

## Germinação de Sementes de Palmeiras com Potencial para Produção de Agroenergia



ISSN 1517-5111

Outubro, 2008

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Documentos 229***

# **Germinação de Sementes de Palmeiras com Potencial para Produção de Agroenergia**

*Caroline Jácome Costa  
Edilene Carvalho Santos Marchi*

Embrapa Cerrados  
Planaltina, DF  
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

[sac@cpac.embrapa.br](mailto:sac@cpac.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretária-Executiva: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

Equipe de revisão: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

*Francisca Elijani do Nascimento*

*Jussara Flores de Oliveira Arbuê*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Ilustrações: *Wellington Cavalcanti*

Editoração eletrônica: *Wellington Cavalcanti*

Capa: *Wellington Cavalcanti*

Foto(s) da capa: *Geri Eduardo Meneghello e Nilton Tadeu V. Junqueira*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Sousa*

*Alexandre Moreira Veloso*

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

**1ª edição**

1ª impressão (2008): tiragem 100 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Embrapa Cerrados**

---

C837g Costa, Caroline Jácome.

Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia / Caroline Jácome Costa, Edilene Carvalho Santos Marchi. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2008.

35 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111 ; 229).

1. Bioenergia. 2. Planta oleaginosa. I. Costa, Caroline Jácome.  
II. Marchi, Edilene Carvalho Santos. III. Título. IV. Série.

---

584.5 - CDD 21

© Embrapa 2008

# **Autores**

## **Caroline Jácome Costa**

Engenheira Agrônoma, D.Sc.

Pesquisadora, Embrapa Cerrados

caroline.costa@cpac.embrapa.br

## **Edilene Carvalho Santos Marchi**

Engenheira Agrônoma, D.Sc.

Bolsista CNPq

edilenemarchi@yahoo.com.br

# Apresentação

O Brasil abriga 37 gêneros e 387 espécies de palmeiras, sendo muitas delas consideradas de importância econômica, social e ambiental. As palmeiras podem apresentar os mais diversos usos, seja na alimentação humana e animal, na ornamentação de ambientes, no artesanato, no fornecimento de materiais utilizados em construções rurais, e, ainda, como fonte de matérias-primas para a elaboração de produtos de alto valor agregado, como óleos vegetais empregados na indústria química.

Atualmente, o potencial das palmeiras como fontes alternativas potenciais de matérias-primas para produção de agroenergia vem sendo reforçado em virtude, sobretudo, do lançamento do Programa Nacional de Agroenergia e do Plano Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, que prevê o aproveitamento das potencialidades regionais para a consolidação da produção de biocombustíveis no País.

A prioridade de alocação de investimentos do governo federal em pesquisa, desenvolvimento e inovação voltados para espécies de palmeiras oleaginosas com potencial para produção de agroenergia está concentrada em um número restrito de espécies. Destas, duas apresentam ampla ocorrência natural em áreas de Cerrado: a macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) e o babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.). Entretanto, a despeito de seu potencial como

fontes de matérias-primas para a produção de agroenergia e de sua importância social, predomina a escassez de informações botânicas, ecológicas e agrônômicas que possibilitem sua incorporação em sistemas de produção.

Informações existentes sobre a germinação de sementes de palmeiras e métodos para superação da dormência são incipientes para permitir a produção comercial de mudas, o que dificulta não apenas a inserção dessas espécies em sistemas de produção, mas o próprio estabelecimento de estudos que visem avaliar a viabilidade técnica e econômica da exploração das mesmas.

Esta publicação teve por objetivo reunir e organizar o conhecimento existente relacionado à germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia, como forma de auxiliar futuras atividades de pesquisa que se dediquem a explorar o tema.

*José Robson Bezerra Sereno*  
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

# Sumário

Introdução.....	9
O Processo de Germinação.....	13
Dormência em Sementes.....	14
Germinação de Sementes de Palmeiras .....	15
Características Gerais das Sementes de Palmeiras .....	16
Maturidade e Viabilidade das Sementes de Palmeiras .....	17
Tipos de Germinação de Sementes de Palmeiras.....	19
Métodos Empregados para Acelerar a Germinação de Sementes de Palmeiras Oleaginosas .....	21
Considerações Finais .....	27
Referências .....	29
Abstract.....	35

# Germinação de Sementes de Palmeiras com Potencial para Produção de Agroenergia

---

*Caroline Jácome Costa*

*Edilene Carvalho Santos Marchi*

## Introdução

A crescente preocupação ambiental relacionada às mudanças climáticas globais e a busca por alternativas que reduzam as emissões de gases causadores do efeito estufa intensificaram as ações internacionais voltadas ao desenvolvimento de programas de substituição dos combustíveis fósseis por combustíveis produzidos a partir de fontes renováveis, como o biodiesel. No Brasil, o lançamento do Plano Nacional de Agroenergia (PNA), em 2006, e a consolidação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) estabeleceram um marco para as ações públicas e privadas de geração de conhecimento e tecnologias que contribuam para a produção sustentável de energia no País.

Um dos principais desafios estabelecidos pelo PNA é maximizar o aproveitamento das potencialidades regionais e a obtenção do benefício social da produção do biodiesel, aplicando a tecnologia tanto às culturas tradicionais – soja, amendoim, girassol, mamona e dendê –, quanto às novas – como pinhão-manso, nabo forrageiro, pequi, buriti, macaúba e grande variedade de oleaginosas a serem exploradas. Nesse sentido, a pesquisa deve intensificar estudos que auxiliem na domesticação de espécies nativas com potencial para produção de



óleo, priorizando arranjos produtivos que não desloquem os cultivos alimentares e nem avancem sobre áreas de florestas, a exemplo dos sistemas silvipastoris, das agroflorestas e do manejo extrativista sustentável.

O Brasil possui muitas espécies de palmeiras (família Arecaceae) com potencial para produção de agroenergia, notadamente, para a produção de biodiesel, o que favorece a diversificação das fontes de matérias-primas destinadas a abastecer o PNPB pelo aproveitamento das potencialidades regionais do País. Entre elas, o governo tem priorizado os investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação em cinco espécies: dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.), babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.), tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) e inajá (*Attalea maripa* (Aubl.) Mart.).

A família Arecaceae é constituída por mais de 2.500 espécies, distribuídas em 200 gêneros, predominantemente nos trópicos. Constitui a terceira família botânica economicamente mais importante, atrás apenas das famílias Poaceae e Fabaceae (JANICK; PAULL, 2006). O Brasil é apontado como o terceiro país mais rico em diversidade de palmeiras nativas, possuindo aproximadamente 37 gêneros e 387 espécies, sendo muitas delas consideradas de importância econômica, social e ambiental. Somente na Região Amazônica, os levantamentos atestam a presença de 32 gêneros e 232 espécies (VALOIS, 2008). Além disso, no País ocorrem outras palmeiras naturalizadas ou introduzidas, de grande valor atual e potencial, como é o caso do dendê, uma espécie africana introduzida no País e que se estabeleceu de forma subespontânea desde o litoral nordestino até o Rio de Janeiro. Anualmente, cada hectare de dendê pode render de 4 a 6 toneladas de óleo (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006). Além do dendê africano, no Brasil existe a ocorrência natural do dendê amazônico ou caiaué (*Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés), que, apesar da baixa produção de óleo, quando em cruzamento com a espécie africana, transmite ao híbrido interespecífico excelentes características, como estipe de porte

pequeno, melhor qualidade do óleo (rico em ácidos graxos insaturados), e resistência a condicionantes bióticos e abióticos (VALOIS, 2008).

