



Ecologia, Manejo, Silvicultura e Tecnologia da Macaúba





Convênio de Cooperação Técnica SECTES/FAPEMIG
Pólo de Excelência em Florestas
Universidade Federal de Viçosa

Karina Jácome de Carvalho
Engenheira Florestal
Universidade Federal de Viçosa
karinajcarvalho@yahoo.com.br

Prof. Dr. Agostinho Lopes de Souza
Departamento de Engenharia Florestal
Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Carlos Cardoso Machado
Departamento de Engenharia Florestal
Universidade Federal de Viçosa

Viçosa, MG
Novembro, 2011



Sumário

1-Introdução	1
2-Classificação e descrição botânica	2
2.1- Taxonomia	2
2.2- Descrição botânica	3
2.2.1- Raiz	3
2.2.2- Caule	4
2.2.3- Folha	5
2.2.4- Inflorescência	5
2.2.5- Fruto	6
3-Distribuição Geográfica	8
4-Usos	8
5- Aspectos edafoclimáticos	13
6- Aspectos silviculturais	13
6.1- Produção e beneficiamento de sementes	13
6.2- Produção de mudas	15
6.2.1- Pré-viveiro	15
6.2.2- Viveiro	16
6.3- Implantação da cultura	18
6.3.1 - Sistema de plantio	18
6.3.2- Preparo do solo	19
6.3.3- Densidade de plantio	19
6.3.4- Marcação das linhas de plantio	20
6.3.5- Preparo da cova	21
6.3.6- Plantio	22
6.4- Tratos Culturais	22
6.5- Pragas e doenças	23
6.5.1- Viveiro	23
6.5.2- Campo	25
6.6- Colheita	27
6.7- Pós-colheita	28
7- Melhoramento genético em Macaúba	30
8- Referências Bibliográficas	32



1-Introdução

A devastação dos principais ecossistemas existentes no mundo tem como principal causa a exploração indiscriminada dos recursos ambientais. Para satisfazer as necessidades humanas, muitas espécies da fauna e flora, de valor ambiental e comercial, estão sendo levadas à extinção e recursos hídricos e pedológicos sendo seriamente comprometidos. Segundo a FAO (2010), mundialmente, cerca de 13 milhões de hectares de florestas foram convertidos para outros usos ou perdidos por causas naturais cada ano entre 2000 e 2010. Aliado a isto, está a poluição e o esgotamento dos recursos naturais não-renováveis, o que agrava ainda mais a situação ambiental do planeta.

A idéia de sustentabilidade vem como alternativa para aliar o desenvolvimento econômico à conservação desses recursos e à medida que for sendo colocada em prática poderá amenizar os impactos negativos sobre os mesmos.

Dentre as formas de diminuir a exploração indiscriminada de recursos florestais estão o manejo florestal sustentável desses recursos no seu ambiente natural e a plantação de florestas. Os produtos obtidos dessas áreas podem, ao mesmo tempo, diminuir a pressão sobre as florestas nativas e garantir o abastecimento do mercado com matéria-prima de origem florestal, ou seja, trazer tanto benefícios ambientais como econômicos.

O Brasil possui características edafoclimáticas favoráveis à silvicultura, além da disponibilidade de área e mão-de-obra. Um dos estados que mais se destaca por suas atividades florestais e pelo potencial que possui para este mercado é Minas Gerais. Além das condições de clima e solo e da vasta extensão territorial, o estado possui um mercado favorável a este tipo de atividade.

O mercado tem sido abastecido, basicamente, por florestas plantadas de pinus e eucalipto, espécies exóticas que se adaptaram com sucesso às condições do país. Porém, as espécies florestais nativas têm grande potencial, não só pelos produtos florestais madeireiros que podem oferecer, mas também os não-madeireiros, que também possuem mercado.

Uma espécie nativa que vêm se destacando é a *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. ex. Mart, palmeira popularmente conhecida como macaúba. Minas gerais é um dos principais estados de ocorrência dessa espécie, possuindo, inclusive, uma lei de



incentivo ao cultivo, à extração, à comercialização, ao consumo e à transformação da macaúba e das demais palmeiras oleaginosas, o Pró-macaúba (Lei nº 19.485).

O principal interesse na espécie reside na utilização do óleo extraído do seu fruto para produção de biodiesel. Por ser uma espécie de grande potencial de utilização, não só para produção de biodiesel, mas também para outros fins, torna-se relevante seu estudo, principalmente para incentivar pesquisas acerca de hábitos ainda desconhecidos da planta e o desenvolvimento de tecnologias que favoreçam a exploração sustentável da mesma. Para isso foi realizado neste trabalho um levantamento das informações científicas publicadas por vários autores sobre esta espécie de palmeira.

