

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CAMPUS JATAÍ
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE
MACAÚBA [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loodiges ex
Mart.]**

Aurélio Rubio Neto

Tecnólogo em Produção de Grãos

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL
2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CAMPUS JATAÍ
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE
MACAÚBA [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loodiges ex
Mart.]**

Aurélio Rubio Neto

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Guimarães Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, *Campus* Jataí, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL
Julho – 2010

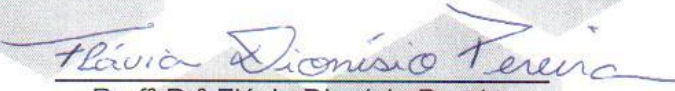
AURÉLIO RUBIO NETO

**TÍTULO: “SUPERÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE
MACAÚBA [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loodiges ex Mart.]”**


Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 15 de julho de 2010, pela
Banca Examinadora constituída pelos membros:



Prof. Dr. Fabiano Guimarães Silva
Presidente – IFGoiano/Rio Verde



Profª Drª Flávia Dionísio Pereira
Membro Externo – IF Goiano/RIO VERDE



Drª Maria Eugênia Lisei de Sá
Membro – EPAMIG/Minas Gerais

Jataí - Goiás
Brasil

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

AURÉLIO RUBIO NETO – filho de José Aurélio Vazquez Rubio e Janete Vieira da Silva Vazquez Rubio, natural de Cosmópolis (SP), em 29 de setembro de 1986. Técnico em Agropecuária e graduado em Tecnologia em Produção de Grãos pelo IFGoiano, *campus* Rio Verde (GO) em julho de 2004 e dezembro de 2007, respectivamente. Iniciou o curso de Pós-graduação *stricto sensu* em nível de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia/Produção Vegetal, na Universidade Federal de Goiás (UFG), *campus* Jataí, em agosto de 2008, concluindo-o em julho de 2010.

*“Se hoje eu sou estrela, amanhã já se apagou,
Se hoje eu te odeio, amanhã lhe tenho amor,
Lhe tenho horror, lhe faço amor, eu sou um ator,
É chato chegar, a um objetivo num instante,
Eu quero viver, nessa metamorfose ambulante,
Eu prefiro ser, essa metamorfose ambulante,
Do que ter aquela velha opinião formada sobre tudo”*
Raul Santos Seixas

Aos familiares, professores e amigos que acreditaram em meu trabalho.

DEDICO

Aos que demonstram interesse por pesquisa, palmeiras e por CERRADO.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A base da minha pesquisa, ou seja, a minha ... família, pai, mãe e irmã, que sempre acreditaram no meu trabalho, dedico, ofereço e agradeço.

A Camila Singh, que me fez acreditar que ainda existe o amor, agradeço pela paciência e, claro, pelo companheirismo de longa data, meu sincero e mais profundo agradecimento.

Aos municípios de Rio Verde e Jataí (GO), pelo acolhimento e bem estar proporcionado, mais precisamente ao Instituto Federal Goiano, *Campus* Rio Verde, e a Universidade Federal de Goiás, *Campus* Jataí.

Ao Fabiano Guimarães Silva, faço questão que fique registrado, meus votos de positividade e agradecimento, pois todo bom pesquisador deve ser respeitado e referenciado, para que, dessa forma, a pesquisa progrida sempre.

A Flávia Dionísio Pereira, Juliana de Fátima Sales e Edésio Fialho dos Reis, assim como o Fabiano, por desempenharem perfeitamente seus papéis como orientadores, e por acrescentarem tanto em minha vida.

Apesar de uma página escrita, acredito que a gratidão é praticamente indescritível. Isso fica claro em se tratando da super co-orientação que recebi da Flávia Dionísio, que em nenhum momento, me deixou a ver navios, muito pelo contrário, me ajudou a construí-los.

Ao Edésio Fialho dos Reis e Eduardo da Costa Severiano, pela enorme contribuição estatística que tanto enriqueceu o trabalho. Além disso, pela amizade e paciência, agradeço.

A Paula, Apolyana, Rafael, Juliana, Martinha da Silva, Íris, Rodolfo, Kerlley, Victor, Lailla, Jesser, Adriene, Marcus, Raquel, Johnatam, Leuton e ao Seu João e familiares, gostaria de dizer que aprendi muito com cada um e, por isso, serei eternamente grato. Se alguém um dia falar pra mim, que não existem mais pessoas inteligentes e boas no mundo, eu direi a esta pessoa, que procure um de vocês.

Ao Jairo, Clarismar, Dário, Leone, João Lucas e Ninho, pois os vejo como irmãos, e vocês sabem por que.

Ao CNPq pelo financiamento da bolsa de estudo.

De coração eu digo: valeu e contem sempre comigo!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO 1. MACAÚBA [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.]	
ASPECTOS BOTÂNICOS, UTILIZAÇÃO E CULTIVO	14
1. Introdução.....	14
2. Aspectos gerais da família Arecaceae.....	15
3. Espécie Seleccionada.....	17
3.1. Características morfológicas.....	18
3.2. Origem e dispersão da espécie.....	20
3.3. Utilizações.....	21
4. Cultivo da macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.].....	22
4.1. Propagação por sementes.....	23
4.2. Propagação <i>in vitro</i>	24
5. Plantio comercial.....	24
6. Teor de óleo e rendimento.....	25
7. Colheita.....	25
8. Melhoramento genético.....	26
9. Referências bibliográficas.....	27
CAPÍTULO 2. SECAGEM E EMBEBIÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE MACAÚBA [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex MART.]	34
Resumo.....	34
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e métodos.....	37
Ensaio 1. Curva de secagem.....	37
Ensaio 2. Curva de embebição.....	38
Resultados e discussão.....	40
Ensaio 1. Curva de secagem.....	40
Ensaio 2. Curva de embebição.....	43
Conclusões.....	46
Referências bibliográficas.....	47
CAPÍTULO 3. SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE MACAÚBA [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.]	50
Resumo.....	50
Abstract.....	50
Introdução.....	50
Material e métodos.....	53
Ensaio 1. Germinação de sementes escarificadas.....	54
Ensaio 2. Emergência de sementes escarificadas.....	55
Ensaio 3. Diferentes concentrações e formas de aplicação do ácido giberélico..	55
Resultados e discussão.....	56
Ensaio 1. Germinação de sementes escarificadas.....	56
Ensaio 2. Emergência de sementes escarificadas.....	59
Ensaio 3. Diferentes concentrações e formas de aplicação do ácido giberélico..	62

Conclusões.....	64
Referências bibliográficas.....	64

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Utilização de diferentes partes de <i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart., obtidas em levantamento etnobotânico realizado em diferentes comunidades no estado de Mato Grosso, de 2002 a 2004. Adaptado de Lorenzi (2006).....	21
Tabela 1. Porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação em sementes de <i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart. submetidas a diferentes períodos de embebição. Rio Verde (GO), 2010.....	45
Tabela 1. Porcentagem de germinação, sementes dormentes, sementes mortas e índice de velocidade de germinação (IVG) de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.] submetidas a diferentes tipos de escarificação. Rio Verde (GO), 2010.....	59
Tabela 2. Porcentagem de emergência, sementes dormentes, sementes mortas e índice de velocidade de emergência (IVE) de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.] submetidas a diferentes tipos de escarificação. Rio Verde (GO), 2010.....	60
Tabela 3. Porcentagem de germinação, sementes dormentes e sementes mortas, e índice de velocidade de germinação de sementes de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.] submetidas a diferentes tempos, formas de embebição e concentrações de ácido giberélico. Rio Verde (GO), 2010.....	63

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Antigo registro visual de <i>Acrocomia sclerocarpa</i> (Mart.) em seu ambiente natural (Lamaira e Verschaffelt, 1854).....	15
Figura 2. Maçico de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.] em consórcio com gergelim e em área de pastagem (Goiás Velho, GO).....	18
Figura 3. Características morfológicas de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.]. a) Vista geral da com \approx 30 anos de idade, no município de Montes Claros de Goiás (GO); b) Inflorescência de macaúba; c) Cacho com frutos imaturos de macaúba; d) Vista longitudinal de fruto aberto de macaúba, detalhe para mesocarpo (polpa, branco-amarelada), endocarpo (rígido e enegrecido) e sementes.....	19
Figura 4. Distribuição espacial da espécie <i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart. em 53 localidades entre os 376 levantamentos realizados no cerrado. Adaptado de Ratter et al. (2003).....	20
Figura 5. Comparação entre capacidade de produção de óleo vegetal de algumas oleaginosas (Nucci, 2007).....	25
Figura 6. Coleta manual de cachos de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.] com auxílio de haste de alumínio (6m) no município de Posse (GO).....	26
Figura 1. Perda de água em frutos (A) e sementes (B) de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.] submetidos a diferentes períodos de secagem em estufa de circulação forçada a 37°C. **Significativo ao nível de 5% de probabilidade. Rio Verde (GO), 2010.....	40
Figura 2. Relação entre teor de água de frutos e sementes de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.] submetidos a diferentes períodos de secagem em estufa de circulação forçada a 37°C. **Significativo ao nível de 5% de probabilidade. Rio Verde (GO), 2010.....	41
Figura 3. Efeito da desidratação de frutos de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.] submetidos a diferentes tempos de secagem avaliado pelo teste de tetrazólio. A) Coleta. Barra=0,5m; B) Classificação dos frutos: pequenos (<30g), médios (30-35g) e grandes (>35g). Barra=1cm; C) Secagem em estufa de circulação forçada a 37°C por até 15 dias. Barra=30cm; D) Determinação de umidade dos frutos (cima) e sementes (baixo). Barra=5cm e 1cm; E) Embriões de alto vigor, obtidos pela secagem por até 9 dias. Barra=3mm; F)	

	Embriões de vigor médio, obtidos pela secagem por 12 a 15 dias. Barra=3mm. Rio Verde (GO), 2010.....	42
Figura 4.	Curva de embebição e teor de água em sementes de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.]. Barra = Erro padrão da média. Rio Verde (GO), 2010.....	44
Figura 5.	Porcentagem de sementes mortas em sementes de <i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart. submetidas a diferentes períodos de embebição. **Significativo ao nível de 5% de probabilidade. Rio Verde (GO), 2010.....	45
Figura 1.	Coleta, extração, escarificação, germinação e sementes mortas de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.]. A) Coleta manual. Barra=0,5m; B) Secagem em estufa a 37°C por 6 dias. Barra=30cm; C) Escarificação física (1), química com ácido sulfúrico concentrado (2) e térmica (3) em água aquecida com temperatura inicial de 98°C e final de 56,0°C após 4 minutos e em água fria com temperatura inicial de 1,5°C e final de 5,5°C, após 4 minutos. Barra=2cm e Beckers=600mL. D) Germinação e desenvolvimento de estruturas básicas como pecíolo cotiledonar e radícula em sementes mantidas em germinador a 30°C. Barra=1,5cm; E) Emergência de plântulas mantidas em substrato de vermiculita e casca de arroz carbonizada na proporção de 1:1. Barra=5cm; F) Ataque de microrganismos em sementes mantidas em casa de vegetação (1) e em sementes mantidas em germinador a 30°C (2). Barra = 1cm. Rio Verde (GO), 2010.....	57
Figura 2.	Emergência de plântulas de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.] mantidos em casa de vegetação. A) Emergência acumulada (semanalmente) de plântulas de macaúba submetidas a diferentes tipos de escarificação. 1) Controle: ausência de escarificação; 2) Física: Remoção do tegumento; 3-4) Térmica 1: escarificação em água aquecida com temperatura inicial de 98°C e final de 57,6 e 56°C para dois e quatro minutos, respectivamente; 5-6) Térmica 2: escarificação em água fria com temperatura inicial de 1,5°C e final de 5,0 e 5,5°C para dois e quatro minutos, respectivamente. 7-8) Química: escarificação química em ácido sulfúrico concentrado por 2 e 4 minutos. Barra de erros = erro padrão da média. B) Temperatura média do ar acumulada (semanalmente), com média na horizontal. Barra de erros = erro padrão da média. Rio Verde (GO), 2010.....	61
Figura 3.	Curva de embebição de sementes de macaúba [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Loddiges ex Mart.] submetidas a diferentes formas e tempos de embebição. Barra de erros = Erro padrão da média. Rio Verde (GO), 2010.....	62

SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE MACAÚBA [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loodiges ex Mart.]

RESUMO - As diversas utilizações das palmeiras e, principalmente o potencial oleaginoso das Areceaceas, tem despertado grande interesse econômico. Dentre essas plantas se destaca a macaúba, com elevado teor de óleo nas sementes e grande capacidade produtiva. Porém, a principal forma de propagação dessa planta, ou seja, a propagação sexuada necessita de estudos, uma vez que a germinação das sementes é lenta, desuniforme e ocorre em baixas porcentagens. Para isso, foi avaliado o efeito de diferentes teores de água de sementes e frutos, obtidos por meio da secagem ou embebição, o efeito de diferentes tipos de escarificação e o efeito de diferentes formas de aplicação e concentrações do ácido giberélico. Foi evidenciado que em frutos a perda de água é drástica até o décimo quinto dia de secagem, sendo mais intensa no início do período de secagem. Nas sementes, a desidratação foi lenta em todos os períodos de secagem avaliados. A extração das sementes é facilitada mediante secagem dos frutos por até nove dias, sem que haja perda na viabilidade dos embriões. Utilizando a regressão linear simples foi possível estimar o teor de água das sementes com base no teor de água dos frutos. A embebição das sementes em água destilada favoreceu o aumento de sementes mortas e contaminadas por microrganismos. A mortalidade das sementes escarificadas e mantidas em germinador ocorreram em baixas porcentagens, porém em casa de vegetação esse número foi acima de 50% quando se utilizou a escarificação térmica em água quente por 2 minutos e em ácido sulfúrico por 4 minutos. A escarificação física, removendo o tegumento das sementes na região do hilo, favoreceu substancialmente a germinação de sementes mantidas em germinador e a emergência das plântulas em casa de vegetação, constituindo o tipo de escarificação mais indicado para a superação da dormência nessa espécie. Não se recomenda a utilização do ácido giberélico, por até 200mg.L^{-1} , independente da sua forma de aplicação.

Palavras-chave: Ácido Giberélico, escarificação, embebição, germinação, secagem.

OVERCOME DORMANCY IN SEEDS OF MACAW PALM [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loodiges ex Mart.]

ABSTRACT - The many uses of palm trees, and especially the potential of linseed Areceae, have attracted great economic interest. Among these plants is the macaw palm with its high oil content in seeds and large production capacity. However, the main form of propagation of this plant, namely sexual propagation, requires study since the germination of seeds is slow, uneven and occurs in low percentages. For this reason we evaluated the effect of different moisture contents of seeds and fruits, obtained by drying and soaking, the effect of different types of scarification and the effect of different application methods and concentrations of gibberellic acid. It was found that in fruit, water loss is drastic by the fifteenth day of drying, being more intense at the beginning of the drying period. In seeds, dehydration was slower in all drying periods evaluated. The extraction of seeds is facilitated by drying the fruit for up to nine days, with no loss in embryo viability. Using simple linear regression it was possible to estimate the water content of seeds based on the water content of fruits. Soaking the seeds in distilled water favored an increase in dead seeds and seeds contaminated by microorganisms. The mortality of seeds scarified and kept in an incubator occurred in low percentages, but in a greenhouse that number was above 50% when using thermal scarification in hot water for 2 minutes and sulfuric acid for 4 minutes. Physical scarification, removing the seed coat at the hilar region, substantially favored the germination of seeds kept in an incubator and the emergence of seedlings in the greenhouse and is the type most suitable for overcoming dormancy in this species. It is not recommended to use gibberellic acid up to $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ regardless of the form of application.