Além do dendê, outras espécies de palmeiras nativas apresentam potencial para produção de agroenergia, como o babaçu, os tucumãs (*Astrocaryum* spp.), a macaúba e o inajá.

As áreas de ocorrência do babaçu se concentram nas regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste (SOLER et al., 2007), ocorrendo também no Suriname e na Bolívia (FRAZÃO, 2001). O Nordeste brasileiro possui uma área de cerca de 12 milhões de ha plantados com babaçu, sendo a maior concentração no Estado do Maranhão. Mensalmente, são extraídas em torno de 140.000 t de amêndoas desses babaçuais (LIMA et al., 2007). A espécie é considerada a maior fonte mundial de óleo de sementes silvestres para uso doméstico. A amêndoa do babaçu contém entre 60 % e 70 % de óleo, rico em ácido láurico, à semelhança do óleo de dendê. Entretanto, a amêndoa representa apenas 6 %-10 % do peso fresco dos frutos, de forma que a produção potencial de óleo é pequena, de aproximadamente 90 Kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> a 150 Kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (BALICK; PINHEIRO, 2008). Dessa forma, o baixo conteúdo de óleo no fruto direciona o uso do babaçu, principalmente, para co-geração de energia pela utilização da polpa, de alta densidade, capaz de substituir o carvão vegetal.

O *Astrocaryum aculeatum* Meyer parece ser nativo do Amazonas, sendo encontrado nos estados brasileiros do Acre, Rondônia, Roraima, Pará e Mato Grosso, além das Guianas, Venezuela, Colômbia, Peru e Bolívia (CAVALCANTE, 1991; KAHN; MILLÁN, 1992). É conhecido como tucumã, tucumã-do-amazonas ou tucumã-açu. Seu cultivo na própria região amazônica é inexpressivo, embora a espécie seja aparentemente pouco exigente quanto à fertilidade do solo e não apresente problemas fitossanitários. Entre os fatores que contribuem para essa situação estão, provavelmente, a dificuldade na germinação das sementes e a impossibilidade de propagação vegetativa (SÁ, 1984; FERREIRA; GENTIL, 2006).

Além do *A. aculeatum*, outras espécies do gênero apresentam potencial para produção de óleo, como o *A. aculeatissimum* (Schott) Burret (tucum-verdadeiro) e *A. murumuru* Mart. (murumuru).

A macaúba é uma palmeira nativa do Cerrado brasileiro; é considerada uma espécie pioneira, comum em áreas que sofreram intervenção antrópica recente, principalmente pastagens, sendo menos comum em matas nativas fechadas (MOTTA et al., 2002). É considerada a palmeira de maior dispersão no País, com ocorrência de povoamentos naturais em quase todo o território, concentrando-se nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, onde ocupa amplas áreas de Cerrado (HENDERSON et al., 1995). Ao contrário do dendê, que exige condições edafoclimáticas específicas e quantidades elevadas de fertilizantes, a macaubeira adapta-se em regiões de altitude entre 500 m a 1.000 m, com índices pluviométricos inferiores a 1.500 mm e temperaturas na faixa de 15 °C a 35 °C. Entretanto, pode ser encontrada em altitudes de até 1.600 m e em locais onde ocorrem geadas leves, como no sul dos estados de Minas Gerais e São Paulo. A produção atual baseia-se em plantas nativas, não existindo ainda plantio comercial conhecido. Estima-se que, num plantio comercial hipotético, com 100 plantas ha<sup>-1</sup>, pode-se obter uma produção anual de 1.500 Kg.ha<sup>-1</sup> a 2.300 Kg.ha<sup>-1</sup> de óleo, ou mais, dependendo das matrizes selecionadas (BRASIL, 1985). Entretanto, trabalhos realizados por Wandeck e Justo (1982) mostram que a espécie apresenta potencial para produzir mais de 6.000 Kg.ha<sup>-1</sup> de óleo, anualmente.

O inajá ocorre em vastas áreas na Região Amazônica (PINTAUD, 2008), desenvolvendo-se bem em vegetação secundária e áreas desmatadas (HENDERSON et al., 1995). Seus frutos podem ser usados na alimentação humana, e da polpa pode ser extraído óleo comestível. As sementes também podem fornecer óleo, cujas características são muito semelhantes às do óleo de dendê, com vantagem para o inajá, por apresentar maior rendimento em óleo e menor acidez (SERRUYA et al., 1979).

O aproveitamento do potencial dessas palmeiras para a geração de agroenergia, entretanto, é limitado pela dificuldade de produção de

mudas. As informações existentes sobre a germinação de sementes de palmeiras e métodos para superação da dormência ainda são incipientes para permitir a produção comercial de mudas. Além disso, à exceção do dendê, predomina a escassez de informações botânicas, ecológicas e agrônômicas que possibilitem a incorporação dessas espécies em sistemas de produção.

## O Processo de Germinação

A germinação é um processo biológico caracterizado por uma seqüência ordenada de eventos bioquímicos, morfológicos e fisiológicos que resulta na retomada do crescimento do embrião da semente, culminando com a emergência radicular (BEWLEY; BLACK, 1994).

O processo germinativo é influenciado por fatores externos e internos (dormência, inibidores e promotores da germinação) às sementes, que podem atuar isoladamente ou em interação com os demais (NASSIF et al., 1998). Os principais fatores ambientais que influenciam a germinação das sementes são oxigênio, temperatura, luz e água, sendo este último o fator que exerce maior influência (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), por estar envolvido direta ou indiretamente em todas as etapas do processo. Sua participação é decisiva para a ativação enzimática, solubilização e transporte de reservas, e como reagente em si, principalmente na digestão hidrolítica das substâncias de reserva armazenadas na semente. A absorção de água pelas sementes contribui para enfraquecer o tegumento, intensificar a atividade respiratória, favorecer as trocas gasosas e induzir a atividade e síntese de enzimas e hormônios. A entrada de água nas sementes promove modificações na estrutura e propriedades das paredes celulares do embrião, que aumenta seu volume e consegue penetrar os tecidos adjacentes, resultando na protrusão radicular (BEWLEY; BLACK, 1994).

A temperatura, por sua vez, afeta a germinação total, a velocidade de germinação, a velocidade de absorção de água e as reações bioquímicas que determinam o processo germinativo. A germinação

ocorre em determinada faixa de temperatura, variável conforme a espécie. Desse modo, existem temperaturas mais apropriadas para a germinação, assim como temperaturas limitantes (LABORIAU, 1983; BASKIN; BASKIN, 1998).

As sementes podem também requerer luz e nutrientes para que a germinação possa se completar. Os sinais do ambiente são traduzidos em sinais internos na semente que, assim, inicia o processo de germinação. Os sinais externos (ambientais) percebidos pelas sementes desencadeiam sinais internos ao nível molecular, que podem induzir a ativação ou a inativação de compostos e (ou) reações metabólicas diversas (CASTRO; HILHORST, 2004).

## **Dormência em Sementes**

A dormência é um fenômeno em que as sementes não germinam mesmo quando expostas a condições ambientais favoráveis, por causa da ação de fatores internos ou causas determinadas pela própria semente (BEWLEY; BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005), sendo considerado um mecanismo que distribui a germinação no tempo e no espaço para favorecer e garantir a sobrevivência das espécies (MURDOCH; ELLIS, 2000). No entanto, é um mecanismo limitante, do ponto de vista da implantação de cultivos comerciais, porque induz grande desuniformidade entre as plântulas, em razão do escalonamento da emergência no tempo, o que afeta negativamente o desempenho dos lotes de sementes no campo (MARCOS FILHO, 2005) e, no caso de espécies perenes, pode dificultar a obtenção comercial de mudas.