2-*Classificação e descrição botânica*

2.1-*Taxonomia*

O primeiro a descrever *Acrocomia aculeata* foi Jacquin, em 1773, com o basônimo *Cocos aculeatus* Jacq. Em 1824 Martius a inseriu no gênero *Acrocomia* e a designou como *Acrocomia sclerocarpa*. Posteriormente, em 1845, Loddiges colocou ambos em sinonímia, designando-a como *Acrocomia aculeata*.

A palmeira macaúba, em termos taxonômicos, é classificada da seguinte forma (GRIN, 2008):

Reino: Plantae

Divisão: Angiospermae

Classe: Monocotyledoneae

Sub-classe: Espadiciflorae

Tribo: Coccoideae

Família: Arecaceae (Palmae)

Sub-família: Coccoideae

Ordem: Principes

Super Ordem: Arecanae

Gênero: *Acrocomia*

Espécie: *aculeata*

Nome científico: *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.



Esta palmeira é uma espécie nativa cuja formação vegetacional varia, podendo-se encontrá-la em savanas, cerrados e florestas abertas da América tropical. A família a qual pertence, a Arecaceae, possui, somente na região do Brasil Central, aproximadamente 11 gêneros de palmeira, com pelo menos 44 espécies, dentre elas a *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. (MIRISOLA FILHO, 2009).

O nome popular varia de acordo com a região de ocorrência da espécie. No Brasil, além de macaúba, também é conhecida como macaúva, mucaja, mucuja, macaíba, macajuba, coco – baboso, coco – de – catarro, chiclete – de – baiano, bocaiúva, entre outros, dependendo da região. Já em outros países pode ser encontrada como mbocayá (Argentina), totaí (Bolívia), corozo (Colombia, Venezuela), tamaco (Colombia), coyol (Costa Rica, Honduras, México), corosse (Haiti).

A espécie apresenta as seguintes sinonímias botânicas: *Acrocomia antiguana* L.H. Bailey ; *Acrocomia antioquiensis* Posada-Arango; *A. belizensis* L.H. Bailey; *A. christopherensis* L.H. Bailey; *A. chunta* Covas & Ragonese; *A. erisacantha* Barb. Rodr.; *A. fusiformis* Sweet; *A. glaucophylla* Drude; *A. grenadana* L.H. Bailey; *A. hospes* L.H. Bailey; *A. ierensis* L.H. Bailey; *A. intumescens* Drude; *A. karukerana* L.H. Bailey; *A. lasiospatha* Mart.; *A. media* O.F. Cook ; *A. mexicana* Karw. ex Mart.; *A. microcarpa* Barb. Rodr.; *A. mokayayba* Barb. Rodr.; *A. odorata* Barb. Rodr.; *A. panamensis* L.H. Bailey; *A. pilosa* León; *A. quisqueyana* L.H. Bailey; *A. sclerocarpa* Mart.; *A. sclerocarpa* var. *wallaceana* Drude; *A. spinosa* (Mill.) H.E. Moore; *A. subinermis* León ex L.H. Bailey; *A. totai* Mart.; *A. ulei* Dammer; *A. viegasii* L.H. Bailey; *A. vinifera* Oerst.; *A. wallaceana* (Drude) Becc.; *Bactris globosa* Gaertn.; *Cocos aculeatus* Jacq.; *Cocos fusiformis* Sw.; *Palma spinosa* Mill.

2.2- Descrição botânica

2.2.1 - Raíz



A. aculeata apresenta sistema radicular profundo e desenvolvido com raízes primárias grossas e numerosas, responsáveis pela fixação da palmeira ao solo, e raízes secundárias, de onde se originam as terciárias e quaternárias que são as mais importantes no processo de absorção de água e nutrientes (MIRISOLA FILHO, 2009).

2.2.2- *Caule*





O caule da macaúba, denominado estipe, pode atingir de 10 a 15 metros de altura e 30 a 45 cm de diâmetro médio. Esse estipe é cilíndrico-fusiforme, sem ramificações e com folhas aglomeradas em seu ápice. Outra característica observada é a presença de cicatrizes foliares em toda sua extensão que são reminiscências das bainhas espinhentas (SODRÉ, 2005).

2.2.3- Folha

As folhas dessa espécie de palmeira são compostas (limbo dividido em folíolos), pinadas e de coloração verde-escura, variando de quatro a cinco metros de comprimento (LORENZI, 2006). As pinas da folha da macaúba se inserem em planos diferentes na raque, ou seja, em ângulos diversos, proporcionando à folha um aspecto plumoso (SODRÉ, 2005)

Possui copa rala e aberta com as folhas inferiores arqueadas, sendo que, em condições naturais, as folhas velhas e ressecadas se acumulam na base da copa. Além disso, possui o pecíolo (porção que une a folha ao caule), a bainha (estrutura que se encontra na base do pecíolo) e a raque (eixo da folha) cobertos de espinhos muito finos, agudos e fortes, de coloração escura, medindo até 10 cm de comprimento (MIRISOLA, 2009).

