

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

MORFOLOGIA FLORAL E MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE TAMAREIRA-ANÃ
(*Phoenix roebelenii* O'Brien) – ARECACEAE

Emerson Iossi
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

MORFOLOGIA FLORAL E MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE TAMAREIRA-ANÃ
(*Phoenix roebelenii* O'Brien) – ARECACEAE

Emerson Iossi

Orientadores: **Prof. Dr. Rubens Sader**

Prof^a. Dr^a. Fabíola Vitti Moro

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Câmpus de Jaboticabal – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Novembro de 2005

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

EMERSON IOSSI, nasceu na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo, em 11 de outubro de 1972. Estudou na Escola Técnica Agrícola Estadual de Segundo Grau (ETAESG) “Prof. Francisco dos Santos”, na cidade de São Simão, durante os anos de 1988 a 1990, na qual formou-se Técnico em Agropecuária. Nesse período foi responsável pelo viveiro de plantas, quando despertou o seu interesse pelo Paisagismo. Ao retornar à cidade de Ribeirão Preto e com o apoio de sua avó, abriu uma micro-empresa para vender polpa de frutas congeladas, mudas de plantas frutíferas e ornamentais, além de elaborar e executar projetos de jardins e oferecer serviços de manutenção de pomares. Realizou exame vestibular em Engenharia Agrônômica e foi aprovado em três universidades (UFLA, ESALQ e UNESP-Jaboticabal), ingressando nesta última no ano de 1995. Durante o curso de graduação e sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Maria Esmeralda S. P. Demattê, elaborou e implantou o projeto de “Planejamento Paisagístico da Área de Lazer do Câmpus de Jaboticabal da Unesp”, foi bolsista da FAPESP nos anos de 1997 a 1999, tendo sido esse o seu trabalho de graduação. Ministrou palestras nas Áreas de Paisagismo e Meio-Ambiente, realizou projetos paisagísticos e participou da organização de congresso e cursos, onde trabalhou com o Prof. Dr. Sílvio Soares Macedo (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU/USP), o artista plástico Philip Hallawell (Apresentador do Programa À Mão Livre – TV Cultura), dentre outros. Foi estagiário do engenheiro agrônomo José Manoel Gobbi (Gobbi Paisagismo – São Paulo, SP) e do arquiteto Haruyoshi Ono (Empresa Burle Marx, Rio de Janeiro, RJ). Durante os anos de 2000 e 2001, em que desenvolveu sua Dissertação de Mestrado sob a orientação do Prof. Dr. Rubens Sader, despertou-lhe um interesse especial pelo estudo de sementes de palmeiras. Também foi bolsista FAPESP durante o mestrado. Em 2002 foi selecionado para iniciar o curso de Doutorado na ESALQ/USP e FCAVJ/UNESP, tendo optado por esta última. Seu interesse atual é o de aprofundar seus conhecimentos nas áreas de jardinagem e paisagismo, ministrando aulas, coordenando cursos, escrevendo livros, e principalmente, desenvolvendo pesquisas com sementes da família Arecaceae.

EPÍGRAFE

Muitos poucos têm o privilégio de ainda encontrar a Natureza intocada, sentindo a expectativa de uma floresta quando o sol começa a erguer-se; o suspiro das árvores quando a noite vem caindo; o imenso silêncio da montanha ou da tundra, onde o homem apenas passa. Ali está a paz que ultrapassa toda compreensão, a paz que o homem pouco a pouco vai varrendo da face da Terra. Nunca mais a recriaremos, mas podemos tentar aproximar-nos dela, cultivando ambientes naturais que repousem e restaurem. Não é muito fácil; haverá sempre gente para destruir e alterar nossos projetos. Mas, se no curso de cada dia, pelo menos uma pessoa parar por um instante e olhar, e se sentir recompensada - então nossa obra não terá sido em vão.

Roberto Burle Marx

Cadernos Brasileiros

Janeiro, Fevereiro 1967

DEDICO

Ao meu anjo de guarda e aqueles seres humanos inesquecíveis,
os quais fizeram parte de minha vida...

Minha querida avó materna: Maria Iozzi Zamariolli.

Meus avós paternos: Giro Iossi e Olga Gori Iossi.

Meu pai que se foi quando eu tinha apenas dois anos: Milton Iossi.

Meu primo: Adriano de Freitas Iossi.

Ao meu grande amigo: Aratangy Empke Filho (Zootecnista formado pela FCAV/UNESP).

e a todos aqueles que partiram desse mundo e que um dia tivemos ao menos um contato de felicidade.

OFEREÇO

A minha querida mãe, Darci Zamariolli.

A minha amável professora, Maria Esmeralda S. Payão Demattê.

Aos meus adoráveis orientadores Rubens Sader e Fabíola V. Moro.

Aos meus amigos e Professores Carlos F. Damião Filho e José Carlos
Barbosa, pela importante participação no projeto e amizade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela qual fui bolsista, e possibilitou a minha permanência na universidade e o desenvolvimento da minha tese de doutorado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rubens Sader que em todos os momentos atendeu-me com muita atenção e carinho, colaborando não só para este trabalho de pesquisa, mas também para as publicações em congressos e revistas.

A minha co-orientadora Profa. Dra Fabíola Vitti Moro, que é muito amável desde a graduação, colaborando com grande empenho em nossas pesquisas, e outros trabalhos relacionados com a morfologia vegetal e a arte.

A minha querida Profa. Dra. Maria Esmeralda S. P. Demattê e ao Dr. Luiz A. F. Matthes, que são os maiores seres humanos que já pude conhecer.

Ao meu grande amigo e professor Sérgio Valiengo Valeri, pelo seu inesgotável coleguismo, amizade e ajuda nos momentos difíceis.

A minha mãe Darci, que durante todos esses anos, e com a perda de minha avó, tomou à frente sozinha, das responsabilidades familiares e, pelo seu grande amor e proteção, em todos os momentos, que só uma mãe consegue oferecer.

Agradeço aos meus grandes amigos: Prof. Dr. Bruno de Angelis, Prof. Dr. Generoso de Angelis, Prof. Dr. Fernando Tombolato, Prof. Dr. Marcos Tavares, Rogério Domingues, Rodolfo de Souza Campos, Roberto Rodrigues, Laudo Moreira, Marcos Vilela Lemos, Mariluce Aparecida Rocha, Carla Álvares Antônio e Rosa Fernandes pela verdadeira e inestimável amizade.

Aos professores doutores Júlio C. Durigan, José J. Gebara, Luiz C. Pavani, Fabíola V. Moro, Carlos F. Damião Filho, Luciana Rossini Pinto, Terezinha J. D. Rodrigues e aos funcionários Lázaro R. da Silva, Nádia Lynn Oliveira, Mariângela D. Lacerda, Marisa Coga, Luis Álvaro Corrêa e Roseli Conceição da Silva Munhoz que foram importantes em vários momentos dos meus 10 anos de FCAV/UNESP.

À Profa. Dra. Taís Tostes Graziano, pela sua amizade e valiosas sugestões que, como os outros membros, enriqueceram essa tese de doutorado.

E ao grande Deus pela vida!

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS.....	ii
RESUMO.....	v
SUMMARY.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Espécie Estudada.....	4
2.2. Morfologia Floral.....	6
2.3. Maturação das Sementes.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1. Morfologia Floral.....	21
4.2. Maturação das Sementes.....	28
5. CONCLUSÕES.....	48
6. REFERÊNCIAS.....	49

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1.	Planta adulta feminina de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	14
Figura 2.	Detalhe da copa com inflorescências femininas de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	15
Figura 3.	Inflorescência feminina de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	16
Figura 4.	Inflorescência masculina de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	17
Figura 5.	Porção da inflorescência e detalhes da flor feminina de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	22
Figura 6.	Gineceu apocárpico de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	23
Figura 7.	Porção da inflorescência e detalhes da flor masculina de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	24
Figura 8.	Elétron-micrografias de varredura de grãos de pólen de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien. A) Grupo de grãos de pólen. B) Vista ventral e polar.....	25
Figura 9.	Elétron-micrografias de varredura de grãos de pólen de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien. C) Vista ventral. D) Detalhe do sulco.....	26
Figura 10.	Elétron-micrografias de varredura de grãos de pólen de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien. E) Vista dorsal. F) Detalhe da ectexina com báculos.....	27
Figura 11.	Equação logística das modificações ocorridas no comprimento dos frutos de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	29
Figura 12.	Equação logística das modificações ocorridas no diâmetro dos frutos de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	30

Figura 13.	Modificações ocorridas no comprimento das sementes de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	31
Figura 14.	Modificações ocorridas na largura das sementes de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	32
Figura 15.	Modificações ocorridas na espessura das sementes de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	33
Figura 16.	Equação exponencial decrescente das modificações ocorridas no teor de água dos frutos de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	34
Figura 17.	Equação exponencial decrescente das modificações ocorridas no teor de água das sementes de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	36
Figura 18.	Equação logística das modificações ocorridas no acúmulo de matéria verde dos frutos de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	37
Figura 19.	Equação logística das modificações ocorridas no acúmulo de matéria verde de sementes de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	38
Figura 20.	Equação logística das modificações ocorridas no acúmulo de matéria seca dos frutos de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	39
Figura 21.	Equação logística das modificações ocorridas no acúmulo de matéria seca das sementes de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	40
Figura 22.	Equação logística da modificação ocorrida na porcentagem de germinação das sementes de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	41
Figura 23.	Equação logística das modificações ocorridas no índice de velocidade de germinação das sementes de <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien.....	42

Figura 24.	Variação na cor do epicarpo dos frutos de <i>P. roebelenii</i> O'Brien.....	45
Figura 25.	Frutos de <i>P. roebelenii</i> O'Brien após os 194 d.a.a.....	49

MORFOLOGIA FLORAL E MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
TAMAREIRA-ANÃ (*Phoenix roebelenii* O'Brien) - ARECACEAE

RESUMO - Os objetivos dessa pesquisa foram os de estudar a morfologia floral, o ponto de maturidade fisiológica das sementes de *Phoenix roebelenii* (tamareira-anã) e o período de colheita dos frutos, no qual as sementes apresentem máxima qualidade fisiológica. As flores femininas e masculinas foram esquematizadas com o auxílio de uma câmara clara acoplada ao estereomicroscópio. Os grãos de pólen foram observados e fotografados em microscópio eletrônico de varredura. Os frutos, a partir de sua formação, foram colhidos semanalmente, sendo as determinações feitas em laboratório. Os dados biométricos dos frutos e das sementes foram determinados com auxílio de paquímetro digital. Foram também determinados o teor de água, a matéria verde e a matéria seca dos frutos e das sementes, a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação das sementes. As variáveis que apresentaram crescimento em função do tempo foram ajustadas ao modelo logístico e aquelas com tendência decrescente em função do tempo foram ajustadas ao modelo exponencial decrescente. A morfologia das flores masculinas, femininas e dos grãos de pólen de *P. roebelenii* é bastante homogênea e confiável, podendo ser usada no reconhecimento e identificação dessa espécie, além de fornecer subsídios para estudos da sua biologia floral e reprodutiva. O ponto de maturidade fisiológica das sementes de *P. roebelenii* ocorreu aos 138 dias após a antese (d.a.a.), podendo o período de colheita ser estendido até os 194 d.a.a.

Palavras-Chave: diásporo, germinação, palmeira, grão de pólen, microscopia eletrônica

FLORAL MORPHOLOGY AND PHYSIOLOGICAL MATURATION OF PIGMY DATE PALM SEEDS (*Phoenix roebelenii* O'BRIEN) – ARECACEAE

SUMMARY - The objectives of this research were to study the floral morphology and the physiological maturation of *Phoenix roebelenii* seeds, for the determination of the ideal harvesting time. The pistillate and staminate flowers were schematized with a clear camera coupled to the stereomicroscope, and the pollen grains were documented by means of electronic spin microscope. The fruits, after its formation, were harvested weekly and they were evaluated at laboratory conditions. Biometrical data of the fruits and seeds were obtained. The moisture content, the fresh and dry weight from the fruits and seeds, and the seed germination and the speed of germination index (SGI) were also recorded. The variables which showed growth in function of the time were adjusted to a logistic model and the one's which exhibited a decrescent trend in the function of the time were adjusted to an exponential decrescent model. The morphology of the flowers, and of the pollen grains of *P. roebelenii* is sufficiently homogeneous and trustworthy, being able to be used for the recognition and identification of this species, besides supplying subsidies studies of its floral and reproductive biology. It was observed that the physiological maturation point of seeds of *P. roebelenii* occurred at 138 days after anthesis (d.a.a.), and the harvesting period could be extended up to 194 d.a.a.

Keywords: Palm, pyrene, germination, electronic spin microscope, pollen grain

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Phoenix roebelenii* pertence à família Arecaceae, subfamília Coryphoideae, tribo Phoeniceae. É originária das regiões do norte do Laos e do Vietnã e áreas do Yunnan, no sudoeste da China (Shengji & Sanyang citados por BARROW, 1994).

LORENZI et al. (2004) informaram que *P. roebelenii* é uma espécie dióica e que sofre partenogênese, ou seja, as flores femininas produzem sementes também na ausência de polinização. Frutifica abundantemente no verão. Os frutos são muito procurados por pássaros, como fonte de alimento. Conhecida popularmente como tamareira-anã, atinge de 2 a 4 metros de altura e é usada na composição de vasos, parques e jardins. Pela sua forma graciosa e fácil adaptação a diferentes condições edáficas e climáticas, é amplamente usada no paisagismo no Brasil e em outros países.

SUDHERSAN & EL-NIL (1999) documentaram a ocorrência de flores hermafroditas em plantas masculinas de *P. dactylifera* na Arábia Saudita e Kuwait, sendo que muitos de seus frutos eram partenocárpicos e em alguns deles desenvolveram-se sementes viáveis.

No que se refere à identificação e à classificação de plantas, o estudo da morfologia, principalmente a morfologia floral, é de fundamental importância. Um exemplo pode ser dado com o trabalho do botânico Beccari citado por BARROW (1994), o qual analisando exemplares de *P. roebelenii*, na ausência de flores e frutos, considerou-o como sinônimo de *P. loureiri*. Além disso, o autor considerou *P. loureiri* uma variedade de uma espécie indiana, *P. humilis* var. *loureiri*. Mais tarde, Beccari citado por BARROW (1994), deu a *P. roebelenii* "status" de espécie, separada de *P. loureiri*. Neste estágio, *P. roebelenii* tinha florescido na Europa e as distintas pétalas e sépalas pontiagudas dessa espécie indicaram claramente para Beccari que *P. roebelenii* era única entre as espécies asiáticas de *Phoenix*. De fato, apenas uma outra espécie desse gênero apresenta semelhança clara de pétalas pontiagudas, *P. reclinata* Jacq., na África Subtropical.