A dormência em sementes pode ser classificada em dois grupos: endógena e exógena. A dormência endógena, ou embrionária, é causada por algum bloqueio à germinação relacionado ao próprio embrião, que, eventualmente, pode envolver tecidos extra-embriônicos, e pode ser dividida em: fisiológica, morfológica e morfofisiológica. A dormência exógena, ou extra-embriônica, é causada pelo tegumento, pelo endocarpo, pelo pericarpo e (ou) órgãos extra-florais, em geral com pouca ou nenhuma participação direta do embrião em sua superação.

Em geral, os mecanismos associados a essa modalidade de dormência estão relacionados à impermeabilidade, ao efeito mecânico e (ou) à presença de substâncias inibidoras dos tecidos, podendo ser dividida em física, química ou mecânica (CARDOSO, 2004).

Diversas espécies de palmeiras possuem dormência, notadamente relacionada à impermeabilidade à penetração de água para o embrião e endosperma (PINHEIRO, 1986).

## Germinação de Sementes de Palmeiras

A maioria das espécies de palmeiras não dispõe de mecanismos naturais de propagação vegetativa, de modo que sua multiplicação ocorre, principalmente, através de sementes (KIEM, 1958). Entretanto, a germinação de sementes de palmeiras tem sido apontada como lenta, irregular e freqüentemente baixa (MEEROW, 1991), podendo exibir diferentes graus de dormência. Para a espécie, o escalonamento da germinação ao longo do tempo é uma estratégia para fugir de condições climáticas adversas e da herbivoria (BRAUN, 1968). Entretanto, essas características dificultam a propagação convencional das palmeiras de interesse econômico.

A dormência em sementes de palmeiras varia consideravelmente entre as diferentes espécies. Existem desde espécies que exibem mecanismos pronunciados de dormência, como é o caso de sementes dos gêneros *Acrocomia* e *Elaeis*, até espécies cujas sementes germinam prontamente, não requerendo quaisquer procedimentos especiais para a obtenção de mudas, como é o caso das sementes do coqueiro-da-bahia (*Cocos nucifera* L.). De modo geral, entretanto, o tempo médio requerido para a germinação da maioria das sementes de palmeiras, sob condições naturais, é superior a um ano.

Um levantamento realizado por Koebernik (1971) registrou o tempo médio de germinação de mais de 200 espécies de palmeiras, provenientes de várias partes do mundo, das quais 54 % germinaram

após mais de 100 dias e 19 % necessitaram de mais de 200 dias. De acordo com esse levantamento, para a germinação das sementes de tucumã e macaúba são necessários 1.044 dias e 878 dias, respectivamente.

## Características Gerais das Sementes de Palmeiras

As sementes de palmeiras variam quanto ao tamanho, formato e coloração. Muitas palmeiras apresentam sementes menores que 63 mm de diâmetro, enquanto a maior semente do mundo é oriunda de uma palmeira conhecida como coco-do-mar das Ilhas Seychelles (*Lodoicea maldivica* (J. F. Gmelin) Persoon), que pode atingir cerca de 50 cm de comprimento e peso superior a 20 Kg (SODRÉ, 2002).

As sementes apresentam forma arredondada ou alongada, e sua superfície pode ser lisa ou rugosa. As sementes são envolvidas pelo endocarpo (Fig. 1), a camada mais interna dos frutos que, em algumas espécies, pode apresentar-se como um revestimento rígido, lignificado e impermeável ao ar e à água, o que impõe uma barreira mecânica à germinação da semente (MEEROW, 1991).

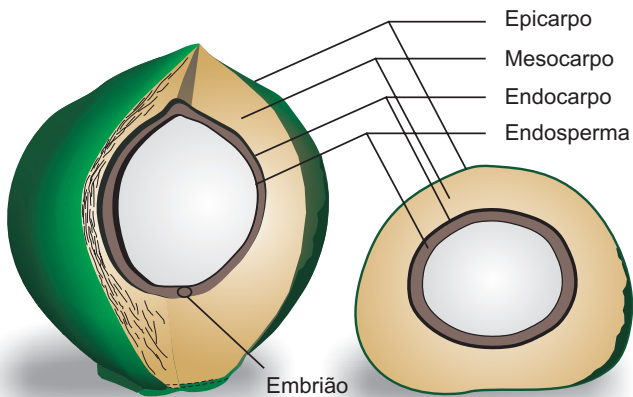


Fig. 1. Corte transversal e longitudinal de um fruto de coco, *Cocos nucifera* L.  
Fonte: MEEROW, 1991.

De modo geral, o embrião das sementes de palmeiras é pequeno, cilíndrico e pode ser basal, quando localizado próximo à micrópila ou ao ponto de inserção da semente, ou apical, quando situado do lado contrário, ou lateral, conforme Fig. 2 (PINHEIRO, 1986).

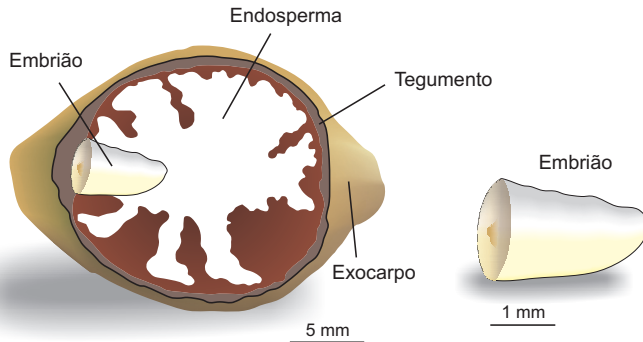


Fig. 2. Partes componentes de um fruto de palmeira.

Fonte: CHARLO et al., 2006.

## Maturidade e Viabilidade das Sementes de Palmeiras

A germinação de sementes de palmeiras pode ser grandemente influenciada pelo estágio de maturação dos frutos, os quais devem ser colhidos quando estiverem completamente maduros, para fins de semeadura, visto que, de modo geral, sementes frescas, recém-colhidas, condicionam a obtenção de maior percentagem de germinação (JORDAHN, 1957 ; LOOMIS, 1958; RAUCH et al., 1982; BROCHAT; DONSELMAN, 1987, 1988; MEEROW, 1991; BROCHAT, 1994; MACIEL DE SOUSA, 1995; MACIEL, 1996; SILVA et al., 1999).

Para algumas espécies, entretanto, maiores percentagens de germinação são obtidas em sementes provenientes de frutos não completamente maduros, provavelmente em razão da presença de inibidores encontrados nos tecidos dos frutos maduros ou do aumento da impermeabilização do tegumento das sementes (BROCHAT; DONSELMAN, 1987; MACIEL, 2001). Desse modo, diferentemente



da maioria das espécies de palmeiras, sementes originadas de frutos verdes do coqueiro-gerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman) e da palmeira-imperial-de-cuba (*Roystonea regia* (H.B.K.) O. F. Cook) germinam melhor do que aquelas provenientes de frutos maduros (BROSCHAT; DONSELMAN, 1987).

Alguns critérios podem ser utilizados para indicar o estágio de maturação dos frutos, como: coloração do epicarpo, consistência do mesocarpo, momento no qual os frutos caem no chão, ou deiscência (CHAPIN, 1999; MACIEL, 2001). Em geral, recomenda-se que as sementes sejam semeadas logo após a colheita, para evitar redução na viabilidade das mesmas (DONSELMAN, 1982; MEEROW, 1991). Sementes de muitas espécies de palmeiras perdem a viabilidade dentro de 3 a 6 semanas após a colheita (BROSCHAT, 1994), enquanto outras podem permanecer viáveis por mais de um ano, se estocadas adequadamente (MEEROW, 1991). Entretanto, a viabilidade das sementes pode variar entre plantas da mesma espécie e de ano para ano, na mesma planta.

