duas horas.

Para avaliar diferentes parâmetros físicos e fisiológicos da espécie estudada nas diferentes fases de maturação foram analisados:

- Tamanho: foram medidos o comprimento e a largura de cinco repetições de 20 pirênios com o auxílio de paquímetro digital. Considerou-se como comprimento a distância entre a base e o ápice do pirênio, e como largura o diâmetro equatorial da porção mais larga;
- Massa seca e grau de umidade de pirênios: avaliado pelo método da estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}/24$ horas (Brasil 2009), utilizando-se quatro repetições de 25 pirênios inteiros;
- Teste de germinação: foi conduzido com 25 pirênios em cada uma das quatro repetições, na temperatura alternada de $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$ e luz ($78\ \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}/12\text{h}$), em vermiculita em caixas do tipo gerbox. A contagem foi realizada a partir da protrusão inicial da raiz primária, a cada dois dias, do 7º dia após a semeadura até cessar a germinação, quando foram calculadas as porcentagens.
- Índice de velocidade de germinação: foi obtida concomitantemente ao teste de germinação. Para o cálculo do IVG, empregou-se a fórmula proposta por Maguire (1962), na qual: $\text{IVG} = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, onde: G1, G2, Gn = número de sementes germinadas computadas na primeira contagem, na segunda contagem até a última contagem; N1, N2, Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda até a última contagem.

No procedimento estatístico, a análise de variância foi realizada separadamente para cada parâmetro, segundo delineamento experimental inteiramente casualizado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Morfologia

Foram coletadas flores em pré-antese e antese, e efetuado colheita de sementes e frutos em diferentes estágios de desenvolvimento, as observações foram feitas a olho nu e utilizando-se lupa binocular.

As estruturas anatômicas foram observadas a partir de amostras do material botânico coletado, depois fixadas em FAA (formaldeído + ácido acético glacial + álcool 50 %) (Johansen 1940) e armazenadas em etanol 70% (Jensen 1962). Foram confeccionadas lâminas permanentes do material botânico, com desidratação em série etílica crescente e infiltradas em metacrilato; os blocos foram seccionados em micrótomo rotativo com cerca de 8 µm de espessura, obtendo-se séries transversais e longitudinais. As secções obtidas foram coradas com azul de toluidina a 0,05%, pH 4,7 (O'Brien *et al.* 1964) e montadas em resina sintética.

O laminário foi analisado em microscópio de luz e documentado por fotomicrografias digitais obtidas em fotomicroscópio acoplado à câmera digital aplicando-se as escalas nas condições ópticas adequadas. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Anatomia Vegetal do Instituto de Biologia da UNICAMP, em Campinas (SP).

Resultados e Discussão

Características físicas e fisiológicas de sementes

Não houve diferença significativa nas variáveis comprimento, largura, teor de água e massa seca (tabela 1). Em algumas espécies, o tamanho do pirênio pode atingir o seu máximo no início, durante a maturação, mantendo-se relativamente inalterada até o final do processo (Barbedo *et al.* 2013). O grau de umidade apresentou média de 40,59%, o que corrobora com as informações de Ferreira & Santos (1992) que quando as sementes de *B. gasipaes* atingem a maturidade fisiológica, apresentam grau de umidade elevado, acima de 40%. Contudo, essa alta umidade se perde com facilidade e pode afetar seriamente a germinação, sendo

consideradas do tipo recalcitrante, por não tolerar grandes perdas de umidade sem que sua viabilidade e vigor sejam reduzidos significativamente.

Tabela 1: Comprimento, largura, grau de umidade e peso seco de pirênios de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.) em diferentes estádios de maturação e coloração dos frutos. São Paulo (SP), 2012.

Estádio de maturação	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Grau de umidade (%)	Massa seca (g)
I	21,38 a	10,52 a	42,71 a	4,72 a
II	21,75 a	10,57 a	40,80 a	4,71 a
III	21,90 a	10,79 a	39,70 a	4,81 a
IV	22,18 a	11,25 a	39,15 a	4,81 a
Média	21,81	10,78	40,59	4,76
Desvio padrão	0,33	0,33	1,57	0,05
CV (%)	8,71	6,26	5,86	12,06

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

A partir do 45º dia os pirênios iniciaram a germinação (figura 2), dando continuidade até 120 dias após a semeadura, os pirênios nos estádios III e IV tiveram germinação superior a 75%. De acordo com Bovi *et al.* (1994), a germinação de sementes de diferentes progênes varia de 0 a 100% de germinação, ocorrendo o processo de 38 a 133 dias.

De acordo com Bewley (1997), em sementes no geral, a demora para iniciar o processo de germinação pode estar relacionada à dormência, sendo essa imposta pelo embrião, pelos envoltórios (tegumentos, endosperma, etc) ou pela combinação de ambos os fatores. Para Mora-Urpí (1979), as sementes de *B. gasipaes* apresentam dormência por períodos variáveis de um mês e meio a 14 meses.

Em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG), observa-se aumento conforme se desenvolveu o processo de maturação, atingindo o máximo valor no estágio IV

(figura 3), ocasião em que a porcentagem de germinação também foi maior. De acordo com Gonçalves *et al.* (2009), a capacidade germinativa representa o principal parâmetro a ser considerado no estudo de maturação, pois, sem ela, a semente não tem valor para a semeadura e dela também dependem a qualidade das mudas e o sucesso de um reflorestamento.

Os pirênios nos estádios III e IV de maturação foram estatisticamente superiores tanto no que diz respeito ao número de sementes germinadas quanto ao vigor, expresso pelo índice de velocidade de germinação (IVG), confirmando o ponto de maturidade fisiológica. Os resultados permitem verificar ainda que o estágio I (coloração verde) deve ser excluído no momento da colheita, poupando tempo e custos com a produção de sementes, já que obteve resultados inferiores aos demais.

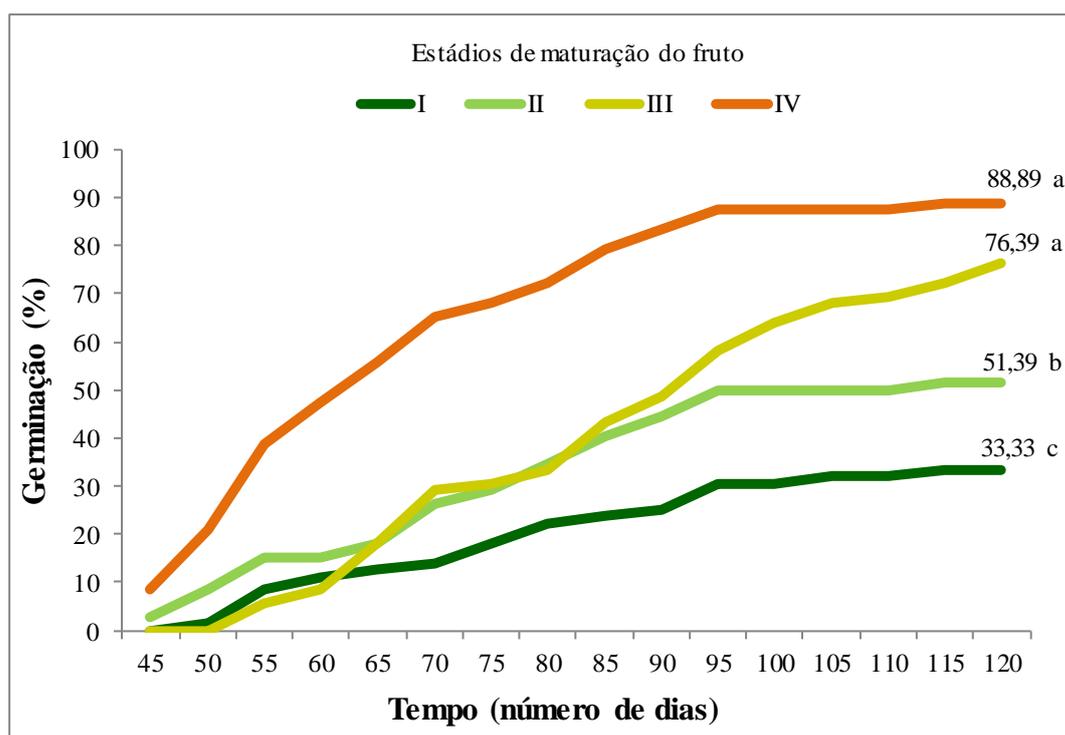


Figura 2. Germinação (%) de quatro repetições de 25 pirênios de *Bactris gasipaes* Kunth. em diferentes estádios de maturação do fruto (I, II, III e IV) no decorrer de 120 dias em germinadores (BOD) com temperatura constante de 25°C, com 12 horas de luz e 12 horas de escuro. São Paulo (SP), 2012. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