Segundo CHAPIN (1999), o estudo da morfologia floral também pode contribuir com futuros trabalhos sobre a biologia floral das espécies e, juntamente com trabalhos de maturação de sementes, facilitar o entendimento no tratamento de matrizes contra pragas e doenças que estão associadas com as inflorescências e estádios de frutificação.

Nas espécies que se reproduzem sexualmente, como a maioria das palmeiras, BINO et al. (1998), relataram que a semente é o material primário de propagação, e o sucesso no controle da sua qualidade é a base para uma maior produtividade. Essa qualidade deve ser monitorada em todas as fases do processo de produção. O desempenho da semente é resultado de transições desde a fertilização até a quiescência, durante a maturação, e da quiescência até o reinício do metabolismo celular, durante a embebição.

A partir do momento da antese das flores, o conhecimento do processo de maturação de sementes é fundamental quando se procura obter um material de melhor qualidade, e esse estudo sempre deve ser considerado nos programas de produção de sementes, seja para melhoramento, conservação ou produção de mudas.

A maturação da semente é considerada, por BARROS (1986), como o resultado de todas as alterações morfológicas, físicas e fisiológicas, como o aumento do tamanho e as variações no grau de umidade, no vigor e no acúmulo de matéria seca. É um processo que se inicia com a fertilização e se estende até a maturidade fisiológica.

Várias linhas de programas de pesquisas básicas e aplicadas no melhoramento da qualidade da semente desenvolvem técnicas avançadas que introduzem novos métodos para a caracterização padronizada e eficaz da qualidade da semente. Porém, essas técnicas têm sido desenvolvidas basicamente para a análise de sementes de grandes culturas agrícolas.

O Brasil tem potencial para tornar-se um grande produtor de sementes de palmeiras, sendo que, no território nacional, ocorrem aproximadamente 208 espécies de palmeiras nativas, além de outras 200 espécies exóticas introduzidas com ótimas condições adaptação (LORENZI et al., 2004). Dentre elas, encontra-se *P. roebelenii*, amplamente usada em projetos de paisagismo.

Suas sementes apresentam elevada porcentagem de germinação, entre 80 e 90%, e em tempo relativamente curto, 27 a 58 dias (IOSSI, 2002), comparado com outras das principais espécies usadas no paisagismo no Brasil: *Caryota urens*, 60 dias, *Roystonea oleracea*, 70 dias, *Dypsis lutescens*, 80 dias e *Syagrus romanzoffiana*, entre 3 a 6 meses para suas sementes germinarem (LORENZI et al., 2004).

Entretanto, as atividades predominantes na produção de sementes de palmeiras são carentes de técnicas que promovam o desenvolvimento do setor, visando-se, por exemplo, um maior rendimento na produção e qualidade das sementes em menor período de tempo.

Desse modo, os objetivos dessa pesquisa foram estudar a morfologia floral, o ponto de maturidade fisiológica das sementes, contidas nos diásporos, de *Phoenix roebelenii* (tamareira-anã) e o período de colheita dos frutos, no qual as sementes apresentem máxima qualidade fisiológica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A família Arecaceae compreende plantas de importância econômica em muitas regiões brasileiras, tanto para a exploração como produto para a indústria alimentícia, cosmética, artesanal e folhagens para arranjos florais, quanto para a produção de plantas para paisagismo.

Suas espécies encontram-se distribuídas principalmente nas regiões próximas à linha do Equador, desde o norte da Europa a 44° 00 N até a Nova Zelândia a 44 18' S (HENDERSON et al., 1995).

De acordo com CHAPIN (1999), a família Arecaceae é composta por um número superior a 2650 espécies. Desse total, aquelas importantes na exploração para a indústria alimentícia, como *Bactris gasipaes* (pupunha), *Cocos nucifera* (coqueiro da Bahia), *Elaeis guineensis* (dendê) e *Phoenix dactilifera* (tamareira) têm sido estudadas extensivamente, enquanto raros são os registros para as outras espécies de palmeiras.

As sementes, de modo geral, são um importante componente no ciclo de vida das plantas. Elas não só levam as variações genéticas necessária, requeridas para as mudanças evolutivas, mas são freqüentemente o único meio de dispersão a longa distância e de dormência ou quiescência em longo prazo. Além disso, as sementes são uma valiosa fonte para a propagação e conservação do germoplasma (CHAPIN, 1999).

2.1. Espécie Estudada

Conhecida também como tamareira-anã, *P. roebelenii* é uma monocotiledônea, pertencente à família Arecaceae usada na composição de vasos, parques e jardins; atinge de 2 a 4 metros de altura, é tolerante tanto ao sol direto como à meia-sombra, ao frio de regiões subtropicais e temperadas de inverno ameno, além de ser adaptada às regiões costeiras e às secas (LORENZI et al., 2004).

Por sua forma elegante, porte baixo e rusticidade com fácil adaptação a diferentes condições de ambiente, *P. roebelenii* tornou-se uma das principais espécies de palmeiras ornamentais comercializadas no Brasil e no mundo.

Chevalier citado por BARROW (1994) publicou as observações sobre *P. roebelenii* na cabeceira do rio Noire, perto de Lai-Chau, a noroeste do Vietnã. A palmeira, freqüentemente com o caule curvo, foi encontrada nas margens íngremes do rio, entre 200 e 400 metros de altitude, entre 23 e 25° de latitude, crescendo em rachaduras de rochas calcáreas e, às vezes, em rochas perlíticas. Esta espécie não foi encontrada além de 35 metros das margens do rio e, conseqüentemente, ficava parcialmente submersa, todos os anos, na estação chuvosa.

Devido à perda da capacidade de perfilhar, considerando a facilidade de hibridação entre as espécies de *Phoenix* (UHL & DRANSFIELD, 1987), *P. roebelenii* apresenta estipe único, recoberto na juventude por tecido fibroso espesso e pela base das folhas já caídas e, quando idoso, pelas cicatrizes remanescentes. Os frutos são pequenos, elipsóides e preto-violáceos brilhantes quando maduros (LORENZI et al., 2004).

Conforme trabalho realizado por IOSSI (2002) com *P. roebelenii*, os diásporos (sementes + endocarpo) oriundos de frutos com o epicarpo preto-violáceo, considerados como maduros, possuem dimensões médias de: comprimento = 10,32 mm; largura = 5,21 mm e espessura = 3,91mm. A massa de 1000 sementes é de 151,5 g e 1 kg contém 6600 unidades. Os diásporos de *P. roebelenii* são de forma geométrica cilíndrica, levemente achatados, apresentando uma invaginação longitudinal no tegumento e na face oposta observa-se o opérculo. São albuminosos, com endosperma oleaginoso e bastante duro, ocupando quase todo o interior do diásporo. O embrião é lateral e periférico.

Segundo UHL & DRANSFIELD (1987), a germinação das sementes de *P. roebelenii* é do tipo remota tubular.

A germinação inicia-se pela abertura de um opérculo circular, na face dorsal da semente, por onde é emitida uma estrutura bulbosa, o pecíolo cotiledonar que carrega o eixo embrionário em sua extremidade (MEEROW, 1991). Essa estrutura é um

alongamento do cotilédone único, que internamente passa a funcionar como órgão de absorção de reservas, denominado haustório.

Segundo IOSSI (2002), à medida que o pecíolo cotiledonar alonga-se, pode-se notar uma dilatação da sua parte posterior. É no interior dessa região mais dilatada, que ocorre o desenvolvimento da região do eixo embrionário que origina a parte aérea da planta. Na extremidade do pecíolo cotiledonar encontra-se a raiz primária que, em seguida, começa a desenvolver-se com diâmetro inferior à parte posterior do pecíolo cotiledonar. A partir daí, observa-se a abertura de uma fenda longitudinal na porção dilatada do pecíolo cotiledonar. Através dessa abertura, emerge a plúmula. Nota-se o aparecimento das primeiras raízes secundárias na porção anterior da raiz primária.

2.2. Morfologia Floral

O período de florescimento e frutificação das palmeiras não é bem conhecido. Eventos como a época de florescimento e o período entre a polinização e a maturidade do fruto podem estar relacionados com fatores climáticos ou ambientais como temperatura, água, nutrientes e luz (Zalom et al. citado por CHAPIN, 1999).

A morfologia floral tem sido importante na classificação taxonômica de plantas. KAHN et al. (1998), através das características morfológica floral de *Astrocaryum minus* na floresta da Guiana Francesa, puderam descrever esta planta, diferenciando-a de *A. gynacanthum*, que anteriormente, segundo Kahn & Millan e Henderson citados por KAHN et al. (1998), eram consideradas a mesma espécie.

Baseado nas diferenças observadas através da ilustração e descrição da morfologia e biologia floral, BORCHSENIUS (1996) fez a distinção de *Geonoma irena* e *G. cuneata*, até então consideradas como espécie única.

De acordo com UHL e DRANSFIELD (1987), as inflorescências das espécies pertencentes ao gênero *Phoenix* são interfolares, com ramificações de primeira ordem, sendo as estaminadas e as pistiladas superficialmente similares; o pedúnculo é

achatado, curto a longo, nas pistiladas freqüentemente alongando-se após a fertilização, tornando-se caduco, algumas vezes bivalvo, com duas quilhas, glabro ou com pilosidade lanosa; outros com brácteas inconspícuas; raque achatada, geralmente mais curta que o pedúnculo; ráquias não ramificadas, numerosas, freqüentemente em grupos em espiral ao longo da raque, algumas delas soldadas sobre pequenas brácteas triangulares, cada uma delas sustentando uma flor solitária.

2.3. Maturação das Sementes

Segundo BEWLEY & BLACK (1994), o sucesso do estabelecimento das plantas é amplamente determinado pelos aspectos fisiológicos e bioquímicos da semente que podem sustentá-la nos estádios próximos ao crescimento das plântulas. Para tanto, os frutos devem ser colhidos no momento que suas sementes atingem a máxima qualidade fisiológica, chamada de ponto de maturidade fisiológica, no qual as sementes apresentam a maior porcentagem de germinação e vigor. CARVALHO & NAKAGAWA (2000) recomendaram que devem ser considerados os aspectos relacionados com as características de natureza morfológica, física e fisiológica das sementes, como: dimensões, grau de umidade e conteúdo de matéria seca.

Num estudo realizado por CHAPIN (1999), e tomando como parâmetro o diâmetro dos frutos de oito espécies de palmeiras em condições de clima tropical do Kawai, no Hawaii, o autor constatou que os períodos de maturação dos frutos nas espécies estudadas, independem do tamanho que serão atingidos por esses frutos, ou seja, uma espécie de palmeira que produza frutos grandes, não necessariamente deverá ter um período maior de maturação dos frutos quando comparado com outra que produza frutos pequenos. Os critérios usados para indicar os frutos maduros foram a coloração do epicarpo, a consistência pastosa do mesocarpo, momento no qual os frutos caem no chão, ou a deiscência. No caso de *Phoenix loureiri*, a maturação ocorreu aos 115 dias.

Para a identificação do ponto de maturidade fisiológica da semente, tem sido recomendado o estabelecimento de uma correlação entre o máximo de matéria seca, vigor e porcentagem de germinação. Contudo, BARROS (1986) informou que mesmo sendo freqüente a coincidência entre essas três características, elas nem sempre são atingidas ao mesmo tempo e, segundo o autor, a conceituação da maturidade não deve ser feita exclusivamente com base na matéria seca, considerando o fato de que a partir do momento em que não se constata mais acréscimos significativos na massa, o processo de maturação pode não estar encerrado, havendo ainda a possibilidade de ocorrência de transformações bioquímicas, destinadas a capacitar as sementes a manifestarem todo o seu potencial fisiológico. Essa é uma situação bem ilustrada por aquelas espécies cujas sementes apresentam imaturidade fisiológica ou funcional, por ocasião do seu desprendimento da planta (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

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. Além dos fatores genéticos e ecológicos, a temperatura e a umidade relativa do ar têm sido relatadas como de igual importância neste processo (PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR, 1993).

De modo geral, as sementes crescem rapidamente em tamanho, atingindo o máximo desenvolvimento num curto período de tempo, antes mesmo de completar o processo de maturação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Modificações visuais no aspecto externo dos frutos, como sua coloração, podem ser usadas como um importante índice na aferição da maturidade fisiológica. Essas evidências podem ser constatadas durante o processo de maturação, quando ocorrem mudanças visíveis na coloração externa, permitindo a caracterização do grau de maturação para inúmeras espécies. Entre os índices físicos de maturação, a coloração é o parâmetro de mais fácil utilização; contudo, a sua eficiência é restrita, variando de acordo com a espécie estudada (Grange citado por BARBOSA, 1990).

No processo de desenvolvimento da semente ocorrem três fases. A primeira inicia com a fertilização do óvulo e uma rápida divisão celular. A segunda fase é caracterizada pela expansão celular e acúmulo de material de reservas pelo embrião e

endosperma. A terceira fase é representada pela perda de água da semente, com a passagem das sementes para o estágio de quiescência ou dormência antes dos sistemas metabólicos serem reativados pela embebição (BRADFORD, 1986).

Nessa última fase, que deve ocorrer a colheita dos frutos, a determinação desse momento ideal para sementes que desenvolvem dentro de frutos carnosos é mais difícil, já que a maturidade da semente pode preceder a do fruto (Coombe citado por BINO et al., 1998).

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.

WUIDART & NUCÉ DE LAMOTHE (1981) verificaram reduzida germinação de sementes do coqueiro híbrido PB 121, oriundas de frutos colhidos com menos de 11 meses, sendo nula aos oito meses de idade. Esses resultados são compatíveis com o estudo realizado por PASSOS (1998), que ao usar sementes de coco do ecotipo gigante-do-brasil, observou maior velocidade e porcentagem de germinação nas sementes colhidas aos 11 e aos 12 meses de idade. No entanto, aquelas com 10 meses apresentaram retardamento do início da germinação e baixa porcentagem de sementes germinadas.

LIN (1986) verificou, para sementes de *Euterpe edulis*, que a matéria seca aumentou com a evolução da maturação, tendo atingido valor máximo em fase próxima à maturidade fisiológica das sementes, quando os frutos apresentaram coloração preta.

Segundo NDON & REMISON (1983), o tempo necessário para as sementes de *Elaeis guineensis*, do tipo tenera, atingirem a maturidade fisiológica variou entre 105 e 110 dias, enquanto somente a partir de 150 dias os frutos encontravam-se maduros.