Key Words: Gibberellic acid, scarification, imbibition, germination, drying.

MACAÚBA [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.]: ASPECTOS BOTÂNICOS, UTILIZAÇÃO E CULTIVO

1. INTRODUÇÃO

As palmeiras são valiosos elementos para a ornamentação de paisagens tanto urbanas quanto rurais, além das múltiplas utilizações na indústria alimentícia e cosmética. Recentemente, a utilização das palmeiras com potencial para a produção de óleo combustível tem despertado muito interesse econômico, por constituir matéria-prima já existente, pouco exploradas, com destaque para a macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.], dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), inajá (*Maximiliana regia* Mart.), tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) e babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.). Devido suas características de crescimento, as palmeiras podem ser utilizadas em consórcio com outras espécies em sistemas agrosilvopastoril.

As folhas da macaúba podem ser utilizadas para a produção de fenos para cavalos, do caule se extrai o palmito e os acúleos, que são substitutos de agulhas; do mesocarpo dos frutos faz se a farinha de alta qualidade nutricional; o endocarpo possui alto poder calorífico, logo, pode funcionar como carvão vegetal, e as sementes presentes nos frutos são de alto teor de óleo (20 a 30%), sendo esta a utilização mais promissora da macaúba. Essa planta possui alta produtividade, uma vez que uma única planta, produz de 2 a 5 cachos, com média de 250 de frutos por cacho, que garante uma produção de 4 mil litros.hectare.ano⁻¹, fazendo com que a macaúba se destaque entre as plantas oleaginosas (Ramos et al., 2008; Nucci, 2007).

A principal forma de propagação ocorre de forma sexuada, porém, pouco se conhece desse mecanismo. Sabe se que, em geral, a germinação da família Arecaceae ocorre lentamente, irregular e em baixas porcentagens, podendo este fato ser decorrente de dormência, que também é comum na família. Por isso, alguns autores sugerem a utilização de tratamentos que favoreçam a embebição das sementes por água como a principal forma de superação da dormência em diferentes espécies dessa família (Ferreira e Gentil, 2006; Nazário, 2006; Martins et al., 1996).

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo abordar as principais formas de utilizações, suas características morfológicas e informações inerentes ao cultivo da macaúba e, desta forma, direcionar futuras pesquisas.

2. ASPECTOS GERAIS DA FAMÍLIA ARECACEAE

Essas plantas são pertencentes à classe Monocotyledonae, a ordem Principes e família Arecaceae (antiga Palmae), que é representada por cerca de 2.600 espécies distribuídas em mais de 240 gêneros, espalhadas em todas as regiões tropicais do planeta. Somente no Brasil existem mais de 500 espécies nativas de palmeiras (Lorenzi, 1996).

Esta família de plantas está dentre as mais antigas, com vestígios na história a mais de 120 milhões de anos. Com a evolução do sistema de classificação, algumas espécies sofreram alterações em seus nomes, como a macaúba (*Acrocomia aculeata*), que foi descrito por Jacquin em 1763 e somente em 1824, foi inserida por Martius no gênero *Acrocomia* e então designado como *Acrocomia sclerocarpa* (Figura 1). Em 1845 Loddiges coloca ambos em sinonímia, designando-a também como *Acrocomia aculeata* (Missouri, 2005; Lorenzi, 2006).

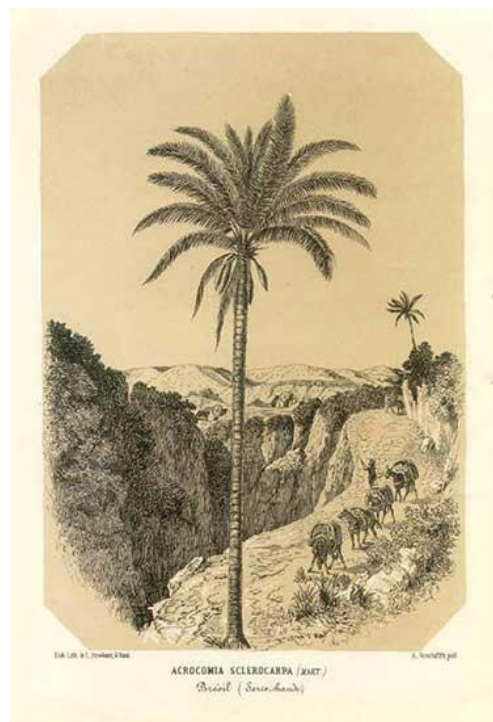


Figura 1. Antigo registro visual de *Acrocomia sclerocarpa* (Mart.) em seu ambiente natural (Lamaira e Verschaffelt, 1854).

As plantas pertencentes a esta família possuem ampla distribuição e sua principal importância econômica está vinculada à ornamentação de paisagens, devido aos aspectos de folhas, estipe e as diferentes particularidades de crescimento de algumas espécies. Como por exemplo, as cicatrizes deixadas pela queda das folhas, decorando o caule, que também pode ser envolvido por fibras, formadas pelos tecidos das bainhas foliares, e ainda enorme quantidade de espinho tanto no caule quanto nas folhas, como ocorre na macaúba (Sodré, 2005; Rossato e Barbieri, 2007). A inflorescência das palmeiras varia de branco, creme amarelada e rosa lilás e, geralmente, são volumosas. Já os frutos são conhecidos por cocos ou coquinhos possuem o formato de bagas ou drupas, de cores variadas, podem ter ainda polpa suculenta e às vezes, comestível (Lorenzi et al., 1996).

Para a ornamentação de ruas, praças, jardins e em *campus* de universidades as palmeiras mais utilizadas são o coqueiro indaiá (*Attalea dubia* Mart.), coqueiro da Bahia (*Cocos nucifera* L.), palmeira prateada leque [*Coccothrinax barbadensis* (Lodd.) Former Mart. Becc.], palmeirinha de jardim (*Dypsis lutescens* H. Wendl.), palmito (*Euterpe edulis* Mart.), palmeira real [*Roystonea oleracea* (Jacq.) OF Cook], guariroba (*Syagrus oleracea* Becc.), licuri de touceira [*S. flexuosa* (Mart.) Becc.], jerivá [*S. romanzoffiana* (Cham.) Glassman] e a palmeira imperial [*Archontophoenix alexandrae* (F. Mueller) H. Wendl.] (Kurihara et al., 2005; Miguel et al., 2007; Eisenlohr et al., 2008).

As palmeiras são de grande importância não só na ornamentação, mas também em diferentes culturas, como é o caso das palmeiras do gênero *Butia* sp. na região sul do Brasil, *Euterpe* sp. na região amazônica, *Syagrus* sp. na região de cerrado e caatinga e, *Cocos* sp. no nordeste (Melo, 2000; Calbo e Moraes, 2000; Rossato e Barbieri, 2007; Rocha, 2009).

A utilização das palmeiras muitas vezes ocorre de forma extrativista, indiscriminada e em larga escala, fato este, que vem reduzindo significativamente as populações de espécies nativas e agravando a erosão genética. Isto, aliado ao desrespeito às leis ambientais e, conseqüentemente, à conservação da natureza, tem dificultado a regeneração natural de populações nativas, como é o caso do licuri [*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.] e palmito (*Euterpe edulis* Mart.) (Martins-Corder et al., 2006; Rocha, 2009).

Ainda assim, algumas palmeiras se destacam no cenário nacional e internacional de alimentação, como as espécies do gênero *Cocos*, *Bactris*, *Euterpe* e *Syagrus* (Melo, 2000). No Brasil, as palmeiras com maior destaque na ornamentação são as espécies do gênero *Roystonea*, *Chrysalidocarpus*, *Phoenix*, *Sabal*, *Raphis*, *Chamaedorea*, *Archontophoenix* e *Livistona* (Luz, 2008). No município de Dona Eusébia – Minas Gerais, a produção de palmeiras corresponde a 56% do valor total de mudas ornamentais produzidas (Landgraf e Paiva, 2009). Para produção de óleo se destacam as espécies tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer), inajá (*Maximiliana regia* Mart.), dendê (*Elaeis guinensis* Jacq.), buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.), babaçu (*Orbygnia phalerata* Mart.), licuri (*Syagrus coronata* Mart.) Becc. e macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.], sendo que esta última com vantagem sobre as outras oleaginosas, devido maior rentabilidade agrícola e produção total de óleo (Motta et al., 2002; Beltrão e Oliveira, 2007).

3. ESPÉCIE SELECIONADA: Macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.]

Esta é uma palmeira nativa de florestas tropicais, também conhecida no Brasil por bocaiúva, coco de espinho, macaúva, marcová e mucajá, os quais, sofrem variações nas diferentes regiões dos trópicos que desfrutam de sua beleza. Na Argentina, por exemplo, essa planta é chamada de Mbocayá, que deriva das palavras indígenas, “mboka”, que quer dizer, “que se quebra estalando”, e “ya” ou “já” (fruto), indicando árvore de frutos que estalam. O termo *Acrocomia* deriva do grego “*Akron*” (uma) e “*Kome*” (cabeleira) sugere que as folhas estão dispostas no formato de uma coroa. Esta planta habita áreas abertas e com alta incidência solar, desenvolvem se bem em solo fértil, bem adaptada às condições edafoclimáticas brasileira, com grande abundância no cerrado (Novaes, 1952; Henderson et al., 1995).

Esta espécie é classificada como pioneira e se destaca ainda por ser tolerante ao fogo, com potencial para a produção de óleo e outras vantagens como, proteger melhor o solo e a água, e pela possibilidade de ser utilizada em consórcio com outras espécies em sistemas agrosilvopastoril (Figura 2) (Henderson et al., 1995; Lorenzi, 1996; Missouri, 2005).



Figura 2. Maciço de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] em consórcio com gergelim e em área de pastagem no município de Goiás (GO), 2009.

3.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

A macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] pode atingir de 10 a 15 metros de altura por 3 a 4 metros de diâmetro de copa (Figura 3a). As folhas são pinadas, verde escuro e possuem espinhos na região central, seu comprimento varia de 4 a 5 metros, com 130 folíolos.

As inflorescências são amarelas, dispostas em pequenos cachos com no máximo 80 cm de comprimento, protegidos por uma espata, de tamanho variado, que pode atingir até 2 metros de comprimento (Figura 3b). Suas flores são pequenas, unissexuais, e ambos os sexos estão juntos na mesma inflorescência, mas, as flores masculinas ficam no topo da inflorescência (Silva et al., 2001).

Os frutos (Figura 3d) são esféricos ou ligeiramente achatados, em forma de drupa globosa, com diâmetro variando de 2 a 5 centímetros e possuem de uma a três sementes (Figura 3c). O epicarpo, fino, rompe se facilmente quando maduro. O mesocarpo é fibroso, mucilaginoso, de sabor adocicado, rico em glicerídeos, de coloração amarelo ou esbranquiçado, comestível. O endocarpo enegrecido é fortemente aderido ao mesocarpo. À amêndoa é oleaginosa, comestível e coberta por uma fina camada de tegumento (Lorenzi, 1996; Silva et al., 2001; Nucci, 2007).



Figura 3. Características morfológicas de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.]: a) Vista geral, \pm 30 anos de idade, no município de Montes Claros de Goiás (GO); b) Inflorescência de macaúba; c) Cacho com frutos imaturos de macaúba; d) Vista longitudinal de fruto aberto de macaúba, detalhe para mesocarpo (polpa, branco-amarelada), endocarpo (rígido e enegrecido) e sementes. Montes Claros de Goiás (GO), 2009.

Segundo Chuba et al. (2008) e Ramos et al. (2008), uma planta pode produzir de 3 a 6 cachos por ano com média de 800 frutos por cacho, o que garante a dispersão dessa planta. Em um fruto inteiro há 42% de polpa (mesocarpo), e o epicarpo (casca) corresponde a 20%. O restante é formado pelo diásporo, sendo 31% de endocarpo e 7% de sementes, cujo teor de óleo varia de 20 a 30% (Silva, 1994).

3.2. ORIGEM E DISPERSÃO DA ESPÉCIE

Esta planta possui ampla distribuição geográfica, podendo ocorrer em todo o Trópico Americano, do México à Argentina, na Bolívia, no Paraguai e Antilhas, exceto Equador e Peru. Preferencialmente, habita regiões com estação chuvosa bem definida e de altitudes moderadas. Tal seletividade justifica o fato de existir, dentro do gênero *Acrocomia*, uma espécie endêmica a região de cerrado (*Acrocomia hassleri* (Barb. Rodr.) Hahn. (Henderson *et al.*, 1995).

Sua área de distribuição tem sido fortemente influenciada pelas atividades humanas. Na Costa Rica, foi introduzida pelos índios na época pré-colombiana, no México e América Central pelos maias (Henderson *et al.*, 1995). No Brasil, é considerada como a palmeira de maior dispersão, com ocorrência de povoamentos naturais desta espécie em quase todo território. Entretanto, as maiores concentrações estão localizadas em Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, sendo amplamente espalhada e utilizada pelos povos do cerrado (Figura 4) (Bondar, 1964; Silva, 1994; Henderson *et al.*, 1995).

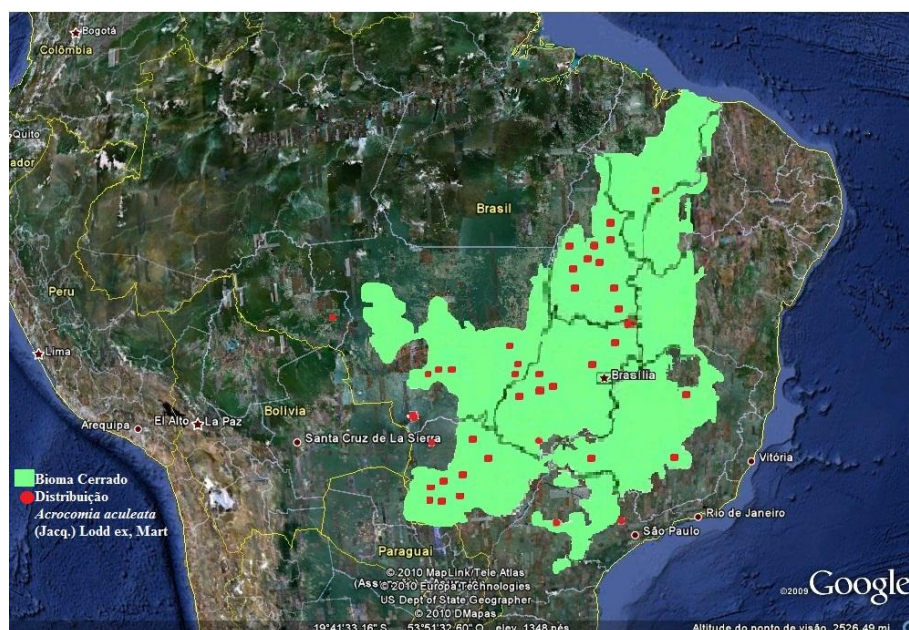


Figura 4. Distribuição espacial da espécie *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart. em 53 localidades entre os 376 levantamentos realizados no cerrado. Adaptado de Ratter *et al.* (2003).

3.3. UTILIZAÇÕES

As palmeiras em geral servem de alimentação à vida silvestre, o que faz dessas plantas de considerável importância do ponto de vista ecológico (Lorenzi et al., 1996; Negrelle et al., 2004). Nesse sentido, a macaúba se destaca pois, além de contribuir com o ecossistema, possui grande produção de frutos, alto teor de óleo nas amêndoas, com potencial para produção de biodiesel, e com isso podem proporcionar inclusão social, servir de apoio a agricultura familiar e ser uma fonte de renda alternativa a pequenos produtores (Holanda, 2003). Levando em consideração a região do pantanal matogrossense, Lorenzi (2006) identificou nove categorias de utilizações totalmente extrativista da macaúba (Tabela 1).