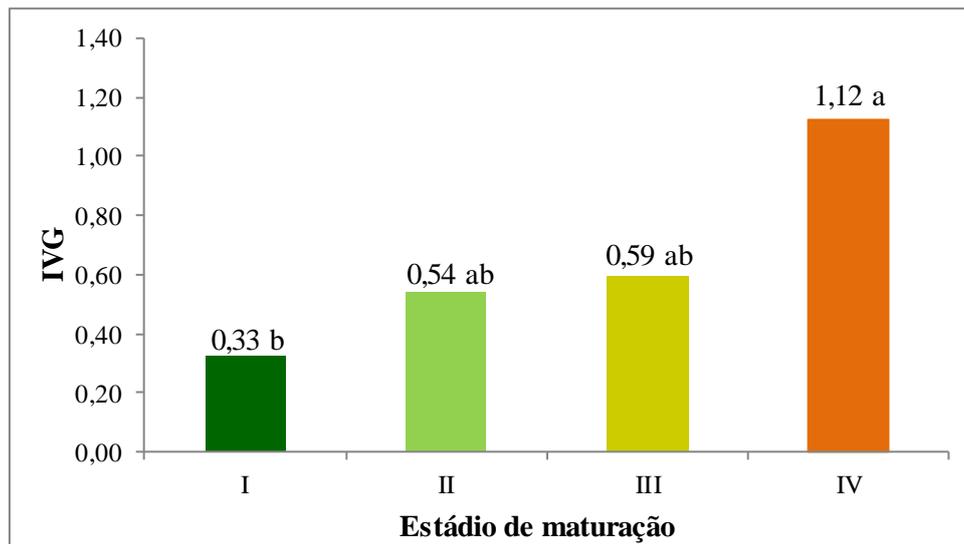


Figura 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de quatro repetições de 25 pirênios de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.) em diferentes estádios de maturação do fruto (I, II, III e IV). São Paulo (SP), 2012. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Morfologia

A pupunheira é uma planta monóica, com flores protogínicas, prevalecendo a xenogamia. As flores estaminadas são de cor creme ou amarelo-pálido, possuem seis estames dispostos aos pares de cada lado da corola.

As flores pistiladas (figura 4) são amarelas ou raramente verdes, com cálice anular, de consistência coriácea e gamossépala. A corola é pequena e redonda, apresenta três pétalas, sendo gamopétala. O estigma sésil (figura 5G) e o ovário (figura 4C) são expostos, sendo esse último tricarpelar, com gineceu sincárpico unilocular, formado pela fusão incompleta da parte distal dos carpelos. Pode-se observar na figura 5C e 5D que a flor pistilada após a sua abertura (antese) apresenta cristais (ráfides) e fibras de forma mais intensa que na flor em pré-antese, com isso atribui maior resistência física ao tecido.

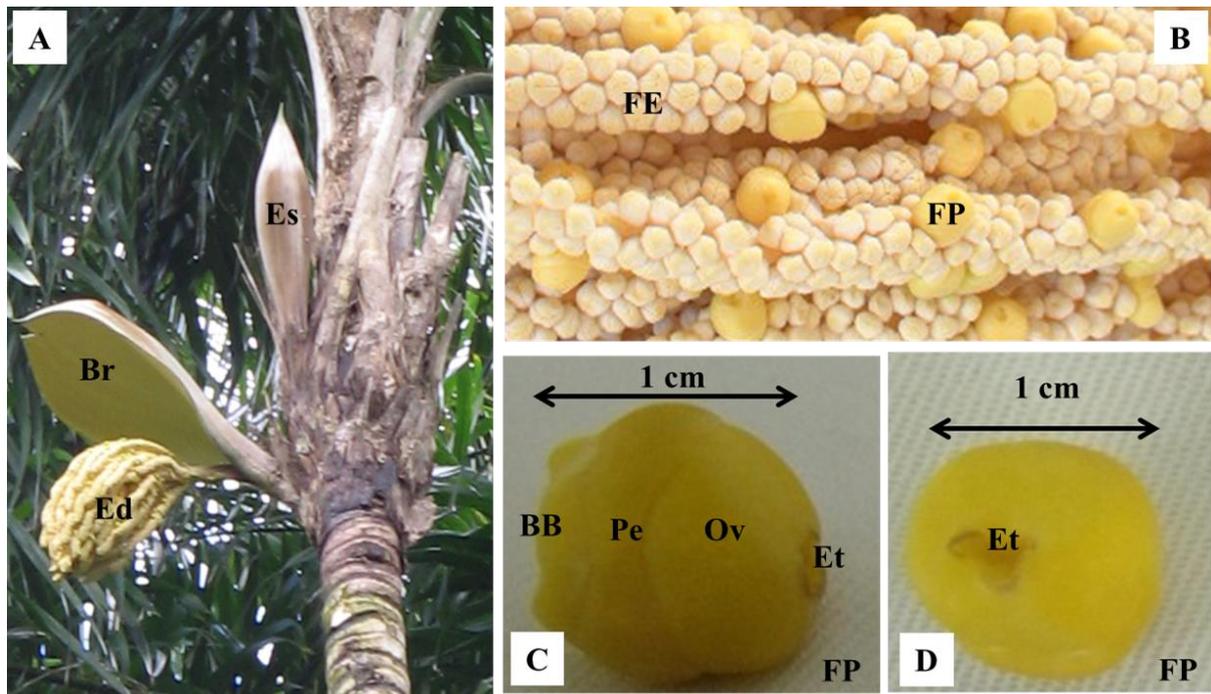


Figura 4. Flores de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.). A – matriz com espata floral e inflorescência com bráctea aberta; B – detalhe das flores estaminadas e pistiladas; C e D – flor pistilada; Legenda: Es – espata; Br – bráctea; Ed – espádice; Et – estigma; Ov – ovário; Pe – perianto; BB – bráctéolas basais; FP – flor pistilada; FE – flor estaminada.

O fruto é uma drupa ovóide, com a parte basal reta ou côncava e ápice mamiliforme. O epicarpo é verde, com a maturação do fruto torna-se vermelho a laranja intenso. Seu mesocarpo tem coloração de creme a laranja intenso, variando de acordo com a quantidade de caroteno presente. A corola pode ser dentada, tridentada ou arredondada e se mantém persistente.