As sementes de palmeiras podem ser agrupadas em três classes, conforme o tempo em que permanecem viáveis (DE LEON, 1958). Sementes de espécies de palmeiras originárias de regiões subtropicais, de áreas que apresentam estações secas e úmidas ou quentes e frias bem definidas e que apresentam o endocarpo espesso permanecem viáveis por maior período de tempo. Essas espécies incluem os gêneros *Acrocomia*, *Archontophoenix*, *Arecastum*, *Arikuryroba*, *Attalea*, *Borassus*, *Brahea*, *Chamaerops*, *Coccothrinax*, *Colpothrinax*, *Copernicia*, *Dictyosperma*, *Elaeis*, *Erythea*, *Howeia*, *Hyphaene*, *Jubaea*, *Mascarena*, *Nannorhops*, *Opsiandra*, *Orbignya*, *Paurotis*, *Phoenix*, *Pseudophoenix*, *Rhapis*, *Sabal*, *Scheelea*, *Serenoa*, *Syagrus*, *Thrinax*, *Trachycarpus* e *Triptrinax*. Espécies de palmeiras tropicais originárias de regiões nas quais as alterações na temperatura e no regime hídrico não são tão acentuadas, assim como de áreas permanentemente alagadas, apresentam sementes de vida curta, que permanecem viáveis por períodos de 2 a 3 semanas. Representantes dessas espécies podem ser encontrados nos gêneros *Actinorhynchis*, *Areca*, *Balaka*, *Bentinckia*,

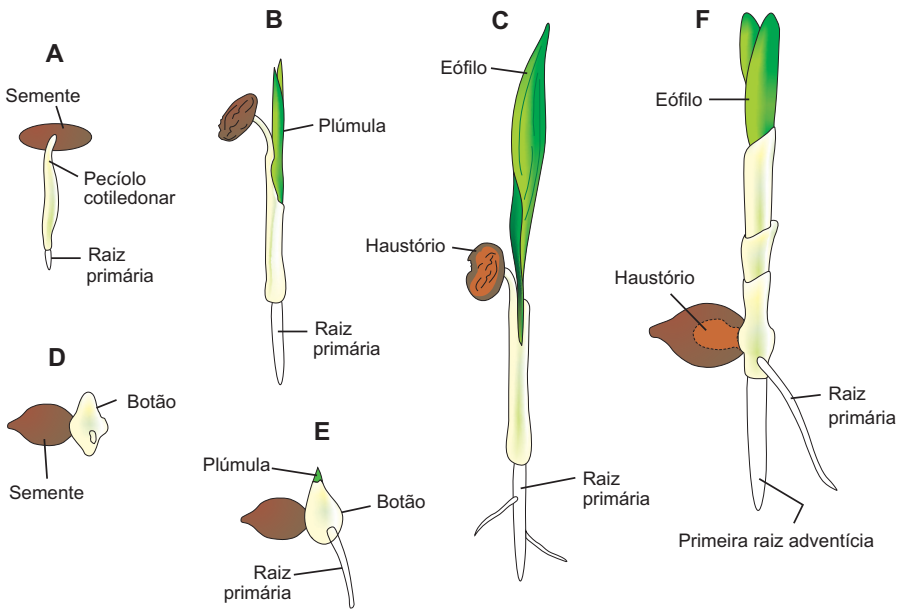
*Bismarckia, Calyptrocalyx, Calyptronoma, Chambeyronia, Clinostigma, Cyrtostachys, Didymosperma, Drymophloeus, Eugeissona, Euterpe, Gronophyllum, Iguanura, Iriartea, Jessenia, Linospadix (Bacularia), Loxococcus, Mauritia, Metroxylon, Nenga, Normanbya, Nypa, Oenocarpus, Oncosperma, Orania, Pinanga, Podococcus, Ptychoraphis, Raphia, Rhopaloblaste, Roscheria, Salacca, Socratea, Stevensonia, Veitchia, Verschaffeltia e Wettinia.* Essas são as sementes mais problemáticas do ponto de vista da manutenção da viabilidade ao longo do armazenamento. Existem, por outro lado, sementes de espécies tropicais que apresentam comportamento intermediário entre as duas classes anteriores, podendo permanecer viáveis por 4 a 6 semanas. Os gêneros pertencentes a essa classe são: *Aiphanes, Arenga, Astrocaryum, Bactris, Caryota, Chamaedorea, Chrysalidocarpus, Corypha, Cryosophila, Diplothemium, Geonoma, Heterospatha, Latania, Licuala, Livistona, Phytelephas, Pritchardia, Ptychosperma, Reinhardtia, Rhopalostylis, Roystonea e Synechanthus.*

A perda da viabilidade, de modo geral, ocorre em razão dos efeitos da desidratação das sementes sobre a integridade do embrião. A idade da semente e (ou) as condições predominantes durante seu transporte e armazenamento também podem influenciar a qualidade das sementes e, conseqüentemente, afetar a viabilidade e germinação (MEEROW, 1991).

## **Tipos de Germinação de Sementes de Palmeiras**

A germinação das sementes de palmeiras pode ser classificada em dois tipos, conforme o padrão de desenvolvimento das estruturas essenciais da plântula: germinação remota e germinação adjacente (Fig. 3). Nas sementes que apresentam germinação remota (Fig. 3A-C), o eixo embrionário expande-se, ocorre a emissão de uma estrutura a partir do cotilédone, denominada pecíolo cotiledonar (Fig. 3A), a partir da qual ocorrerá a emissão da raiz primária e parte aérea da plântula (Fig. 3B). O cotilédone permanece no interior da semente, funcionando como um órgão para absorção de nutrientes, denominado haustório (Fig. 3C). O haustório transfere nutrientes do endosperma para a plântula em

desenvolvimento. Em sementes de palmeiras com germinação remota, a raiz primária persiste por algum tempo e produz raízes laterais. Como exemplos de espécies que apresentam esse tipo de germinação, podem-se citar as palmeiras do Mediterrâneo, palmeira-de-leque-da-europa (*Chamaerops humilis* L.), palmeira-de-leque-da-china (*Livistona chinensis* (N. J. Jacquin) R. Brown ex Mart.), tamareira (*Phoenix* spp.) e palmeira-de-leque-do-México (*Washingtonia robusta* H. Wendl.) (MEEROW, 1991).



**Fig. 3.** Tipos de germinação em sementes de palmeiras: Germinação remota (A-C).

Estádio inicial da germinação, com a emissão do pecíolo cotiledonar e desenvolvimento inicial da raiz primária (A). Emissão da parte aérea da plântula (plúmula), a partir do pecíolo cotiledonar (B). Emissão da primeira folha (eófilo), raiz primária em alongamento e haustório no interior da semente, absorvendo nutrientes do endosperma (C). Germinação adjacente (D-F). Início da germinação, com emissão do botão germinativo (D). Emissão da raiz primária e parte aérea, a partir do botão germinativo (E). Emissão das primeiras folhas (eófilos), formação das primeiras raízes adventícias e substituição da raiz primária e presença do haustório no interior da semente (F).

Fonte: Meerow, 1991.