Quanto à quantidade, cada planta apresenta, geralmente, 20 a 30 folhas com aproximadamente 130 folíolos de cada lado da região central de cada folha (LORENZI, 2006).

2.2.4- Inflorescência





A *Acrocomia aculeata* apresenta inflorescências interfoliare e de coloração amarelada, agrupadas em cachos pendentes com comprimento de 50 a 80 cm (SODRÉ, 2005). A mesma é do tipo espádice, ou seja, o eixo primário é carnoso, as flores são unissexuais e o conjunto é envolvido por uma grande bráctea chamada espata (VIDAL & VIDAL, 2007). Essa espata, na macaúba, apresenta até dois metros de comprimento.

Uma mesma inflorescência possui tanto flores femininas quanto masculinas, que estão posicionadas em diferentes locais: as primeiras encontram-se na base das espiguetas e as últimas nascem no topo.

A floração ocorre entre agosto e meados de novembro, com pico de florada em novembro (MIRISOLA, 2009).

A polinização da espécie é realizada através de besouros, sendo o vento um fator secundário de polinização. Os principais polinizadores são *Andranthobius* sp. (Curculionidae), *Mystrops cf Mexicana* (Nitidulidae) e *Cyclocephala forsteri* (Scarabaeidae). Segundo Costa (2009) citando Scariot et. al. (1991), o fato de a macaúba ser propagada por insetos e pelo vento, aliado á um sistema reprodutivo flexível, uma vez que pode haver fecundação cruzada e autopolinização, sugere que a espécie possa ter sucesso na colonização de novas áreas.

2.2.5- Fruto





O fruto da macaúba é esférico ou ligeiramente achatado, liso e de coloração marrom-amarelada quando maduro, medindo entre 3,5 – 5,0 cm de diâmetro. Contém uma amêndoa oleaginosa envolvida por um endocarpo rígido e fortemente aderida à polpa (mesocarpo) (COSTA, 2009). Essa amêndoa é oleaginosa e comestível, apresentando em seu interior de um a três embriões viáveis (MIRISOLA FILHO, 2009). A polpa é amarela ou esbranquiçada, rica em óleo, fibra e mucilagem, sendo também comestível. Além disso, possui uma semente envolvida por endocarpo duro e escuro com aproximadamente 3 mm de espessura e um epicarpo que quando maduro é rompido facilmente (COSTA, 2009).

Embora haja uma variação considerável para as várias regiões de ocorrência, a composição média do fruto da macaúba, em peso, pode ser expressa, percentualmente, na base seca: epicarpo 21%, mesocarpo 38%, endocarpo 34% e amêndoa 7% (Figura 1).

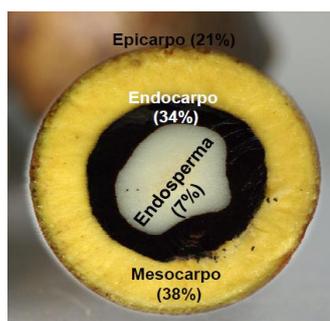


Figura 1- Composição do fruto da macaúba

Em um estudo realizado no Distrito Federal, no Brasil Central, foi observado que cada inflorescência produz em média 60 frutos, mas esse número pode variar de 0 a 271, conforme a região (BARRETO, 2008). Um quilo de frutos contém aproximadamente de 25 a 35 unidades (LORENZI et al., 1996).

A frutificação da palmeira se dá entre 6 e 8 anos, havendo plantas que, mesmo antes de atingir seu desenvolvimento completo, já frutificam. Dependendo das condições locais de solo e clima, há plantas que frutificam com 4 anos de idade (PIO CORREA, 1931 citado por COSTA, 2009)

O rendimento de frutos por planta é influenciado pela idade da palmeira, tratos culturais, condições climáticas, ataques de insetos e microorganismos etc. Além da produção variar de palmeira para palmeira, também varia de ano para ano. Geralmente



ocorre uma boa produção no primeiro ano, uma produção regular no segundo ano e uma reduzida produção no terceiro ano, retornando com uma produção abundante no ano seguinte (SILVA, 2007).

3-Distribuição Geográfica

A *Acrocomia aculeata* é uma espécie de ampla distribuição geográfica no território brasileiro, ocorrendo desde os estados de São Paulo e do Rio de Janeiro, passando por Minas Gerais, toda região Centro-Oeste, pelo Nordeste e Norte do Brasil, sendo também encontrada na região sul (AQUINO et al, 2008). No entanto, as maiores concentrações de povoamentos naturais localizam-se nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, sendo amplamente espalhadas pelas áreas de Cerrado.