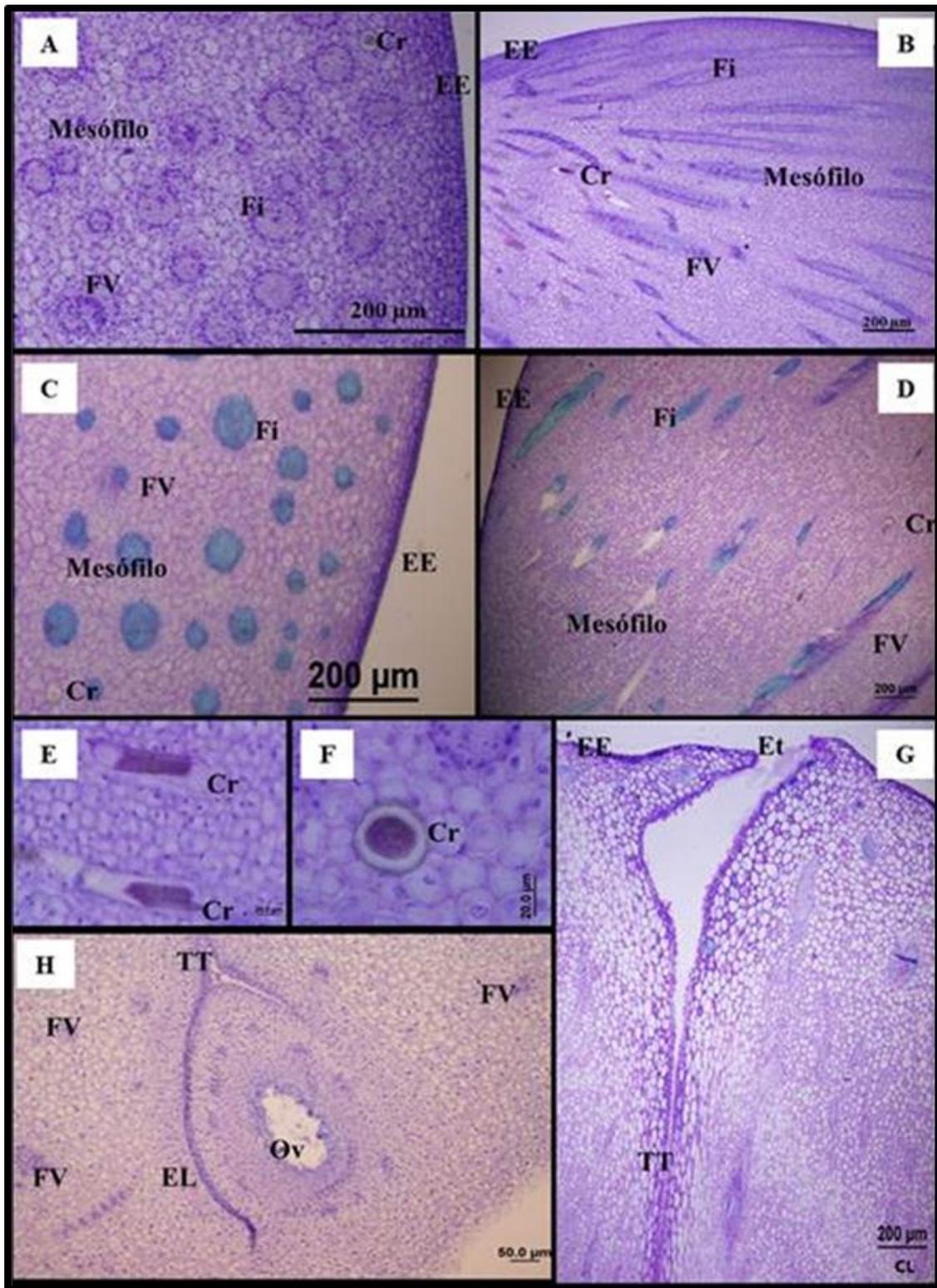


Figura 5. Flores de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.). A – corte transversal de flor pistilada em pré-antese; B – corte longitudinal de flor pistilada em pré-antese; C – corte transversal de flor pistilada em pós-antese; D, G e H – corte longitudinal em flor pistilada em pós-antese; E – corte longitudinal de flor pistilada. Legenda: Cr – Cristal (ráfides); EE - epiderme externa; EL - epiderme locular; Et – estigma; Fi – Fibras; FV - Feixe vascular; Ov – óvulo; TT – tecido transmissor/condutor.

Apresenta uma única semente, visto que apenas um dos carpelos se desenvolve, ficando dois estéreis. A marca desses dois carpelos pode ser observada no endocarpo (figura 9B), pois forma dois poros inativos. O endocarpo apresenta ainda um terceiro poro, sendo esse ativo, onde encontra-se o embrião. Nas Figuras 6D, 6E e 6F pode-se verificar a estrutura do endocarpo, que se torna mais rígido com a maturação do fruto devido a presença de esclereides (figuras 7A, 7B e 7C). A superfície do pirênio possui fibras pretas dispostas longitudinalmente, concentrando-se ao redor do poro por onde emerge a plântula, formando um tampão fibroso sobre o poro germinativo (figura 6C).

Na Figura 6C verifica-se que o formato da semente é variável, de globosa a elipsóide, com endosperma homogêneo, oleaginoso, de consistência dura, ocupando quase todo o espaço interno da semente. Está localizada na parte mediana do fruto, mas pode, ocasionalmente, ser encontrados na zona distal.

Pode-se observar ainda, que o embrião tem localização apical, formato cilíndrico e apresenta aproximadamente 1,5 mm, sendo pequeno em comparação ao tamanho da semente. De acordo com Nazário *et al.* (2013), em sementes provenientes de frutos maduros, na região proximal, em corte longitudinal, aparece a plúmula, com três primórdios foliares, e a presença desse conjunto de estruturas demonstram que o embrião se encontra diferenciado e fisiologicamente maduro.

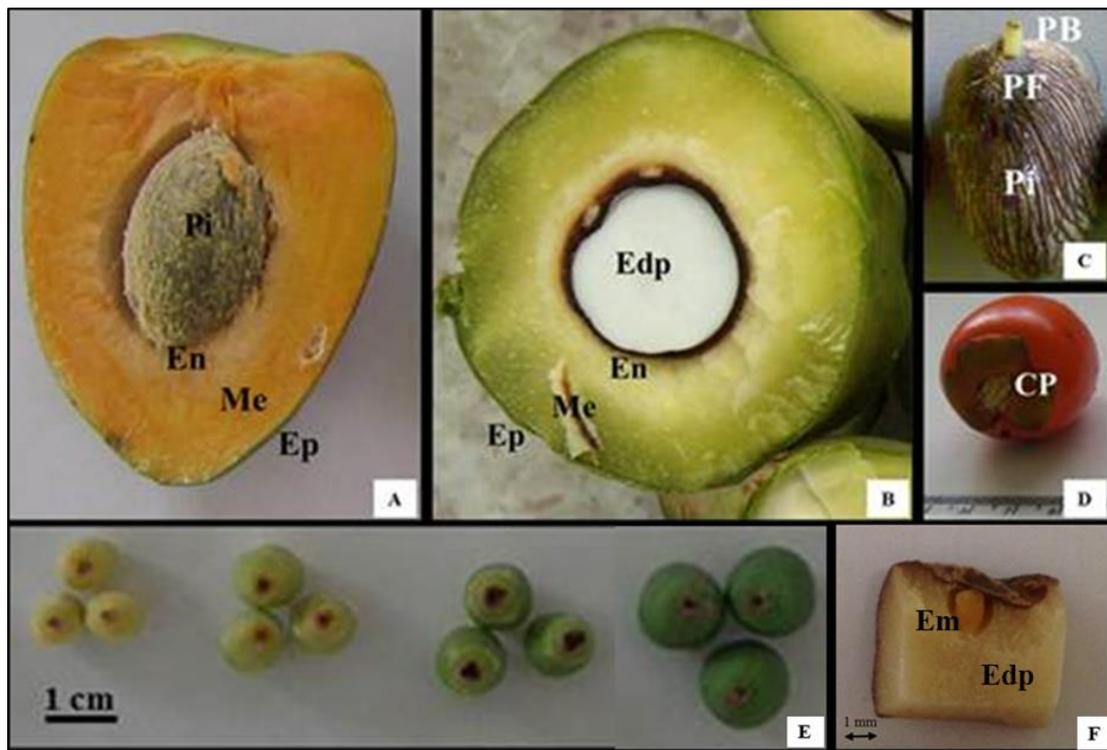


Figura 6. Frutos e sementes de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.). A e B – pericarpo e pirênio; C – detalhe das fibras endocárpicas no pirênio; D – fruto maduro; E – sequência de frutos em maturação; F - Legenda: CP - cálice persistente; Edp - endosperma; Em- embrião; En – endocarpo; Ep – epicarpo; Me – mesocarpo; PB – primeira bainha; PF - poro funcional; Pi – pirênio.

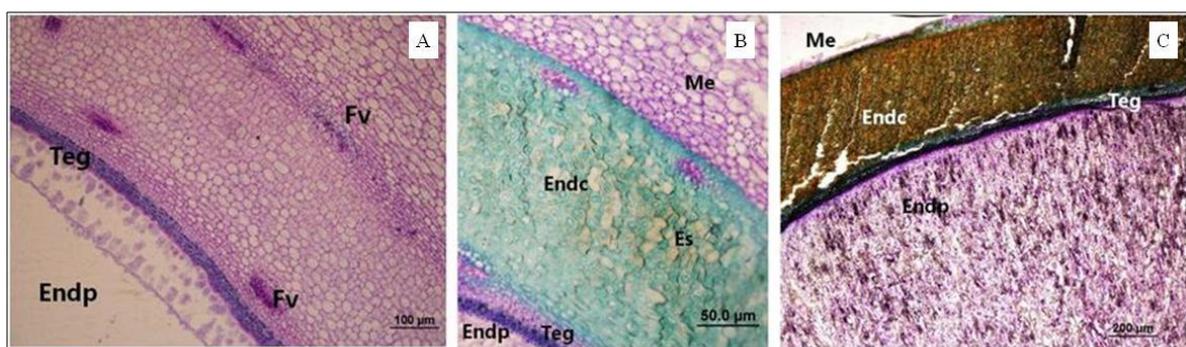


Figura 7. Frutos e sementes de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.). A – corte transversal de fruto verde com formação de semente; B - corte transversal de fruto imaturo com semente; C – corte transversal de fruto maduro e semente. Legenda: Endc - endocarpo; Endp - endosperma; Es – esclereides; Fv - Feixe vascular; Me – mesocarpo; Teg- tegumento.