Tabela 1. Utilização de diferentes partes de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart., obtidas em levantamento etnobotânico realizado em comunidades no estado de Mato Grosso de 2002 a 2004. Adaptado de Lorenzi (2006).

Partes	Modo de Preparo	Categoria	Finalidade
Planta inteira	<i>In natura</i>	Ornamental	Paisagismo
Estipe	Processado	Madeira e alimento	Mourão, estacas e vinho
Folhas	<i>In natura</i>	Alimento	Palmito
Espinhos	<i>In natura</i>	Outro	Substituto de agulha
Fruto (Mesocarpo)	<i>In natura</i> e processado	Medicinal, alimento e cosmético	Combate pneumonia, licor e Hidratante
Fruto (Endocarpo)	<i>In natura</i>	Outro	Substituto da brita e botões
Sementes	<i>In natura</i> e processado	Alimento, combustível, cosmético	Paçoca, óleos, hidratante capilar e sabão

Segundo Rocha et al. (2008) a macaúba também é considerada como importante fonte de carotenóides e, por isso, pode contribuir com o enriquecimento da dieta regional em programas de suplementação alimentar. Possui em sua polpa 49,0 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de β -caroteno total, correspondendo a cerca de 80% dos carotenóides totais encontrados na polpa. Devido o alto rendimento de produção de óleo da amêndoa, a macaúba pode se tornar a palmeira de maior importância comercial, pois ainda se extraem dos frutos 5% de farinha comestível e 35% de tortas forrageiras. O endocarpo possui alto poder calórico, com maior rendimento em carvão e menores rendimentos em gás não condensável, quando comparado à madeira do eucalipto, porém, necessita de maiores temperaturas para atingir os padrões de qualidade semelhantes aos obtidos para o carvão de eucalipto (Silva et al., 1986; Silva, 1994).

Do ponto de vista socioeconômico, vem despertando interesse por sua produção de óleo vegetal, sendo esta a utilização mais promissora da macaúba, que nas atuais formas de produção, pode atingir 4 mil L.ha.ano⁻¹. Em adicional, a produção do óleo realizada por agricultores familiares elevaria a demanda por esta planta e, conseqüentemente, promoveria o desenvolvimento socioeconômico em muitas regiões do Brasil, pois garantindo emprego e renda (Batista, 2010).

Diante dos benefícios econômicos, sociais e ecológicos que a macaúba oferece para a sociedade, fica evidente sua importância, necessitando da elaboração de políticas e manejos para que se realize uma exploração sustentável e produtiva. Assim, torna se possível a utilização adequada dos maciços já existentes, ou de plantios comerciais a serem instalados, empregando as atuais tecnologias de cultivo que, de certa forma, necessitam de aprimoramentos para atingir o máximo de produção.

4. CULTIVO DA MACAÚBA [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.]

Ainda são escassas as informações a respeito do cultivo dessa oleaginosa, porém, pode se encontrar em documentos não científicos, gerados por empresas privadas, informando a respeito de tecnologias e manejos para o cultivo da macaúba visando a produção de óleos (Maurício, 2009).

4.1. PROPAGAÇÃO POR SEMENTES

Em geral, na família das Arecaceae, é muito difícil a propagação pela forma sexuada, pois a germinação é afetada negativamente pelas características morfológicas das sementes, assim como pela heterogeneidade genética (Cunha e Jardim, 1995; El-Kazzaz e El-Bahr, 2000). De modo geral, a germinação é lenta, irregular e frequentemente ocorre em baixas porcentagens para a maioria das espécies, perdendo a viabilidade rapidamente quando desidratadas (Meerow, 1991). De acordo com Tomlinson (1990), é comum nessa família, que as sementes não deem respostas favoráveis, mesmo em condições adequadas de germinação, podendo este fato estar relacionado a obstáculos mecânicos, como espessura da testa e endocarpo.

Outra característica do processo germinativo nessa família é a variação quanto ao número de dias requeridos para germinarem. De acordo com Kobori (2006), estima-se que 25% das espécies pertencentes à família Arecaceae necessitam de 100 dias para germinar com aproveitamento de apenas 20%. Essa afirmação concorda com os dados obtidos por vários autores como Charlo et al. (2006) com a palmeira imperial [*Archontophoenix alexandrae* (F. Mueller) H. Wendl.] que teve início de germinação aos 68 dias após implantação do experimento; Nascente et al. (2000) em guariroba (*Syagrus oleracea* Becc.), aos 90 dias; Bovi (1990) em palmito (*Euterpe edulis* Mart.), 97 dias; Iossi et al. (2007) em tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien), aproximadamente 50 dias; Bovi e Cardoso (1976) em açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), aos 57 dias.

Segundo Almeida et al. (1998), a emergência de plântulas de macaúba, a partir do diásporo, ocorre entre 3 a 5 meses, com taxa moderada de germinação. Maurício (2009) afirma que, na natureza, a germinação não passa de 3%, tornando-se necessários estudos a cerca de sua germinação, uma vez que não foi encontrado na literatura informações a respeito de qual metodologia se utilizar para acelerar e uniformizar esse processo. Também se torna necessário a elaboração de outras técnicas de propagação, como a cultura de tecidos, que pode contribuir substancialmente para a produção de mudas de qualidade genética e sanitária em curto período de tempo.

4.2. PROPAGAÇÃO *IN VITRO*

A micropropagação tem sido uma técnica importante e muito utilizada para culturas que possuem problemas de multiplicação por métodos convencionais, de modo especial em espécies lenhosas (Teixeira, 2007; Xavier et al., 2007). De acordo com Bekheet et al. (2008) a técnica de cultura de tecidos pode oferecer rápida proliferação de clones de *Phoenix dactylifera* L. (Arecaceae) e, até mesmo, via cultura de embriões maduros, eliminar inibidores de germinação e encurtar o ciclo reprodutivo de plantas.

Visando a redução do período germinativo da macaúba, Soares et al. (2008) avaliaram o efeito de diferentes concentrações dos sais do meio de cultura de cultura MS (Murashige e Skoog, 1962) na germinação de embriões zigóticos. Foi observado que a macaúba necessita de um período de 60 dias para que ocorra todo o processo germinativo em condições *in vitro* e que as maiores porcentagens de germinação (95,6%) e índice de velocidade de germinação (IVG) foram obtidas cultivando-os em meio MS 100%. Desta forma, fica notório a necessidade de um meio de cultivo mais nutritivo para garantir o sucesso na germinação e morfogênese *in vitro*.

Para a indução da embriogênese somática em macaúba, Moura et al. (2008) obtiveram formação de calos embriogênicos em 75% dos embriões zigóticos cultivados em meio MS, suplementado com 9 μM de picloran. Foram evidenciados calos nodulares com estruturas globulares similares a embriões somáticos aos 50 dias de cultivo.

Apesar de já existirem alguns trabalhos a respeito do comportamento *in vitro* dessa planta, novos estudos se fazem necessários, principalmente aqueles que envolvam a elaboração de um protocolo passível de utilização, para que seja realmente empregado com sucesso em plantios comerciais.

5. PLANTIO COMERCIAL

Atualmente o plantio é realizado com mudas obtidas de sementes coletadas em plantas sadias e bem desenvolvidas. O espaçamento varia de 8 a 10 metros entre plantas e 6 metros entre linhas, perfazendo um estande de 200 a 320 palmeiras.ha⁻¹, com custo equivalente aquele necessário para o reflorestamento de eucalipto, que foi orçado no ano de 2004, no valor de R\$ 703,02.ha⁻¹ (Maurício, 2009; Silva et al., 2004).

Para ocorrer a primeira frutificação é necessário um período de 4 a 5 anos, que equivale em torno de 10% do tempo de produção dessa planta. Vale lembrar que, durante os três primeiros anos, pode se realizar o plantio de outras espécies oleaginosas, o que implicaria na redução dos custos na implantação do macaúbal (Bahia, 2010; Maurício, 2009).

6. TEOR DE ÓLEO E RENDIMENTO

A maioria das palmeiras é rica em óleo e, no caso da macaúba, suas amêndoas produzem rendimento de 20-30% de óleo, sendo que nas condições de plantio mencionadas, pode atingir 4 mil litros de óleo por hectare por ano. Comparando outras culturas (Figura 5), fica evidente sua vantagem, pois a soja (*Glycine Max* L. Merrill) produz 420 litros, o girassol (*Helianthus annuus* L.), 890 litros e a mamona (*Ricinus communis* L.), 1.320 litros (Nucci, 2007). Além do óleo, em um hectare inclui 1.200 quilos de carvão vegetal e 5.300 quilos de farelos para rações (Oliveira, 2006).

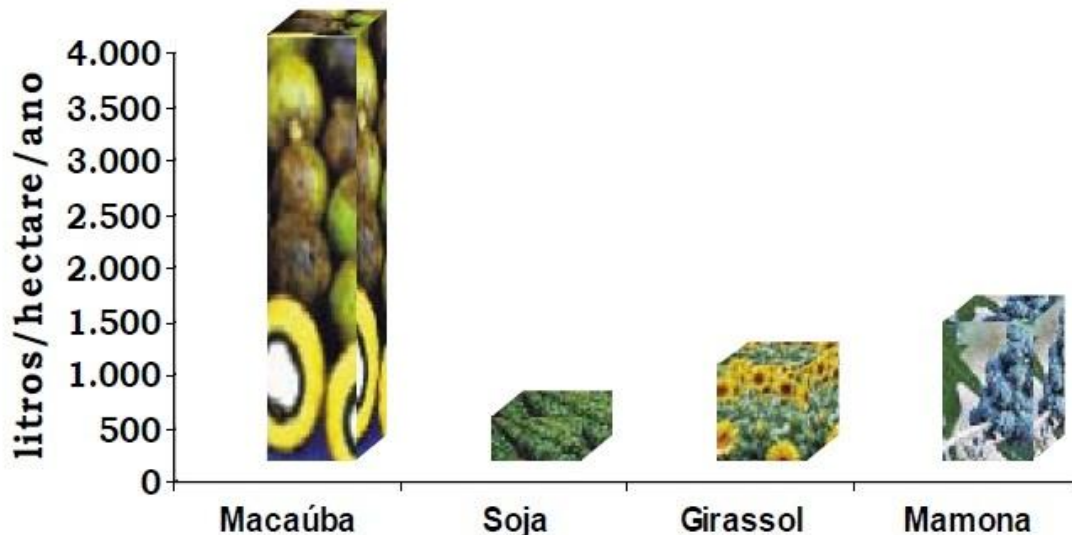


Figura 5. Comparação entre capacidade de produção de óleo vegetal de algumas oleaginosas (Nucci, 2007).

7. COLHEITA

A colheita dos frutos de macaúba tem sido realizada de forma extrativista e manual, com auxílio de uma haste de material e tamanho variado

(Figura 6), necessitando de aprimoramentos, uma vez que essa tarefa requer muita mão de obra, e em alguns locais, pode atingir até duas colheitas por ano.



Figura 6. Coleta manual de cachos de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] com auxílio de haste de alumínio (6 metros), no município de Posse (GO), 2009.

8. MELHORAMENTO GENÉTICO

Muitas variáveis podem afetar a germinação de sementes de palmeiras, como a espécie, temperatura, tipo de substrato, condições de umidade, aeração e tempo de armazenamento, assim como a viabilidade das sementes que pode variar entre indivíduos da mesma espécie e também dentro de um mesmo indivíduo, de um ano para outro (Broschat, 1994).

Em sementes de palmitero (*Euterpe edulis* Mart.) Martins-Corder e Saldanha (2006) observaram variação de 60 a 90 dias após a semeadura para o processo germinativo de sementes oriundas de 15 progênies (15 indivíduos). Estes dados concordam com Oliveira et al. (2003) que também constataram os maiores valores de porcentagem de germinação em apenas 3 progênies (48 a 56%) diferindo do restante, que forneceram a menor taxa (14%).

Diante do exposto torna se necessário a elaboração de estudos genéticos de espécies como a macaúba para selecionar genes que garantam a

conservação da variabilidade genética e, conseqüentemente, auxiliem nas diferentes etapas do melhoramento dessa palmeira, desde a germinação, resistência a doenças e produção de frutos e óleos. Com o objetivo de analisar a diversidade genética da macaúba, Nucci (2007) realizou levantamentos em nove populações e quatro regiões de ocorrência nos estados de São Paulo e Minas Gerais, respectivamente, e observou que ocorre maior diversidade genética entre populações dentro de regiões do que entre as regiões avaliadas. Concluiu também que as populações estudadas sofrem deriva genética devido à antropização e possuem o fluxo gênico restrito.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA C. E. B.; SANO. M.; J. F. RIBEIRO. **CERRADO; espécies de vegetais úteis**. Planaltina – DF: EMBRAPA – CPAC. 1998. 106-112 p.

BAHIA, REDE SUL. **Palmeira Macaúba pode produzir biodiesel**. Disponível em:

<http://www.redesuldabahia.org/index.php?option=com/contentview=articleeid=106:palmeira-macauba-pode-produzir-iodiselecatid=57:agriculturaeltemid=76>. Acesso em maio de 2010.

BATISTA, A. C. F. **Biodiesel no tanque**. Disponível em: http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.htmlconteudo=./energia/artigos/oleo_vegetal.html. Acesso em maio de 2010.

BEKHEET, S. A.; TAHA, H. S.; HANAFY, M. S.; SOLLIMAN, M. E. Morphogenesis of Sexual Embryos of Date Palm Cultured In vitro and Early Identification of Sex Type. **Journal of Applied Sciences Research**, v.4, n.4, p.345-352. 2008.

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. **Oleaginosas Potenciais do Nordeste para a produção de Biodiesel**. Documentos 177. Campina Grande – PB. EMBRAPA. 2007. p. 54.

BONDAR, G. **Palmeiras do Brasil**. São Paulo: Instituto de Botânica, São Paulo, 1964. n.2; p. 50-554

BOVI, M. L. A. Pré-embebição em água e porcentagem e velocidade de emergência de sementes de palmitero. **Bragantia**, v.49, n.1, p.11-22. 1990.

BROSCHAT, T. K. Palm seed propagation. **Acta Horticulturae**, v.360, p.141-147. 1994.

CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. P.V. DE. Efeitos da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleracea* (açai). **Revista brasileira de Botânica**, vol.23, n.3, p. 225-230. 2000.

CHARLO, A. C. O.; F. V. MÔRO; V. L. SILVA; B. M. SILVA E SILVA; S. BIANCO; J. R. MÔRO. 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.

CHUBA, C. A. M.; MACHADO, M. A. G. T. C.; SANTOS, W. L.; ARGANDOÑA, E. J. S. **Parâmetros biométricos dos cachos e frutos de bocaiúva**. In. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. Vitória – ES. 2008.

CUNHA, A.C.C.; M.A.G. JARDIM. Avaliação do potencial germinativo em açai (*Euterpe oleracea* Mart.) variedades preto, branco e espada: **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Série Botânica**. 11: 55-60 p. 1995.

EISENLOHR, P. V. CARVALHO-OKANO, R. M. C. VIEIRA, M. F. LEONE, F. R. STRINGHETA, A. C. O. Flora fanerogâmica do campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. **Ceres**. 55(4): p. 317- 326, 2008.