A distribuição da palmeira no estado de Minas Gerais é bastante variável e depende, basicamente, do grau de utilização agrícola do terreno e da fertilidade do solo, sendo que, coincidentemente, os maiores adensamentos estão em locais mais sujeitos ao manejo agrícola (SILVA, 2007). A importância desta palmeira no estado é tamanha que foi criada a Lei N°19.485 de 13 de janeiro de 2011, que “institui a política estadual de incentivo ao cultivo, à extração, à comercialização, ao consumo e à transformação da macaúba e das demais palmeiras oleaginosas - Pró-Macaúba”. O objetivo dessa lei é promover a integração das comunidades que tradicionalmente exploram essas espécies, por meio do incentivo ao uso e ao manejo racional, e de transformar a atividade em alternativa para a agricultura familiar e o agronegócio, observados os requisitos para a sustentabilidade ambiental.

Na América, além do Brasil, a espécie distribui-se desde o sul dos Estados Unidos e do México passando pelo Caribe, Argentina, Bolívia, Paraguai e Antilhas, não sendo encontrada somente no Equador e Peru (LORENZI, 2006).

4-Usos

O fruto da macaúba é, sem dúvida, a parte mais importante dessa palmeira, principalmente pelo potencial produtivo que possui. Porém, as outras partes da planta também possuem suas utilidades.



Segundo Lorenzi (2002), a macaúba apresenta uma madeira moderadamente pesada, dura e de longa durabilidade que pode ser empregada em construções rurais, na confecção de ripas, calhas para água, produção de mourões e estacas, entre outros. Além disso, pode-se obter do miolo do tronco uma fécula nutritiva. Ainda, segundo o mesmo autor, as folhas dessa palmeira fornecem fibras têxteis para fabricação de redes e linhas de pescar, além de possuírem caráter forrageiro. Outro uso comum é o emprego da palmeira no paisagismo.

O fruto, como dito anteriormente, possui grande potencial produtivo, uma vez que todo ele pode ser aproveitado: casca, polpa, castanha e amêndoa. Além de o fruto poder ser consumido *in natura*, pode-se extrair o óleo nele contido, sendo o teor de óleo mais expressivo na polpa e amêndoa (Tabela 1). O óleo extraído desses dois componentes pode ser utilizado na indústria alimentícia sendo processado para uso como óleo de mesa ou na produção de margarinas, cremes vegetais e os chamados shortenings, que é um tipo de gordura vegetal usada em alimentos (A LAVOURA, 2011).

Tabela 1- Teor de óleo da macaúba por fruto na base seca

Componente	Teor de óleo em % (Tipo A*)
Casca (epicarpo)	6,5
Polpa (mesocarpo)	59,8
Castanha(endocarpo)	-
Amêndoa	55,6

Fonte: CETEC (1983) citado por AMARAL (2007) (* Tipo A=Macaúba oriunda de Jaboticatubas, MG).

As tabelas 2 e 3 mostram, respectivamente, a composição dos óleos extraídos da polpa e amêndoa do fruto da macaúba e as características físico-químicas dos mesmos. Verifica-se que o óleo da amêndoa é rico em ácido láurico apresentando um valor econômico no mercado dos óleos insaturados para a indústria de cosméticos e farmacêutica. Ambos os óleos apresentam ácido oléico, porém o óleo da polpa apresenta uma concentração considerável, com grande utilização na indústria de cosméticos,



sendo um ácido essencial (Omega 9) participando do metabolismo na síntese de hormônios em tecidos animais.

Tabela 2- Composição de ácidos graxos(%) em diferentes amostras de frutos de palmáceas, conforme o tecido analisado

Ácidos Graxos	Composição em ácidos graxos livres (%)					
	Macaúba(frutos)			Dendê		Babaçu
	Casca	Polpa	Amêndoa	Polpa	Amêndoa	Amêndoa
Ácido Caprílico	-	-	6,2	-	2,7	6,8
Ácido Cáprico	-	-	5,3	-	7,0	6,3
Ácido Láurico	-	-	43,6	-	46,9	41,0
Ácido Mirístico	-	-	8,5	1,1	14,1	16,2
Ácido Palmítico	24,6	18,7	5,3	39,7	8,8	9,4
Ácido Palmitoleico	6,2	4,0	-	0,3	-	-
Ácido Estearico	5,1	2,8	2,4	4,5	1,3	3,4
Ácido Oléico	51,5	53,4	25,5	43,5	18,5	14,2
Ácido Linoleico	11,3	17,7	3,3	10,9	0,7	2,5
Ácido Linolênico	1,3	1,5	-	-	-	-
Ácido Saturados	29,7	21,5	71,2	45,3	80,8	83,3
Ácidos Insaturados	70,3	78,5	28,8	54,4	19,2	16,7

Fonte: CETEC , 1983 citado por AMARAL, 2007.

Tabela 3- Características físico-químicas dos óleos de macaúba

Características físico-químicas	Macaúba	
	Amêndoa	Polpa
Teor de ácidos graxos livres (oléico, %)	0,2-0,7	0,3-1,0
Densidade 25°C g (cm ³)-1	0,9	0,9
Índice de refração 25°C	-	1,5
Índice de saponificação	221,0	192,0
Índice de iodo	20,0	84,0
Viscosidade a 37,8°C (cSt)	35,2	46,4
Índice de peróxido (meq g -1)	9,4	8,0

Fonte: CETEC , 1983 citado por AMARAL, 2007.