MEEROW (1991) relatou que as sementes de palmeiras podem ser coletadas quando os frutos estão completamente maduros, observando-se a sua coloração característica, ou assim que os frutos caem das plantas. Algumas poucas exceções têm sido notadas, por exemplo, os trabalhos realizados por Broschat & Donselman citados por MEEROW (1991), mostraram que sementes de frutos verdes de *Syagrus romanzoffiana* germinam melhor que aquelas provenientes de frutos de vez ou

maduros, talvez pela presença de inibidores nos frutos. Sementes de frutos maduros de *Roystonea regia* germinaram mais lentamente que as de frutos verdes e de vez, porém com uma maior porcentagem de germinação. SILVA et al. (1999) avaliaram a germinação de sementes de *Aiphanes aculeata*, oriundas de frutos amarelos, vermelhos e coletados no chão sem o pericarpo, removidos por pássaros e insetos. Os tratamentos com sementes de frutos vermelhos e os coletados no chão foram subdivididos em condições de 12 horas de luz, e de escuro contínuo, em temperatura de 30 °C. O melhor tratamento foi aquele oriundo de frutos vermelhos, independente das condições de iluminação.

Entretanto, AGUIAR et al. (2001), estudando sementes de *Raphis excelsa* oriundas de frutos com coloração amarela, intermediária e preta, colocadas para germinar a 25 °C constante, 35 °C constante e 25-35 °C, sob luz ou escuro contínuo, utilizando como substrato vermiculita, areia ou turfa, constataram que a melhor germinação foi obtida com frutos amarelos, em temperatura constante de 25° C, em escuro contínuo, com areia.

Estudos realizados por BROCHAT & DONSELMAN (1988) com três graus de maturidade de frutos de *P. roebelenii* (verdes, de vez e maduros), despulpamento dos frutos e pré-embebição das sementes, por 48 horas em água deionizada ou GA3 (1.000 ppm), mostraram que a maturidade dos frutos, o despulpamento e a pré-embebição tiveram efeito significativo no tempo requerido para a germinação de *P. roebelenii*. Sementes de frutos maduros e despulpados também apresentaram melhor porcentagem final de germinação.

Em pesquisa com frutos e sementes de *Attalea funifera*, MELO (2001) constatou que a maturidade fisiológica das sementes ocorreu bem antes da dispersão dos frutos, indicando que a colheita pode ser realizada a partir do 9 ° mês após a antese. Também foi observado que o comprimento e o diâmetro dos frutos não se constituíram em bons indicadores de maturação.

Dos raros estudos realizados com sementes de palmeiras de uso ornamental, pôde-se observar que a sua maioria estuda a germinação de sementes em seus diferentes graus de desenvolvimento, tendo como parâmetro a cor dos frutos. Desse

modo, o estudo de maturação de sementes com coletas periódicas nessas espécies são ainda mais raros e requerem conhecimentos anteriores como condições ideais para germinação das sementes, principalmente temperatura, substrato e fotoperíodo.

IOSSI et al. (2003) estudou o índice de velocidade de germinação (IVG) e a porcentagem de germinação de sementes de *P. roebelenii*, oriundas de frutos maduros, preto-violáceos e recém-colhidos, em quatro substratos (esfagno, serragem, areia e vermiculita) e cinco condições de temperatura (20, 25, 30, 35 e 40 °C); o critério de germinação usado foi o da protrusão inicial do embrióforo (estrutura bulbosa e oca, que carrega o eixo embrionário em sua extremidade). Verificou-se o efeito da temperatura na porcentagem de germinação de *P. roebelenii*, obtendo-se os melhores resultados com a utilização de 25 °C e 30 °C em todos os substratos. Para o IVG os melhores tratamentos foram sob a temperatura de 30 °C tanto com a utilização de esfagno como de areia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos usados na pesquisa foram obtidos de plantas matrizes localizadas na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal da Unesp, localizado aproximadamente a 595 metros de altitude, 21°15' S de latitude e 48°18' W de longitude. Conforme os registros de temperatura e chuva, da Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP de Jaboticabal, no período de 1971-2000, o clima da região de Jaboticabal, de acordo com Köppen, é Aw com transição para Cwa ¹VOLPE (2005). A temperatura máxima média anual é 28,9°C, a mínima de 16,8°C, e a média anual de 22,2°C. Os meses mais quentes (maior temperatura média) são janeiro e fevereiro, com temperaturas médias de 24,3°C, e o mês mais frio é junho, com temperatura média de 18,6°C. A umidade relativa média anual é de 70,8%. O total médio anual de chuva é de 1424,6 mm, sendo que nos meses de outubro a março ocorrem cerca de 81% do total anual de chuva. A insolação (número de horas de brilho solar) média anual é de 2585,8 horas, e o mês com maior insolação média é julho, com 248,4 horas, e o mês com menor insolação média é dezembro, com 185,2 horas.

Segundo ANDRIOLI e CENTURION (1999), os solos onde estão plantadas as matrizes de *P. roebelenii*, são latossolo vermelho-escuro e latossolo roxo, ambos eutróficos A moderado, texturas argilosa e muito argilosa, relevos suave ondulado e ondulado, respectivamente.

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de sementes do Departamento de Produção Vegetal da FCAV/UNESP de Jaboticabal.

A descrição da morfologia floral de *P. roebelenii* (Figuras 1, 2, 3 e 4) foi baseada em DAMIÃO FILHO & MORO (2001), usando-se 10 flores de quatro plantas masculinas e quatro femininas, escolhidas aleatoriamente, as quais foram esquematizadas com o auxílio de uma câmara clara acoplada ao estereomicroscópio.

¹ VOLPE, C. A. – FCAV, UNESP. Departamento de Ciências Exatas. Comunicação Pessoal, 2005.

Para a documentação da morfologia externa dos grãos de pólen, amostras de microgametófitos foram depositadas, com auxílio de um pincel, sobre uma fita condutiva de cobre fixada sobre cilíndricos de latão. Foram recobertos com uma camada de 35 nm de uma liga de ouro-paládio e fotografados em microscópio eletrônico de varredura Jeol JSM 5410, operado a 15 kV.



Figura 1. Planta adulta feminina de *Phoenix roebelenii* O'Brien.



Figura 2. Detalhe da copa com inflorescências femininas de *P. roebelenii* O'Brien (←).



Figura 3. Inflorescência feminina de *P. roebelenii* O'Brien.



Figura 4. Inflorescência masculina de *P. roebelenii* O'Brien.

Apenas para facilitar, os diásporos (sementes + complexo orgânico, no caso endocarpo) estudados foram considerados como sementes. Desse modo, para estudar a maturação das sementes, foram selecionadas 10 plantas, nas quais foram etiquetadas cerca de quatro inflorescências por planta, quando 50% das flores encontravam-se em antese. A partir do início da formação dos frutos, acompanhou-se o seu desenvolvimento, bem como das suas sementes.

A partir dos 33 dias após a antese (d.a.a.), os frutos foram colhidos semanalmente, até 194 d.a.a., totalizando 23 colheitas. Colheram-se frutos de todas as plantas matrizes. Como havia diferença no desenvolvimento dos frutos, independentemente da posição que eles ocupam nos cachos, fez-se homogeneização dos mesmos, para as determinações em laboratório.

Os dados de porcentagem de germinação e do índice de velocidade de germinação (IVG) começaram a ser registrados a partir do primeiro lote que apresentou germinação, ocorrendo aos 68 d.a.a., em colheitas semanais até os 194 d.a.a.

Os levantamentos dos dados biométricos, teor de água, matéria verde e seca foram realizados entre os 33 e 194 d.a.a. para os frutos entre os 75 e 194 d.a.a. para as sementes.

A fim de se avaliar a possibilidade da variação da cor do epicarpo do fruto servir de parâmetro indicativo do período de colheita, amostras dos frutos, nas diferentes fases de desenvolvimento, foram fotografadas com uso de câmara digital.

Em cada colheita, num lote de 100 frutos, foram medidos o comprimento e o diâmetro, e o comprimento, a largura e a espessura de suas sementes, com o auxílio de um paquímetro digital, com as dimensões em milímetros. Em cada uma das colheitas foram calculadas as médias dos dados biométricos dos frutos e sementes e essas médias foram ajustadas ao modelo logístico, em função das épocas de colheitas em d.a.a.

No ponto de maturidade fisiológica das sementes, foram determinados o número de sementes por quilograma e a massa de mil unidades, de acordo com o método descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

As determinações do teor de água dos frutos foram realizadas em estufa à temperatura de 75 °C até o momento de estabilização da quantidade de matéria seca, enquanto as do teor de água das sementes foram obtidas em estufa à temperatura de 105 °C $\pm$ 3 °C por 24 horas (BRASIL, 1992). Os dados de matéria verde e seca dos frutos e das sementes foram expressos em mg/unidade.

Para o teste de germinação, o epicarpo e o mesocarpo dos frutos de *P. roebelenii* foram removidos manualmente. Em seguida, as sementes foram enxaguadas em água corrente e secos à sombra durante um dia. O teste foi conduzido usando-se quatro repetições de 25 sementes, em germinador à temperatura de 30 °C, com 8 horas de luz e 16 horas de escuro. As sementes foram semeadas em caixas de plástico com tampa, desinfetadas com álcool, contendo esfagno, com a região do opérculo voltada para baixo. Anotou-se o número total de sementes germinadas, até o momento em que não houve mais germinação. O critério utilizado foi o da protrusão inicial da raiz primária. Nas regas, usou-se água destilada e foram realizadas sempre que se observou a necessidade de reposição de água no substrato.

A porcentagem de germinação das sementes foi determinada de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

A determinação do IVG foi realizada concomitantemente ao teste de germinação. O número de sementes germinadas foi contado a cada três dias. Essas avaliações foram feitas sempre no mesmo horário até o momento em que não houve mais germinação. Para o cálculo do IVG, empregou-se a fórmula proposta por MAGUIRE (1962), na qual $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, 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. Para cada repetição calculou-se o IVG empregando-se a fórmula. O IVG da amostra foi a média das quatro repetições. Por se tratar de um índice, não se usou unidade.

Para o estudo da maturação das sementes e dos frutos, as médias das variáveis que apresentaram crescimento em função do tempo foram ajustadas ao modelo logístico e aquelas que apresentaram tendência decrescente em função do tempo

foram ajustadas ao modelo exponencial decrescente, em função das épocas de colheita (HOFFMAN & VIEIRA, 1977).

O modelo logístico é definido como:

$$y = \frac{a}{1 + e^{-k(x-x_c)}}$$

onde,

a = máximo assintótico

k = taxa de crescimento

x_c = idade (dias após a antese) para atingir $a/2$ (metade do máximo)

y = variável analisada

x = dias após a antese

$e = 2,718282$ (constante)

E o modelo exponencial decrescente é definido como:

$$y = Y_0 + A e^{-x/t}$$

Y_0 = mínimo assintótico

A = amplitude

t = constante de decréscimo

y = variável analisada

x = dias após a antese

$e = 2,718282$ (constante)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Morfologia Floral

Observando-se as Figuras 5 e 6, verificou-se que as flores femininas são sésseis, globosas, com as sépalas soldadas em cúpula trilobada, três pétalas, com pré-floração contorta, atingindo cerca de duas vezes o tamanho do cálice, gineceu apocárpico, com três carpelos distintos. O ovário tem forma aproximadamente oval, estreitando-se em um estilete curto, recurvado e com o estigma projetado para o exterior. Há um óvulo por carpelo, preso na base do ovário.

As flores masculinas (Figura 7) são sésseis, possuem três sépalas soldadas em uma pequena cúpula, três pétalas com pré-floração valvar, agudas, excedendo o cálice, seis estames com filetes muito curtos, eretos e anteras lineares.

Os grãos de pólen são elípticos, com uma abertura do tipo colpo (sulco alargado que forma ângulo reto com o plano equatorial do grão de pólen), profundamente invaginado, estendendo-se de um pólo ao outro. A ectexina tem ornamentação reticulada. No interior dos lumens observou-se a presença de báculos (esculturas da ectexina que resultam de diferentes disposições de pequenos bastões). A dimensão média do eixo polar é de 25 μm e do eixo equatorial é de 15 μm (Figuras 8, 9 e 10).

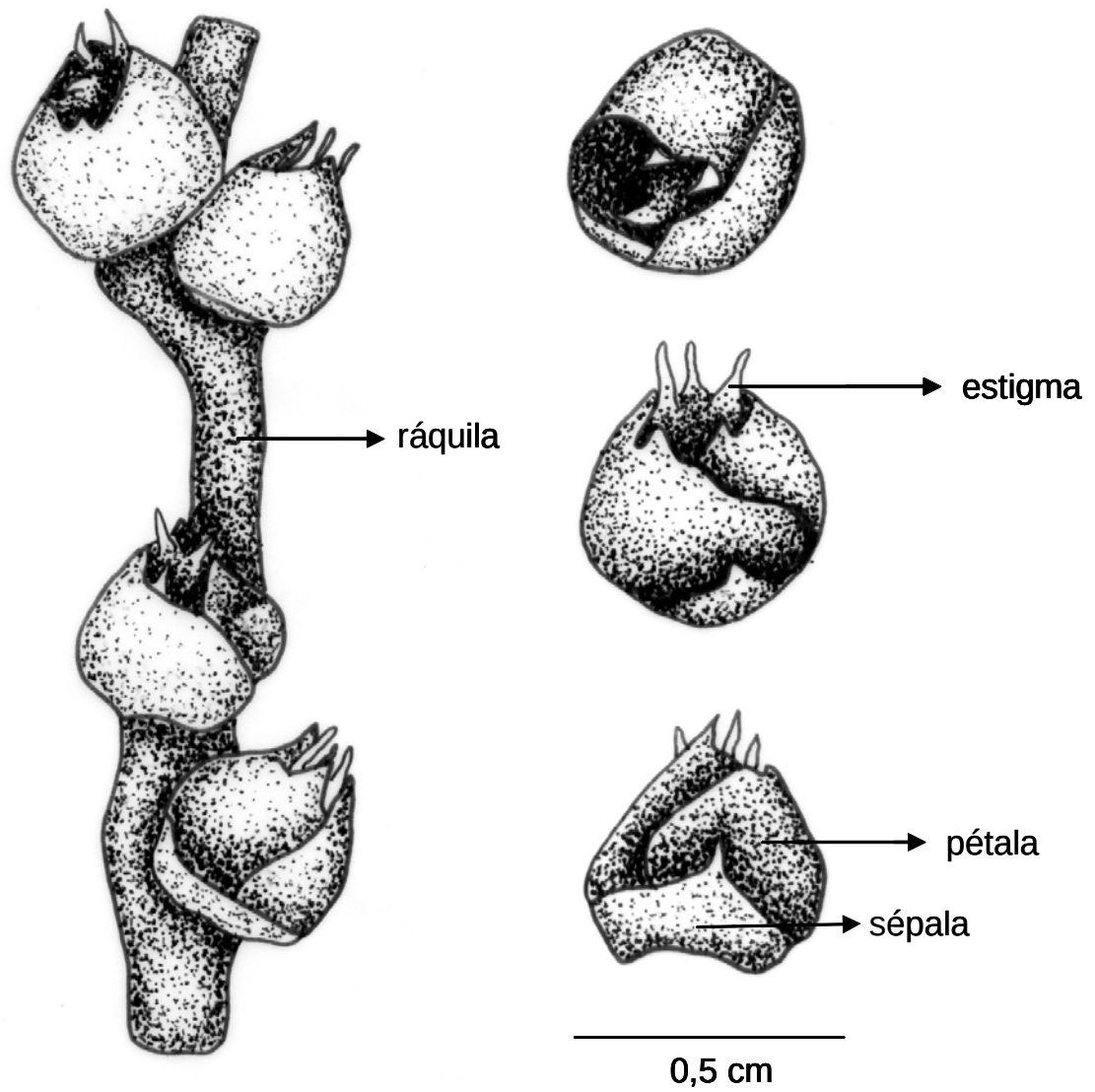


Figura 5. Porção da inflorescência e detalhes da flor feminina de *P. roebelenii* O'Brien