EL-KAZZAZ, A.A.; M.K. EL-BAHR. A method for *in vitro* propagation of the Egyptian date palm cultivar Samany. **Arabian Journal Biotechnology**, v.4, n.2, p. 285-292. 2000.

FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). **Acta Amazônica**, v.36, n.2, p.141 - 146. 2006.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field Guide to the Palms of the Americas** New Jersey: Princeton University, 1995. p.166-167.

HOLANDA, A. **Biodiesel E a Inclusão Social**. Brasília: Câmara dos Deputados. 2004

IOSSI, E.; R. SADER; F. V. MORO; J. C. BARBOSA. Maturação fisiológica de sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.147-154. 2007.

KURIHARA, D. L.; IMAÑA-ENCINAS, J.; Paula, J. E. Levantamento da arborização do campus da Universidade de Brasília. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 127-136, 2005.

KOBORI, N. N. **Germinação de sementes de *Livistona chinensis* (Jack.) R. Br. ex. Mart. (ARECACEAE)**. Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal - SP. 34 p. 2006.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P.D. O.. Produção de mudas para jardim no estado de Minas Gerais. **Ciênc. agrotec.** vol.33, n.1, p. 127-131. 2009.

LORENZI, G. M. A. C., ***Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. – Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável**. Curitiba, 2006, 156f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

LORENZI, H. **Palmeiras do Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa: Editora Plantarum, p.1-20, 1996.

LUZ, P. B.; TAVARES, A. R.; PAIVA, P. D. O.; AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S. Germinação de sementes de palmeira-ráfia: efeito de tratamentos pré-germinativos. **Revista Árvore**, v.32, n.5, p.793-798. 2008.

MARTINS, C. C.; W. R. SILVA; M. L. A. BOVI. Tratamentos pré-germinativos de sementes da palmeira inajá. **Bragantia**, v.55, n.1, p.123-128. 1996.

MARTINS-CORDER, M. P.; SALDANHA, C. W. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de diferentes progênies de *Euterpe edulis* Mart. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.693-699. 2006.

MEEROW, A. W. **Palm Seed Germination**. I. F. A. A. Sci.: University of Florida. 1991.

MAURICIO. **Macaúba alternativa econômica para produção de óleos e tortas**. Eldorado / MS: Rural Sementes Ltda. 2009.

MELO, B. **Cultivo de embrião *in vitro* da guarirobeira (*Syagrus oleraceae* (Mart.) Becc.)**. 2000, 117p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Lavras – MG: UFLA.

MIGUEL, J. R.; SILVA, M. A. M.; DUQUE, J. C. C. Levantamento de palmeiras (Arecaceae) cultivadas na Universidade do Grande Rio, Campus 1 – Duque de Caxias, Rio de Janeiro (Brasil). **Saúde e Ambiente em revista**. v.2, n.1, p. 26-36. 2007.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. ***Acrocomia aculeata*** Disponível em: <<http://www.mobot.mobot.org/cgi-bin/search>> Acesso em: 16 out. 2005.

MOURA, E. F.; VENTRELLA, M. C.; MOTOIKE, S. Y.; SÁ JÚNIOR, A. Q.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E. Histological study of somatic embryogenesis

induction on zygotic embryos of macaw palm (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Martius). **Plant Cell Tissue Organ Culture**. 2008.

MOTTA, P. E. F.; CURI, N.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; GOMES, J. B. V. Occurrence of macaúba in Minas Gerais, Brazil: relationship with climatic, pedological and vegetation attributes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.37, n.7, p.1023-1031, jul. 2002.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and biossays with tobacco tissue cultures. **Physiology Plantarum**, v.15, n.3, p.473-493. 1962.

NASCENTE, A. S.; N. PEIXOTO; C. W. F. SANTOS. Peso de sementes e emergência de plântulas de guariroba (*Syagrus oleracea* Becc). **Pesquisa Agropecuária Tropical (UFG)**, v.30, n.2, p.77-79. 2000.

NAZÁRIO, P. **Tratamentos pré-germinativos visando minimizar a dormência em sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer)**. Biologia tropical e recursos naturais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 89 p. 2006.

NEGRELLE, R. R. B.; PINTO, E.C.T.; ZANIOLO, S. R. **Subsídios ao entendimento da dinâmica de exploração e comercialização de espécies arbóreas nativas do pantanal matogrossense**. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 55, Encontro Regional de Botânicos de MG, BA e ES, 26. Resumos. Viçosa, 2004. 1 CR-Rom.

NOVAES, R. F. **Contribuição para o estudo do coco macaúba**. Piracicaba, 1952, 85 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) Escola Superior de Agricultura “Eça de Queiroz da Universidade de São Paulo”, Piracicaba.

NUCCI, S. M. **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microsatelites em genética de população de macaúba**.

Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) do Instituto Agrônomo. 2007.

OLIVEIRA, F. A. M. **A produção de óleos vegetais de macaúba e seus coprodutos na região metropolitana de Belo Horizonte**. In: 3º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, óleos, Gorduras e Biodiesel, Varginha, 2006. CD-Rom.

OLIVEIRA, M. S. P.; Faria Neto, J. T.; Nascimento, W. M. O. Parâmetros genéticos para caracteres germinativos em vinte progênies de açaizeiro promissores para palmito. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 46, p. 105-113, 2003.

RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; HIANE, P. A.; BRAGA NETO, J. A.; SIQUEIRA, E. M. A. Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 28: p. 90-94. 2008.

RATTER, J. A. BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilia Cerrado vegetation III: Comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**. 60 (1); 57-109. 2003.

ROCHA, K. M. R. **Biologia reprodutiva da palmeira licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) (Arecaceae) na ecoregião do raso da catarina, Bahia**. Dissertação (Pós-graduação em Ciências Florestais) da Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009.

ROSSATO, M.; BARBIERI, R. L. Estudo etnobotânico de palmeiras do rio grande do sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p. 997-1000. 2007.

SILVA, K. R.; MINETTI, L. J.; FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F.; MACHADO, E. G. B.; SOUZA, A. P. Custos e rendimentos operacionais de um plantio de

eucalipto em região de cerrado. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 361-366, 2004.

SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. N. **Frutas nativas dos cerrados**. Brasília: EMBRAPA-CPAC. 2001. p. 166.

SILVA, J. C. **Macaúba**: fonte de matéria-prima para os setores alimentício, energético e industrial. Viçosa, 1994, 41 f. Trabalho de conclusão da disciplina Cultivo de essências exóticas e nativas. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa.

SILVA, J. C.; BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. Endocarpos de babaçu e macaúba comparados à madeira de *Eucalyptus grandis* para produção de carvão vegetal. **IPEF**, n.34, p. 31-34, dez. 1986.

SOARES, J. D. R.; RODRIGUES, F. A.; PASQUAL, M.; ARAUJO, A. G.; NUNES, C. F.; SANTOS, D. N. **Cultivo *in vitro* de macaúba visando redução do período germinativo**. In. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. Vitória – ES. 2008.

SODRÉ, J. B. **Morfologia das palmeiras como meio de identificação e uso paisagístico**. Monografia (Plantas Ornamentais e Paisagismo), Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG. p. 62. 2005.

TEIXEIRA, J. B. Limitações ao processo de cultivo *in vitro* de espécies lenhosas 2007.

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

XAVIER, A.; OTONI, W. C.; PENCHEL, R. M. Micropropagação e enxertia *in vitro* de espécies florestais. In: A. Borém (Ed.). **Biotecnologia Florestal**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2007. Micropropagação e enxertia *in vitro* de espécies florestais, p.53-74

SECAGEM E EMBEBIÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE MACAÚBA
[*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex MART.]

RESUMO – Objetivou-se com esse trabalho elucidar os mecanismos de hidratação e desidratação em frutos e sementes, bem como a viabilidade dos embriões de macaúba, *Arecaceae*. A desidratação foi realizada em estufa de circulação forçada a $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias e após esses períodos foi avaliada a viabilidade dos embriões pelo teste de tetrazólio. O efeito da hidratação na porcentagem e índice de velocidade de germinação foi avaliado por meio da embebição das sementes em água destilada, mantida em germinador com temperatura de $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias. Decorridos os períodos descritos, as sementes foram tratadas com fungicida e mantidas em germinador do tipo Mangelsdorf ajustado a $30\pm 2^{\circ}\text{C}$. Foi evidenciado que a secagem causou redução progressiva no teor de água dos frutos e facilitou a extração das sementes. Quando frutos foram submetidos à secagem por até nove dias não houve queda no vigor das mesmas. Porém quando desidratados por 15 dias, há perda na viabilidade das sementes. A regressão linear simples tornou possível estimar o teor de água das sementes com base no teor de água dos frutos. A embebição de sementes de macaúba em água destilada favoreceu o aumento de sementes mortas e contaminadas por microrganismos.

Palavras-chave: Germinação, tetrazólio, tolerância à dessecação.

DRYING AND IMBIBITION OF MACAW [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex. MART.] FRUITS AND SEEDS

ABSTRACT - This study evaluated the mechanisms of hydration and dehydration of fruits and seeds, as well as embryo viability of macaúba, *Arecaceae*. Dehydration was done in a forced air oven at $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ for 0, 3, 6, 9, 12 and 15 days and, after these periods, embryo viability was evaluated tetrazolium test. The effect of hydration on the percentage and on the germination velocity index was evaluated by the imbibition of seeds in distilled water, in a germinator at $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ for 0, 2, 4, 6, 8 and 10 days. Subsequently to those periods, the seeds were fungicide treated and maintained in a Mangelsdorf germinator adjusted at $30\pm 2^{\circ}\text{C}$. Drying caused a progressive

water loss of the fruits and eased seed extraction. Fruits subjected to drying for up to nine days had no loss of vigor; however, after dehydration for 15 days seed viability loss was observed. Simple linear regression estimated seed water contents based on fruit water contents. Seed imbibition in distilled water favored an increase in dead or contaminated seeds.

Keywords: Germination, tetrazolium, drying tolerance.

INTRODUÇÃO

A Macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] é também conhecida por bocaiúva, coco-de-espinha, macaúva, marcová e mucajá. Suas folhas são aglomeradas no ápice do estipe, com 4 metros de comprimento e são pecioladas com base-circunflexa. Seus frutos são do tipo drupa, com cerca de 3 centímetros de diâmetro, amarelo, epicarpo cartáceo, mesocarpo fino e fibroso e endocarpo ósseo (Almeida et al., 1998).

A palmeira pode atingir de 10 a 15 metros de altura por 3 a 4 metros de diâmetro de copa. As folhas são pinadas com comprimento variando de 4 a 5 metros com espinhos na região central. Os frutos são esféricos ou ligeiramente achatados, em forma de drupa globosa, com diâmetro de 2 a 5 centímetros. O endocarpo enegrecido é fortemente aderido ao mesocarpo. À amêndoa é oleaginosa, comestível e coberta por uma fina camada de tegumento (Lorenzi, 1996; Silva et al., 2001).

O potencial para a produção de óleo combustível tem despertado grande interesse econômico pelas palmeiras, principalmente para a macaúba [*A. aculeata* Jacq. Loddiges ex Mart.], dendê (*Elaeis guinnensis* Jacq.), inajá (*Maximiliana regia* Mart.), tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) e babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.). Esta utilização é mais promissora ainda para a macaúba, devido alto rendimento de produção de óleo das sementes e pelo fato de seus frutos fornecerem também, farinha comestível, torta forrageira e endocarpo de alto poder calorífico (Ramos et al., 2003; Martins et al., 2009).

Apesar das diversas formas de utilização, seu cultivo é inexpressivo, assim como ocorre para o tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) e para areca [*Areca triandra* (Roxb.) ex Buch-Ham], principalmente devido à dificuldade de germinação e a carência de estudos nessa área. Sabese que geralmente a propagação das palmeiras ocorre por sementes e a germinação

destas é lenta e desigual, pois a cobertura protetora das sementes (endocarpo) restringe a embebição de água, difusão do oxigênio e impõe resistência mecânica, resultando em problemas de emergência da plântula caracterizado pela dormência física (Meerow, 1991; Ferreira e Gentil, 2006; Yang et al., 2007).

Tratamentos como embebição em substâncias químicas reguladoras de crescimento, escarificação ou mesmo a despolpa dos frutos vêm sendo empregados com êxito na superação de dormência de algumas espécies, como demonstrado para a palmeira ráfia (*Rhaphis excelsa* Thunberg Henry ex. Rehder), inajá (*Maximiliana regia* Mart.), areca (*Areca tiandra* Roxb ex Buch-Ham.) e *doum palm* (*Hyphaene thebaica* Mart.). A embebição em água, com variação do período de imersão, também tem sido utilizada para homogeneizar e acelerar o processo germinativo em algumas palmeiras, como o palmito (*Euterpe edulis* Mart.), *Thrinax parviflora* Swartz e tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer), necessitando de 2, 6 e 9 dias, respectivamente (Bovi, 1990; Martins et al., 1996; Moussa et al., 1998; Pivetta et al., 2005; Ferreira e Gentil, 2006; Yang et al., 2007; Luz et al., 2008; Pérez et al., 2008).

Acredita-se que os resultados positivos obtidos pela imersão das sementes em água ocorrem pelo favorecimento da primeira etapa do processo germinativo, ou seja, a embebição. O efeito da dessecação das sementes sobre sua porcentagem de germinação, bem como a capacidade de tolerar o armazenamento, as classifica em diferentes grupos fisiológicos, sendo que a maioria das palmeiras possui comportamento do tipo recalcitrante, como é o caso do palmito (*Euterpe edulis* Mart.), açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.), palmeira areca (*Chrysalidocarpus lutescens* Wendl.) e pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) (Becwar et al., 1982; Ferreira e Santos, 1992; Araújo et al., 1994; Bovi et al., 2004; Martins et al., 2006).

Segundo Nascimento et al. (2005) em palmeiras de uma maneira geral, a umidade crítica e letal é relativamente alta. A desidratação das sementes de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) em estufa de circulação forçada ajustada a 30°C, de 43,4 para 30,3%, causou redução progressiva na porcentagem de germinação e vigor das sementes. O processo de germinação foi totalmente interrompido quando as sementes atingiram 15% de umidade, confirmando o comportamento recalcitrante da espécie.

A germinação de sementes de palmito vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes) foi interrompida quando estas foram desidratadas até 35,8% e armazenadas em sacos plásticos a 15°C por até 30 semanas. Sementes que não sofreram dessecação (45% de umidade), ou sofreram dessecação somente até 40,1% de umidade, mantiveram essa capacidade por até 52 semanas de armazenamento (Martins et al., 2007).

O método e a velocidade de secagem devem ser levados em consideração para que não haja erro na classificação do comportamento das sementes. Assim Ferreira e Santos (1992) ao avaliarem diferentes períodos e velocidades de secagem em sementes de palmito (*Bactris gasipaes* Kunth) observaram interação entre esses fatores, onde a secagem lenta (ambiente de laboratório, por 8 dias) favoreceu a emergência e vigor das sementes, quando comparado com as sementes secas em sílica gel, as quais cessaram a germinação ao atingirem 19% de umidade em apenas 4 dias.

Para a macaúba não foram encontrados trabalhos na literatura a cerca do efeito da umidade sobre a viabilidade do embrião e germinação das sementes. Portanto, o presente estudo tem por objetivo avaliar os teores de água de frutos e sementes de macaúba submetidas a diferentes períodos de secagem e embebição.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Sementes do Instituto Federal Goiano, Campus de Rio Verde (GO), com frutos maduros de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.], coletados nos meses de agosto e dezembro, nos municípios de Rio Verde e Indiara (GO), respectivamente.