Um mercado bastante promissor para o óleo extraído do fruto da macaúba, mais precisamente da polpa, é o setor de produção de biocombustível. A viabilidade da utilização desse óleo como biodiesel vem incentivando muitos estudos e pesquisas acerca dessa palmeira. Astúrias apud Amaral (2007) pesquisou o rendimento de biodiesel por hectare da macaúba e outros cultivos tradicionais e mostrou a macaúba como uma espécie potencial, sendo superada apenas pelo dendê (Tabela 4).

Tabela 4- Rendimento potencial de biodiesel baseado nas características agrônômicas de cada espécie (L Há⁻¹)

Espécie	Litros
Soja (<i>Glicine max</i>)	420
Arroz (<i>Oriza sativa</i>)	770
Girassol (<i>Helianthus anuus</i>)	890
Amendoim (<i>Arachis hipogaea</i>)	990
Mamona (<i>Ricinus communis</i>)	1320
Pinhão bravo (<i>Jatropha curcas</i>)	1590
Abacate (<i>Persea americana</i>)	2460
Coco (<i>Cocos nucifera</i>)	2510
Macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>)	4200
Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>)	5550

Além disso, a utilização de seus óleos na indústria de outros manufaturados, como resinas e lubrificantes, tem grande potencial (A LAVOURA, 2011; BHERING, 2009).

O endocarpo, que é a estrutura dura e resistente que recobre a amêndoa no fruto, tem sido utilizado para produção de carvão devido à alta densidade e poder calorífico que possui (TÔLEDO, 2010). Porém, por possuir altos teores de lignina, é um material que apresenta maior resistência à decomposição térmica, demandando temperaturas mais elevadas para a carbonização (MIRISOLA FILHO, 2009). O rendimento da carbonização da macaúba está descrito na tabela 5, que também cita um subproduto que pode ser obtido da produção de carvão: o alcatrão. Além dos usos supracitados, o endocarpo também pode ser usado como combustível para caldeiras, substituir



facilmente a brita de concreto e ser utilizado como material de artesanato (AMARAL, 2007).

Tabela 5 - Rendimento da carbonização de 9 Kg de material a 450°C à taxa de 1°C/min

	Redimento em relação ao material enornado (Base seca)%			
	Carvão	Alcatrão	Pirolenhoso	Gases
Coco macaúba (1)*	32,2	19,1	38,8	9,9
Endocarpo da macaúba (2)*	35,7	19,5	35,0	9,8
Endocarpo do babaçu (3)*	36,1	7,8	38,4	17,8
Madeira de eucalipto (4)*	32,9	5,0	39,7	23,4

Fonte: CETEC citado por Rural Sementes.

*Umidade: (1) 9,3% (2) 9,2% (3) 11,5% (4) 15%

Outros coprodutos que podem ser obtidos do fruto são a torta de amêndoa e a torta de polpa (Figura 2). A primeira é o material que sobra após a extração do óleo de amêndoa por prensagem, que é rico em proteína e, portanto, possui grande potencial para uso na alimentação de aves, suínos, bovinos e outros ruminantes. O segundo é a sobra da extração do óleo da polpa e assim como o primeiro possui grande potencial de uso na alimentação animal. Apesar de não haver estudos que comprovem sua utilização como tal, muitos criadores de bovinos estão utilizando de forma empírica este alimento, e estão percebendo o aumento na produção de leite e a eficiência reprodutiva dos rebanhos (MIRISOLA FILHO, 2009).



Figura 2- (A) Torta da amêndoa. (B) Torta da polpa



5 - Aspectos edafoclimáticos

A macaúba é uma espécie que habita áreas abertas e com alta incidência solar, adaptando-se a solos arenosos e com baixo índice hídrico, porém, desenvolvendo-se melhor em solos férteis (LORENZI, 2006).

Motta et al (2002) realizou um estudo relacionando a ocorrência natural da espécie *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. em Minas Gerais, com o clima, o solo e a vegetação. O trabalho revelou que em regiões com maior incidência de macaúba a precipitação total anual varia de 1100 a 1500 mm e os extremos de temperatura são dados por uma mínima média anual de 15°C e uma máxima média anual de 31°C. Quanto ao solo, observou-se que a presença da macaúba nunca se dá nos sítios de amostragem que estão no topo da paisagem, indo de posições de meia-encosta até, por vezes, posições baixas na paisagem, desde que a formação primitiva seja florestal. Além disso, o estudo revelou uma maior fertilidade natural nos solos onde a espécie ocorre. Os autores ainda concluem que a espécie avança como pioneira evitando extremos de deficiência de nutrientes e de água.