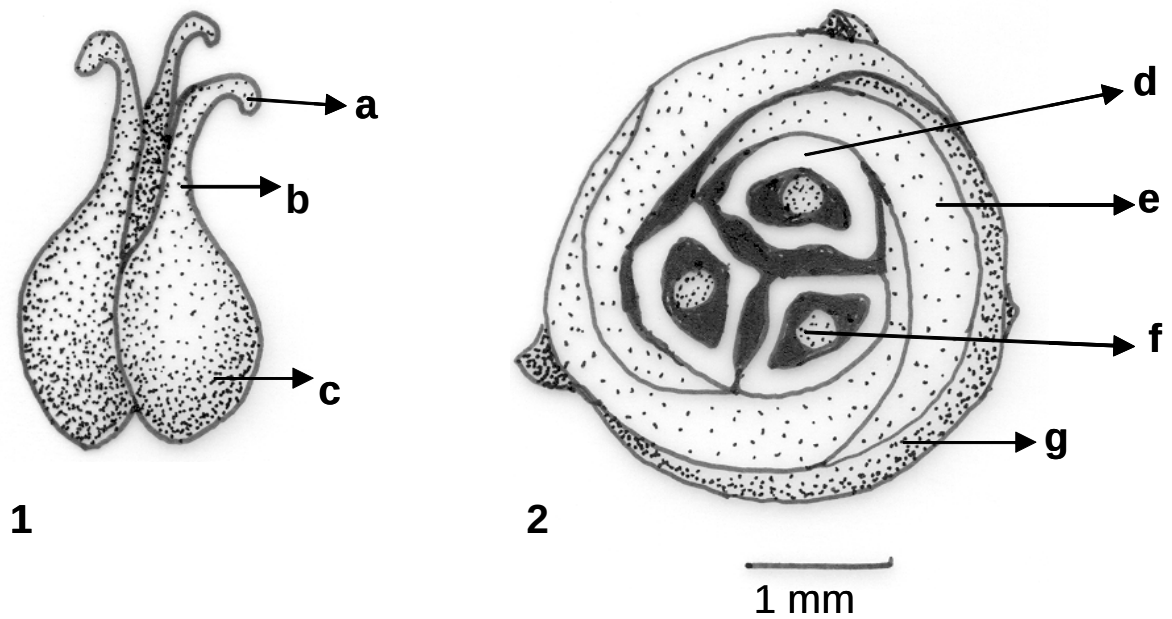


Figura 6. 1. Gineceu apocárpico (3 pistilos) de *P. roebelenii* O'Brien. a) Estigma simples. b) Estilete. c) Ovário. 2. Corte transversal da flor feminina evidenciando o gineceu apocárpico e a pré-floração contorta. d) Folha carpelar. e) Pétala. f) Óvulo. g) Cálice.

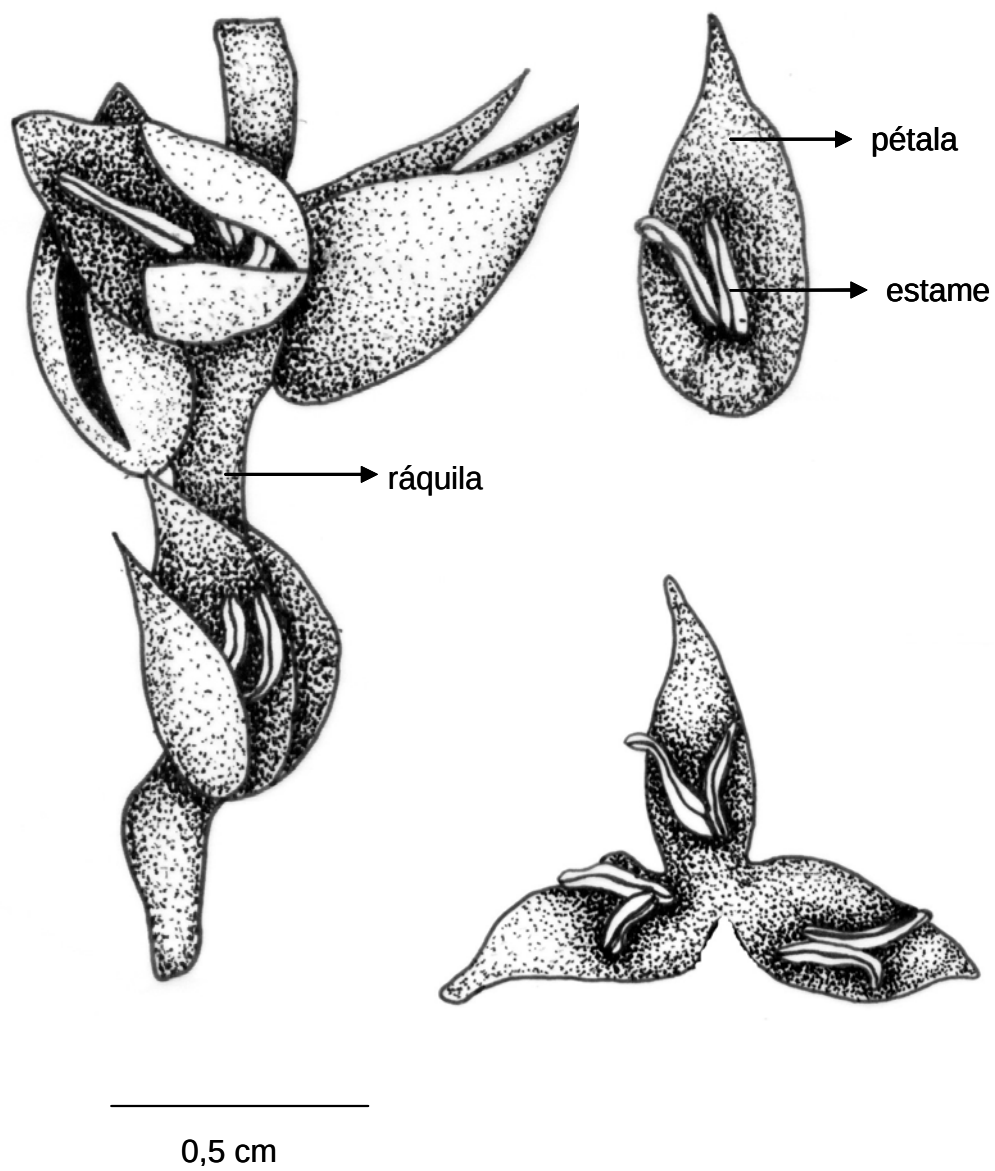


Figura 7. Porção da inflorescência e detalhes da flor masculina de *P. roebelenii*.

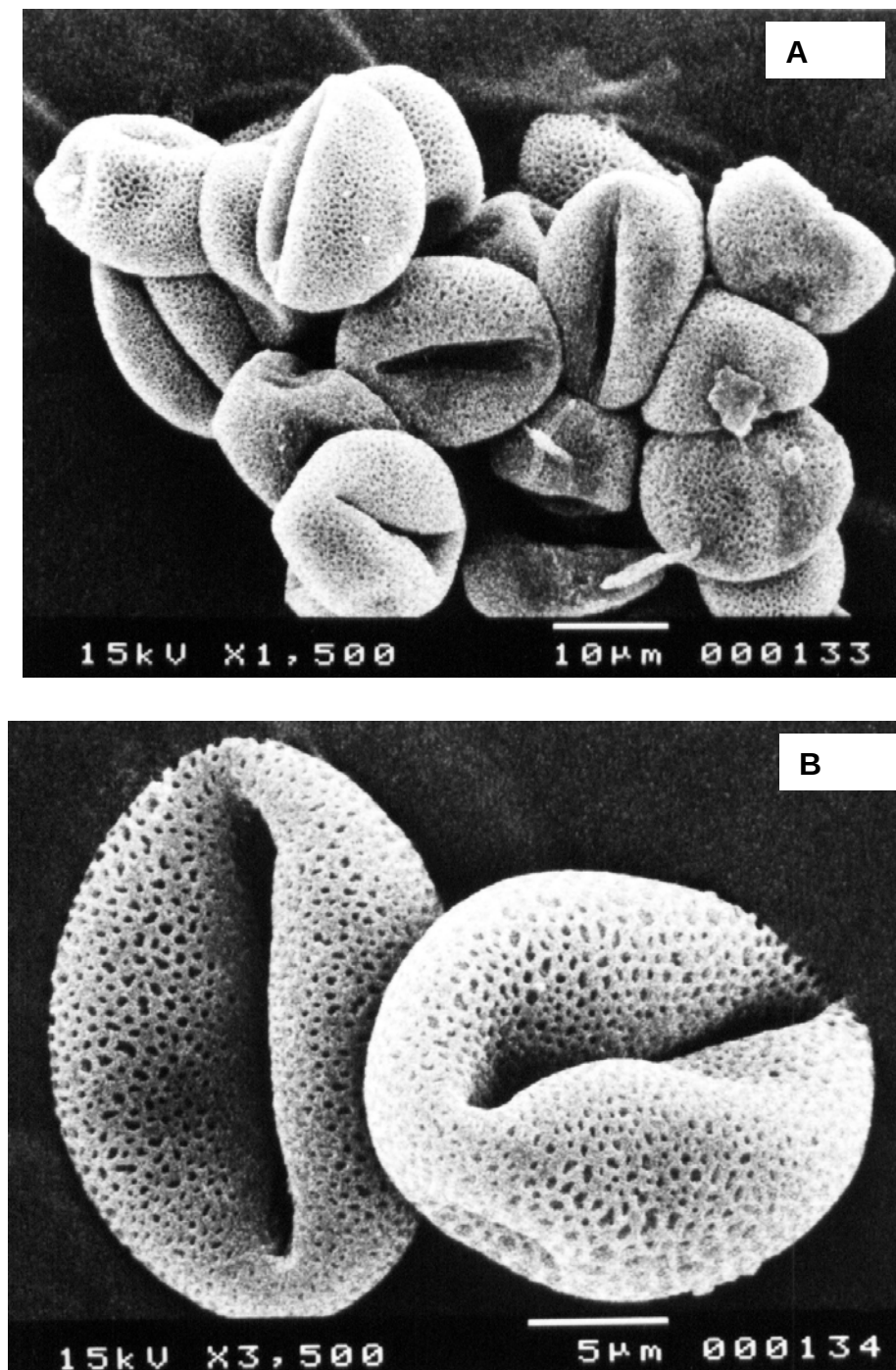


Figura 8. Elétron-micrografias de varredura de grãos de pólen de *Phoenix roebelenii* O'Brien. A) Grupo de grãos de pólen. B) Vista ventral e polar.

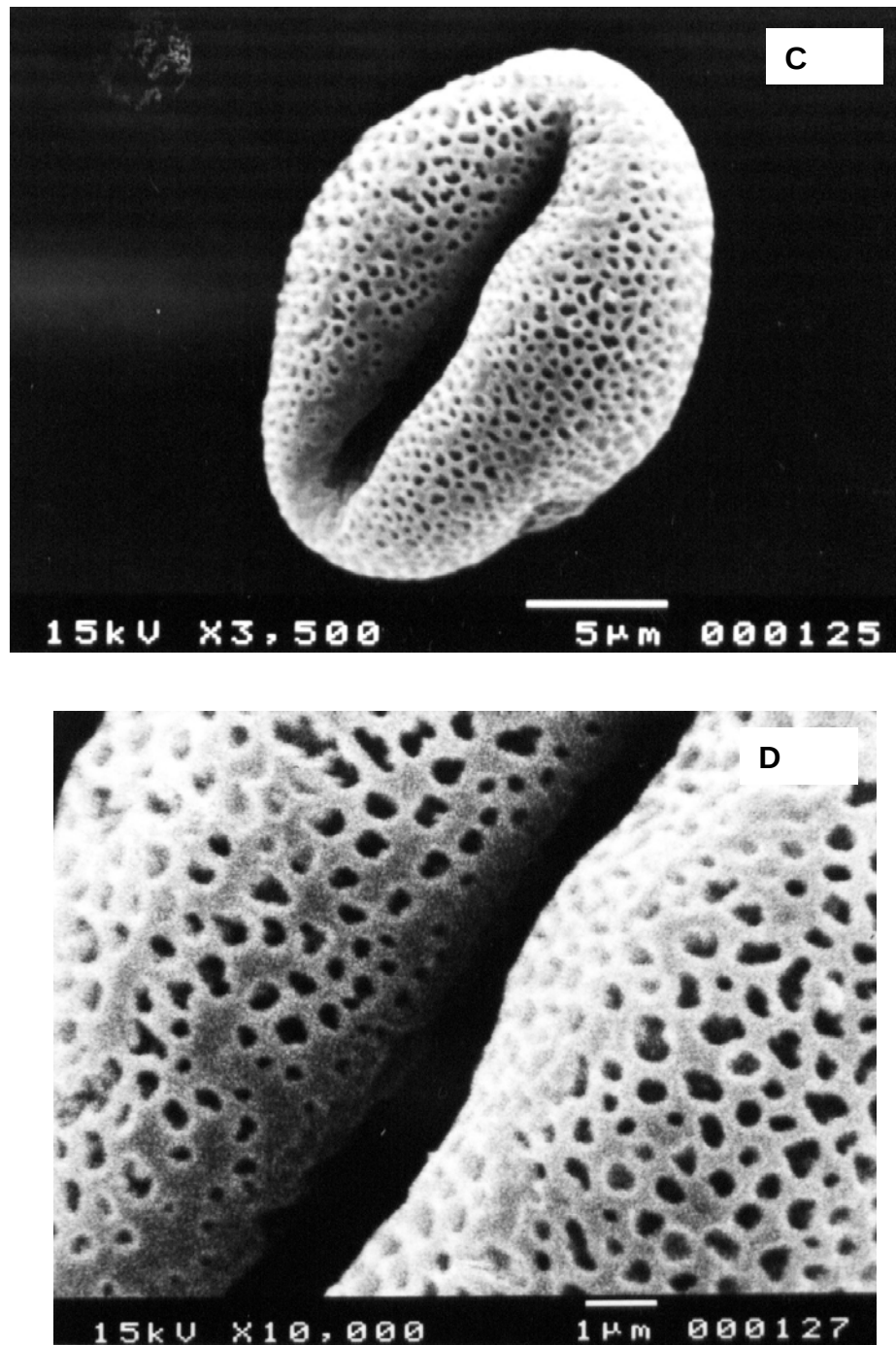


Figura 9. Elétron-micrografias de varredura de grãos de pólen de *Phoenix roebelenii* O'Brien. C) Vista ventral. D) Detalhe do sulco.