ENSAIO 1. CURVA DE SECAGEM

Após remoção dos frutos do cacho, foram descartados aqueles que estavam danificados e com peso inferior a 25g. Devido à alta heterogeneidade, os frutos foram padronizados em três classes, levando em consideração sua massa total. O número de frutos por classe seguiu a distribuição de frequência encontrada no campo, ou seja, 8 frutos pequenos (menores que 30g), 8 frutos

médios (30-35g) e 4 frutos grandes (maiores que 35g), totalizando 20 frutos por repetição.

Para avaliar a condição inicial, um lote de 80 frutos inteiros e sementes foram utilizados para determinação do teor de água, tomando se como base o peso úmido, ambos pelo método de estufa a $105\pm 2^{\circ}\text{C}$, até atingirem massa constante. Para facilitar o processo de secagem, frutos inteiros foram revestidos por tela de viveiro galvanizada e, então, colocados para secar continuamente em estufa de circulação forçada regulada para $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias, visando obtenção dos respectivos teores de água, tanto para o fruto quanto para a semente ainda no fruto. Para remoção das sementes, um lote de frutos, sob as mesmas condições citadas anteriormente, foi quebrado com auxílio de marreta de 1,5Kg e uma placa de concreto e, então, determinado o teor de umidade das mesmas. O efeito da desidratação na viabilidade dos embriões foi avaliado pelo teste de tetrazólio (0,075%), em quatro repetições de dez embriões oriundos das sementes utilizadas para determinação da umidade, de acordo com a metodologia de França Neto et al. (1998).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com seis períodos de secagem e quatro repetições de 20 frutos e/ou sementes. Foi efetuada a análise de variância, aplicando se o teste F e comparando se médias dos tratamentos pelo teste de Tukey (5%) e, posteriormente, foi realizada a regressão linear simples entre os teores de umidade de frutos e sementes, utilizando o software Sigma Plot[®]11.0.

ENSAIO 2. CURVA DE EMBEBIÇÃO

Após coleta manual, frutos inteiros foram quebrados visando à retirada da semente para determinação do teor de água, que se deu pelo método de estufa $105\pm 2^{\circ}\text{C}$, tomando se como base o peso úmido até atingirem massa constante, utilizando se quatro repetições de 20 sementes. Os frutos remanescentes foram secos em estufa de circulação forçada ajustada a 35°C , durante seis dias, a fim de facilitar a extração das sementes. Após este período novamente foi determinado o teor de umidade das sementes, utilizando o mesmo número de unidades.

Procedeu-se à quebra do endocarpo com auxílio de uma marreta de 1,5Kg e uma placa de concreto. A avaliação do processo de extração foi realizada de acordo com o proposto por Ferreira e Gentil (2006) que consiste em porcentagem de sementes fisicamente íntegras, sementes com danos mecânicos visíveis, sementes completamente quebradas e sementes que permaneceram aderidas ao endocarpo dos frutos.

Sementes fisicamente íntegras e com dano mecânico foram separadas e utilizadas igualmente em todas as repetições. Para avaliar o efeito da embebição, foram utilizados becker's contendo água destilada, mantidos em germinadores do tipo Mangelsdorf ajustado a $30\pm 2^{\circ}\text{C}$, durante 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias e substituição diária da água de embebição.

Para a determinação da curva de embebição foram utilizadas quatro amostras de 20 sementes, mantidas sob as mesmas condições e, então, nas primeiras 12 horas, foi realizada a pesagem das amostras a cada 2 horas. Posteriormente, até o terceiro dia, a cada 12 horas, e do terceiro ao décimo dia de embebição, a cada 24 horas. As pesagens foram realizadas após a remoção da água superficial das sementes mantendo-as em quatro folhas de papel toalha por 1 minuto.

Decorridos os períodos estabelecidos, quatro amostras de 20 sementes foram colocadas para germinar em rolos de papel tipo germitest, previamente umedecidos com água destilada na quantidade de 2,5 vezes o peso do substrato seco e, então, as sementes foram levadas ao germinador do tipo Mangelsdorf ajustado a $30\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com fungicida [Ingrediente Ativo (carboxina+tiram): 200+200g/L] na dosagem 500mL de produto – 100Kg de semente e 500mL de água destilada – 100Kg de semente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 20 sementes. Foi efetuada a análise de variância, aplicando-se o teste F e comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste Tukey (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ENSAIO 1. CURVA DE SECAGEM

De acordo com a Figura 1A, nota-se queda drástica no teor de água dos frutos, logo no início do processo de secagem, reduzindo de 46,92 para 32,51, e 21,69% de umidade aos 6 e 15 dias de secagem, respectivamente, totalizando uma perda de 53,77% da umidade inicial até o final da secagem. O teor de umidade inicial nas sementes foi bem inferior à dos frutos e o processo de desidratação ocorreu lentamente durante o período de secagem. Após 15 dias, as sementes atingiram 15,09% de umidade, perdendo 29,45% do teor de água inicial (21,39%) (Figura 1B). Nota-se também que a umidade inicial das sementes é bem inferior a dos frutos.

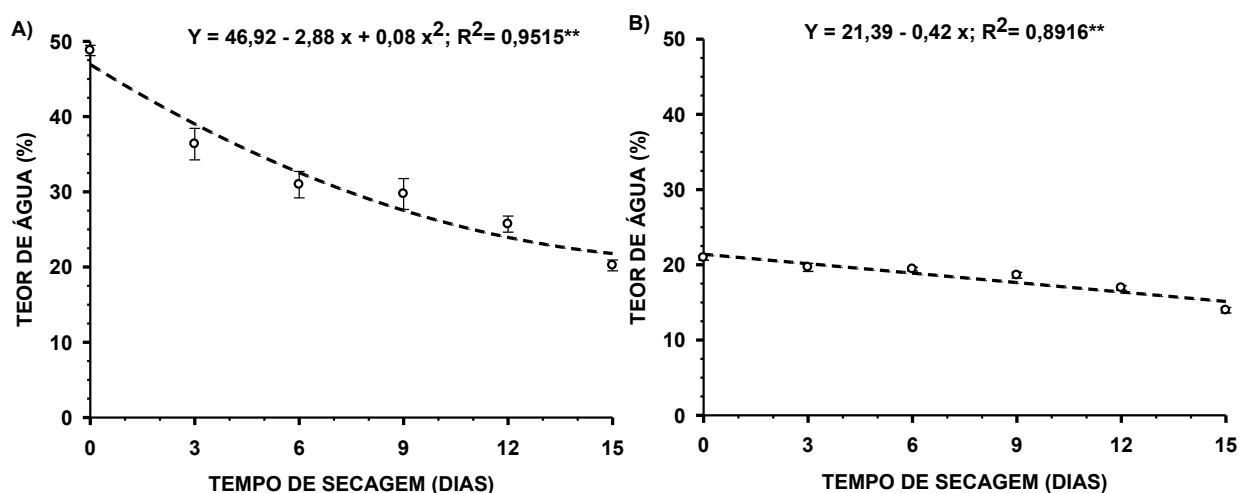


Figura 1. Perda de água em frutos (A) e sementes (B) de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] submetidos a diferentes períodos de secagem em estufa de circulação forçada a 37°C. ******Significativo ao nível de 5% de probabilidade. Rio Verde (GO), 2010.

Mediante análise de regressão, pode-se concluir que os altos coeficientes de determinação, 95,15 e 89,16% para frutos e sementes, respectivamente, sugerem que houve um bom ajuste do modelo aos dados de teor de água, indicando que o tempo de secagem está intimamente relacionado com o teor de água dos mesmos. Frutos perdem água mais rápido que sementes quando se compara os valores dos coeficientes angulares. Isto pode ser explicado pelo fato de que o processo de secagem em estufa de circulação forçada ajustada a 37°C remove primeiramente água mais superficial dos

frutos, para que então comece haver perda no teor de água dos órgãos e tecidos internos, como sementes.

Foi possível estabelecer uma relação entre os dois materiais vegetais estudados (frutos e sementes), obtendo-se um ajuste linear com $R^2=64,02\%$ (Figura 2). É notável a interferência da umidade do fruto sobre a umidade da semente. Verificou-se que assim que ocorre a remoção de metade do teor de água dos frutos, é que as sementes começam a perder água substancialmente. Isto pode estar relacionado ao fato da água disponível no mesocarpo mucilaginoso do fruto ser de fácil remoção havendo a formação de um gradiente de umidade entre frutos e sementes.

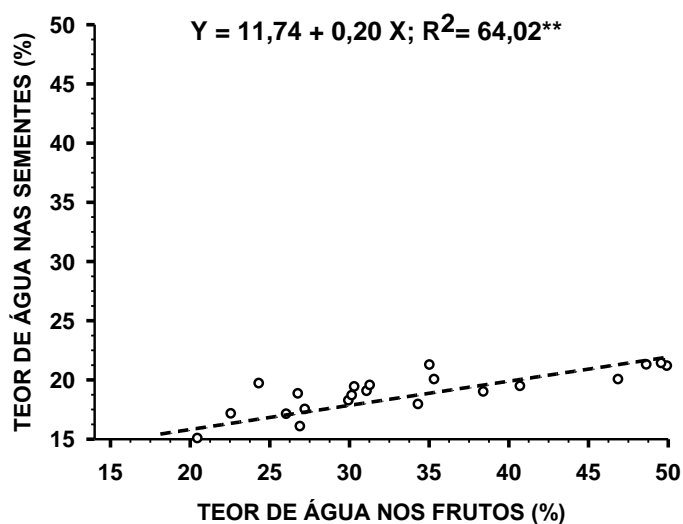


Figura 2. Relação entre teor de água de frutos e sementes de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] submetidos a diferentes períodos de secagem em estufa de circulação forçada a 37°C. **Significativo ao nível de 5% de probabilidade. Rio Verde (GO), 2010.

A embebição dos embriões de macaúba em água por 16 horas a 30°C e posterior reação com a solução de tetrazólio a 0,075% em ausência de luz, permitiu coloração adequada dos embriões, tornando possível a identificação do vigor. No tempo inicial não foi possível a remoção dos embriões, uma vez que estes foram totalmente danificados durante a quebra dos frutos. Os embriões dos demais tempos avaliados foram classificados como pertencentes

à classe de vigor 2 (alto vigor) para 3 e 6 dias de secagem, e classe de vigor 3 (vigor médio) para os demais períodos avaliados. O principal fator de distinção entre as classes de vigor foi em relação ao tamanho das lesões (branco leitoso) causadas no embrião, sendo que a maior parte deste era de coloração vermelho intenso, portanto, tecido vivo (Figura 3).

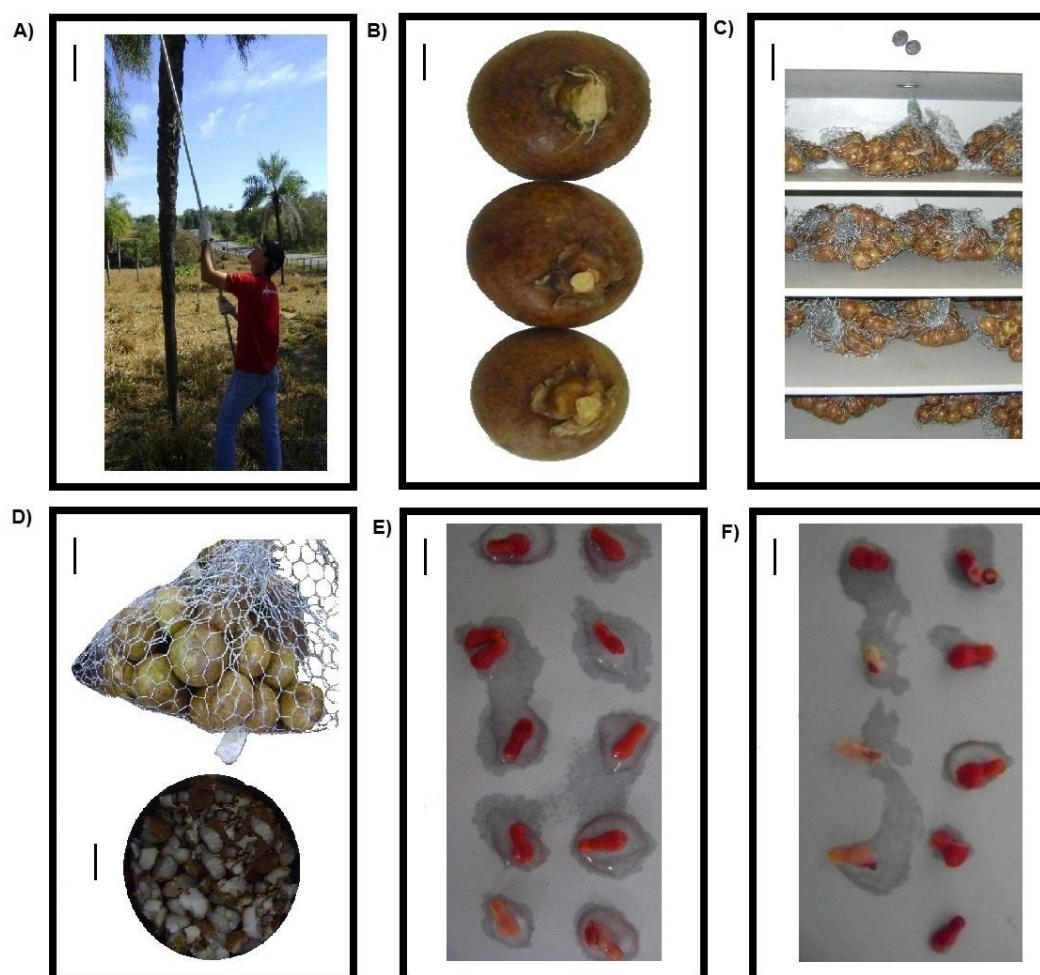


Figura 3. Efeito da desidratação de frutos de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] submetidos a diferentes tempos de secagem avaliado pelo teste de tetrazólio. A) Coleta. Barra=0,5m; B) Classificação dos frutos: pequenos (<30g), médios (30-35g) e grandes (>35g). Barra=1cm; C) Secagem em estufa de circulação forçada a 37°C por até 15 dias. Barra=30cm; D) Determinação de umidade dos frutos (cima) e sementes (baixo). Barra=5cm e 1cm; E) Embriões de alto vigor, obtidos pela secagem por até 9 dias. Barra=3mm; F) Embriões de vigor médio, obtidos pela secagem por 12 a 15 dias. Barra=3mm. Rio Verde (GO), 2010.

De acordo com os resultados de teor de água e teste de tetrazólio, verificou-se que o processo de secagem por até seis dias é aconselhável para remoção das sementes sem que haja perda na viabilidade dos embriões e redução significativa no teor de água das sementes.

Em relação à secagem dos frutos e sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), resultados semelhantes foram encontrados por Bovi et al. (2004), onde o processo de secagem foi considerado lento, pois demandou 15 dias de secagem para que o teor de água inicial (20,94%) das sementes baixasse para aproximadamente 14%. A velocidade da secagem é um fator determinante para a germinação das sementes, conforme coloca Ferreira e Santos (1992). Esses autores obtiveram maior emergência e vigor de plântulas de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) quando as sementes foram secas por até oito dias em ambiente de laboratório (secagem lenta), do que quando submetidas à secagem em dessecadores contendo sílica gel em diferentes proporções (secagem rápida). Vale ressaltar, ainda, que a operação de secagem promove a baixa umidade da semente tornando possível seu armazenamento. Porém, é de grande importância que este processo seja realizado em estufas com controle de temperatura, a fim de não promover queda do poder germinativo e vigor das sementes (Chin, 1988).