Segundo Mirisola Filho (2009), em plantios comerciais de macaúba os técnicos consideram aceitável que o cultivo seja realizado desde o nível do mar até 1.200 m. Ele cita ainda que, mesmo em solos de menor fertilidade, é possível se obter alta produtividade do cultivo, desde que seja feita a correção de acidez, se necessário, a aplicação de fertilizantes, e o uso de irrigação, dependendo da região em que se encontra.

Segundo Silva (2007), a palmeira não ocorre em regiões de geadas, áreas permanentemente alagadiças, áreas litorâneas, áreas montanhosas, clima excessivamente árido e precipitação inferior a 1000mm e à medida que os palmares se afastam das imediações dos rios e córregos e que outras condições ideais sejam limitadas, observa-se um decréscimo do número de indivíduos por área, bem como de cachos e frutos, além do tamanho e peso individuais dos frutos.

6 - Aspectos silviculturais

6.1 - Produção e beneficiamento de sementes



A obtenção de sementes de macaúba se dá pela colheita dos frutos diretamente na natureza. Desses frutos, colhidos de plantas matrizes, são extraídas as sementes.

Segundo Mirisola Filho (2009) as plantas que serão escolhidas como matrizes devem ter as seguintes características: serem saudáveis, possuir boa forma, porte e sistema radicular bem desenvolvido; terem entrado em processo de produção mais precocemente; possuírem grande quantidade de cachos e estes com grande quantidade de frutos; terem frutos grandes e que produzam mais óleo e de melhor qualidade; serem vigorosas, não tendo sofrido ataques de pragas, doenças e deficiências nutricionais; e que emitem cachos com pedúnculos resistentes.

Um dos aspectos das sementes de macaúba é a baixa taxa de germinação na natureza (cerca de 3%) e a lentidão que se dá essa germinação (até 2 anos), o que torna difícil o cultivo da espécie (SANTOS & MORAIS, 2008). No entanto, métodos de pré-germinação foram desenvolvidos e estão sendo utilizados para minimizar os efeitos da dormência dessas sementes.

Dentre esses métodos, Mirisola Filho (2009) cita o processo de escarificação das sementes e acondicionamento à temperatura superior a 35°C que diminui o tempo de germinação para um período de quatro a seis meses. O autor também diz que outros tratamentos estão sendo utilizados, incluindo uso de hormônios em dosagens adequadas.

Motoike et al (2007) desenvolveram uma técnica de germinação e produção de sementes pré-germinadas de macaúba. Nesta técnica, de aplicação combinada e sequencial, ocorre a “eliminação do endocarpo, primeira desinfestação, tratamento de embebição, segunda desinfestação, escarificação mecânica, tratamento com regulador de crescimento, germinação da semente em ambiente semi-asséptico, o qual deve ser aplicado na seqüência definida”. A porcentagem de germinação após a realização deste processo está entre 60% e 80% e as sementes pré-germinadas são obtidas com 32 dias apenas (MANFIO, 2010).

No processo de obtenção da semente pré-germinada (Figura 3) deve-se tomar cuidado com a radícula e caulícula formada, já que a ausência dessas torna a semente inviável uma vez que são estruturas precursoras das raízes e do caule.



Figura 3- Semente pré-germinada de macaúba

Portanto, para se constituir um plantio comercial de macaúba a melhor alternativa é a obtenção de sementes pré-germinadas e o transporte dessas sementes deve ser feito com todo cuidado para não haver danos à elas.

6.2- *Produção de mudas*

A produção das mudas é realizada em duas etapas: pré-viveiro e viveiro (Figura 4).



Figura 4- (A) Fase de pré-viveiro. (B) Transplântio do pré-viveiro para o viveiro. (C) Viveiro.

6.2.1 - *Pré-viveiro*

Essa etapa consiste de uma fase preparatória em que as mudas são climatizadas para resistir às condições ambientais do viveiro, uma vez que as sementes pré-germinadas são estruturas muito sensíveis. Neste ambiente, de condições controladas, as mudas são plantadas em tubetes e ganham vigor para que, então, sejam levadas ao viveiro.



O pré-viveiro deve estar localizado em terreno plano, bem drenado e de fácil acesso para água de irrigação (MOTOIKE et al, 2010).

Segundo Motoike et al (2010), existem dois tipos de pré-viveiro quanto a sua infra-estrutura: o de uso contínuo e do de uso temporário. O primeiro é composto de cobertura de sombrite 50% e filme plástico, e as bancadas para acomodação das bandejas com tubetes devem ser suspensas na altura ideal para o manejo. Já o segundo é composto de cobertura de sombrite 50% e bandejas com suporte.

Como dito anteriormente, as sementes pré-germinadas são plantadas em tubetes. O tipo de tubete utilizado possui 63 mm de diâmetro, 130 mm de comprimento, oito estrias e capacidade de 180 cm³ de substrato por tubete.