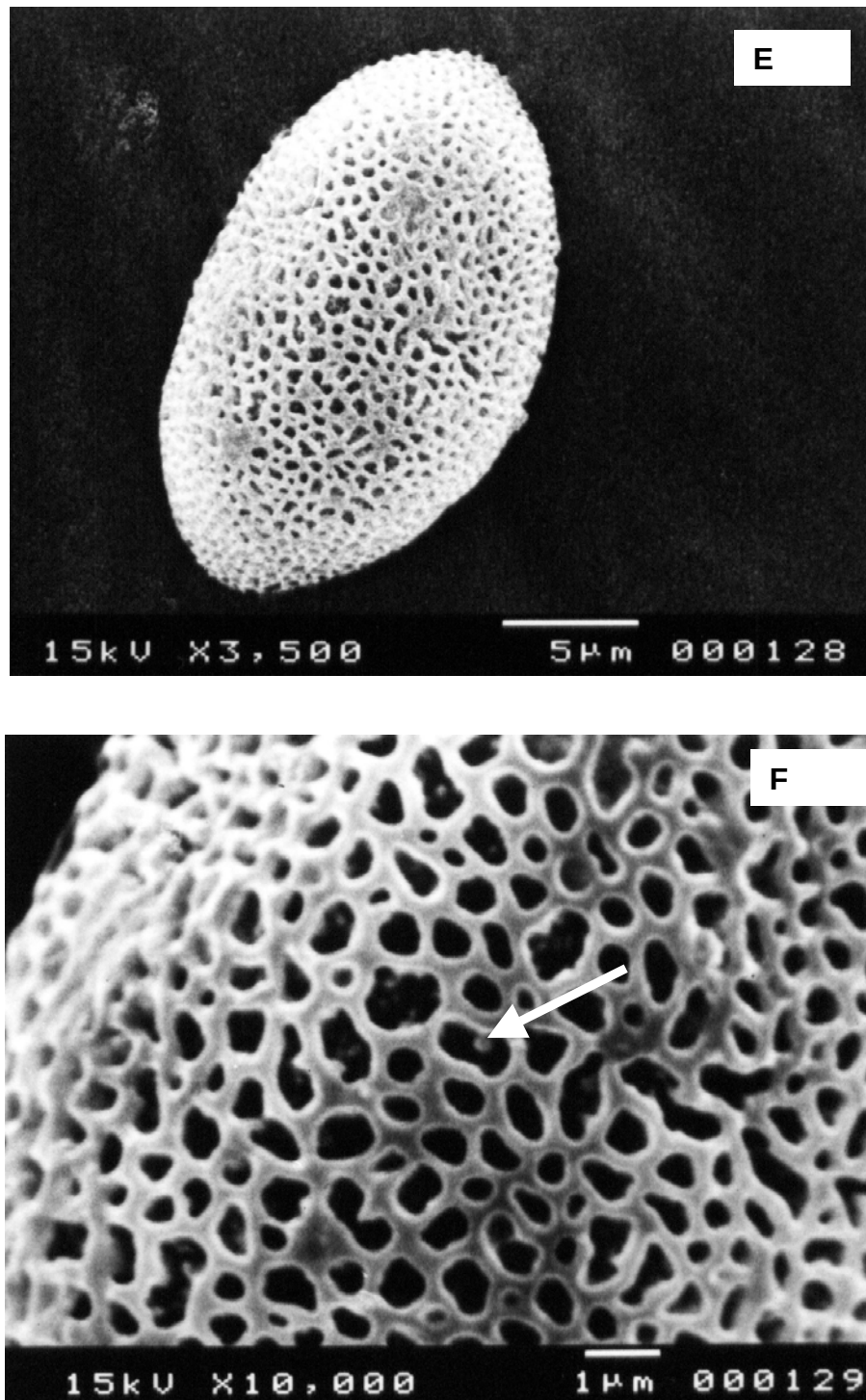


Figura 10. Elétron-micrografias de varredura de grãos de pólen de *Phoenix roebelenii* O'Brien. E) Vista dorsal. F) Detalhe da ectexina com báculos (—→).

4.2. Maturação das Sementes

Na Figura 11, é apresentada a equação logística das modificações ocorridas no comprimento dos frutos de *P. roebelenii*. Notou-se que os frutos apresentaram um maior aumento no comprimento, do início das avaliações, aos 33 d.a.a. (8,1 mm) até os 89 d.a.a. (11,8 mm). A partir daí, até os 138 d.a.a, houve uma diminuição no intervalo de crescimento, atingindo 12,2 mm e mantendo esse comprimento até os 194 d.a.a.

Quanto à equação logística das modificações ocorridas no diâmetro dos frutos (Figura 12), houve um maior aumento dos 33 d.a.a. (4,25 mm) até os 103 d.a.a. (6,65 mm), continuando com um menor crescimento até os 180 d.a.a. (7,0 mm), ponto de máximo, mantendo-se estável.

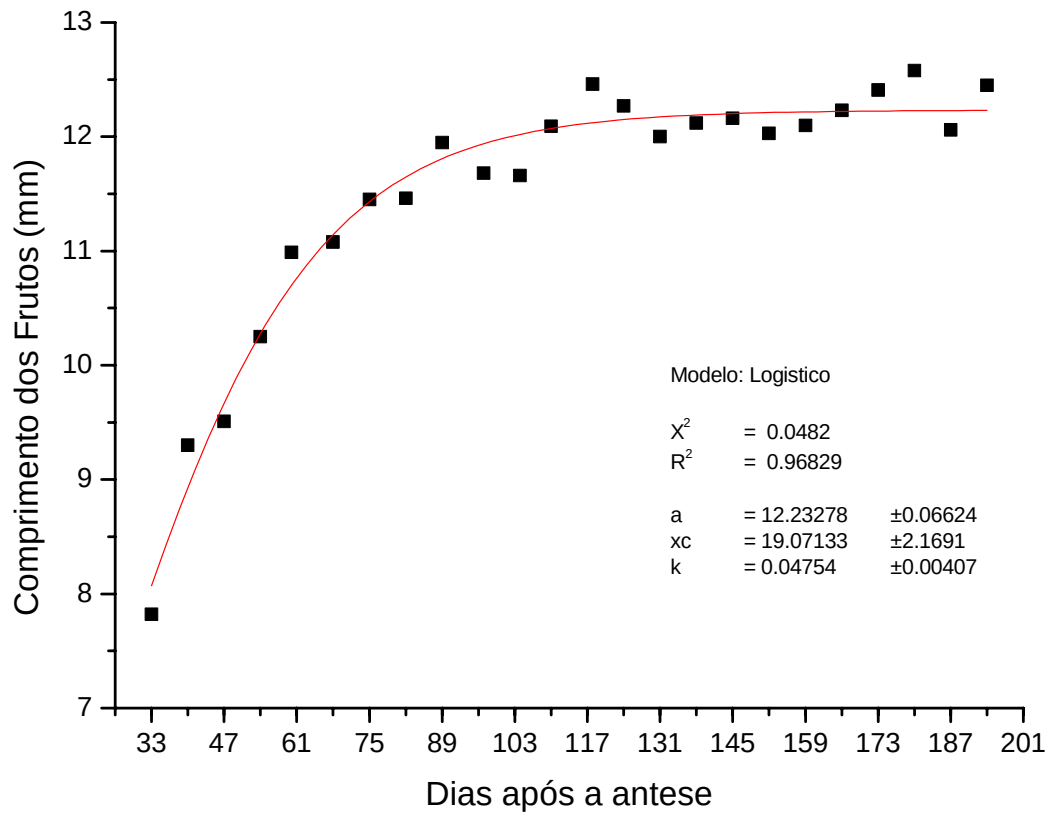


Figura 11. Equação logística das modificações ocorridas no comprimento dos frutos de *Phoenix roebelenii* O'Brien.

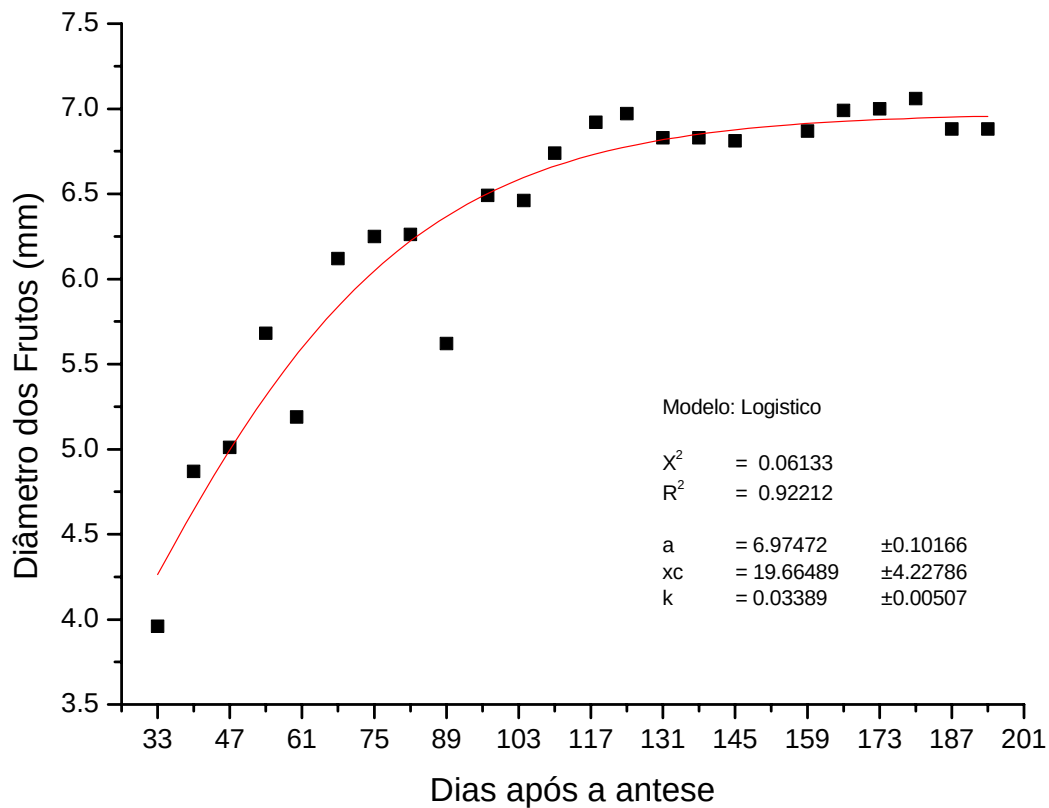


Figura 12. Equação logística das modificações ocorridas no diâmetro dos frutos de *Phoenix roebelenii* O'Brien.

Entretanto, como pode ser visto nas Figuras 13, 14 e 15, no período de tempo estudado, o comprimento, largura e espessura das sementes não variaram, não se ajustando aos modelos estudados, com médias de 10,2 mm, 5,15 mm e 4,2 mm, respectivamente. Conseqüentemente, esses caracteres não são bons indicadores da maturação, já que certamente, o crescimento das sementes ocorreu no período anterior ao início das avaliações, ou seja, antes dos 75 d.a.a. Os dados biométricos citados acima são semelhantes aos obtidos por IOSSI (2002), cujas médias foram 10,32 mm de comprimento, 5,21 de largura e 3,91 mm de espessura, usando frutos maduros, de cor

preto-violácea. Desse modo, as observações feitas são concordantes com a afirmação de CARVALHO & NAKAGAWA (2000), os quais relataram que as sementes crescem rapidamente em tamanho, atingindo o máximo desenvolvimento num curto período de tempo, antes mesmo de completar o processo de maturação.

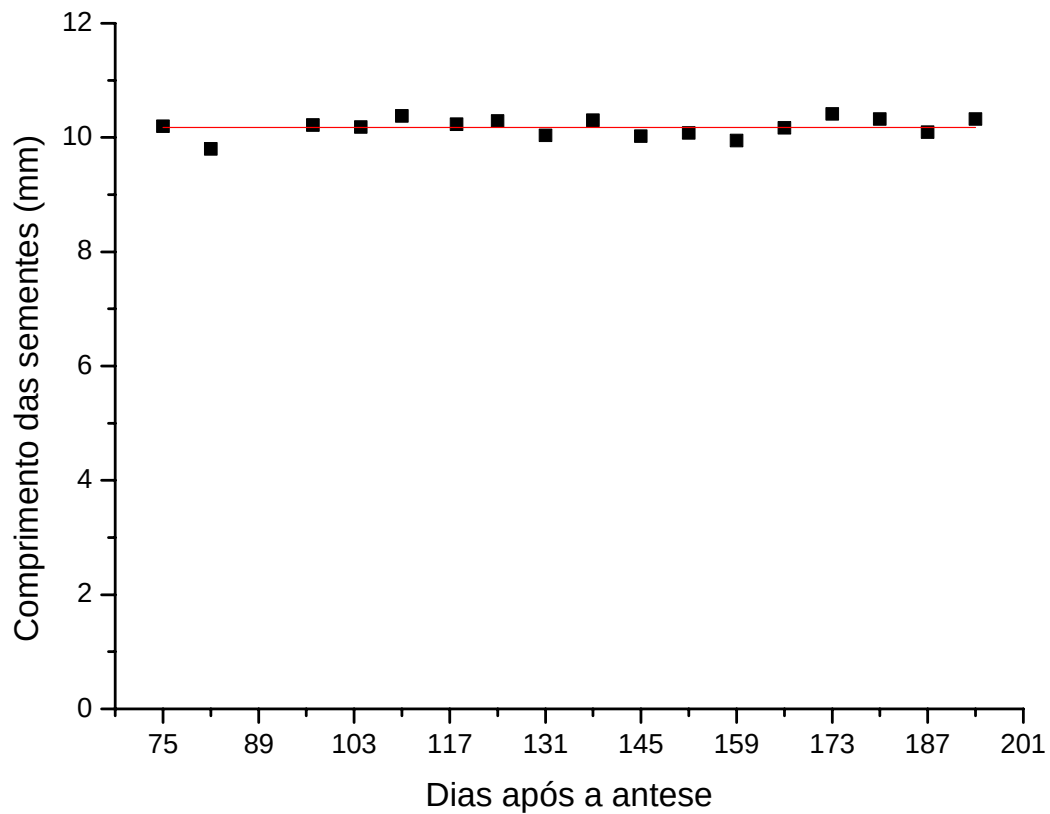


Figura 13. Modificações ocorridas no comprimento das sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien

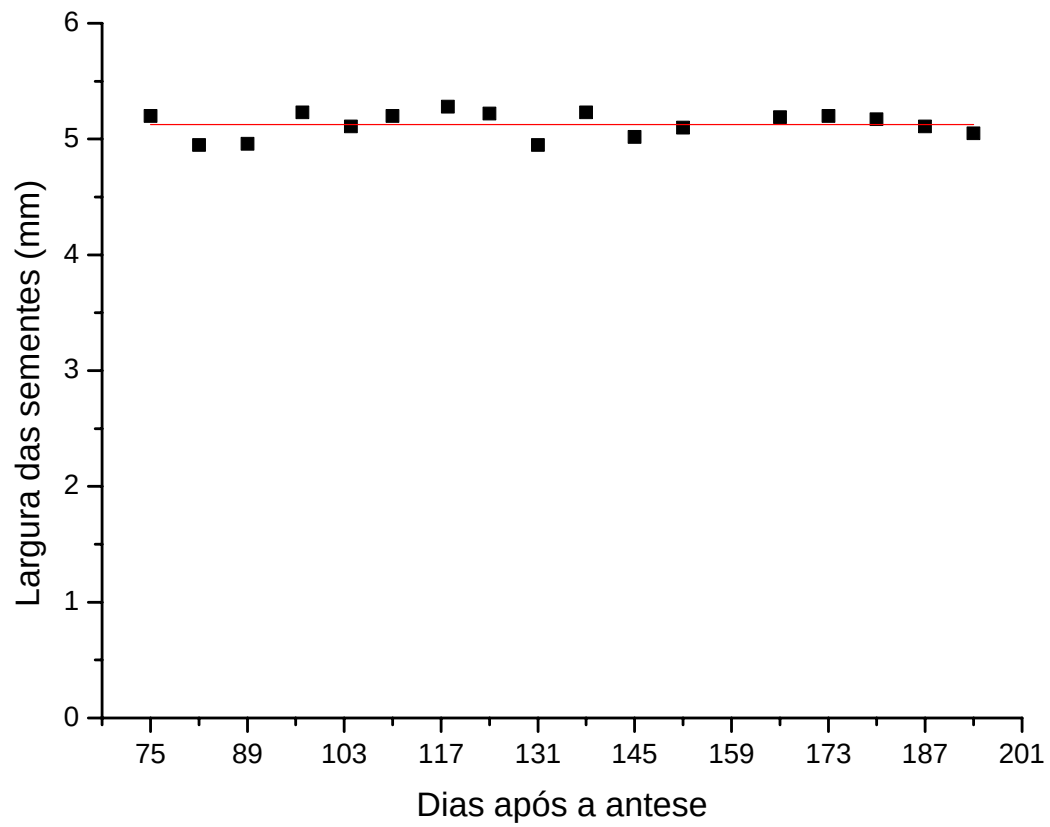


Figura 14. Modificações ocorridas na largura das sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien

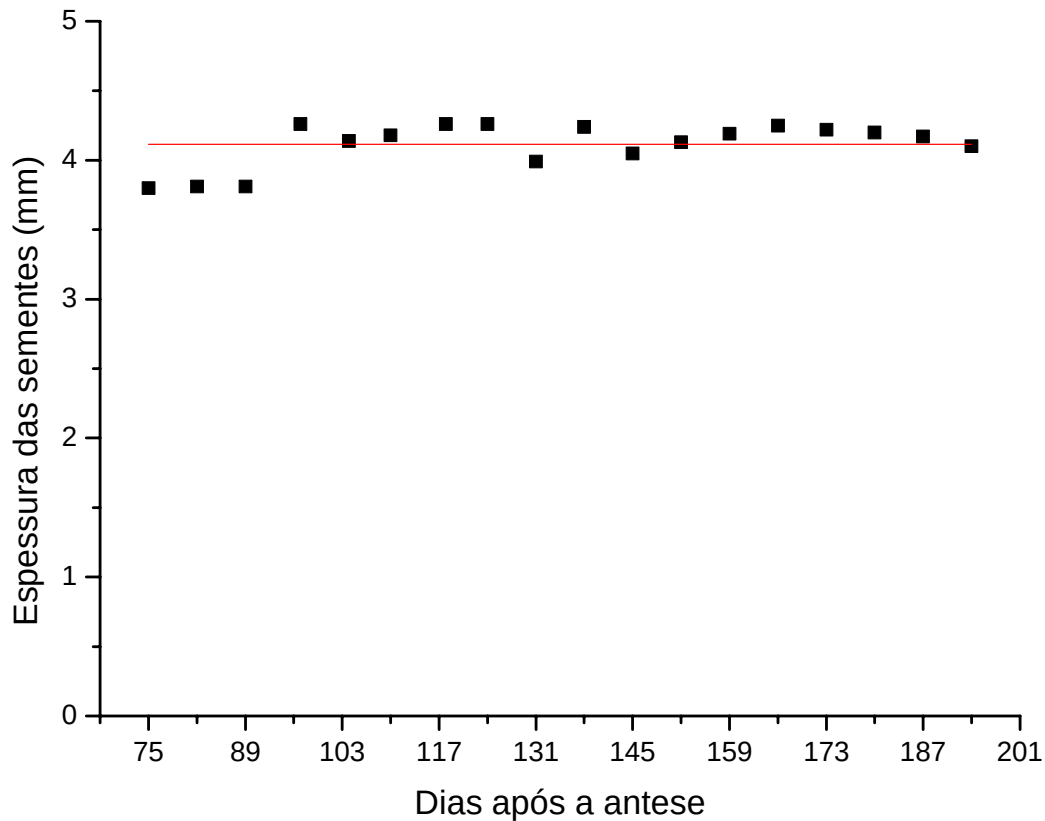


Figura 15. Modificações ocorridas na espessura das sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien

Na Figura 16, é apresentada a equação exponencial decrescente das modificações ocorridas no teor de água dos frutos de tamareira-anã. Verificou-se que, no início de sua formação (33 d.a.a.), os frutos apresentavam teor de água de 76%, diminuindo para 57,5% aos 138 d.a.a., praticamente não variando até os 194 d.a.a, quando o teor de água foi de 55%. Quanto ao teor de água das sementes, como mostrado na Figura 17, no início de sua avaliação, aos 75 d.a.a., apresentavam 53,5% de teor de água, diminuindo até os 138 d.a.a. para 36,5%, quando praticamente houve uma estabilização, pois aos 194 d.a.a. possuía 35,5%.

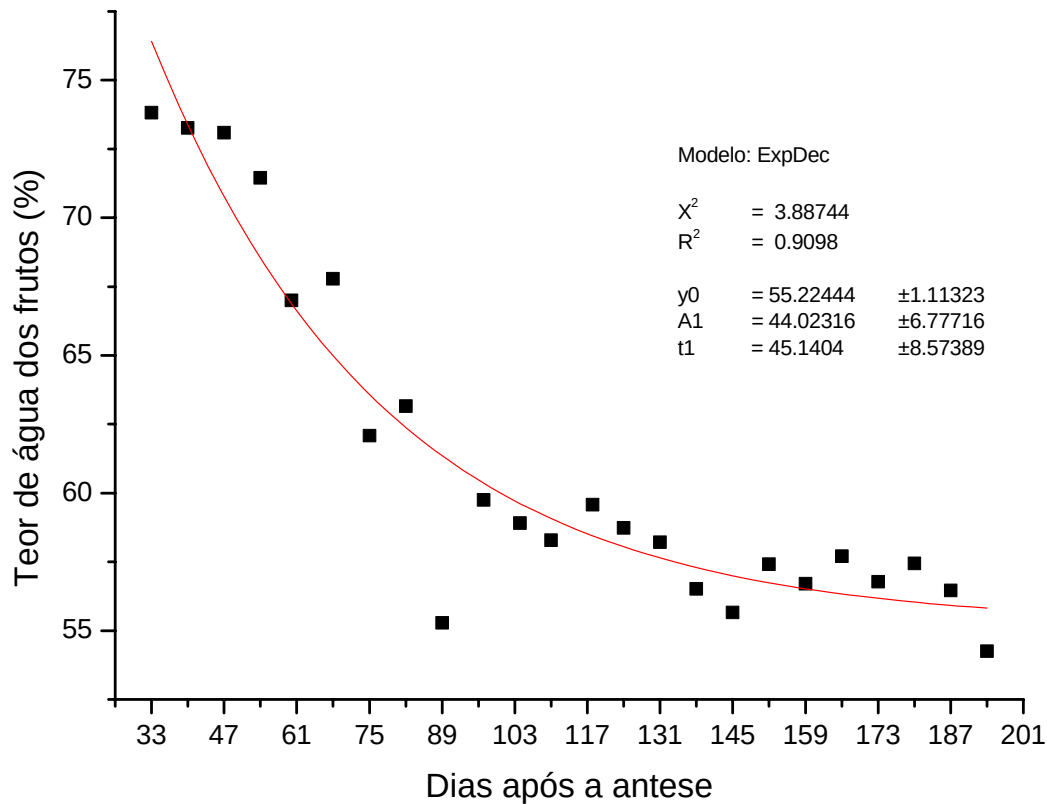


Figura 16. Equação exponencial decrescente das modificações ocorridas no teor de água dos frutos de *Phoenix roebelenii* O'Brien.

Na Figura 17 é apresentada a equação exponencial decrescente das modificações ocorridas no teor de água das sementes de *P. roebelenii*. Aos 75 d.a.a., era de 53,3 %, diminuindo para 36,5% aos 138 d.a.a., e a partir daí, ficou praticamente estável, com 35% aos 194 d.a.a.

Observa-se que na equação logística das modificações ocorridas no acúmulo de matéria verde dos frutos da tamareira-anã, Figura 19, houve um grande aumento, com 125 mg/fruto aos 33 d.a.a. até 360 mg/fruto aos 117 d.a.a., e, em seguida, uma redução na taxa de crescimento, pois aos 138 d.a.a. obteve-se 380 mg/fruto e, tendendo a uma estabilidade, aos 194 d.a.a. possuía 397 mg/fruto. Entretanto, a equação logística das

modificações ocorridas no acúmulo de matéria verde nas sementes, Figura 19, apresentou uma maior taxa de crescimento, quando comparado com a dos frutos (Figura 18), uma vez que no início da sua avaliação, aos 75 d.a.a. e até três semanas depois, 96 d.a.a, possuíam 120 mg/semente e 168 mg/semente, respectivamente, e após, houve um pequeno acúmulo até os 117 d.a.a. com 171 mg/semente, mantendo-se praticamente estável, posteriormente.

Pode-se perceber que a curva representativa do acúmulo de matéria verde dos frutos (Figura 18), é semelhante ao acúmulo de matéria seca dos frutos, Figura 20, apresentando 30 mg/fruto, de matéria seca, aos 33 d.a.a., 153 mg/fruto aos 117 d.a.a. e 164 mg/fruto aos 138 d.a.a., mantendo-se, em seguida, em torno desse número, como pode ser visto aos 194 d.a.a. com 171 mg/fruto.

Outra semelhança pode ser observada ao comparar a curva do acúmulo de matéria verde das sementes (Figura 19), com a de matéria seca das sementes (Figura 21). Nesta última, notou-se que havia 57 mg/semente de matéria seca aos 75 d.a.a., passando a 105 mg/semente aos 110 d.a.a., quando houve um pequeno aumento da matéria seca até os 131 d.a.a. com 109 mg/semente, tendendo, em seguida, a uma manutenção da matéria seca acumulada.

Como *P. roebelenii* trata-se de uma espécie selvagem, a sua variabilidade genética deve explicar uma certa dispersão dos dados observados nas Figuras 19 e 21, referentes ao acúmulo de matéria verde e seca das sementes, com seus respectivos R^2 de 0,73 e 0,88.

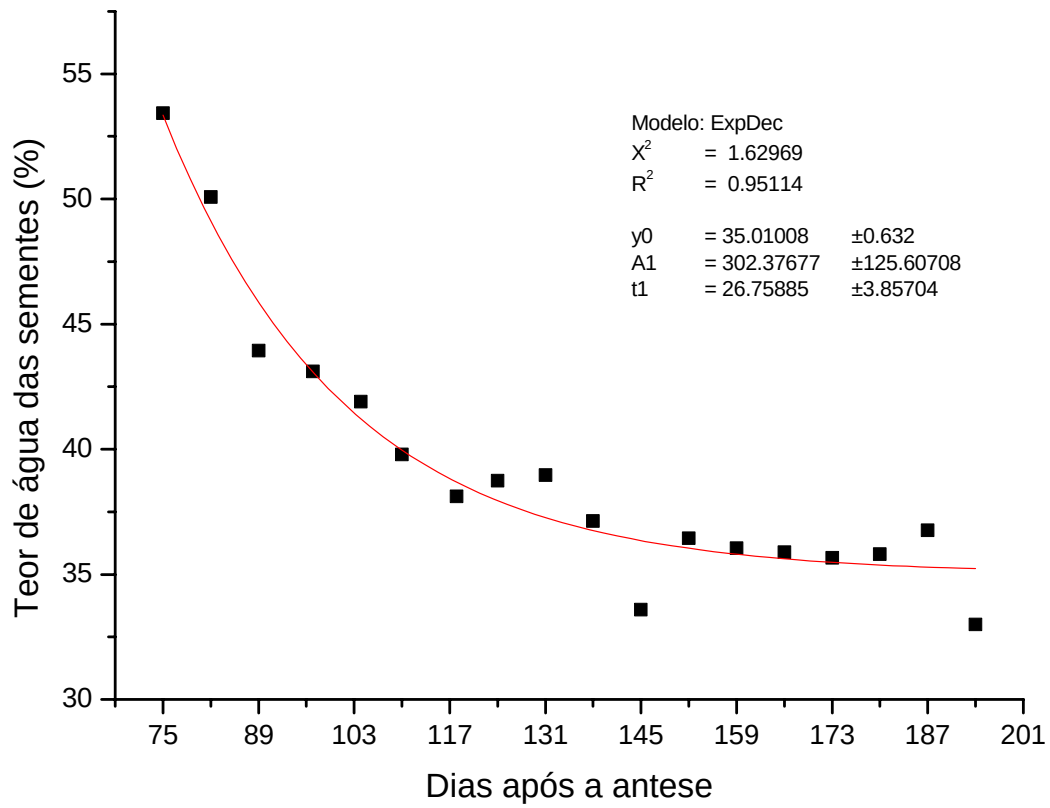


Figura 17. Equação exponencial decrescente das modificações ocorridas no teor de água das sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien.