A utilização do teste de tetrazólio para determinação da viabilidade dos embriões na família Arecaceae tem sido realizada de forma heterogênea, em relação à concentração do sal, que varia de 0,1 a 1% e tempo de embebição de 2 a 6 horas, necessitando assim, de ajuste do teste para cada espécie (Lin, 1988; Spera et al., 2001).

ENSAIO 2. CURVA DE EMBEBIÇÃO

Com a quebra do endocarpo, obteve-se o aproveitamento de 60,83% de sementes aparentemente sem danos (fisicamente íntegras), além de 12,63% de sementes com algum tipo de dano visível, 10,88% de sementes quebradas e 15,65% de sementes aderidas ao endocarpo. O rendimento foi de 494 sementes extraídas.hora.homem⁻¹. Segundo Ferreira e Gentil (2006), a retirada do endocarpo rígido de sementes de palmeiras sempre possui riscos de danos

ao endosperma e ao embrião e, portanto, esse processo deve ser realizado e otimizado para cada espécie em particular.

De acordo com a Figura 4, observa-se que a absorção de água pela semente ocorre rapidamente nos dois primeiros dias, e manteve-se praticamente estável até o 10º dia de embebição. A umidade das sementes, após a secagem, foi de 19,84%, e após 10 dias de embebição estas atingiram 29,95%. Observou-se que o ganho de água pela semente foi rápido, provavelmente em função da ausência do endocarpo.

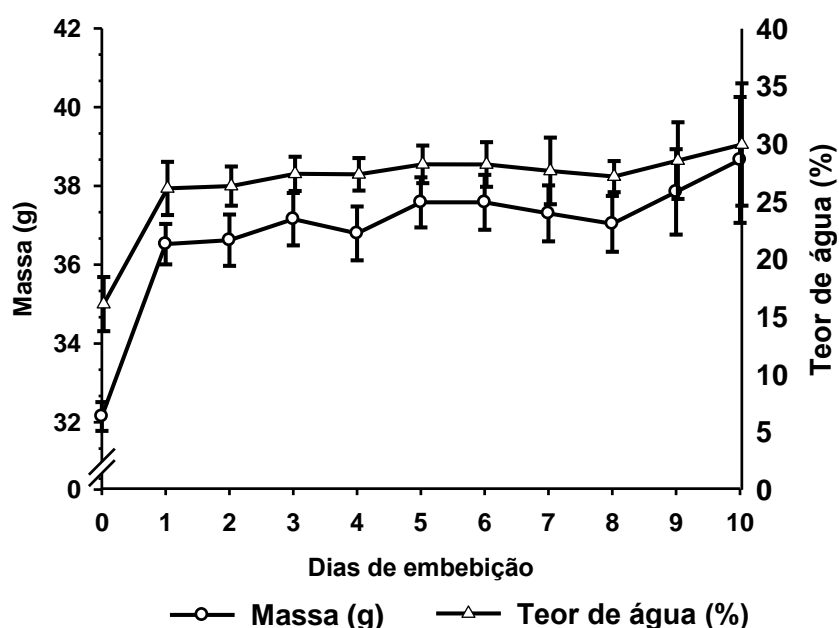


Figura 4. Curva de embebição e teor de água em sementes de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.]. Barra = Erro padrão da média. Rio Verde (GO), 2010.

Não foram verificadas diferenças para nenhuma das características avaliadas, porém, nota-se tendência de decréscimo na porcentagem e velocidade de germinação à medida em que se aumenta o tempo de embebição em água destilada (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação em sementes de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart. submetidas a diferentes períodos de embebição. Rio Verde (GO), 2010.

Embebição (dias)	Germinação (%)	IVG
0	10,0 ¹ ± 2,04 ²	0,068 ¹ ± 0,01 ²
2	6,2 ± 2,39	0,047 ± 0,01
4	7,5 ± 2,50	0,049 ± 0,03
6	7,5 ± 1,15	0,062 ± 0,04
8	6,2 ± 3,15	0,042 ± 0,03
10	2,5 ± 2,50	0,038 ± 0,04

¹Médias na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²± Erro Padrão da Média.

A porcentagem de sementes mortas aumentou de acordo com o tempo de embebição (Figura 5), fato este, que comprometeu a porcentagem de germinação, uma vez as sementes, tinham praticamente toda sua reserva comprometida pelo ataque de microrganismos. A morte das sementes após embebição, pode ter sido favorecida também pelo método de extração de semente adotado, pois qualquer dano ocasionado no tegumento facilita a deterioração por microrganismos.

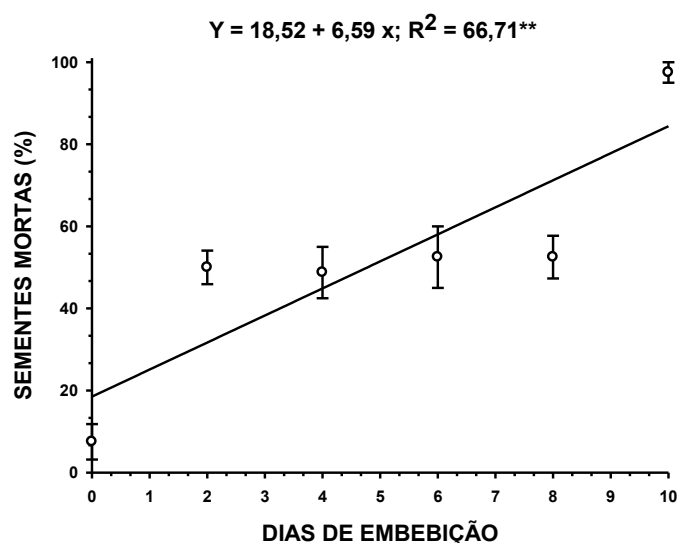


Figura 5. Porcentagem de sementes mortas em sementes de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart. submetidas a diferentes períodos

de embebição. **Significativo ao nível de 5% de probabilidade. Rio Verde (GO), 2010.

Resultados semelhantes a estes foram obtidos por Ledo et al. (2002) em sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), onde diásporos que foram embebidos em água (28°C) por 48 horas, ou então apenas sementes (remoção do endocarpo), não favoreceram a porcentagem de germinação (41 e 37%, respectivamente) e com isso não diferiram da testemunha (diásporo) que atingiu 46% de germinação. Em sementes de *Pritchardia remota* (Kuntze) Beck. submetidas a 336 horas de embebição em água (23°C) não foi verificado protrusão da radícula em nenhum embrião (Pérez et al., 2008).

Por outro lado, Bovi et al. (1990) observaram maiores porcentagens de emergência (85%) em sementes de palmito (*Euterpe edulis* Mart.), quando as mesmas foram submetidas a embebição por 2 a 4 dias. Apesar de ter sido benéfica, a embebição por dois dias não acelerou a velocidade de emergência. Segundo Ferreira e Gentil (2006), a embebição de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) em água (24°C) por até nove dias promoveu efeito positivo na germinação e índice de velocidade de germinação. Houve um incremento de 58 para 70% de germinação, porém foram necessários, em média, 104 dias para esse processo.

CONCLUSÕES

Nos frutos a perda de água foi mais intensa logo no início do período de secagem.

A desidratação foi lenta nas sementes para todos os períodos de secagem em estufa de circulação forçada a 37°C.

Utilizando a regressão linear simples tornou possível estimar o teor de água das sementes com base no teor de água dos frutos.

A secagem dos frutos por até seis dias facilitou a extração das sementes e não afetou o vigor das mesmas. Porém quando desidratados por 15 dias, há perda na viabilidade das sementes.

A embebição de sementes de macaúba em água destilada favoreceu o aumento de sementes mortas e contaminadas por microrganismos.

REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, M.; RIBEIRO, J. F. **CERRADO; espécies de vegetais úteis**. Planaltina – DF: EMBRAPA – CPAC. p. 106-112. 1998.

ARAUJO, E. E.; SILVA, R. E.; ARAÚJO, R. E. Avaliação da qualidade de sementes de açaí armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.76-79, 1994.

BECWAR, M. R.; STANWOOD, P. C.; ROSS, E. E. Dehydration effects imbibitional leakage from dessiccation sensitive seeds. **Plant Physiology**, v.69, n.4, p.1132-1135, 1982.

BOVI, M. L. A.; MARTINS, C. C.; SPIERING, S. H. Desidratação de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.109-112, 2004.

BOVI, M. L. A. Pré-embebição em água e porcentagem e velocidade de emergência de sementes de palmitero. **Bragantia**, v.49, n.1, p.11-22. 1990.

CHIN, H. F. **Recalcitrant seeds: a status report**. Rome: IBPGR, p.18. 1988.

FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). **Acta Amazônica**, v.36, n.2, p.141 - 146. 2006.

FERREIRA, S. A. N.; SANTOS, L. A. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Amazônica**, Manaus, v.22, n.3, p.303-307, 1992.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **The tetrazolium test for soybean seeds**. Londrina: EMBRAPA-CNPS, 71p. (Documentos, 115) 1998.

LEDO, A. S.; MEDEIROS FILHO, S.; LEDO, F. J. S.; ARAÚJO, E. C. Efeito do tamanho da semente, do substrato e pré-tratamento na germinação de sementes de pupunha. **Ciência Agronômica**, v.33, n.1, p.29-32. 2002.

LIN, S. S. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto de palmitero. **Revista Brasileira de Sementes**, v.8, n.1, p.57-66, 1988.

LORENZI, H. **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa: Plantarum. 303pp. 1996.

LUZ, P. B.; A. R. TAVARES; P. D. O. PAIVA; F. F. A. AGUIAR; S. KANASHIRO. Germinação de sementes de palmeira-ráfia: efeito de tratamentos pré-germinativos. **Revista Árvore**, v.32, n.5, p.793-798. 2008.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C. G. Secagem e armazenamento de sementes de juçara. **Revista Árvore**. v. 33, n.4, p. 635-642. 2009.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de palmitero-vermelho em função da desidratação e do armazenamento. **Horticultura Brasileira**. v. 25: p. 188-192. 2007.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; NAKAGAWA, J.; GODOY JUNIOR, G. Temporary storage of jussara palm seeds: effects of time, temperature and pulp on germination and vigor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.271-276, 2006.

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**. I. F. A. A. Sci.: University of Florida. 1991.

MOUSSA, H.; MARGOLIS, H. A.; DUBÉ, P.A.; ODONGO, J. Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semi-arid zone of Niger, West Africa. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 104, p. 27-41, 1998.

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

PÉREZ, H. E.; CRILEY, R. A.; BASKIN, C. C. Promoting germination in dormant seeds of *Pritchardia remota* (Kuntze) Beck., an endangered palm endemic to Hawaii. **Natural Areas Journal**. V.28. p. 251-260. 2008.

PIVETTA, K. F. L.; L. P. CASALI; G. S.; CINTRA; D. R. PEDRINHO; P. U. C. PIZETTA; R. S.; PIMENTA; A. P. PENARIOL; C. F. M. MATTIUZ. Efeito da temperatura e do armazenamento na germinação de sementes de *Thrinax parviflora* swartz (Arecaceae). **Científica**, v.33, n.2, p.179-184. 2005.

RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K. ; WILHELM, H. M. Biodiesel. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.31. 2003.

SILVA, D. B.; SILVA, A. S.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDREADE, R. M. **Frutas do Cerrado**. Brasília -DF: Embrapa Informação Tecnológica. p.178. 2001.

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

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

SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE MACAÚBA [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.]

RESUMO - O trabalho foi realizado no Laboratório de Sementes do Instituto Federal Goiano Campus de Rio Verde-GO, visando acelerar e homogeneizar a germinação de sementes de macaúba. Para isso foi avaliado o efeito da escarificação física (remoção do tegumento na região do hilo), térmica (embebição das sementes em água aquecida a aproximadamente 100°C, por dois e quatro minutos) e química (ácido sulfúrico 98%, por dois e quatro minutos), comparadas ao controle (ausência de escarificação), bem como o efeito da forma de embebição (rápida e lenta) e diferentes concentrações do ácido giberélico (0, 100 e 200mg.L⁻¹) na porcentagem e índice de velocidade de germinação. Foi evidenciado que a secagem dos frutos por seis dias diminuiu o teor de água das sementes e facilitou a extração das mesmas. A mortalidade das sementes escarificadas e mantidas em germinador ocorrem em baixas porcentagens, porém em casa de vegetação esse número foi acima de 50% quando se utiliza a escarificação térmica em água quente por 2 minutos e em ácido sulfúrico por 4 minutos. A escarificação física, removendo o tegumento das sementes na região do hilo, favoreceu a germinação de sementes mantidas em germinador e a emergência das plântulas em casa de vegetação, sendo este o tipo de escarificação mais indicado para a superação da dormência nessa espécie. Não se recomenda a utilização do ácido giberélico, por até 200mg.L⁻¹, independente da forma de aplicação nas sementes.

Palavras-chave: Arecaceae, germinação, ácido giberélico.

DORMANCY BREAKING OF MACAW [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges.] SEEDS

ABSTRACT – The study was conducted at the Seed Laboratory of the Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde-GO, aiming to accelerate the germination of the macaw palm. To do this we evaluated the effect of physical scarification (removal of the coat at the hilar region), thermal scarification (soaking the seed in water heated to approximately 100°C, for two and four minutes) and chemical scarification (sulfuric acid 98%, for two four minutes) compared to a control

(without scarification) as well as the effect of the type of soaking (fast and slow) and different concentrations of gibberellic acid (0, 100 and 200mg.L⁻¹) in the percentage and germination speed index. It was found that drying the fruits for six days reduced the water content of seeds and facilitated the extraction. The mortality of seeds that were scarified and kept in an incubator occurred in low percentages, but in a greenhouse that number was above 50% when using the thermal scarification in hot water for 2 minutes and sulfuric acid for 4 minutes. Physical scarification, removing the seed coat at the hilar region, improved the germination of seeds kept in an incubator and the emergence of seedlings in the greenhouse, this being the most suitable type for overcoming dormancy in this species. The use of gibberellic acid up to 200mg.L⁻¹ is not recommended regardless of the form of application in the seeds.

Keywords: Arecaceae, germination, gibberellic acid.

INTRODUÇÃO

A macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] também conhecida por bocaiúva, coco de espinha, macaúva, marcová e mucajá é uma palmeira nativa de florestas tropicais. Esta planta pode atingir de 10 a 15 metros de altura por 3 a 4 metros de diâmetro de copa. As folhas são pinadas e possuem espinhos na região central. Os frutos são esféricos ou ligeiramente achatados, em forma de drupa globosa, com diâmetro variando de 2 a 5 centímetros e possuem de uma a três sementes. O endocarpo enegrecido é fortemente aderido ao mesocarpo, a amêndoa é oleaginosa, comestível e coberta por uma fina camada de tegumento (Lorenzi, 1996; Silva et al., 2001).

O caule dessa planta pode ser utilizado para a produção de mourões e estacas. A parte carnosa dos frutos, que possui alto teor vitamínico, pode ser consumida *in natura* e utilizada para fins medicinais, cosméticos ou para extração de óleo comestível, sendo esta prática muito comum em aldeias indígenas. No entanto, a característica mais promissora dessa planta está relacionada à utilização do óleo e do endocarpo como combustível para a geração de energia (Lorenzi, 1996; Almeida et al., 1998; Nascimento et al., 2009).