O substrato indicado é o comercial para mudas (ex.: Plantmax, Bioplanta, etc) acrescido de 3 kg de superfosfato simples por m³ de substrato (MOTOIKE et al, 2010). Segundo Mirisola Filho (2009), este substrato é recomendado por ser inerte, com boa textura e uma capacidade adequada de retenção e, ou drenagem da água de irrigação.

Ao receber as sementes pré-germinadas, estas devem ser acomodadas em local fresco e em ambiente protegido, e seu plantio realizado o mais rapidamente possível.

Deve-se realizar a abertura de um orifício de aproximadamente 4 cm no substrato - que deve estar levemente úmido- onde a semente pré-germinada será acomodada. Ao realizar esse procedimento deve-se tomar cuidado para não danificar a radícula ou destacar a plântula da semente. Depois disso, acrescenta-se aproximadamente 2 cm de substrato sobre as sementes.

A irrigação no pré-viveiro deve ser realizada diariamente, entre duas a três vezes ao dia. Além disso, devem-se retirar as plantas invasoras que eventualmente surgirem sobre o substrato. Outro aspecto que deve ser observado são os sinais de anormalidades que podem surgir durante o desenvolvimento da plântula (MIRISOLA FILHO, 2009).

A formação da muda ocorre entre 30 e 60 dias após o plantio da semente pré-germinada, quando a muda apresenta a primeira folha aberta e possui de 10 a 15 cm de altura. Nessas condições ela estará apta a ser transplantada para o saco plástico para serem transferidas para o viveiro.

6.2.2 - Viveiro



No viveiro as mudas permanecerão se desenvolvendo até atingirem o ponto ideal para serem arrancadas e transplantadas para o campo (MIRISOLA FILHO, 2009). Ele deve estar localizado em terreno plano, bem drenado, com insolação uniforme e de fácil acesso à água para irrigação. O acesso para o viveiro também deve ser observado, visto que o custo de transporte das mudas afeta a viabilidade econômica da atividade.

Locais onde há ocorrência de cupins de solo devem ser evitados, uma vez que afetam o desenvolvimento das mudas. Se, após a instalação do viveiro, for observado o aparecimento desses insetos na área ou nas proximidades do viveiro, estes devem ser eliminados utilizando-se os cupinidas, que deverão ser recomendados por um técnico (MIRISOLA FILHO, 2009).

Os recipientes utilizados no viveiro para acomodação das mudas são as sacolas perfuradas de polietileno não reciclado com dimensões de 35,0 X 17,0 cm e volume interno aproximado de 8L.

O substrato utilizado é constituído por areia, subsolo e esterco de curral curtido ou outra fonte de matéria orgânica disponível. Segundo Mirisola Filho (2009), as proporções mais indicadas são 2:1:1 (subsolo argiloso) e 1:1:1 (subsolo de textura média). Ainda, segundo o autor, durante a sua preparação deve ser adicionado ao substrato adubo à base de 2,0 Kg de superfosfato simples por metro cúbico.

Ao se transplantar as mudas vindas do pré-viveiro para as sacolas plásticas deve-se tomar cuidado para não desmanchar o torrão que abriga o sistema radicular das plântulas. As sacolas plásticas são preenchidas com substrato e posicionadas nas leiras do viveiro. É feito, então, um orifício com cerca de 6,0 cm de diâmetro e 13 cm de profundidade onde será colocado o torrão com a muda vinda do pré-viveiro.

As sacolas plásticas com as mudas devem ser posicionadas no viveiro em fileiras duplas, com espaçamento de 40 cm entre cada planta e 60 cm entre ruas (50.000 mudas por hectare). A distribuição de mudas em fileiras duplas com espaçamento de 40 cm X 40 cm, separadas por ruas de 60 cm de largura, também tem sido recomendada (MIRISOLA FILHO, 2009).

Após o estabelecimento da plântula, a irrigação deve ser realizada em dias alternados e feito um controle químico ou manual das ervas daninhas no viveiro e manual dentro das sacolas de muda. Além disso, estar atento ao aparecimento de pragas e doenças e, caso haja ocorrência, consultar um profissional para a recomendação de controle (MIRISOLA FILHO, 2009).



Segundo Mirisola Filho (2009), a adubação de cobertura deve ser iniciada 21 dias após o transplântio, segundo a formulação apresentada na tabela 6.

Tabela 6- Agenda de adubação com os nutrientes N, K e Mg para as mudas de macaúba em viveiro definitivo (g/100L de água). Utilizar 100 ml da solução por planta.

Semanas após transplântio	N	K	Mg
3	400	150	100
5	400	600	50
7	550	200	150
10	600	850	100
13	750	300	200
16	600	850	100
19	1.150	450	300
22	900	1.300	150
25	1.500	600	400
28	1.200	1.700	650
32	1.200	1.700	650
36	1.200	1.700	650
40	1.500	2.150	1.000

O plantio definitivo poderá ser realizado quando a muda atingir de entre 50 e 60 cm de altura e cinco a seis folhas abertas.