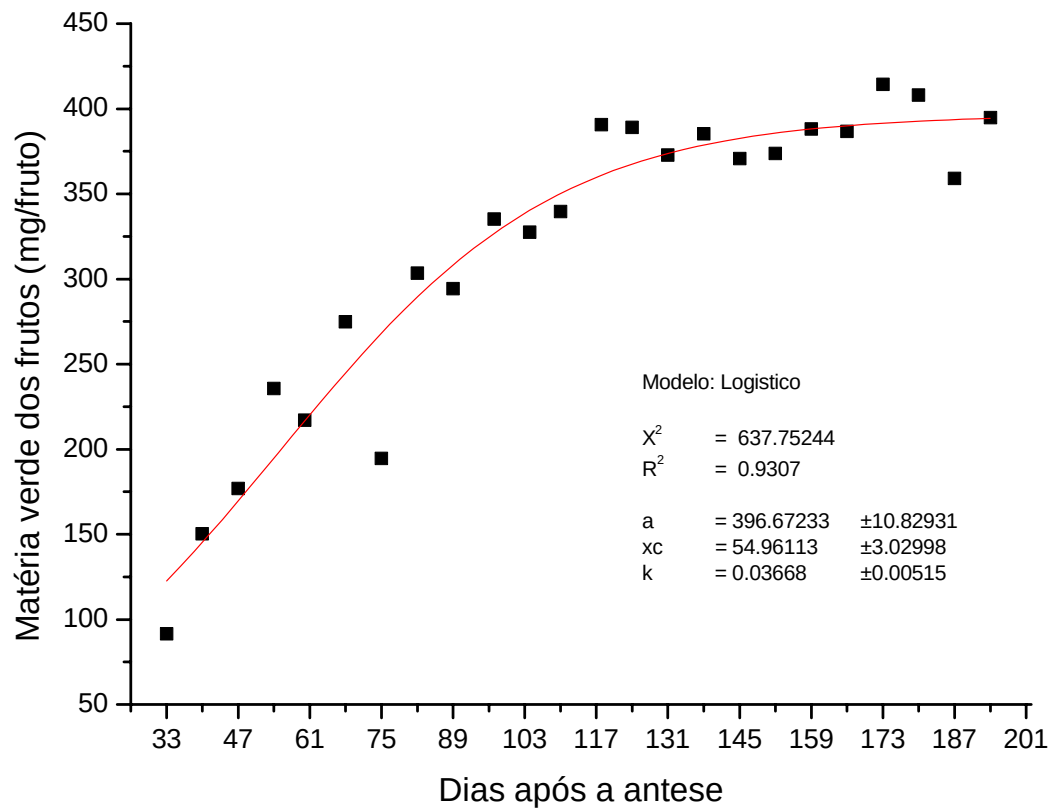


Figura 18. Equação logística das modificações ocorridas no acúmulo de matéria verde dos frutos de *Phoenix roebelenii* O'Brien.

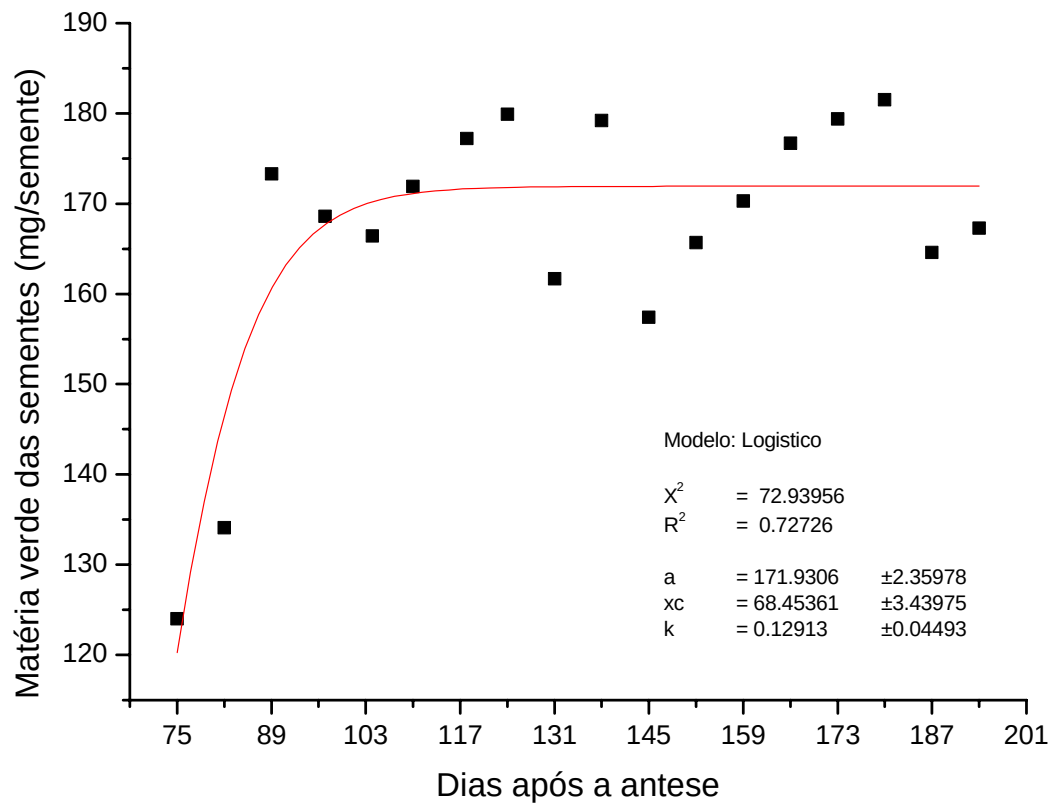


Figura 19. Equação logística das modificações ocorridas no acúmulo de matéria verde de sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien.

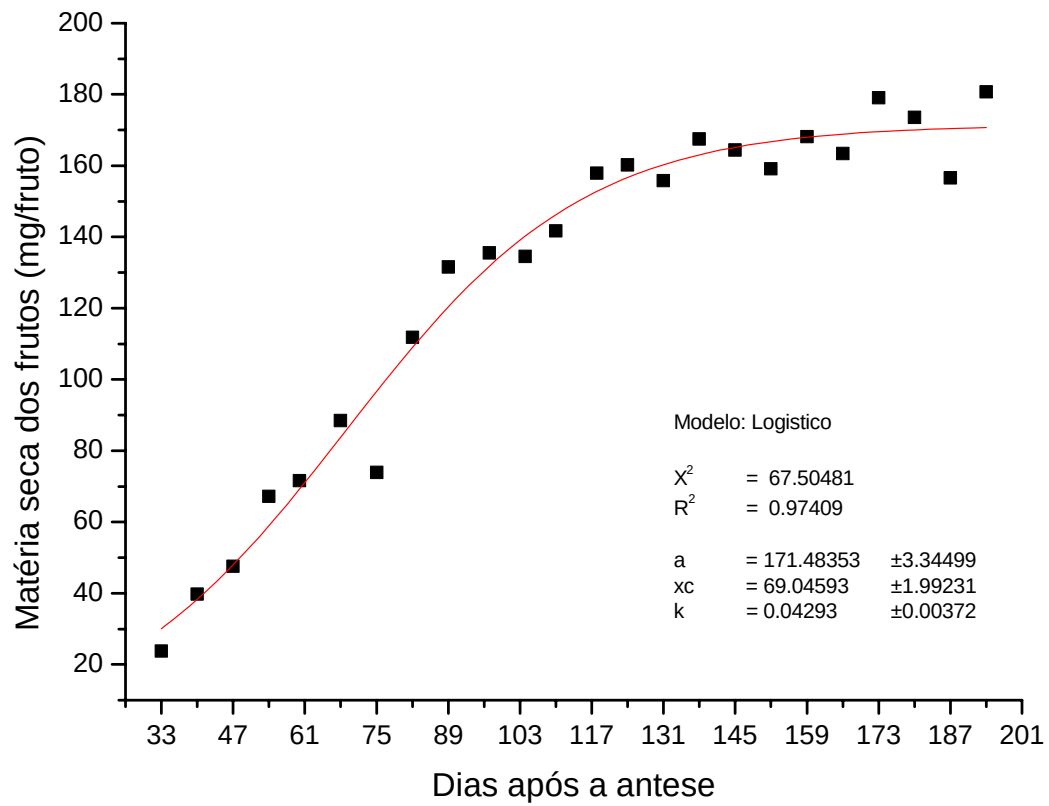


Figura 20. Equação logística das modificações ocorridas no acúmulo de matéria seca dos frutos de *Phoenix roebelenii* O'Brien.

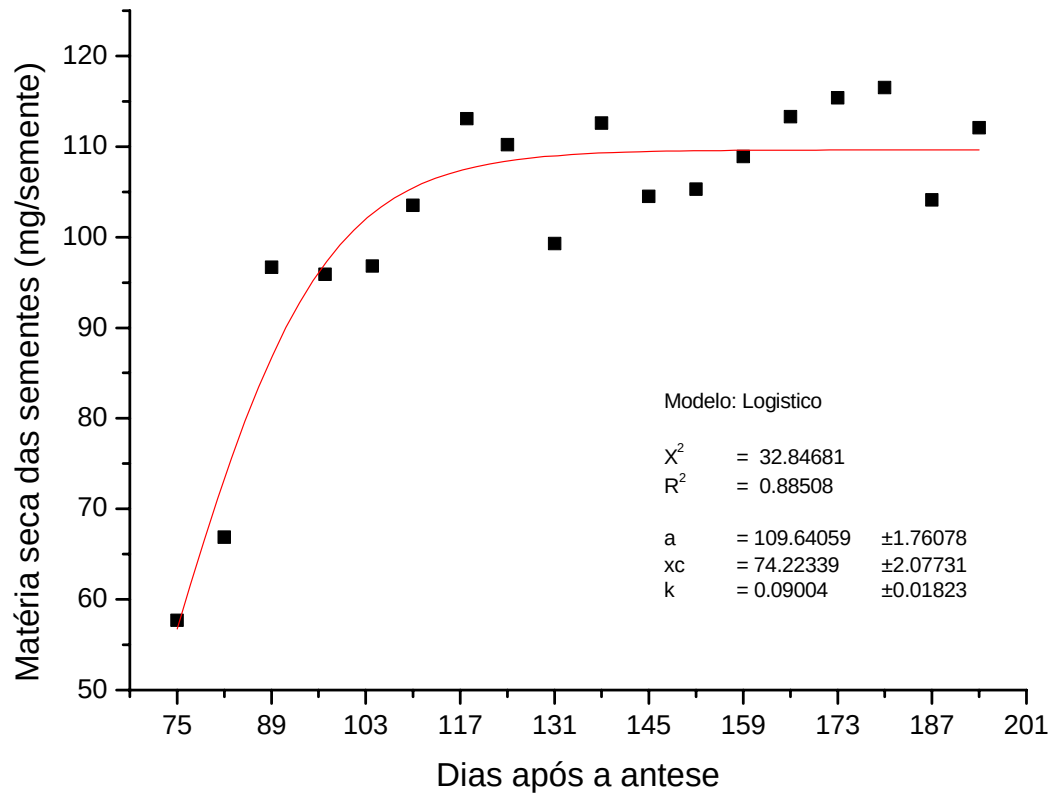


Figura 21. Equação logística das modificações ocorridas no acúmulo de matéria seca das sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien.

Ao se observar a equação logística das modificações ocorridas na porcentagem de germinação da tamareira-anã, Figura 22, percebeu-se que, a partir dos 68 d.a.a., houve um aumento acentuado na porcentagem de germinação até aos 96 d.a.a. (de 42% para 92,5%), quando então, a porcentagem de germinação aumentou muito pouco, até alcançar o máximo de 94% aos 117 d.a.a., mantendo-se estável até a última avaliação, aos 194 d.a.a.

No modelo logístico da Figura 23, os números referentes ao IVG apresentaram grande aumento desde o início do experimento, 68 d.a.a., até aos 117 d.a.a., e a partir desse momento, o IVG apresentou pequeno aumento até os 145 d.a.a., quando permaneceu estável.

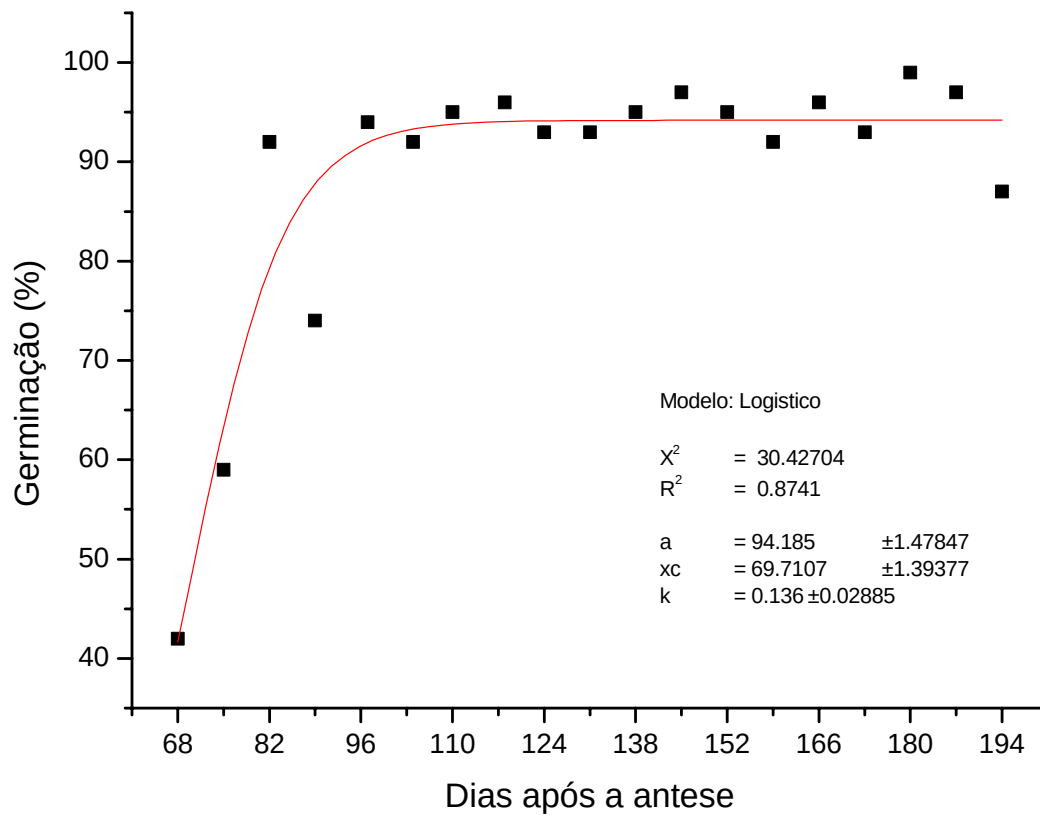


Figura 22. Equação logística da modificação ocorrida na porcentagem de germinação das sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien.