Nas sementes que apresentam germinação adjacente (Fig. 2D-F), somente uma pequena porção do cotilédone emerge da semente, que aparece como uma massa de células indiferenciadas na depressão micropilar da semente, conhecida como botão germinativo (Fig. 2D). Posteriormente, o botão germinativo torna-se cilíndrico, com a diferenciação dos primórdios caulinares e radiculares, sendo o primeiro envolto por uma bainha fechada (Fig. 2F). Nas palmeiras que apresentam esse tipo de germinação, a raiz primária é comumente diminuta e rapidamente substituída por raízes formadas a partir da base do eixo embrionário (raízes adventícias) (Fig. 2F). Assim como nas palmeiras de germinação remota, o haustório permanece na semente, transferindo reservas nutritivas do endosperma para a plântula em desenvolvimento (Fig. 2F). Como exemplo de palmeiras que apresentam esse tipo de germinação, podem ser citadas a pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) (SILVA et al., 2006), palmeira-real-australiana (*Archontophoenix alexandrae* (F. Mueller) H. Wendl. & Drude) (CHARLO et al., 2006) e tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) (GENTIL; FERREIRA, 2005).

## Métodos Empregados para Acelerar a Germinação de Sementes de Palmeiras Oleaginosas

Vários tratamentos têm sido empregados para promover a germinação de sementes de palmeiras, como remoção dos tecidos do fruto que envolvem as sementes (RAUCH, 1994; EHARA et al., 2001), imersão das sementes em água, escarificação das sementes, utilização de reguladores de crescimento, exposição das sementes à luz ou à radiação, estratificação fria ou quente ou, simplesmente, lavagem das sementes em água.

A remoção completa de partes do fruto que envolvem a semente é prática recomendada para promover a germinação de sementes nas espécies dos gêneros *Astrocaryum* (FERREIRA; GENTIL, 2006) e *Acrocomia* (YOCUM, 1964). Em geral, o endocarpo rígido é removido com o auxílio de martelo e de uma superfície de concreto, de modo que, com um impacto, esse endocarpo seja trincado ou completamente

removido para a obtenção da semente. Sementes com endocarpo mais frágil podem ser facilmente removidas pelas mãos (YOCUM, 1964). Ferreira e Gentil (2006) observaram que a simples remoção do endocarpo, seguida da embebição em água de sementes de tucumã, por 9 dias, favoreceu a germinação das sementes.

Muitos estudos têm sido conduzidos para demonstrar a relação entre temperatura e germinação. Sabe-se que, de todos os fatores, a temperatura é o que causa maior efeito na germinação de sementes viáveis. Não é surpreendente, portanto, o fato de que sementes de palmeiras de regiões tropicais ou de áreas desérticas germinem melhor em temperaturas entre 34 °C e 37 °C (ELLISON; ELLISON, 2001). Broschat e Donselman (1988) observaram que as sementes de dendê requerem temperaturas elevadas no substrato para reiniciarem a atividade metabólica.

Ao utilizarem a temperatura como fator para superação da dormência, Spera et al. (2001) observaram que sementes da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa* L.), armazenadas em sacos plásticos por um período de quatro meses e meio, sob temperatura de 20 °C, apresentaram um percentual de germinação superior a 90 %. A imersão de sementes de espécies dos gêneros *Acrocomia* e *Astrocaryum* em banho-maria (65 °C a 71 °C), por 2 a 3 semanas, também foi benéfica à germinação (LOOMIS, 1958). Há, portanto, indícios de que a hidratação e alta temperatura são essenciais para favorecer a germinação de sementes de palmeiras (FERWERDA, 1956; ODETOLA, 1974; HARTLEY, 1977; REES, 1962; 1965; ADDAE-KAGYAH et al., 1998).

O método de escarificação também é freqüentemente recomendado para facilitar a hidratação de sementes de palmeiras, sobretudo favorecendo a germinação de sementes envolvidas por endocarpo rígido (NAGAO et al., 1980; DOUGHTY et al., 1986; CARPENTER et al., 1994; PIVETTA et al., 2005; ROBINSON, 2007; YANG et al., 2007).

A seguir, serão relacionados, por espécie de palmeira com potencial para produção de óleo, os principais métodos disponíveis na literatura recomendados para favorecer a germinação das sementes. As informações estão sintetizadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Métodos utilizados para acelerar a germinação de sementes de palmeiras oleaginosas e período de viabilidade das sementes.

<b>Espécie</b>	<b>Nomes comuns</b>	<b>Métodos utilizados para acelerar a germinação</b>	<b>Período de viabilidade <sup>(1)</sup></b>	<b>Referências</b>
<i>Acrocomia</i> spp.	macaúba	imersão das sementes em banho-maria (65 °C a 70 °C), por 2 a 3 semanas	longo	Loomis (1958)
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	ariri, tucum-verdadeiro	remoção do epicarpo e mesocarpo e semeadura em areia a 30 °C, 35 °C ou 25 °C -35 °C	intermediário	Pivetta et al. (2006)
<i>Astrocaryum aculeatum</i> Meyer	tucumã	remoção do endocarpo, seguida da embebição das sementes em água, por 9 dias	intermediário	Ferreira e Gentil (2006)
<i>Astrocaryum</i> spp.	tucumã, tucum, murumuru	imersão das sementes em banho-maria (65 °C a 70 °C), por 2 a 3 semanas	intermediário	Loomis (1958)
<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	inajá	escarificação das sementes	longo	Martins et al. (1996)
<i>Elaeis guineensis</i> N. J. Jacquin	dendê	remoção do pericarpo, pré-hidratação das sementes e condicionamento a 38 °C-42 °C, durante 30 a 80 dias	longo	Ferwerda (1956); Odetola (1974); Hartley (1977); Rees (1962; 1965); Addae-Kagyah et al. (1998)
<i>Orbignya phalerata</i> Mart.	babaçu	– remoção do endocarpo e imersão das sementes em água, por 10 dias – escarificação mecânica, seguida da imersão das sementes em água, por 7 dias	longo	Gehlsen (1937); Frazão e Pinheiro (1981; 1982); Pinheiro (1986)

<sup>1</sup>Conforme classificação de De Leon (1958): curto (2 a 3 meses); intermediário (4 a 6 meses); longo (superior a 6 meses).

***Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. (macaúba)**

Sementes de espécies do gênero *Acrocomia* são consideradas as de mais difícil germinação, existindo poucos estudos relacionados ao assunto (PINHEIRO, 1986).

Há indícios de que tratamentos que combinam a hidratação das sementes e alta temperatura sejam benéficos à germinação de sementes dos gêneros *Acrocomia* e *Astrocaryum*. A imersão dessas sementes em banho-maria (65 °C a 71 °C), por 2 a 3 semanas, já foi levantada como método para favorecer a germinação (LOOMIS, 1958). Por outro lado, a imersão de sementes de macaúba em água, durante 7 dias, seguida da estratificação quente, a 39 °C, por 80 dias, não foi um método eficiente para superação da dormência (REES, 1963).

A escassez de informações, combinada aos resultados controversos encontrados na literatura relacionados aos métodos para promover a germinação de sementes de macaúba, faz da produção de mudas da espécie um grande desafio.