Conclusão

O fruto da palmeira *B. gasipaes* é uma drupa ovóide, com epicarpo verde, que com a maturação torna-se vermelho e mesocarpo com coloração de creme a laranja intenso. Apresenta uma única semente com formato variável, de globosa a elipsóide, com endosperma homogêneo de consistência dura.

As sementes nos estádios mais avançados de maturação (II e IV), a partir de 112 dias após antese, foram superiores em número de sementes germinadas e em vigor, sendo indicado esse o melhor período para colheita de frutos para aquisição de sementes.

Referências Bibliográficas

- Anfalos, L. C, Tucci, M. L. S & Modolo, V. A.** 2007. Uma visão sobre a pupunheira no contexto do mercado de palmito. *Análises e Indicadores do Agronegócio* 2 (7).
- APG III.** 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Barbedo, C. J., Centeno, D. D. C. & Ribeiro, R. D. C. L. F.** 2013. Do recalcitrant seeds really exist? *Hoehnea* 40 (4): 583-593.
- Batista, G. S., Costa, R. S., Gimenes, R., Pivetta, K. F. L. & Môro, F. V.** 2011. Aspectos morfológicos dos diásporos e das plântulas de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc–Arecaceae. *Comunicata Scientiae* 2 (3): 170-176.
- Bewley, J. D.** 1997. Seed dormancy and germination. *The plant cell* 9: 1055-1066.
- Bovi, M. L. A.** 1998. Palmito Pupunha: Informações básicas para cultivo. Boletim Técnico nº 173. Campinas, Instituto Agronômico.

- Bovi, M.,L.,A., Spiering, S. H., Martins, A. L. D., Pizzinato, M. A., Lourenção, A. L. & Chaves Flores, W. B.** 1994. Seed germination of progênies of *Bactris gasipaes*: percentage, speed and duration. *Acta Horticulturae* 360(8): 283-289.
- Brasil.** 2009. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV.
- Carvalho, N. M. & Nakagawa, J.** 2012. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5ed. Jaboticabal: FUNEP.
- Carvalho, N. O. S., Pelacani, C. R., Rodrigues, M. O. S. & Crepaldi, I. C.** 2005. Uso de substancias reguladoras e não-específicas na germinação de sementes de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc). *Sitientibus* 5: 28-32.
- Donatti, C. I., Guimaraes Jr, P. R. & Galetti, M.** 2009. Seed dispersal and predation in the endemic Atlantic rainforest palm *Astrocaryum aculeatissimum* across a gradient of seed disperser abundance. *Ecological Research*, 24(6), 1187-1195.
- Ferreira, S.A.N.** 2005. Pupunha: *Bactris gasipaes* Kunth (Arecaceae). Fascículo 5. 12 p. In: Ferraz, I.D.K.; Camargo, J.L.C. (Eds) Manual de Sementes da Amazônia. Fascículo 5. INPA, Manaus.
- Ferreira, S. A. N. & Santos, L. A.** 1992. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). *Acta Amazonica* 22(3):303-307.
- Gonçalves, E., Paula, R., Demattê, M. & Silva, M.** (2009). Potencial fisiológico de sementes de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) em diferentes procedências. *Revista Caatinga* 22(2): 218-222.
- Huerte, F. & Arias, O.** 1983. Propagación vegetativa in vitro de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) Turrialba 33: 102-108.
- Jensen, W. A.** 1962. Botanical histochemistry: principles and practice. W. H. Freeman and Company, San Francisco, USA.

- Johansen, D. A.** 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Company Inc., New York, USA.
- Lorenzi, H., Souza, H. M., Medeiros-Costa, J. T., Cerqueira, L. S. C. & Behr, N.** 1996. Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo (LUPA).** Atualização 2008. <http://www.cati.sp.gov.br>. (20 de janeiro de 2014).
- Mata, M. F., Silva, K. B., Bruno, R. D. L. A., Felix, L. P., Medeiros Filho, S. & Alves, E. U.** 2013. Maturação fisiológica de sementes de ingazeiro (*Inga striata*) Benth. Semina: Ciências Agrárias 34: 549-566.
- Mattos Silva, L. A. & Mora Urpí, J.** 1996. Descripción morfológica general del pejibaye cultivado [*Bactris (Guilielma) gasipaes* Kunth Arecaceae]. Boletín Informativo: Serie Técnica Pejibaye (Guilielma) 5(1): 34-37.
- Miranda, I. P. A., Rabelo, A., Bueno, C. R., Barbosa, E. M. & Ribeiro, M. N. S.** 2001. Frutos de palmeiras da Amazônia. Manaus: MCT/INPA.
- Mora-Urpí, J.** 1979. Método practico para germinación de semillas de pejibaye. ASBANA 3(1):14-15.
- Moura, R. C., Lopes, P. S. N., Brandão Junior, D. S., Gomes, J. G. & Pereira, M. B.** 2010. Biometria de frutos e sementes de *Butia capitata* (Mart.) Beccari (Arecaceae), em vegetação natural no Norte de Minas Gerais, Brasil. Biota Neotropica 10: 414-419.
- Nazário, P. & Ferreira, S. A. D. N.** 2010. Emergência de plântulas de *Astrocaryum aculeatum* G. May. em função da temperatura e do período de embebição das sementes. Acta Amazonica 40: 165-170.
- O'Brien, T. P., Feder, N. & McCully, M. E.** 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. Protoplasma 59: 368-373.

- Pivetta, K. F. L., Sarzi, I., Estellita, M. & Beckmann-Cavalcante, M. Z.** 2008. Tamanho do diásporo, substrato e temperatura na germinação de sementes de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 8: 126-134.
- Silva, M. G. C. P. C.** 2007. Cultivo da pupunheira. *Boletim Informativo, CEPEC* 9(30).
- Silva, V. L., Môro, F. V., Damião Filho, C. F. Moro, 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(3): 477-480.
- Schwartz, E.; Fachinello, J. C.; Barbieri, R. L. & Silva, J. B.** 2010. Avaliação de populações de *Butia capitata* de Santa Vitória do Palmar. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32: 736-745.
- Tomlinson, P. B.** 1960. Essays on the morphology of palms, germination and seedlings. *Principes* 4: 56-61.
- Tomlinson, P. B. 1961.** Anatomy of the monocotyledons. In: Tomlison, P.B. II *Palmae*. Oxford: pp. 308-311.

5. Considerações Finais

Há, na literatura científica, diversas afirmações generalizadas sobre a família Arecaceae, principalmente no que se refere às suas sementes. As palmeiras englobam cerca de 200 gêneros e mais de 2.500 espécies (del Cañizo 2002), dificultando as aspirações por padronizações.

Nas três espécies estudadas no presente trabalho, características peculiares foram evidenciadas, como a presença de endocarpo aderido ao endosperma, onde se encontra o embrião diminuto. Contudo, essa estrutura do fruto (endocarpo), na qual, em muitos trabalhos científicos, é considerado como parte da própria semente, apresenta-se com proporções de massa seca no pirênio diferenciada entre as espécies. Verificou-se ainda, que o grau de umidade da semente de *E. edulis* e de *S. romanzoffiana* são maiores que do seu endocarpo. Fisiologicamente, o grau de umidade da semente tem grande significado e, em muitos casos, é o principal diagnóstico do estado metabólico dessa semente; já para o endocarpo essa característica tem importância fisiológica menor. Portanto, estudos futuros devem considerar essas diferenças ao avaliar as características físicas e fisiológicas dos diásporos das palmeiras.

Para Piña-Rodrigues & Jesus (1992), o comportamento para sementes ortodoxas e recalcitrantes parece estar relacionado aos mecanismos de regeneração natural e estabelecimento das espécies, em condições naturais. Isso pode colaborar na explicação do comportamento das sementes das palmeiras estudadas.