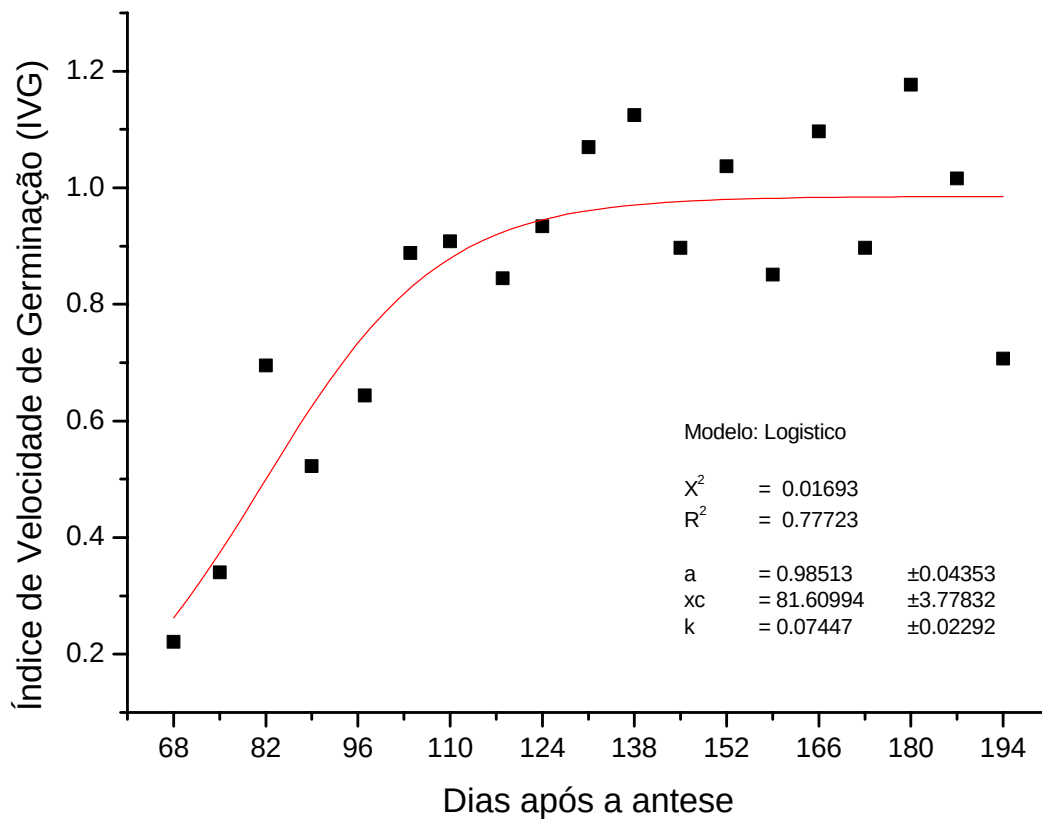


Figura 23. Equação logística das modificações ocorridas no índice de velocidade de germinação das sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien.

Considerando os fatores ambientais e a grande variabilidade genética dentro e entre plantas, pelos resultados obtidos, pode-se dizer que o ponto de maturidade fisiológica das sementes de *P. roebelenii* ocorreu aos 138 dias após a antese, uma vez que nessa fase de desenvolvimento, as sementes apresentaram uma das maiores

taxas de porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e maior acúmulo de matéria seca.

Resultados semelhantes foram obtidos por CHAPIN (1999), quando constatou que a maturação dos frutos de *P. loureiri* ocorreu aos 115 d.a.a., usando como um dos critérios, a mudança na coloração do epicarpo e o mesocarpo pastoso.

Como é comum na maioria das espécies vegetais, observou-se também em *P. roebelenii*, uma coincidência nos valores máximos de matéria seca, vigor (no caso, IVG), e porcentagem de germinação, estabelecendo-se uma relação entre essas características estudadas para a determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes.

Em relação ao comprimento dos frutos (Figura 11), o seu valor máximo ocorreu aos 138 d.a.a. (12,2 mm), mantendo-se assim até a última amostragem, aos 194 d.a.a. Entretanto, esse crescimento foi muito pequeno, quando comparado aos 89 d.a.a. (11,8 mm). Isso significa que esse não é um bom indicador da maturidade fisiológica da semente, pois a variação de tamanhos entre 89 e 138 d.a.a foi muito pequena. O mesmo aconteceu com o diâmetro dos frutos (Figura 12), pois o seu máximo foi atingido somente aos 180 d.a.a. (6,97 mm), porém pouco variou, comparando-se com os frutos aos 103 d.a.a (6,65 mm). Esses resultados estão de acordo com o trabalho realizado por MELO (2001) com *Attalea funifera*, no qual o comprimento e o diâmetro dos frutos não foram bons indicadores da maturidade fisiológica das sementes.

Estudando-se as curvas das Figuras 19 e 21, pôde-se perceber que os valores máximos da matéria verde das sementes, aos 117 d.a.a. (171 mg/semente) e seca aos 131 d.a.a. (109 mg/semente) ocorreram com uma diferença de apenas duas semanas. Esses resultados diferenciam-se daqueles obtidos por DEMANSON et al. (1989), em que sementes de *Phoenix dactilifera* apresentaram aumento na matéria verde até os 119 dias após a polinização, enquanto que a matéria seca elevou-se até os 203 dias.

A média da matéria verde de cada semente aos 138 d.a.a., foi de 171 mg, assim, mil unidades pesavam 171 gramas e 1 kg continha 5848 sementes. Esses números foram próximos daqueles obtidos por IOSSI (2002), que usando frutos preto-violáceos,

obteve 151,5 mg/semente e 6600 unidades/kg. Todavia, esses números são diferentes daqueles apresentados por LORENZI et al. (2004), com 3663 unidades/kg.

O máximo acúmulo de matéria seca da semente (Figura 21), atingido aos 131 d.a.a., foi simultâneo ao início do menor teor de água da semente (Figura 17), que ocorreu também aos 138 d.a.a. (36,5%), apresentando, esse último, uma certa estabilidade em seguida.

Após observações visuais nas alterações da coloração dos frutos *P. roebelenii*, conforme a Figura 24, notou-se que até os 103 d.a.a., havia frutos de coloração verde, ocorrendo, nesse momento, aproximadamente 50% de frutos vermelho-violáceos. Essa diferença na coloração entre frutos, certamente, deve-se à variabilidade genética dentro e entre plantas dessa espécie, bem como ao fato de numa mesma ráquis existirem frutos com desenvolvimento variado, independentemente da sua posição na ráquila. Aos 110 d.a.a., quase todos os frutos já apresentavam cor vermelho-violácea, sendo que essa coloração, com pequenas variações de tonalidades persistiu em alguns frutos até os 194 d.a.a. A partir dos 187 d.a.a., observaram-se também frutos preto-violáceos e alguns desses frutos com o pericarpo enrugado, apresentando-se na forma de uma massa pastosa quando pressionado contra os dedos. Apesar de não terem sido feitas avaliações após os 194 d.a.a, observou-se que os frutos com o pericarpo seco permaneciam nos cachos (Figura 25).

Essas variações, quanto à coloração dos frutos, ocorridas durante todo o processo de maturação, não são um parâmetro preciso para indicar o ponto de maturidade fisiológica das sementes, que ocorreu aos 138 d.a.a., pois a mesma coloração vermelho-violácea do epicarpo, ocorreu em alguns frutos, desde os 110 d.a.a. até os 194 d.a.a. Porém, a coloração preto-violácea do epicarpo, pode ser útil para indicar o período adequado de colheita dos frutos.



Figura 24. Variação na cor do epicarpo dos frutos de *P. roebelenii* O'Brien.



Figura 25. Frutos de *P. roebelenii* O'Brien após os 194 d.a.a.

Conseqüentemente, pode-se dizer que a maturidade dos frutos foi alcançada aos 187 d.a.a., aproximadamente. Esses dados são similares aos apresentados por NDON & REMISON (1983), nos quais as sementes de *Elaeis guineensis* do tipo tenera atingiram a maturidade fisiológica entre os 105 e 110 dias, enquanto que somente a partir dos 150 d.a.a. o exocarpo do fruto e o mesocarpo estavam fisiologicamente maduros.

Ao se comparar os resultados das sementes quanto aos máximos de matéria verde (117 d.a.a.) e seca (131 d.a.a.), Figuras 19 e 21, verificou-se que esses valores foram observados próximos aos maiores valores de matéria verde dos frutos (117 d.a.a.) e seca (138 d.a.a.). Nesta fase de desenvolvimento, aos 138 d.a.a., a maioria dos frutos apresentava coloração vermelho-violácea, não tendo atingido ainda a coloração preto-violácea, apesar de ter alcançando o máximo desenvolvimento. Esse trabalho confirma os estudos realizados por COOMBE (1976), com frutos carnosos, nos quais a maturidade das sementes pode ocorrer antes da dos frutos.

Os resultados corroboram as afirmações de MEEROW (1991), de que a maioria das sementes de palmeiras pode ser coletada quando os frutos estão completamente maduros, entendendo-se como esse momento, para *P. roebelenii*, como aquele em que o fruto apresenta coloração preto-violácea.

Apesar de as sementes de *P. roebelenii* poderem ser colhidas quando os frutos estiverem completamente maduros, pode-se fazer a colheita aos 138 d.a.a., pois nesse momento a semente atinge o seu ponto de maturidade fisiológica, não necessitando de permanecer mais tempo na planta matriz, nas condições ambientais observadas durante esse estudo.

5. CONCLUSÕES

Nas condições do estudo, concluiu-se que a morfologia das flores masculinas, femininas e dos grãos de pólen de *P. roebelenii* é bastante homogênea e confiável, podendo ser usada para o reconhecimento e identificação dessa espécie, além de fornecer subsídios para estudos da sua biologia floral e reprodutiva.

O ponto de maturidade fisiológica das sementes de *P. roebelenii* ocorreu aos 138 dias após antese, no qual coincidem os máximos de germinação, IVG e matéria seca das sementes. A colheita dos frutos pode ser retardada até os 194 dias após a antese, sem perda da qualidade fisiológica das sementes.

A coloração dos frutos não é um bom indicador do ponto de maturidade fisiológica das sementes.

A coloração preto-violácea dos frutos é um bom parâmetro para revelar o período adequado de colheita dos frutos.

Os teores de água de 57,5% dos frutos e 36,5% das sementes poderão ser usados como parâmetros indicadores do ponto de maturidade fisiológica da semente, devendo-se levar em conta as condições climáticas. Entretanto, os dados biométricos das sementes e dos frutos não são bons indicadores.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. F. A.; BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R. Germinação de sementes de palmeira-ráfia: efeitos do estágio de maturação dos frutos, da temperatura, da luz e do substrato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 13., 2001, São Paulo. **Resumos...** p. 71.
- ALVES, M. R. P.; DEMATTÊ, M. E. S. P. **Palmeiras:** características botânicas e evolução. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 129 p.
- ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 27. 1999, CD-ROM. Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, T025-3.
- BARBOSA, J. M. **Maturação de sementes de *Copaifera langsdorfii* Desf.** 144 f. Tese (Doutorado em Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.
- BARROS, A. S. R. Maturação e colheita de sementes. In: CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R. (Coord.). **Atualização em produção de sementes.** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 107-134.
- BARROW, S. In search of *Phoenix roebelenii*: the Xishuangbanna Palm. **Principes**, Miami, v. 38, n. 4, p. 177-181, 1994.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds:** physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BINO, R. J.; JALINK, H.; OLUOCH, M.O. Seed research for improved technologies. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. esp, p. 19-26, 1998.
- BORCHSENIUS, F. *Geonoma irena* (Arecaceae), a new species from western Ecuador. **Palms**, Florida, v. 16, n. 6, p. 605-608, 1996.
- BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v. 21, p. 1105-1112, 1986.

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- BROSCHAT, T.K.; DONSELMAN, H. Palm seed storage and germination studies. **Principes**, Lawrence, v. 32, n. 1, p. 3-12, 1988.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed., Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CHAPIN, M. H. Flowering and fruiting phenology in certain palms. **Palms**, Miami, Florida, v. 43, n. 4, p. 161-165, 1999.
- COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, p. 507-528, 1976.
- DAMIÃO FILHO, C. F.; MÔRO, F. V. **Morfologia externa das espermatófitas**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 101 p.
- DEMANSON, D. A.; SEKHAR, C. K. N.; HARRIS, M. Endosperm development in the date palm (*Phoenix dactilifera*) (Arecaceae). **American Journal of Botany**, Columbus, v. 76, n. 9, p. 1255-1265, 1989.
- HENDERSON, A. et al. **Field guide to the palms of the Americas**. Princeton: Princeton Univ. Press, 1995. 351 p.
- HOFFMAN, R.; VIEIRA, S. **Análise de Regressão**. EDUSP, São Paulo, 1977. 339p.
- IOSSI, E. **Morfologia e germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O' Brien)**. 2002. 41 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- IOSSI, E.; SADER, R.; PIVETTA, K. F. L.; BARBOSA, J. C. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 63-69, 2003.
- KAHN, F.; GRANVILLE, J. J. *Astrocaryum minus*, rediscovery in French Guiana. **Palms**, Florida, v. 42, n. 3, p. 171-178, 1998.
- LIN, S. S. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto do palmitreiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 57-66, 1986.

- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; COSTA, J. T. M.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Plantarum, 2004. 416 p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MEEROW, A. W. **Palm seed germination**. Gainesville: Florida Cooperative Extension Service, 1991. 10 p. (Bulletin, 274).
- MELO, J. R. V. **Maturação, germinação e armazenamento de sementes de piaçaveira (*Attalea funifera* Mart.)**. 2001. 115 f. Tese (Doutorado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.
- NDON, B. A.; REMISON, S. U. Development of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) fruits. I. Dry matter accumulation. **Journal of the Nigerian Institute for Oil Palm Research**, Benin City, v. 6, n. 24, p. 367-377, 1983.
- PASSOS, E. E. M. **Influência da maturação do fruto na germinação da semente de coco**. Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1998. 3 p. (Comunicado Técnico, 27).
- PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 215-274.
- SILVA, M. A. S.; CASTELLANI, E. D.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Effect of fruit maturation stage and light on seed germination of *Aiphanes aculeata*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ORNAMENTAL PALMS & OTHERS MONOCOTS FROM THE TROPICS, 2. **Proceedings...** Tenerife: ISHS, 1999. p. 486.
- SUDHERSAN, C.; ABO EL-NIL, M. Occurrence of hermaphroditism in the male date palm. **Palms**, Florida, v. 43, n. 1, p. 18-19, 48-50, 1999.
- UHL, N. W.; DRANSFIELD, J. **Genera Palmarum: a classification of palms based on the work of Harold E. Moore, Jr.** Lawrence: Allen Press, 1987. p. 215.
- WUIDART, W.; LAMOTHE, N. **Maturité des semences de cocotier et germination**. Oleagineux, Montpellier, v. 36, n. 11, p. 549-553, 1981.