***Astrocaryum aculeatum* Meyer (tucumã); *Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret (tucum-verdadeiro)**

A germinação de sementes de tucumã pode ser acelerada pela remoção completa de partes do fruto que envolvem a semente. Para facilitar esse processo, Ferreira e Gentil (2006) submeteram frutos de tucumã à imersão em água, por três dias, com troca diária da água, a fim de remover os resíduos de polpa aderidos ao endocarpo. Posteriormente, as sementes, aderidas ao endocarpo, foram postas para secar em temperatura média de 28 °C e umidade relativa do ar média de 65 %. A remoção do endocarpo foi realizada com o auxílio de um martelo, uma tira de borracha e um cepo de madeira. Nesse processo, as sementes, envolvidas pelo endocarpo, foram cobertas com a tira de borracha, posicionadas sobre o cepo e marteladas com um único impacto, a fim de trincar ou partir o endocarpo para a obtenção das sementes. Como tratamento destinado a acelerar a germinação, os

autores recomendam a imersão das sementes em água, por 9 dias, com a substituição diária da água, quando as sementes atingem o teor de água em torno de 30 %. Por meio desse procedimento, é possível obter 70 % de germinação. Além disso, Elias et al. (2006) constataram que a emergência das plântulas de tucumã é influenciada pela posição de semeadura, sendo que o aumento da profundidade do poro germinativo no substrato proporcionou aumento da emergência e diminuição da percentagem de sementes que permaneceram dormentes. Sementes semeadas formando um ângulo de 90 ° em relação a um eixo vertical imaginário, com o poro germinativo voltado para o lado, apresentaram desempenho superior na emergência de plântulas.

No caso de sementes de tucum-verdadeiro, também existe a recomendação de remoção do epicarpo e mesocarpo como método para favorecer a germinação, possibilitando a obtenção de mais de 50 % de germinação, após remoção do epicarpo e mesocarpo dos frutos e semeadura das sementes com o endocarpo aderido, em areia, a 30 °C, 35 °C ou 25 °C-35 °C. (PIVETTA et al., 2006).

### ***Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá)**

As sementes de inajá apresentam variação quanto à forma e tamanho, medindo em média 3,84 cm de comprimento e 1,77 cm de diâmetro. O tegumento das sementes é, externamente, aderido ao endocarpo e, internamente, ao endosperma e apresenta, na extremidade basal, uma estrutura denominada opérculo, que protege a micrópila (ARAÚJO et al., 2000).

A forte aderência entre tegumento e endocarpo, aliada à dureza e espessura deste último, dificulta a separação da semente. Isso foi constatado por Martins et al. (1996), ao tentarem liberar as sementes de inajá do interior do endocarpo para avaliar o comportamento germinativo das sementes após a aplicação de diferentes tratamentos pré-germinativos. Os autores optaram por realizar os tratamentos com os frutos inteiros e despolidos e verificaram que a remoção do epicarpo, mesocarpo e opérculo favoreceram a germinação das sementes. Nos frutos que não foram despolidos, a vernalização,  $\text{KNO}_3$



(0,2 %) e a escarificação ácida ( $H_2SO_4$  95 %, por 6 minutos) afetaram positivamente a germinação, relativamente aos frutos não tratados. No caso dos frutos despulpados, os tratamentos de imersão das sementes em água, a 80 °C, por 2 e 4 minutos e em solução de  $H_2SO_4$  95 %, por 12 minutos, resultaram nas maiores percentagens de germinação, que, ainda assim, não alcançaram 30 %. Os autores concluíram que tratamentos que favoreçam a absorção de água favorecem a germinação das sementes de inajá, desde que o método empregado não danifique o embrião.

### ***Elaeis guineensis* N. J. Jacquin (dendê)**

Os tratamentos térmicos têm se mostrado indispensáveis para promover a germinação de sementes de dendê (ELLIS et al., 1985). Em geral, esses tratamentos são empregados em sementes pré-hidratadas até teores de água pré-estabelecidos, de acordo com a variedade considerada:

**Variedades do grupo dura:** teores de água das sementes entre 17 % e 18 % (base úmida).

**Variedades do grupo tenera:** teores de água entre 21 % e 23 %.

**Variedades do grupo pisifera:** teores de água entre 27 % e 30 %.

Após a hidratação das sementes até os teores de água desejados, as mesmas devem ser mantidas a temperaturas de 38 °C a 42 °C, por períodos variáveis de tempo (30 dias a 80 dias) (ODETOLA, 1974; HARTLEY, 1977; REES, 1962; 1965; FERWERDA, 1956; ADDAE-KAGYAH et al., 1998).

Além dos tratamentos térmicos, é essencial que as estruturas que recobrem as sementes (pericarpo, endocarpo, endosperma e o próprio tegumento) sejam total ou parcialmente removidas, visto que são consideradas as principais responsáveis pela lentidão na germinação (HUSSEY, 1958; 1959).

Dessa forma, em todos os casos, tanto a pré-hidratação das sementes quanto os tratamentos térmicos devem ser aplicados após a remoção do pericarpo. Posteriormente, as sementes devem ser mantidas sob temperatura constante elevada, em torno de 39 °C (ARASU, 1970; FERWERDA, 1956; HARTLEY, 1977; HUSSEY, 1958; 1959), ou sob temperaturas alternadas (FERWERDA, 1956; HUSSEY, 1958; 1959; MILSUM, 1927; ELLIS et al., 1985).

### ***Orbignya phalerata* Mart. (babaçu)**

Sementes pertencentes ao gênero *Orbignya* podem apresentar elevado grau de dormência, levando até 6 meses para germinar (KOEBERNIK, 1971). Gehlsen (1937) sugere, como método para promover a germinação, a remoção de parte do endocarpo que envolve as sementes de babaçu e sua posterior imersão em água, durante 10 dias.

Sabe-se que existe uma barreira mecânica à germinação das sementes de babaçu, em função da existência de tecidos localizados sobre o tegumento, que dificultam a expansão do eixo embrionário. Desse modo, a escarificação das sementes é fundamental para promover a germinação e deve-se, posteriormente, proceder-se à imersão das sementes em água, por 7 dias (FRAZÃO; PINHEIRO, 1981; 1982; PINHEIRO, 1986).

## **Considerações Finais**

Atualmente, as matérias-primas vegetais para produção de biodiesel, no Brasil, são originárias de fontes tradicionais, como soja, mamona, girassol, algodão e amendoim. Dessas, apenas a soja responde por mais de 75 % da oferta de óleo vegetal destinado a abastecer o PNPB. Todavia, essas oleaginosas apresentam rendimento de óleo abaixo de 1.000 L por hectare, enquanto algumas espécies de palmeiras podem, potencialmente, gerar rendimentos, pelo menos, três vezes superiores, além de poderem ser aproveitadas para a co-geração de energia.

A transformação desse potencial em realidade, entretanto, requer investimentos em Ciência e Tecnologia que permitam a inserção de espécies potencialmente produtivas em sistemas racionais de cultivo e

(ou) exploração. Dentro desse contexto, tecnologias que possibilitem a produção de mudas em larga escala representam um dos principais desafios, tanto do ponto de vista da implantação de estudos futuros como do estímulo à incorporação dessas espécies em sistemas de produção. Entretanto, como foi possível verificar, ao longo desta breve revisão, as sementes da maioria das palmeiras de interesse para a produção de agroenergia exibem peculiaridades que fazem da propagação uma das etapas críticas para a integração dessas espécies em sistemas de produção. De modo geral, são sementes envolvidas por rígido endocarpo que, por si só, representa uma barreira física e mecânica à entrada de água e às trocas gasosas, fundamentais para desencadear o processo germinativo. A remoção dos tecidos externos, que recobrem as sementes, torna-se, portanto, tarefa imprescindível para a maioria das espécies relatadas, requerendo o estabelecimento de métodos menos agressivos que não comprometam a integridade e viabilidade das sementes. Além disso, é provável que diferentes mecanismos de dormência possam estar atuando, concomitantemente, na mesma espécie, o que requer abordagens mais complexas para possibilitar o desenvolvimento de métodos destinados à superação da dormência das sementes que sejam eficazes e eficientes. A presente revisão bibliográfica constatou extensa lacuna na literatura referente ao assunto, com pouca evolução no conhecimento gerado acerca da germinação e dormência de sementes de palmeiras e a existência de muitas inconsistências nos resultados obtidos pela pesquisa, o que ressalta a importância de investimentos focados nesse tema.