S. romanzoffiana é uma espécie heliófita e pioneira (Reitz 1974) e, na avaliação fenológica do presente trabalho (capítulo I), verificou-se sua intensa atividade reprodutiva durante quase o ano todo ao avaliar sua fenologia. Seus pirênios apresentaram apenas 19,7% de umidade que, pela classificação de Chin (1989), não se enquadraria entre as sementes recalcitrantes, pois estas permanecem com alta umidade após serem liberadas da planta-mãe (30% e 70%). De acordo com Kageyama & Viana (1989) e Hong & Ellis (1996), as sementes

recalcitrantes geralmente são de espécies clímax, distintamente à espécie *S. romanzoffiana*. Além disso, seus pirênios iniciaram rapidamente sua germinação quando comparada às outras palmeiras avaliadas (aos 12 dias após a sementeira), estendendo-se até o 39º dia, com mais de 90% de germinação de pirênios de frutos nos dois últimos estádios de maturação. A coloração do fruto não diferenciou a capacidade germinativa dos pirênios, não estabelecendo diferenças entre os estádios de maturação (de 135 a 174 DAAE).

Já a espécie *E. edulis* é considerada clímax e coloniza interiores de florestas úmidas formando banco de plântulas (Reis *et al.* 1996) e tem comportamento recalcitrante (Panza *et al.* 2004). O grau de umidade médio dos pirênios foi de 51,75%. Segundo Berjak *et al.* (1984), as espécies com sementes recalcitrantes parecem ter origens a partir de locais mais úmidos e, portanto, adequados ao processo germinativo continuamente. Nos estágios finais da sucessão florestal, ocorre uma maior retenção de umidade pelo ambiente, o que é marcante nos sub-bosques de vegetações tropicais no estado clímax. O início da germinação foi aos 18 dias após a sementeira, finalizando aos 42 dias, quando apresentou 99% germinação para pirênios provenientes de frutos com sua maturidade máxima (280 DAAE). Essa espécie apresentou longo período para a formação das sementes maduras, 280 dias, quase o dobro de tempo das sementes das outras palmeiras estudadas. Aparentemente, essa necessidade de se manter junto à planta-mãe está relacionada aos mecanismos desenvolvidos para uma germinação rápida, como descrito por Barbedo & Marcos Filho (1998) para sementes recalcitrantes, para a formação de banco de plântulas.

Mas, diferentemente a isso, a germinação dos pirênios de *B. gasipaes* só principiou aos 45 dias após a sementeira e prolongou-se até 120 dias. Segundo Tomlinson (1960), os embriões da família Arecaceae parecem ter estrutura primitiva por ocasião da dispersão de sementes, não apresentando tecido discernível e mostrando-se como cilindros de tecido não-diferenciado. Assim, *B. gasipaes* parece não se enquadrar também ao que foi relatado por Buckeridge *et al.* (2004), que na maioria das sementes recalcitrantes, o embrião encontra-se

em estágio de maturação proporcionalmente mais desenvolvido. A palmeira *B. gasipaes* apresenta dificuldade em se reproduzir em condições de competição com espécies arbóreas nas florestas secundárias, apresentando-se como uma espécie domesticada (Clement 1990). Provavelmente, esse é o motivo dos pirênios do estágio mais avançado de maturação terem alcançado 88,9% germinação nas condições de laboratório. Eles apresentaram média de 40,59% de grau de umidade, considerada recalcitrante por Ferreira e Santos (1992), e os estádios mais avançados de maturação foram superiores em número de sementes germinadas e em vigor (112 dias até 147 dias).

Deve-se considerar ainda, que não houve total sincronismo entre o desenvolvimento do fruto e o da semente de *E. edulis* e de *B. gasipaes*, não apresentando curvas características de maturação de sementes recalcitrantes, com um máximo evidente, como ocorre com as ortodoxas. Essas duas espécies demonstraram diferenças nas suas análises físicas, contudo houve marcante diferencial nas fisiológicas. Observou-se, ainda, que seu processo de maturação foi mais longo, cerca de 90 dias entre as coletas dos estádios I e IV, e suas sementes tiveram grau de umidade entre 40% e 50%.

Nas sementes de *B. gasipaes*, o aumento da longevidade das sementes e maiores taxas de germinação no momento da dispersão demonstram que o embrião apresenta-se diferenciado e maduro e que também não ocorre dormência morfológica (Nazário *et al.* 2013). Segundo Ferreira (2005), as sementes de *B. gasipaes* encontram-se fisiologicamente maduras aproximadamente um mês antes da dispersão dos frutos.

Os valores de massa seca, germinação e vigor de pirênios de *S. romanzoffiana* aproximaram-se mais dos esperados na maturação de sementes ortodoxas, caracterizando um máximo acúmulo de massa seca nos estádios mais avançados. Entretanto, pirênios dos quatro estádios não apresentaram diferença na germinação e nem em grau de umidade, chegaram ao final da maturação com valores próximos a 20%, demonstrando que já estavam preparadas

para sua dispersão quando ainda verdes. Mesmo após 39 dias da primeira coleta (estádio I) e a última (estádio IV), a semente se manteve recalcitrante ou minimamente recalcitrante.

Nas sementes de palmeiras das espécies estudadas os valores de grau de umidade, massa seca, germinação e vigor sugerem que sejam dispersas em estádios diferentes de maturação, apresentando gradiente: mais precoce em *E. edulis*, na sequência *B. gasipaes* e mais tardio em *S. romanzoffiana*. Segundo Barbedo *et al.* (2013) o termo recalcitrante não é preciso para muitas espécies: quanto mais espécies são estudadas, mais difícil se torna colocar suas sementes em uma dessas categorias (ortodoxa, recalcitrante ou intermediário). Esses autores afirmam, ainda, que a distinção desses termos foi primeiramente geral, tendo em conta apenas tolerância à dessecação e menor longevidade, por isso, eles propõem que as sementes recalcitrantes são, de fato, sementes ortodoxas que não completaram o seu amadurecimento, sendo dispersas numa fase imatura. No presente trabalho verificou-se que as sementes das três espécies são dispersas com diferentes graus de umidade que, segundo Barbedo *et al.* (2013), representariam diferentes estádios de maturação na dispersão, mais imaturas em *E. edulis*, intermediárias em *B. gasipaes* e mais maduras em *S. romanzoffiana*. Contudo, nenhuma delas seria dispersa totalmente madura. Aparentemente, essas espécies investiram evolutivamente em uma estratégia diferente da tolerância à dessecação para manter diásporos viáveis durante longo período: um longo período de oferecimento de sementes capazes de serem dispersas, ainda que imaturas, sempre em condições de germinar e produzir novas plantas. Associaram, a esta estratégia, a proteção da semente em um envoltório oriundo do fruto, o endocarpo, preservando o mínimo de hidratação nos embriões para que estes se mantenham vivos e, em alguns casos, investindo em uma espécie de dormência para que nem todas germinem simultaneamente.

Novamente, tal estratégia corrobora o modelo descrito por Barbedo *et al.* (2013), segundo o qual a dormência não necessariamente está vinculada à maturidade das sementes, mas promove incremento na sua capacidade de se conservar por períodos maiores. Assim,

pode-se concluir que, particularmente para sementes de palmeiras das espécies estudadas, a classificação quanto ao nível de maturidade das sementes no momento de seu desligamento da planta-mãe é mais adequado para caracterizar as diferenças no comportamento dessas sementes do que a classificação em categorias, ortodoxas, intermediárias e recalcitrantes. O estudo fenológico (capítulo I), que demonstrou a estratégia de disponibilização de sementes durante longo período do ano, o acompanhamento dos processos de maturação das sementes e dos frutos, bem como das diferenças entre semente e endocarpo (capítulos II e III) e a demonstração de que há evidente embrião formado e pronto a germinar, ainda que não totalmente desenvolvido para os padrões de sementes ortodoxas (capítulo III), mostram evidências de que as estratégias desenvolvidas pelas espécies vegetais ao longo de sua evolução e seleção, vão muito além de um simples investimento em tolerância à dessecação (das sementes ortodoxas), de um lado, e de germinação rápida, sem qualquer investimento em armazenamento em bancos no solo (das recalcitrantes), de outro, com um bloco intermediário com características tão variáveis que sequer permitem sua caracterização. Considerando o grande número de espécies ainda não estudadas, as sementes das palmeiras mostram-se, portanto, com excelente material para a compreensão tanto da fisiologia de sementes, em seus conceitos e características mais elementares, quanto dos processos evolutivos que permitiram o gigantesco gradiente de comportamento das sementes das diferentes espécies.