Nas Arecaceas o desenvolvimento das estruturas básicas do processo germinativo é bastante peculiar, podendo diferir entre as espécies pertencentes a essa família e das outras famílias (Martins-Corder e Saldanha, 2006). Uma das principais características das palmeiras é a variação quanto ao número de dias requeridos para o processo germinativo. Foi observado que o início da germinação de sementes da palmeira imperial (*Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. & Drude), ocorreu aos 68 dias, em guariroba (*Syagrus oleracea* Becc.), aos 90 dias, em palmitero (*Euterpe edulis* Mart.) aos 97 dias e aos 50 dias em sementes de palmeira fênix (*Phoenix roebelenii* O'Brien) (Charlo et al., 2006; Nascente et al., 2000; Bovi et al., 1990; Iossi et al., 2007).

Além da variabilidade genética, outras variáveis afetam a germinação nessa família, dentre elas a temperatura, substrato e estágio de maturação. Em relação à temperatura e substrato, que geralmente são estudados em conjunto, os melhores resultados de germinação para diferentes espécies são obtidos quando as sementes ou diásporos permanecem em substrato poroso, como areia ou vermiculita, sob temperatura constante de 25 a 30°C (Iossi et al., 2003; Pivetta et al., 2005; Silva e Silva et al., 2006; Pivetta et al., 2008). O estágio de maturação geralmente é avaliado tomando como base a coloração do epicarpo e tem fornecido resultados positivos na porcentagem de germinação, quando os frutos são colhidos em estádios mais avançados de maturação (Iossi et al., 2007).

Outra característica dessa família está relacionada ao mecanismo de dormência presente em várias espécies, tornando a germinação lenta e desigual. Um dos tipos de dormência mais comuns em sementes de palmeiras é a impermeabilidade do tegumento. De acordo com Ferreira e Gentil (2006), a dormência física nas sementes pode ser superada com escarificação, ou seja, utilização de tratamentos que aumentam a facilidade por absorção de água.

Além da escarificação, tratamentos como embebição em água ou substâncias químicas reguladoras de crescimento, ou mesmo, estratificação, podem ser eficientes para aumentar a germinação. Os efeitos dos tratamentos químicos variam em função da concentração e duração do tratamento (Yang et al., 2007).

A absorção de água é essencial para desencadear o processo de germinação, porém não só a hidratação, mas os processos consequentes a

este, são restringidos em algumas espécies. O endocarpo pode atuar também como resistência mecânica e, conseqüentemente, afetar a emergência da plântula (Martins et al., 1996; Borges et al., 2004; Ferreira e Gentil, 2006). Partindo desse princípio, Ferreira e Gentil (2006) avaliaram diferentes períodos de embebição em água para facilitar a hidratação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) e obtiveram aumento significativo na porcentagem de germinação (70%) quando as sementes foram embebidas por nove dias, atingindo o maior teor de água (30%). Após esse período, a germinação foi decrescente até 15 dias e índice de velocidade de germinação teve comportamento semelhante à germinação.

A utilização de reguladores de crescimento como o ácido giberélico (GA₃) pode aumentar a germinação das sementes devido à atuação no controle da hidrólise do tecido de reserva para o fornecimento de energia ao embrião. As citocininas regulam o nível de inibidores ativos presentes nas sementes, permitindo que se tornem mais sensíveis à ação de GA₃ (Picolotto et al., 2007). Porém, em sementes de *Rhapis excelsa* (Thunberg) Henry ex. Rehder não houve aumento da porcentagem de germinação quando as mesmas foram embebidas em BAP (6-Benzilaminopurina) nas concentrações de 0 a 100mg.L⁻¹ e em ácido giberélico nas concentrações de 0 a 300mg.L⁻¹ (Luz et al., 2008).

No caso da macaúba, não foram encontrados na literatura informações a respeito de qual metodologia a ser utilizada para acelerar e uniformizar a germinação das sementes. Por isso, objetivou-se com esse trabalho identificar o efeito da escarificação e utilização do ácido giberélico, visando maiores valores e velocidade de germinação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Sementes do Instituto Federal Goiano Campus de Rio Verde-GO, com frutos maduros de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] coletados no mês de dezembro de 2009, no município de Montes Claros de Goiás (GO), nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: (S) – 16° 06'20", Longitude (W) – 51°17'11" e Altitude de 459 metros.

Após coleta manual, frutos inteiros foram quebrados visando à retirada da semente para determinação do teor de água, que se deu pelo método de estufa a $105\pm 2^{\circ}\text{C}$, tomando se como base o peso úmido, até atingirem massa constante, utilizando quatro repetições de 20 sementes.

Os frutos remanescentes foram postos para secar em estufa de circulação forçada ajustada a 37°C , durante seis dias, a fim de facilitar a extração das sementes. Após esse período, novamente foi determinado o teor de umidade das sementes. Em seguida, procedeu-se a quebra dos frutos com marreta de 1,5Kg e uma placa de concreto. Para o processo de extração foi considerado o rendimento (número de sementes extraídas.hora.homem⁻¹) e o estado das sementes extraídas, classificando-as como, sementes fisicamente íntegras, com danos mecânicos visíveis, sementes totalmente quebradas e aderidas ao endocarpo.

ENSAIO 1. GERMINAÇÃO DE SEMENTES ESCARIFICADAS

Foram utilizadas apenas sementes fisicamente íntegras para avaliar o efeito da escarificação física, térmica e química, comparadas ao controle (ausência de escarificação). A escarificação física foi realizada com bisturi, removendo o tegumento na região do hilo. Para a escarificação térmica, as sementes foram embebidas em água quente e fria. Para escarificação em água quente a temperatura inicial foi de 98°C e final de $57,6$ e 56°C , por dois e quatro minutos, respectivamente. A escarificação em água fria a temperatura inicial foi de $1,5^{\circ}\text{C}$ e final de $3,0^{\circ}\text{C}$, durante dois e quatro minutos, respectivamente. Para escarificação química utilizou-se ácido sulfúrico concentrado (98%) por 2 e 4 minutos, sendo que, após esses períodos, as sementes foram enxaguadas por três vezes durante 1 minuto em água destilada.

Após terem recebidos os respectivos tratamentos, as sementes foram colocadas para germinar em rolos de papel tipo germitest previamente umedecidos com água destilada na quantidade de 2,5 vezes o peso do substrato seco e mantidos em germinador a $30\pm 2^{\circ}\text{C}$. O índice de velocidade de germinação (IVG) e a porcentagem de germinação foram avaliados diariamente até que o processo de germinação se estabilizasse. Foi adotada como critério de germinação a protrusão do botão germinativo. O IVG das sementes foi

calculado mediante a contagem diária de germinação aplicando se a metodologia prescrita por Maguire (1962). Foram consideradas sementes mortas aquelas infestadas por microrganismos, uma vez que estas consumiam na totalidade as reservas das sementes.

ENSAIO 2. EMERGÊNCIA DE SEMENTES ESCARIFICADAS

Foi conduzido em casa de vegetação, com temperatura média de 21,98°C, utilizando tubetes (300cm³) contendo substrato composto por vermiculita e casca de arroz carbonizada, na proporção de 1:1, a fim de avaliar o efeito dos mesmos tratamentos citados anteriormente (escarificação), na emergência e índice de velocidade de emergência (IVE). Foi adotado como critério de emergência o aparecimento da primeira folha. Para o cálculo do IVE das plântulas foi utilizada a fórmula proposta por Maguire (1962). As sementes infestadas por microrganismos foram consideradas mortas e removidas do substrato com o auxílio de uma pinça aos 150 dias após implantação e, as sementes contaminadas no germinador foram removidas instantaneamente, somadas e então, calculado a porcentagem média de sementes mortas.

O delineamento experimental utilizado nestes dois ensaios foi inteiramente casualizado, com 8 tratamentos, de quatro repetições de 20 sementes, perfazendo 80 sementes por tratamento.

ENSAIO 3. DIFERENTES CONCENTRAÇÕES E FORMAS DE APLICAÇÃO DO ÁCIDO GIBERÉLICO

Frutos e sementes foram submetidos aos mesmos procedimentos citados anteriormente, até a remoção das sementes, para avaliar o efeito da forma de embebição (sementes submersas em solução de ácido giberélico, ou seja, embebição rápida, e sementes sobre papel germitest, (constituindo o tipo de embebição lenta) e concentrações de ácido giberélico (0, 100 e 200mg.L⁻¹).

Para a determinação da curva de embebição foram utilizadas quatro amostras com 15 sementes, mantidas sob as mesmas condições das demais. Nas primeiras 24 horas foi realizada a pesagem das amostras a cada 2 horas; a partir disto, a cada 12 horas até completar 48 horas de embebição. As pesagens foram feitas após a retirada do excesso de água, utilizando folhas de papel, seguindo a metodologia proposta por Pivetta et al. (2005).

Antes da semeadura as sementes foram tratadas com fungicida [Ingrediente Ativo (carboxina + tiram): 200+200g.L⁻¹], na dosagem de 500mL de produto para 100Kg de semente e 500mL de água destilada para 100Kg de semente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial, 2 formas de embebição (rápida e lenta) x 3 concentração do ácido giberélico (0, 100 e 200mg.L⁻¹), com quatro repetições de 20 sementes. Para todos os resultados observados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa SISVAR[®] (Ferreira, 2000). Utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação entre as médias dos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ENSAIO 1. GERMINAÇÃO DE SEMENTES ESCARIFICADAS

Após a coleta e secagem por seis dias em estufa de circulação forçada a 37°C (Figura 1A e 1B), foi constatada redução no teor de água das sementes de 26,8 para 25,7% facilitando a extração das sementes. Em geral, a umidade de colheita das sementes de palmeiras é alta, como relatado por Charlo et al. (2006) em sementes de palmeira imperial [*Archontophoenix alexandrae* (f. Mueller) h. Wendl. E Drude] que atingiram 36,8%, Martins-Corder e Saldanha (2006) em palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.) com 42,0% e, Yang et al. (2007) em areca [*Areca tiandra* (Roxb.) ex Buch-Ham] com 40,6%. Por outro lado, a umidade não pode ser reduzida abaixo de certos valores, pois parece haver correlação negativa entre secagem e germinação das sementes de palmeiras (Pivetta et al., 2005).

Com a quebra do endocarpo, obteve-se o aproveitamento de 49,05% de sementes visualmente sem danos (fisicamente íntegras), 22,62% de sementes com algum tipo de dano visível, 12,17% de sementes quebradas e 16,16% de sementes aderidas ao endocarpo. O rendimento de sementes íntegras foi de 584 sementes extraídas/hora/homem. Segundo Ferreira e Gentil (2006), a retirada do endocarpo rígido de sementes de palmeiras sempre oferece riscos de danos ao endosperma e ao embrião e, por isso, esse processo deve ser estudado para cada espécie em particular.

A remoção do tegumento, na região do hilo (Figura 1C-1), proporcionou as maiores médias de porcentagem de germinação (63,8%) e vigor (IVG) mais elevado (1,92) (Figura 1D), que diferiu dos demais tipos de escarificação, denotando assim sua importância para se obter maiores porcentagens e velocidade de germinação. Resultados semelhantes foram encontrados para a emergência das sementes em casa de vegetação (Figura 1E).



Figura 1. Coleta, extração, escarificação, germinação e sementes mortas de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.]. A) Coleta manual. Barra=0,5m; B) Secagem em estufa a 37°C por 6 dias. Barra=30cm; C) Escarificação física (1), química com ácido sulfúrico concentrado (2) e térmica (3) em água aquecida com temperatura inicial de 98°C e final de 56,0°C após 4 minutos e em água fria com temperatura inicial de 1,5°C e final de 5,5°C, após 4 minutos. Barra=2cm e Beckers=600mL. D) Germinação e desenvolvimento de estruturas básicas como pecíolo cotiledonar e radícula em sementes

mantidas em germinador a 30°C. Barra=1,5cm; E) Emergência de plântulas mantidas em substrato de vermiculita e casca de arroz carbonizada na proporção de 1:1. Barra=5cm; F) Ataque de microrganismos em sementes mantidas em casa de vegetação (1) e em sementes mantidas em germinador a 30°C (2). Barra = 1cm. Rio Verde (GO), 2010.

Para a escarificação química (Figura 1C-2), a porcentagem de germinação foi de 20,00 e 22,50%, para 2 e 4 minutos, respectivamente, sendo estes valores estatisticamente iguais ao controle (ausência de escarificação) e inferiores à remoção do tegumento (Tabela 1). Verifica-se que a utilização de escarificação térmica (Figura 1C-3), seja ela, com água fria ou quente, não diferiu do controle e proporcionaram as menores porcentagens e velocidade de germinação das sementes, quando comparadas à escarificação mecânica e química por 2 e 4 minutos.

Analisando a porcentagem de sementes dormentes, observa-se que o menor valor foi obtido com a remoção do tegumento (33,8%), seguido da escarificação química em ácido sulfúrico por dois (71,2%) e quatro minutos (65%), e da escarificação térmica em água quente por quatro minutos (76,2%). No entanto, para a remoção do tegumento e para escarificação química foram registradas 33,0% e 65,1%, respectivamente, de sementes dormentes, indicando a possibilidade de outro tipo de dormência, que não seja em decorrência da impermeabilidade do tegumento.

A escarificação em água quente ou fria por dois minutos proporcionou os menores valores de porcentagem de germinação (0,0 e 1,5%, respectivamente). Logo esses tratamentos não são indicados para a superação da dormência em sementes de macaúba, tendo em vista o elevado percentual de sementes dormentes.

Foi observada a presença de sementes mortas (Figura 1F-1) em todos os tratamentos, exceto no controle, sendo que a escarificação química por 4 minutos atingiu o menor valor (21,2%). Isto pode ser explicado pelo fato de todos os tratamentos terem promovido danos em diferentes escalas no tegumento das sementes, e com isso, favorecer o ataque de microrganismos.

Tabela 1. Porcentagem de germinação, sementes dormentes, sementes mortas e índice de velocidade de germinação (IVG) de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] submetidas a diferentes tipos de escarificação. Rio Verde (GO), 2010.

Tratamento	Germinação	Dormentes	Mortas	IVG
Remoção do tegumento	63,8 ± 5,91 A	33,8 ± 6,57 A	2,5 ± 1,44 AB	1,92 ± 0,18 A
Água (98-57,6°C) 2'	0,0 ± 1,44 D	95,0 ± 2,04 D	5,0 ± 2,04 AB	0,01 ± 0,01 C
Água (98-56,0°C) 4'	2,5 ± 2,04 D	76,2 ± 5,15 BCD	21,2 ± 4,27 B	0,04 ± 0,01 C
Água (1,5-3,0°C) 2'	1,5 ± 1,44 D	91,2 ± 4,27 CD	7,5 ± 3,23 AB	0,03 ± 0,02 C
Água (1,5-3,0°C) 4'	5,0 ± 2,09 CD	90,0 ± 3,53 CD	5,0 ± 0,81 AB	0,07 ± 0,02 BC
Ác. Sulfúrico por 2'	20,0 ± 7,36 BC	71,2 ± 4,27 BC	8,8 ± 4,27 AB	0,41 ± 0,10 B
Ác. Sulfúrico por 4'	22,5 ± 0,35 B	65,0 ± 7,90 B	12,5 ± 8,29 AB	0,40 ± 0,06 B
Controle	7,5 ± 3,75 ¹ BCD ²	92,5 ± 3,28 CD	0,0 ± 0,00 A	0,09 ± 0,04 BC

¹ ± Erro Padrão da Média. ² Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ENSAIO 2. EMERGÊNCIA DE SEMENTES ESCARIFICADAS

Resultados semelhantes foram obtidos para a porcentagem de emergência e vigor (IVE), porém em menores proporções para todos os tipos de escarificação. O maior valor também foi obtido com a remoção do tegumento das sementes (45,0%), que diferiu dos demais tipos de escarificação (Tabela 2). Em relação à porcentagem de sementes dormentes, observaram-se as menores porcentagens com a remoção do tegumento (45,0%), escarificação em água quente por 2 minutos (42,5%), e escarificação química por 4 minutos (36,2%), que diferiram dos demais tipos de escarificação. Por outro lado, tanto a escarificação térmica (quente) (57,5%) como a escarificação química (61,2%), proporcionaram as maiores porcentagens de sementes mortas, diferindo da remoção do tegumento (10,0%). Apesar da remoção do tegumento ter favorecido a maior porcentagem e velocidade de emergência e menor proporção de sementes mortas, a porcentagem de sementes dormentes foi elevada, indicando a provável existência de outro tipo de dormência.