A diversidade de espécies de palmeiras encontradas no País, aliada ao potencial de muitas delas para produção de agroenergia, evidencia a necessidade do desenvolvimento e (ou) aprimoramento de técnicas apropriadas que facilitem sua propagação em larga escala, como forma de viabilizar a consolidação do PNPB em bases sustentáveis, respeitando as particularidades regionais do País. Portanto, estudos destinados a esclarecer os principais mecanismos de dormência presentes em sementes de espécies de palmeiras de interesse, assim como métodos que possibilitem sua superação, são de grande importância.

## Referências

- ADDAE-KAGYAH, K. A.; OSAFO, D. M.; OLYMPIO, N. S.; ATUBRA, O. K. Effect of seed storage, heat treatment and its duration on germination and growth of nursery stock of the idolatrica palm, *Elaeis guineensis* var. *idolatrica* (Chevalier). **Tropical Agriculture**, v. 65, n. 1, p. 77-83, 1998.
- ARAÚJO, M. G. P.; LEITÃO, A. M.; MENDONÇA, M. S. Morfologia do fruto e da semente de inajá (*Attalea maripa* (Aubl.) Mart.) – Palmae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 31-38, 2000.
- ARASU, N. T. A note on the germination of Pisifera (shell-less) oil palm seeds. **Malaysian Agricultural Journal**, v. 47, p. 524-527, 1970.
- BALICK, M. J.; PINHEIRO, C. U. B. **Babassu**. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/v0784e/v0784e0u.htm>>. Acesso em: 15 ago. 2008.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**. London: Academic Press, 1998. 625 p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445 p.
- BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília, DF, 1985. 364 p. (Documentos, 16).
- BRAUN, A. Cultivated palms of Venezuela. **Principes**, v. 12, p. 54, 1968.
- BROSCHAT, T. K. Palm seed propagation. **Acta Horticulturae**, v. 360, p. 141-147, 1994.
- BROSCHAT, T. K. Pindo palm (*Butia capitata*) seed germination revisited. **TropicLine**, v. 10, n. 3-4, p. 2-6, 1998.
- BROSCHAT, T. K.; DONSELMAN, H. Effects of fruit maturity, storage, presoaking, and seed cleaning on germination in three species of palms. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 5, p. 6-9, 1987.
- BROSCHAT, T. K.; DONSELMAN, H. Palm seed storage and germination studies. **Principes**, v. 32, n. 1, p. 3-12, 1988.
- CARDOSO, V. J. M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 95-23.
- CARPENTER, W. J.; OSTMARK, E. R.; RUPPERT, K. C. Promoting the germination of needle palm seed. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 106, p. 336-338, 1994.

- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 149-162.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5. ed. Belém: Edições CEJUP/ Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. 279 p. (Coleção Adolfo Ducke).
- CHAPIN, M. H. Flowering and fruiting phenology in certain palms. **Palms**, v. 43, n. 4, p. 161-165, 1999.
- CHARLO, H. C. O.; MÔRO, F. V.; SILVA, V. L.; SILVA, B. M. S.; BIANCO, S.; MÔRO, J. R. Aspectos morfológicos, germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Archontophoenix alexandrae* (F. Mueller) H. Wendl. e Drude (Arecaceae) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 933-940, 2006.
- DE LEON, N. J. Viability of palm seeds. **Principes**, v. 2, p. 96-98, 1958.
- DONSELMAN, H. Palm seed germination studies. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 95, p. 256-257, 1982.
- DOUGHTY, S. C.; O'ROURKE, E. N.; BARRIOS, E. P.; MOWERS, R. P. Germination induction of pygmy date palm seed. **Principes**, v. 30, p. 85-87, 1986.
- EHARA, H.; MORITA, O.; KOMADA, C.; GOTO, M. Effect of physical treatment and presence of the pericarp and sarcotesta on seed germination in sago palm. **Seed Science and Technology**, v. 29, p. 83-90, 2001.
- ELIAS, M. E. A.; FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Emergência de plântulas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em função da posição de semeadura. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 3, p. 385-388, 2006.
- ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. **Handbook of seed technology for genebanks: compendium of specific germination information and test recommendations**. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 1985. v. 2. (Handbooks for Genebanks, 3).
- ELLISON, D.; ELLISON, A. **Betrock's cultivated palms of the world**. Hollywood: Betrock Information Systems, 2001. 110 p.
- FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). **Acta Amazonica**, v. 36, n. 2, p. 141-146, 2006.
- FERWERDA, J. D. Germination of oil palm seeds. **Tropical Agriculture**, v. 33, p. 51-66, 1956.

- FRAZÃO, J. M. F.; PINHEIRO, C. U. B. **Experimentos com germinação de amêndoas de babaçu (*Orbignya spp.*)**. São Luís: Instituto Estadual Babaçu, 1981. Manuscrito.
- FRAZÃO, J. M. F.; PINHEIRO, C. U. B. **Implantação do banco ativo de germoplasma de babaçu**. São Luís: Instituto Estadual Babaçu, 1982. (Relatório técnico).
- FRAZÃO, J. M. F. **Projeto Quebra Coco**: alternativas econômicas para agricultura familiar assentada em áreas de ecossistemas de babaçuais. São Luís: EMEPA, 2001.
- GEHLEN, C. A. Observações sobre o babassu (*Orbignya speciosa*) e sua germinação - a germinação da oiticica. **Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio de Pernambuco**, v. 2, p. 428-433, 1937.
- GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. A. N. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). **Acta Amazonica**, v. 35, n. 3, p. 337-342, 2005.
- HARTLEY, C. W. S. **The Oil Palm**. London: Longman, 1977. 806 p.
- HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Palms of the Americas**. Princeton: Princeton University, 1995. 352 p.
- HUSSEY, G. An analysis of the factors controlling the germination of the seed of the oil palm *Elaeis guineensis* (Jacq.). **Annals of Botany**, v. 22, p. 259-284, 1958.
- HUSSEY, G. The germination of oil palm seeds: experiments with Tenera nuts and kernels. **Journal of the West African Institute for Oil palm Research**, v. 2, p. 331-354, 1959.
- JANICK, J.; PAULL, R. E. **The Encyclopedia of Fruit & Nuts**. Cambridge: Cambridge University, 2006. 160 p.
- JORDAHN, A. C. Notes of palm cultivation in Florida. **Principes**, v. 1, p. 97-99, 1957.
- KAHN, F.; MILLÁN, B. *Astrocaryum* (Palmae) in Amazonia: a preliminary treatment. **Bulletin Institute Français d'Étude Andines**, v. 21, n. 2, p. 459-531, 1992.
- KIEM, S. C. Propagation of palms. **Principes**, v. 2, p. 133-138, 1958.
- KITZKE, E. D. A method for germinating Copernicia palm seeds. **Principes**, v. 2, p. 5-8, 1958.
- KOEBERNIK, J. Germination of palm seed. **Principes**, v. 15, p. 134-137, 1971.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 179 p.
- LIMA, J. R. O.; SILVA, R. B.; SILVA, C. C. M.; SANTOS, L. S. S.; SANTOS JUNIOR., J. R.; MOURA, E. M.; MOURA, C. V. R. Biodiesel de babaçu (*Orbignya sp.*) obtido por via etanólica. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 600-603, 2007.