6. Referências Bibliográficas da Introdução Geral e das Considerações Finais

- Aguiar, M. O. & Mendonça, M. D.** 2003. Morfo-anatomia da semente de *Euterpe precatoria* Mart.(Palmae). Revista Brasileira de Sementes 25(1), 37-42.
- Alves-Costa, C. P. & Knogge, C.** 2005. Larval competition in weevils *Revena rubiginosa* (Coleoptera: Curculionidae) preying on seeds of the palm *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae). Naturwissenschaften 92(6): 265-268.
- Alves, M. R. P. & Demattê, M. E. S. P.** 1987. Palmeiras: características botânicas e evolução. Campinas, Fundação Cargil.
- Andrade, A. C. S. & Pereira, T. S.** 1997. Comportamento de armazenamento de sementes de palmito (*Euterpe edulis* Mart.). Pesquisa Agropecuária Brasileira 32(10): 987-991.
- APG III.** 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical journal of the Linnean Society 161: 105-121.
- Barbedo, C. J., Centeno, D. D. C. & Ribeiro, R. D. C. L. F.** 2013. Do recalcitrant seeds really exist?. Hoehnea 40(4): 583-593.
- Barbedo, C. J. & Marcos-Filho, J.** 1998. Tolerância à dessecação em sementes. Acta Botanica Brasilica 12: 145-164.
- Baskin, J. M. & Baskin, C. C.** 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Science Research 14(01): 1-16.
- Bergo, C. L. & Lunz, A. M. P.** 2000. Cultivo da pupunha para palmito no Acre. Circular Técnica nº 31. Embrapa Acre, Rio Branco.
- Bernacci, L. C., Martins, F. R. & Santos, F. A. M.** 2006. Dinâmica populacional da palmeira nativa jerivá, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, em um fragmento florestal no sudeste do Brasil. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/jeriva/Index.htm>. Acesso em: 20/8/2014.

- Berjak, P., Dini, M. & Pammenter, N. W.** 1984. Possible mechanisms underlying responses in recalcitrant and orthodox seeds: desiccation-associated subcellular changes in propagules of *Avicennia marina*. *Seed Science and Technology* 12: 365-384.
- Born, R. H. & Talocchi, S.** 2002. Conservação, desenvolvimento e serviços ambientais em área da Mata Atlântica: o caso do Vale do Ribeira (São Paulo). *In*: Born, R. H.; Talocchi, S. Proteção do capital social e ecológico: por meio de compensação por serviços ambientais (CSA). São Paulo: 107-128.
- Bovi, M. L. A.** 1998a. Expansão do cultivo da pupunheira para palmito no Brasil. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 15 (Supl.): 183- 185.
- Bovi, M. L. A.** 1998b. Palmito Pupunha: Informações básicas para cultivo. *Boletim Técnico* nº173. Campinas, Instituto Agrônomo.
- Bovi, M. L. A. & Cardoso, M.** 1978. Pesquisas com o palmito (*Euterpe edulis* Mart.). Instituto Agrônomo, Campinas.
- Bovi, M. L. A. & Dias, G. S.** 1986. Biologia floral do palmito (*Euterpe edulis* Mart.). *In* Congresso Nacional de Botânica, 37, 1986, Ouro Preto. Anais...Ouro Preto: pp.34.
- Bovi, M. L., Martins, C. C. & Spiering, S. H.** (2004). Desidratação de sementes de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. *Horticultura Brasileira* 22(1): 109-112.
- Broschat, T. K.** 1994. Palm seed propagation. *Acta Horticulturae* 360: 141-147.
- Broschat, T. K.** 1998. Endocarp removal enhances *Butia capitata* (Mart.) Becc. (pindo palm) seed germination. *Horttechnology* 8(4): 586-587.
- Buckeridge, M. S., Tiné, M. A. S., Santos, H. P. & Lima, D. U.** 2000. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes, estrutura, metabolismo, função e aspectos ecológicos. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12: 137-162.

- Caccere, R., Teixeira, S. P., Centeno, D. C., Figueiredo- Ribeiro, R. C. L. & Braga, M. R.** 2013. Metabolic and structural changes during early maturation of *Inga vera* seeds are consistent with the lack of a desiccation phase. *Journal of Plant Physiology* 170: 791-800.
- Capobianco, J. P. R.** 2002. Mata Atlântica: conceito, abrangência e área original. In: Schaffer, WB; Prochnow, M. A Mata Atlântica e você. Brasília, DF: pp.111-124.
- Carpenter, W. J.** 1988. Seed after-ripening and temperature influence *Butia capitata* germination. *HortScience* 23: 702-703.
- Carvalho, N. M. & Nakagawa, J.** 2012. Sementes: ciência, tecnologia e produção. FUNEP, Jaboticabal.
- Carvalho, N. M., Souza Filho, J. F., Graziano, T. T. & Aguiar, I. B.** 1980. Maturação fisiológica de sementes de amendoim-do-campo. *Revista Brasileira de Sementes* 2: 23-27.
- Chin, H. F.** 1989. Recalcitrant seeds. Malaysia: University Pertanian Malaysia (Extension Bulletin 288).
- Chin, H. F., Hor, Y. L., Lassim, M. B.** 1989. Identification of recalcitrant seeds. *Seed Science and Technology* 12: 429-436.
- Clement, C. R.** 1987. A pupunha, uma árvore domesticada. *Ciência Hoje* 5 (29): 41-49.
- Clement, C.R.** 1990. Regeneração natural de pupunha (*Bactris gasipaes*). *Acta amazonica* 20: 399-403.
- Cromberg, V. U. & Bovi, M. L. A.** 1992. Possibilidade do uso do palmito (*Euterpe Edulis* Mart.) na recuperação de áreas degradadas de mineração. *Revista do Instituto Florestal, São Paulo* 04 (04): 688-691.
- del Cañizo, J. A.** 1999. Palmeras – 100 gêneros e 300 espécies. Ediciones Mundi-Prensa, S.A, Barcelona – Espanha.

- Davide, A., Leite, J., & Tonetti, O.** 2001. Influência do endocarpo e da lavagem de sementes na germinação de jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm). Informativo Abrates 11(2): 283.
- Dias, D. S., Lopes, P. S. N., Ribeiro, L. M., Oliveira, L. A. A., Mendes, E. V. & Carvalho, V. S.** 2015. Tolerance of desiccation and cryopreservation of *Butia capitata* palm seeds. Seed Science and Technology 43: 90-100.
- Donatti, C. I., Guimaraes Jr, P. R. & Galetti, M.** 2009. Seed dispersal and predation in the endemic Atlantic rainforest palm *Astrocaryum aculeatissimum* across a gradient of seed disperser abundance. Ecological Research 24(6): 1187-1195.
- Dransfield, J.** 1978. Growth forms of rain forest palms. In. *Tropical trees as living systems* eds. P.B. Tomlinson, M.H. Zimmerman. Cambridge University Press pp. 247–268.
- Ferreira, S. A. N.** 2005. Pupunha: *Bactris gasipaes* Kunth (Arecaceae). In: Ferraz, I.D.K.; Camargo, J.L.C. (Eds). Manual de sementes da Amazônia. Fascículo 5. INPA, Manaus.
- Ferreira, S. A. N. & Santos, L. A.** 1992. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). Acta Amazonica 22(3):303-307.
- Ferreira, S. A. N., Gentil, D. F. O.** 2006. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). Acta Amazônica 36: 141-146.
- Figliolia, M. B., Silva, A., Yamazoe, G. & Siqueira, A. C. M. F.** 1987. Conservação de sementes de *Euterpe edulis* Mart. Em diferentes embalagens e ambientes de armazenamento. Boletim Técnico do Instituto Florestal 41: 355-368
- Glassman, S. F.** 1987. Revision of the palm genus *Syagrus* Mart. and the other genera in the *Cocos* Alliance. Illinois Biological Monographs 56: 1-231.
- Goncalves, J. S. & Souza, S. A. M.** 2001. Agronegócio no Vale do Ribeira: caracterização de realidade e proposta de intervenção numa região carente. Informações Econômicas-Instituto de Economia Agrícola 31(1): 39-50.