Tabela 2. Porcentagem de emergência, sementes dormentes, sementes mortas e índice de velocidade de emergência (IVE) de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.] submetidas a diferentes tipos de escarificação. Rio Verde (GO), 2010.

Tratamento	Germinação	Dormentes	Mortas	IVG
Remoção do tegumento	45,0 ± 9,78 ¹ A ²	45,0 ± 6,12 A	10,0 ± 0,82 A	0,16 ± 0,04 A
Água (98-56°C) 2'	0,0 ± 0,00 B	42,5 ± 11,09 A	57,5 ± 2,22 B	0,00 ± 0,00 B
Água (98-54,5°C) 4'	0,0 ± 0,00 B	82,5 ± 5,95 B	17,5 ± 1,19 A	0,00 ± 0,00 B
Água (1,5-5,0°C) 2'	3,8 ± 2,40 B	86,2 ± 2,39 B	10,0 ± 0,41 A	0,01 ± 0,01 B
Água (1,5-5,5°C) 4'	5,0 ± 3,53 B	87,5 ± 4,33 B	7,50 ± 0,29 A	0,07 ± 0,01 B
Ác. Sulfúrico por 2'	7,5 ± 1,44 B	76,2 ± 4,27 B	16,2 ± 0,75 A	0,02 ± 0,01 B
Ác. Sulfúrico por 4'	2,5 ± 1,44 B	36,2 ± 4,46 A	61,2 ± 1,65 B	0,01 ± 0,01 B
Controle	10,0 ± 5,00 B	86,2 ± 5,54 B	3,8 ± 0,25 A	0,03 ± 0,02 B

¹ ± Erro Padrão da Média. ² Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A emergência das plântulas oriundas das sementes que foram escarificadas removendo se o tegumento, ocorreu por volta de 55 dias após semeadura, e para as sementes que foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado por 2 e 4 minutos ou em água fria, pelos mesmos períodos, ocorreu por volta de 63 dias (Figura 2A). A temperatura média do ambiente foi de 21,98°C (Figura 2B).

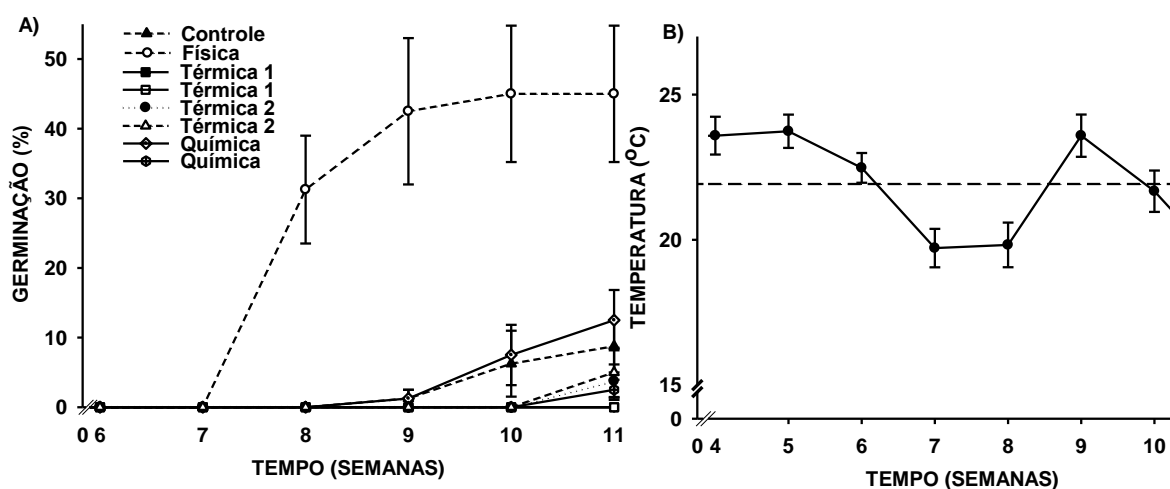


Figura 2. Emergência de plântulas de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] mantidos em casa de vegetação. A) Emergência acumulada (semanalmente) de plântulas de macaúba submetidas a diferentes tipos de escarificação. 1) Controle: ausência de escarificação; 2) Física: Remoção do tegumento; 3-4) Térmica 1: escarificação em água aquecida com temperatura inicial de 98°C e final de 57,6 e 56°C para dois e quatro minutos, respectivamente; 5-6) Térmica 2: escarificação em água fria com temperatura inicial de 1,5°C e final de 5,0 e 5,5°C para dois e quatro minutos, respectivamente. 7-8) Química: escarificação química em ácido sulfúrico concentrado por 2 e 4 minutos. Barra de erros = erro padrão da média. B) Temperatura média do ar acumulada (semanalmente), com média na horizontal. Barra de erros = erro padrão da média. Rio Verde (GO), 2010.

A remoção do tegumento proporcionou resultados satisfatórios para a emergência de plântulas da palmeira-ráfia [*Rapis excelsa* (Thunberg) Henry ex. Rehder] (Luz et al., 2008). Esse método também favoreceu a germinação de 90% das sementes de *Areca triandra* (Roxb) ex Buch-Ham. após 75 dias, diferindo da escarificação química com ácido sulfúrico que provocou efeito deletério na porcentagem e velocidade de germinação, quando comparado ao controle e a outros tratamentos químicos (Yang et al., 2007). Por outro lado, a escarificação mecânica e química não influenciou a germinação da palmeira inajá (*Maximiliana regia* Mart.), (Martins et al. 1996).

ENSAIO 3. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES E FORMAS DE APLICAÇÃO DO ÁCIDO GIBERÉLICO

Quanto à curva de embebição, as sementes que foram embebidas de forma rápida ganharam 4,93g de água em apenas 4 horas de embebição e, após esse período, o ganho de massa tendeu a estabilizar até 48 horas. Por outro lado, no processo de embebição lenta, durante todo o período, houve acréscimo de apenas 0,9g (Figura 3).

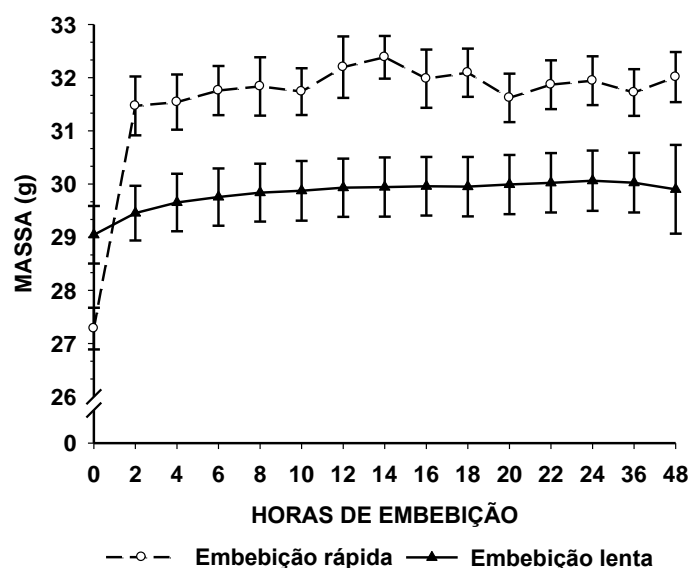


Figura 3. Curva de embebição de sementes de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] submetidas a diferentes formas e tempos de embebição. Barra de erros = Erro padrão da média. Rio Verde (GO), 2010.

Foi observado o percentual de germinação entre 2,50 a 17,50% e índice de velocidade de germinação (IVG) entre 0,01 a 0,19, sendo que os maiores valores, obtidos em sementes embebidas de forma lenta, em ácido giberélico na concentração de 100mg.L^{-1} , que também proporcionou a menor porcentagem de sementes dormentes (53,75%). Por outro lado, nas sementes embebidas de forma rápida não houve diferença entre as concentrações avaliadas para nenhuma das características. O início da germinação se deu aos 13 dias após implantação do experimento, atingindo 17,50% de germinação na melhor situação, ao final de 90 dias (Tabela 3). A porcentagem de sementes mortas variou de 12,5 a 50,0% e, por isso, foi considerada alta

para todo o experimento, uma vez que não houve diferença estatística entre forma de embebição e concentração do ácido giberélico.

Tabela 3. Porcentagem de germinação, sementes dormentes e sementes mortas, e índice de velocidade de germinação de sementes de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Mart.] submetidas a diferentes tempos, formas de embebição e concentrações de ácido giberélico. Rio Verde (GO), 2010.

Germinação (%)		
Ác. Giberélico (mg.L ⁻¹)	Rápida	Lenta
0	6,25 ± 2,39 ¹ A ²	2,50 ± 1,44 B
100	6,25 ± 2,39 A	17,50 ± 3,23 A
200	6,25 ± 2,40 A	5,00 ± 2,04 B
Médias	6,25 a	8,33 a
Dormentes (%)		
0	62,50 ± 5,54 A	85,00 ± 5,15 B
100	43,75 ± 3,22 A	53,75 ± 2,04 A
200	63,75 ± 4,27 A	78,75 ± 3,75 AB
Médias	56,67 a	72,50 b
Mortas (%)		
0	31,25 ± 5,54 A	12,50 ± 1,44 A
100	50,00 ± 2,04 A	28,75 ± 3,53 A
200	30,00 ± 7,35 A	16,25 ± 5,15 A
Médias	37,08 a	19,17 b
IVG		
0	0,05 ± 0,03 A	0,01 ± 0,02 B
100	0,05 ± 0,04 A	0,19 ± 0,01 A
200	0,06 ± 0,04 A	0,07 ± 0,02 B
Médias	0,056 a	0,088 a

¹± Erro Padrão da Média. ²Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram obtidos por Luz et al. (2008), que não observaram efeitos de diferentes concentrações e reguladores de crescimentos na porcentagem de germinação em sementes de palmeira-ráfia (*Rapis excelsa* Thunberg Henry ex. Rehder).

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, futuros experimentos deverão ser implantados visando desenvolver técnicas de

extração de sementes mais eficientes, a fim de se aumentar o rendimento e diminuir os danos ocasionados no tegumento, para a germinação de sementes com escarificação mecânica aliada a utilização do ácido giberélico em diferentes concentrações.

CONCLUSÕES

A secagem dos frutos por seis dias diminuiu o teor de água das sementes e facilitou a extração das mesmas.

A mortalidade das sementes escarificadas e mantidas em germinador ocorrem em baixas porcentagens, porém em casa de vegetação esse número foi acima de 50% quando se utilizou a escarificação térmica em água quente por 2 minutos e em ácido sulfúrico por 4 minutos.

A escarificação física, removendo o tegumento das sementes na região do hilo, favoreceu a germinação de sementes mantidas em germinador e a emergência das plântulas em casa de vegetação, sendo este o tipo de escarificação mais indicado para a superação da dormência nessa espécie.

Não se recomenda a utilização do ácido giberélico, por até 200mg.L⁻¹, independente da forma de aplicação nas sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA C. E. B.; SANO, M.; RIBEIRO, J. F. **CERRADO; espécies de vegetais úteis**. Planaltina – DF: EMBRAPA – CPAC. 1998. 464 p.

BORGES, E. E. L.; RIBEIRO JUNIOR, J. I.; REZENDE, S. T.; PEREZ, C. J. G. A. Alterações fisiológicas em sementes de *Tachigalia multijuga* (Benth.) (mamoneira) relacionadas aos métodos para a superação da dormência. **Revista Árvore**, v.28, p.317-325, 2004.

BOVI, M. L. A. Pré-embebição em água e porcentagem e velocidade de emergência de sementes de palmitero. **Bragantia**, v.49, n.1, p.11-22. 1990.

CHARLO, A. C. O.; F. V. MÔRO; V. L. SILVA; B. M. SILVA E SILVA; S. BIANCO; J. R. MÔRO. 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.

FERREIRA, D. F. **SisVar-programa estatístico**. Versão 4.2 (Build 39). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000.

FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). **Acta Amazônica**, v.36, n.2, p.141 - 146. 2006.

IOSSI, E.; R. SADER; F. V. MORO; J. C. BARBOSA. Maturação fisiológica de sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.147-154. 2007.

IOSSI, E.; SADER, R.; PIVETTA, K. F. L.; BARBOSA, J. C. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.2, p.63-69. 2003.

LORENZI, H. **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa: Plantarum. 1996. 320p.

LUZ, P. B.; TAVARES, A. R.; PAIVA, P. D. O.; AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S. Germinação de sementes de palmeira-ráfia: efeito de tratamentos pré-germinativos. **Revista Árvore**, v.32, n.5, p.793-798. 2008.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARTINS-CORDER, M. P.; C. W. SALDANHA. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de diferentes progênes de *Euterpe edulis* Mart. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.693-699. 2006.

MARTINS, C. C.; W. R. SILVA; M. L. A. BOVI. Tratamentos pré-germinativos de sementes da palmeira inajá. **Bragantia**, v.55, n.1, p.123-128. 1996.

NASCIMENTO, A. R. T.; SANTOS, A. A.; MARTINS, R. C.; DIAS, T. A. B. Comunidade de palmeiras no território indígena Krahò, Tocantins, Brasil: Biodiversidade e aspectos etnobotânicos. **Interciencia**, v. 34, n.3, p. 182-188. 2009.

NASCENTE, A. S.; N. PEIXOTO; C. W. F. SANTOS. Peso de sementes e emergência de plântulas de guariroba (*Syagrus oleracea* Becc). **Pesquisa Agropecuária Tropical (UFG)**, v.30, n.2, p.77-79. 2000.

PICOLOTTO, L.; BIANCHI, V. J.; FACHINELLO, J. C. Ação de giberelinas e citocininas na germinação de sementes de pessegueiro. **Scientia Agraria**, v.8, n.3, p. 225-232, 2007.

PIVETTA, K. F. L.; I. SARZI; M. ESTELLITA; M. Z. BECKMANN-CAVALCANTE. Tamanho do diásporo, substrato e temperatura na germinação de sementes de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Revista de biologia e ciências da terra**, v.8, n.1. 2008.

PIVETTA, K. F. L.; L. P. CASALI; G. S.; CINTRA; D. R. PEDRINHO; P. U. C. PIZETTA; R. S.; PIMENTA; A. P. PENARIOL; C. F. M. MATTIUZ. Efeito da temperatura e do armazenamento na germinação de sementes de *Thrinax parviflora* swartz (Arecaceae). **Científica**, v.33, n.2, p.179-184. 2005.

SILVA E SILVA, B. M.; F. CESARINO; J. D. LIMA; T. F. PANTOJA; F. V. MÔRO. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Oenocarpus minor* Mart. (ARECACEAE). **Rev. Bras. Fruticultura**, v.28, n.2, p.289-292. 2006.

SILVA, D. B.; A. S. SILVA; N. T. V. JUNQUEIRA; L ANDREADE, R. M. **Frutas do Cerrado**. Brasília -DF: Embrapa Informação Tecnológica. p.178. 2001.

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