- LOOMIS, H. F. The preparation and germination of palm seeds. **Principes**, v. 2, p. 98-102, 1958.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; BEHR, N. **Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Plantarum, 1996. 303 p.
- MACIEL, N. Efectos de la madurez y el almacenamiento del fruto, la escarificación y el remojo de las semillas sobre la emergência de la palma china. **Agronomía Tropical**, v. 46, n. 2, p. 155-170, 1996.
- MACIEL, N. Emergencia de la palma real venezolana (*Roystonea oleracea* (Jacq.) O. F. Cook) en función de condiciones variables del fruto y la semilla. **Bioagro**, v. 13, n. 3, p. 105-110, 2001.
- MACIEL DE SOUSA, N. Effects of maturity, storage and fermentation of the fruit on emergence in areca palm (*Chrysalidocarpus lutescens*). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 39, p. 69-73, 1995.
- MARCOS FILHO, J. Germinação. In: MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 197-252.
- MARTINS, C. C.; SILVA, W. R.; BOVI, M. L. A. Tratamentos pré-germinativos de sementes da palmeira-inajá. **Bragantia**, v. 55, n. 1, p. 123-128, 1996.
- MEEROW, A. W. **Palm seed germination**. Florida: Cooperative Extension Service, 1991. 10 p. (Bulletin, 274).
- MILSUM, J. N. Hastening the germination of oil palm seeds. **Malayan Agricultural Journal**, v. 15, p. 82-84, 1927.
- MOTTA, P. E. F.; CURTI, N.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; GOMES, J. B. V. Ocorrência da macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 7, p. 1023-1031, 2002.
- MURDOCH, A. J.; ELLIS, R. H. Dormancy, viability and longevity. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CABI, 2000. p. 183-214.
- NAGAO, M. A.; KANEGAWA, K.; SAKAI, W. S. Accelerating palm seed germination with gibberellic acid and bottom heat. **HortScience**, v. 15, p. 200-201, 1980.
- NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, J. G.; FERNANDES, G. D. **Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes**. Piracicaba: IPEF, 1998.
- ODETOLA, A. Heat requirement of oil palm seeds for germination. Relation of seed age to heat requirement. **Journal of the Nigerian Institute for Oil palm Research**, v. 5, p. 79-84, 1974.

OLIVEIRA, A. J. de; RAMALHO, J. (Coord.). **Plano Nacional de Agroenergia: 2006 - 2011**. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.

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

PINTAUD, J.-C. An overview of the taxonomy of *Attalea* (Arecaceae). **Revista Peruana de Biología**, v. 15, supl. 1, p. 55-63, 2008.

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. Effects of maturation and scarification on seed germination of *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glass. (Arecaceae). **Acta Horticulturae**, v. 683, p. 375-378, 2005.

PIVETTA, K. F. L.; BARBOSA, J. G.; GROSSI, J. A. S.; PIMENTA, R. S. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret (Arecaceae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 3., 2006, Varginha, MG. **Anais...** Lavras: UFLA, 2006. p. 60.

RAUCH, F. D. Palm seed germination. **International Plant Propagators' Society: Combined Proceedings**, v. 44, p. 304-307, 1994.

RAUCH, F. D.; SCHIMIDT, L.; MURAKAMI, P. K. Seed propagation of palms. **International Plant Propagators' Society: Combined Proceedings**, v. 32, p. 341-347, 1982.

REES, A. R. Effect of high-temperature pre-treatment on the germination of oil palm seed. **Nature**, v. 189, p. 74-75, 1961.

REES, A. R. High-temperature pre-treatment and the germination of seed of the oil palm, *Elaeis guineensis* (Jacq.). **Annals of Botany**, v. 26, p. 569-581, 1962.

REES, W. A. Germination of palm seeds using a method developed for the oil palm. **Principes**, v. 7, p. 27-30, 1963.

REES, A. R. Some factors affecting the viability of oil palm seed in storage. **Journal of the Nigerian Institute for Oil palm Research**, v. 15, p. 317-324, 1965.

ROBINSON, M. L. **Cultivated Palm Seed Germination**. Cooperative Extension Bulletin. University of Nevada. Disponível em: <<http://www.tahoe.unr.edu/pubs/Default.aspx>>. Acesso em: 19 out. 2007.

SÁ, S. T. V. **Superação da dormência de sementes de tucumã (*Astrocaryum tucuma* Mart.)**. 1984. 53 f. Monografia (Graduação) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1984.

SERRUYA, H.; BENTES, M. H. S.; SIMÕES, J. C.; LOBATO, J. E.; MULLER, A. H.; ROCHA FILHO, G. N. Análise dos óleos dos frutos de três palmáceas da Região



Amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 20., 1979, Recife. **Anais...** Belém: UFPA, 1979. v.1. p.1-6.

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*. **Acta Horticulturae**, v. 486, p. 229-231, 1999.

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

SODRÉ, J. B. **Palmeiras no Paisagismo**. Belo Horizonte: INAP, 2002. Apostila.

SOLER, M. P.; VITALI, A. A.; MUTO, E. F. Tecnologia de quebra do coco babaçu (*Orbignya speciosa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 717-722, 2007.

SPERA, M. R. N.; CUNHA, R.; TEIXEIRA, J. B. Quebra de dormência, viabilidade e conservação de sementes de buriti (*Mauritia flexuosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 12, p. 1567-1572, 2001.

VALOIS, A. C. C. **Recursos genéticos de palmeiras**. Disponível em: <<http://www.procitropicos.org.br/UserFiles/File/RECURSOS%20GEN%C3%89TICOS%20DE%20PALMEIRAS.doc>>. Acesso em: 14 ago. 2008.

WANDECK, J. A.; JUSTO, P. G. A macaúba, fonte energética e insumo industrial: sua significação econômica no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 6., 1982, Brasília, DF. **Anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1982. p. 541-577.

YANG, Q. H.; YE, W. H.; YIN, X. J. Dormancy and germination of *Areca triandra* seeds. **Scientia Horticulturae**, v. 113, p. 107-111, 2007.

YOCUM, H. G. Factors affecting the germination of palm seeds. **The American Horticultural Magazine**, v. 43, n. 2, p. 104-106, 1964.

# Germination of Palm Seeds with Potential for Agroenergy Production

---

## Abstract

*There are many palm species with potential for biodiesel production in Brazil. The Brazilian government has been stimulating investments on R & D especially with dendê, macaúba, babassu, tucumã and inajá. However, there is scarce botanical, ecological and agronomic information about palm species propagation. In general, palm seed germination is considered slow, irregular and poor, showing dormancy, which hinders seedling production. Treatments such as total or partially pericarp removal, water soaking, scarification, growth regulator applications, exposure to light or radiation, hot or cold stratification and simply washing in water have been used to promote seed germination. Particularly for oil palm, pre-germinative thermal treatment of the seed has been proven to be indispensable. The diversity of palm species in Brazil and the potential of many of them for agroenergy production enhance the need for development of proper and effective propagation techniques, making it possible to consolidate the National Program for Production and Use of Biodiesel (PNPB), and at the same time respecting the regional peculiarities of the country. In that context, studies targeting the main seed dormancy mechanisms in palm species are of great importance.*

*Index terms:* *Elaeis guineensis, Acrocomia aculeata, Orbignya phalerata, Astrocaryum aculeatum, Attalea maripa, biodiesel, dormancy.*