- Guix, J. C. & Ruiz, X.** 2000. Plant-disperser-pest evolutionary triads: how widespread are they?. *Orsis*, 15: 121-126.
- Henderson, A.; Galleano, G. & Bernal, R.** 1995. Field guide to the palms the Americas. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Hong, T. D. & Ellis, R. H.** 1996. A protocol to determine seed storage behaviour. Rome: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI. Technical Bulletin, 1).
- IBGE** [Online]. Censo 2000. <http://www.ibge.net/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php>.
- IGC.** Instituto Geográfico e Cartográfico, Mapas individuais das regiões administrativas do Estado de São Paulo, Disponível em: <http://www.igc.sp.gov.br/produtos/mapas_ra.aspx>. Acesso em: 24/07/2013.
- ITESP.** 1998. Terra e Cidadãos: Aspectos da ação da regularização fundiária no Estado de São Paulo. N° 4 (Nov. 1998). São Paulo.
- Jardim, M. A. G. & Stewart, P. J.** 1994. Aspectos etnobotânicos e ecológicos de palmeiras no Município de Novo Airão. Estado do Amazonas. Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi 10: 69-76.
- Johnson, D. V.** 2011. *Tropical palms*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Kageyama, P. Y. & Viana, V. M.** 1989. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais 2: 197-215.
- Kermode, A. R., Oishi, M. Y. & Bewley, J. D.** 1989. Regulatory roles for desiccation and abscisic acid in seed development: a comparison of the evidence from whole seeds and isolated embryos. In: STANWOOD, P. C.; McDonald, M. B. Seed moisture. Madison: pp.23-50.

- Kulchetski, L., Chaimsohn, F. P. & Gardingo, J. R.** 2001. (Ed.). Palmito Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth): a espécie, cultura, manejo agrônômico, usos e processamentos. Ponta Grossa.
- Köppen, W.** 1948. Climatologia: com um estúdio de los climas da tierra. México, Fondo de Cultura Economica.
- Leite, E. C. & Rodrigues, R. R.** 2008. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no sudeste do Brasil. *Revista Árvore* 32(3): 583-595.
- Lorenzi, G. M. A. C. & Negrelle, R. R. B.** 2006. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.ex Mart.: Aspectos Ecológicos, Usos e Potencialidades. Curitiba: UFPR, SER (Sistema Eletrônico de Revistas) 7(1).
- Lorenzi, H., Souza, H. M., Medeiros-Costa, J. T., Cerqueira, L. S. C. & Behr, N.** 1996. Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Lorenzi, H., Noblick, L., Kahn, F. & Ferreira, E.** 2010. Flora Brasileira: Arecaceae (Palmeiras). Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Lorenzi, H., Souza, H. M., Costa, J. T. M., Cerqueira, L. S. C. & Ferreira, E.** 2004. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Macedo, P. J. H., Rittershofer, O. F. & Pessewffy, A.** 1974. Silvicultura e a indústria do palmito. Instituto de Pesquisa de Recursos Naturais Renováveis, Porto Alegre.
- Mantovani, A & Morellato, P.** 2000. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmito. *Sellowia* 49(52): 23-38.
- Marcato, A. C & Pirani, J. R.** 2001. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Palmae (Arecaceae). *Boletim de Botânica da Univ. S. Paulo, São Paulo*, 19: 45-54.
- Martins, C. C., Nakagawa, J., Bovi, M. L. A. & Stanguerlim, H.** 1999b. Teor de água crítico e letal para sementes de acai (*Euterpe oleracea* Mart.). *Revista Brasileira de Sementes* 21(1): 125-132.

- Martins, C. C., Bovi, M. L. A., Nakagawa, J. & Godoy-Junior, G.** 2000. Despolpamento e temperatura no armazenamento temporário de sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes). Revista Brasileira de Sementes 22: 169-176.
- Martins, C. C., Bovi, M. L. A. & Nakagawa, J.** 2003. Desiccation effects on germination and vigor of King palm seeds. Horticultura Brasileira 21: 88-89.
- Matos, D. M. S. & Bovi, M. L.** 2002. Understanding the threats to biological diversity in southeastern Brazil. Biodiversity & Conservation 11(10): 1747-1758.
- Meerow, A. W.** 2004. Palm seed germination. IFAS Cooperative Extension Bulletin, Gainesville 274: pp. 1-10.
- Mendonça, M. S. D., Oliveira, A. B. D., Araújo, M. G. P. D. & Araújo, L. M.** 2008. Morpho-anatomy of the fruit and seed of *Oenocarpus minor* Mart.(Arecaceae). Revista Brasileira de Sementes 30(1): 90-95.
- Messias, A. D. & Alves, A. A.** 2009. Jerivá (*Syagrus romanzoffiana* - Arecaceae) como oferta de alimento para fauna silvestre em fragmentos de mata ciliar, em período de outono-inverno. Revista Brasileira de Biologia 2: 35-50.
- Miranda, I. P. A., Rabelo, A., Bueno, C. R., Barbosa, E. M. & Ribeiro, M. N. S.** 2001. Frutos de palmeiras da Amazônia. Manaus: MCT INPA.
- Morozeck, M., Bonomo, M. M., Duarte, I., Zani, L. B., Corte, V. B.** 2014. Longevidade de sementes nativas da Floresta Atlântica. Natureza on line 12 (4): 185-194.
- Nascimento, W. M. O. & Oliveira, M. S. P.** 2002. Caracterização morfológica de frutos em acessos de pupunheira (*Bactris gasipaes* var. *gasipaes* Khunt.). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, 2002, Belém, PA. Anais. Belém: SBF: 5.
- Nazário, P., Ferreira, S. A. D. N., Genovese-Marcomini, P. R. & Mendonça, M. S. D.** 2013. Anatomical and histochemical aspects of the peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) seed. Journal of Seed Science 35(2): 171-178.

- Negreiros, G. F. & Perez, S. C. J. G. A.** 2004. Resposta fisiológica de sementes de palmeiras ao envelhecimento acelerado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(4): 391-396.
- Neves, S. C, Ribeiro, L. M, Cunha, I. R. G, Pimenta, M. A. S, Mercadante-Simões, M. O. & Lopes, P. S. N.** 2013. Diaspore structure and germination ecophysiology of the babassu palm (*Attalea vitrivir*). *Flora* 208: 68-78.
- Ndon, B. A.; Remison, S. U.** 1983. Development of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) fruits. Dry matter accumulation. *Journal of the Nigerian Institute for Oil Palm Research* 6: 367-377.
- Pammenter, N.W. & Berjak, P.** 2014. Physiology of desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds and the implications for cryopreservation. *International Journal of Plant Sciences* 175: 21-28.
- Panza, V., Lainez, V. & Maldonado, S.** 2004. Seed structure and histochemistry in the palm *Euterpe edulis*. *Botanical Journal of the Linnean Society* 145: 445-453.
- Passos, E. E. M.** 1998. Influência da maturação do fruto na germinação da semente de coco. Aracaju: EMBRAPA-CPATC (Comunicado Técnico 27).
- Piña-Rodrigues, F. C. M. & Aguiar, I. B.** 1993. Maturação e dispersão de sementes. *In:* Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. Sementes florestais tropicais. ABRATES: 215-274.
- Piña-Rodrigues, F.C.M. & Jesus, R. D.** 1992. Comportamento das sementes de cedro-rosa (*Cedrela angustifolia* S. ET. MOC) durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes* 14: 31-36.
- Pivari, M. O. & Forzza, R. C.** 2004. A família palmae na Reserva Biológica da represa do Grama Descoberto, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguesia* 55 (85): 115-124.

- Pivetta, K. F. L., Sarzi, I., Cintra, G. S., Pedrinho, D. R., Casali, L. P., Pizetta, P. U. C. & Paula, R. C.** 2005. Effects of maturation and scarification on seed germination of *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glass (Arecaceae). *Acta Horticulturae* 683:375-378.
- Reis, A. & Kageyama, P.Y.** 2000. Dispersão de sementes do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius – Palmae). *In*: Reis, M.S. & Reis, A. (eds). *Euterpe edulis* Martius (Palmitreiro): biologia, conservação e manejo. *Sellowia* 45: pp .60-92.
- Reis, A., Kageyama, P. Y., Reis, M. S. & Fantini A. C.** 1996. Demografia de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana, em Blumenau (SC). *Sellowia* 45: 13 - 45.
- Reitz, R.** 1974. Palmeiras. *In* Flora Ilustrada Catarinense. (R. Reitz, Ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, Fascículo Palm.
- Resende, R. U.** (2002). As regras do jogo: legislação florestal e desenvolvimento sustentável no Vale do Ribeira (Vol. 235). Ed. Annablume.
- Ribeiro, L. M., Souza, P. P., Rodrigues, J. R., Oliveira, T. G. S. & Garcia, Q. S.** 2011. Overcoming dormancy in macaw palm diaspores, a tropical species with potential for use as bio-fuel. *Seed Science and Technology* 39(2): 303-317.
- Santos, S. F. & Souza, A. F.** 2007. Estrutura populacional de *Syagrus romanzoffiana* em uma floresta ripícola sujeita ao pastejo pelo pado. *Revista Brasileira de Biociências* 5 (1): 591-593.
- SMA** (Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo). 1995. Relatório de Apresentação do Projeto “Preservação da Floresta Tropical (Mata Atlântica) no Estado de São Paulo”, DPRN/CPRN, SMA/IF/CINP.
- Stringheta, A., Alves, E., Araújo, E. & Cardoso, A.** 2004. Secagem e armazenamento de sementes de Palmeira Real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*). *Revista Brasileira de Armazenamento* 29(1): 51-57.

- Souza, A. G. C., Sousa, N. R., Silva, S. E. L., Nunes, C. D. M., Canto, A. C. & Cruz, L. A.**
A. 1996. Fruteiras da Amazônia. Brasília: Embrapa-SPI; Manaus: Embrapa CPAA, 204p.
- Souza, V. C. & Lorenzi, H.** 2005. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.
- Souza, L. A., Moscheta, I. S., Mourão, K. S. M. M., Albiero, A. L. M., Montanher, D. R. & Paoli, A. S.** 2009. Morfologia da plântula e do tirodendro. *In:* Souza, L. A. Germinação, estrutura e adaptação. Ponta Grossa – PR: Todapalavra, pp.119-189.
- Tomlinson, P. B.** 1960. Essays on the morphology of palms, germination and seedlings. *Principes* 4: 56-61.
- Tomlinson, P.B.** 1990. The structural biology of palms. Clarendon Press, Oxford.
- Uhl, N. W. & Dransfield, J.** 1987. *Generum Palmarum*. A classification of Palms based on the work of Harold E. Moore-Jr. Lawrence, Kansas: Allen Press.
- Vandermeer, J.** 1977. Observations on the root system of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) in Costa Rica. *Turrialba* 27 (3):239-242.
- Veloso, H. P. & Góes-Filho, L.** 1982. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Salvador: Projeto Radambrasil (Boletim técnico. Vegetação 1).
- Vieira, A. H., Martins, E. P., Pequeno, P. L. L., Locatelli, M. & Souza, M. G.** 2001. Técnicas de produção de sementes florestais. Embrapa, Porto Velho.
- Walters, C., Berjak, P., Pammenter, N., Kennedy, K. & Raven, P.** 2013. Preservation of recalcitrant seeds. *Science* 339: 915-916.
- Wesley-Smith, J., Walters, C., Pammenter, N. W. & Berjak, P.** 2015. Why is intracellular ice lethal? A microscopical study showing evidence of programmed cell death in cryo-exposed embryonic axes of recalcitrant seeds of *Acer saccharinum*. *Annals of Botany* 115: 991-1000.

7. Resumo Geral

As avaliações fenológicas das três espécies de palmeiras no Vale do Ribeira (SP) apresentaram dois eventos de floração foram registrados, já que o processo reprodutivo ocorreu como um evento singular anual. Houve variações na intensidade reprodutiva das espécies de palmeiras estudadas, entre as espécies e de um ano para outro. A espécie *Bactris gasipaes* apresentou média de 147 dias entre a abertura da espata floral e a formação de frutos maduros, já *Euterpe edulis* esse processo demorou 280 dias, e *Syagrus romanzoffiana* 174 dias. A maturidade fisiológica dos pirênios *E. edulis* foi atingida aos 267 dias após abertura da espata, período em que apresentaram máximo acúmulo de massa seca, maior índice de velocidade de germinação e poder germinativo. A colheita pode ser estendida até 280 DAAE sem perda da qualidade fisiológica dos pirênios. A coloração dos frutos é um bom indicador do ponto de maturidade fisiológica das sementes. Em *S. romanzoffiana*, a coloração do fruto não diferenciou a capacidade germinativa dos pirênios, não estabelecendo diferenças entre os estádios de maturação (de 135 a 174 DAAE). Para os pirênios de *B. gasipae*, os estádios mais avançados de maturação foram superiores em número de sementes germinadas e em vigor. O grau de umidade da semente e do endocarpo e suas proporções de massa seca no pirênio são diferenciados entre as espécies, e podem representar padrões diferentes nos estudos físicos e fisiológicos futuros, além de ser necessário esse conhecimento em outras espécies de *Arecaceae*. Assim, pode-se concluir também que, particularmente para sementes de palmeiras das espécies estudadas, a classificação quanto ao nível de maturidade das sementes no momento de seu desligamento da planta-mãe é mais adequado para caracterizar as diferenças no comportamento dessas sementes do que a classificação em categorias, ortodoxas, intermediárias e recalcitrantes. O estudo fenológico demonstrou a estratégia de disponibilização de sementes durante longo período do ano, o acompanhamento dos processos de maturação das sementes e dos frutos, bem como das diferenças entre semente e endocarpo

e a demonstração de que há evidente embrião formado e pronto a germinar, ainda que não totalmente desenvolvido para os padrões de sementes ortodoxas, mostram evidências de que as estratégias desenvolvidas pelas espécies vegetais ao longo de sua evolução e seleção, vão muito além de um simples investimento em tolerância à dessecação (das sementes ortodoxas), de um lado, e de germinação rápida, sem qualquer investimento em armazenamento em bancos no solo (das recalcitrantes), de outro, com um bloco intermediário com características tão variáveis que sequer permitem sua caracterização. Considerando o grande número de espécies ainda não estudadas, as sementes das palmeiras mostram-se, portanto, excelente material para a compreensão tanto da fisiologia de sementes, em seus conceitos e características mais elementares, quanto dos processos evolutivos que permitiram o gigantesco gradiente de comportamento das sementes das diferentes espécies.

Palavras-chave: jerivá, juçara, pirênio, pupunha

Summary

The phenological assessments of three palm tree species in Ribeira Valley (SP) presented two blooming events recorded, since the reproductive process occurred as a single annual event. There were variations in the reproductive intensity of the studied palm species, between species and from one year to another. The species *Bactris gasipaes* had an average of 147 days between the opening of the floral spathe and the formation of ripe fruit, while for *Euterpe edulis* this process took 280 days, and 174 days for *Syagrus romanzoffiana*. The physiological maturity of *E. edulis* pyrenees was reached at 267 days after the spathe's opening, during which it presented maximum dry matter accumulation, higher germination speed index, and germination. The harvest can be extended up to 280 DAAE without loss of physiological pyrenees' quality. The fruits' color is a good indicator of physiological seed maturation. In *S. romanzoffiana*, the fruit coloring did not differentiate pyrenees' germination, not establishing differences between the stages of maturity (135-174 DAAE). For *B. gasipaes* pyrenees in late maturation stages were higher in number of germinated seeds and vigor. The degree of seed moisture and pyrenes' endocarps are differentiated between species, as well as their dry weight ratios in pyrene and may represent different standards in physical and physiological future studies, apart from needing this knowledge in other species of Arecaceae. Thus, it can be concluded that, especially for palm seeds of the studied species, classification of seed maturity level at the moment it breaks free from the parent plant is best suited to characterize the differences in the behavior of these seeds than the classification into categories, orthodox, intermediate, and recalcitrant. The phenological study showed the strategy of providing seeds for a long period of the year, the monitoring of seed and fruit maturation processes, as well as the differences between seed and endocarp and the demonstration that there is evident embryo formed and ready to germinate, although not fully developed for orthodox seed patterns, they show evidence that the strategies developed by

plant species throughout its evolution and selection go far beyond a simple investment in desiccation tolerance (orthodox seeds) on one hand, and rapid germination, without any storage investment soil banks (the recalcitrant), on the other, having an intermediate block with such variable characteristics that even their characterization is not made possible. Considering the large number of species not yet studied, the seeds of palm trees are, therefore, excellent material for understanding both seed physiology, in their most basic concepts and features, as the evolutionary processes that allowed the giant gradient behavior of seeds from different species.

Keywords: queen palm, juçara palm, pyrene, peach palm