6.3 - Implantação da cultura

6.3.1 - Sistema de plantio

A macaúba é uma espécie que pode ser inserida em variados sistemas de produção. Ela pode ser plantada em associação com outras espécies florestais e ou agrícolas, em consórcio com pastagens e também em cultivo solteiro (Figura 5). Essas variações são possíveis pelo fato da espécie possuir copa rala e permitir a passagem dos raios solares no dossel (ENTABAN, 2009).



Figura 5 - (A) Consórcio de macaúba com gergelim. (B) Consórcio de macaúba com pastagem. (C) Cultivo solteiro.

6.3.2 - Preparo do solo

Independentemente do sistema de plantio e preparo do solo adotado, deve ser realizada a análise do solo dois a três meses antes do plantio, coletando-se amostras e enviando-as a um laboratório confiável. A partir dessa análise será possível conhecer a situação em que o solo se encontra e suas necessidades para que então seja feita a correção.

Em um plantio adensado em área total, com espaçamento até 5 m X 5 m, o preparo do solo é feito por meio de aração e gradagem. Porém, quando o plantio é realizado em área de pastagem, o preparo incluirá apenas a abertura das covas (MIRISOLA FILHO, 2009). Portanto, o preparo do solo irá depender do sistema de plantio adotado.

Os resultados da análise devem ser interpretados por um técnico habilitado que fará o diagnóstico e a recomendação do corretivo e dos fertilizantes necessários.

A aplicação de calcário para correção do pH do solo deve ser feita com antecedência de 60 dias do plantio, para que aconteça a reação do corretivo com o solo. Recomenda-se a aplicação em períodos chuvosos.

6.3.3 - Densidade de plantio



O espaçamento deverá ser definido segundo o sistema de plantio adotado, ou seja, dependerá se a macaúba for cultivada em consórcio com outras espécies ou se cultivada sozinha.

Segundo Mirisola Filho (2009), o espaçamento mais recomendado é o de 5 m X 5 m em triângulo equilátero, que permite o consórcio com outras culturas, tanto na fase de formação como na fase de produção, além de proporcionar 460 plantas/há.

Segundo a Entaban (2009), os espaçamentos indicados em cultivo solteiro são 4 m X 5 m, 5 m X 5 m e 6 m X 4 m. No caso de sistemas silvopastoris, recomenda-se o espaçamento de 5 m X 5 m e de sistemas agrosilvopastoril, os espaçamentos indicados são os de 6 m X 4m e 7 m X 4 m.

O espaçamento, além de ser definido em função do sistema de plantio, deve ser escolhido conforme a produtividade pretendida com o cultivo da cultura. Silva (2007) apresenta em seu trabalho algumas informações a respeito da produtividade que se pode esperar conforme o espaçamento adotado (Tabela 7).

Tabela 7 – Produtividade agrícola da palmeira macaúba, em função de diferentes espaçamentos.

Nº de plantas por hectare	Rendimento de óleo (kg/ha)	
	Hipótese A	Hipótese B
100	1.470 a 1.840	1.840 a 2.300
123	1.808 a 2.263	2.264 a 2.829
156	2.293 a 2.870	2.870 a 3.588
216	3.175 a 3.974	3.974 a 4.968

Hipótese A: 400 a 500 frutos por cacho e 4 cachos por palmeira; frutos de 40 g e 22,3 % óleo

Hipótese B: 400 a 500 frutos por cacho e 5 cachos por palmeira; frutos de 40 g e 22,3 % óleo

6.3.4- Marcação das linhas de plantio

A marcação das linhas de plantio é feita utilizando-se o gabarito, cujo comprimento deve ter a mesma medida do espaçamento desejado. A quantidade de



gabaritos utilizados dependerá das distâncias entre fileiras e entre plantas, se serão iguais ou terão medidas diferentes.

É importante que a marcação das covas siga o sentido Norte-Sul para que haja maior insolação sobre as plantas, o que reduz o autossombreamento.

6.3.5 - Preparo da cova

As covas podem ser abertas manualmente (através de enxadão), com motocova ou com broca acoplada à tomada de força do trator. A dimensão mínima utilizada é a de 40 X 40 X 40 cm.

Como mencionado anteriormente, a recomendação de corretivo e adubação deverá ser feita após o resultado da análise de solo que determinará o quanto de calcário e de fertilizantes deverá ser aplicado em cada hectare do terreno.

Em situações em que a correção de acidez não foi feita em área total, esta pode ser realizada na cova. Sendo assim, junto à terra retirada da cova é aplicada a quantidade de calcário recomendada, misturando-se bem. Logo depois, a mistura é devolvida para a cova e permanecerá em repouso por 60 dias.

Após 60 dias de repouso, a terra novamente é retirada da cova. Para evitar adsorção, deve-se aplicar no fundo da cova um fertilizante químico à base de fósforo, geralmente o superfosfato simples, que é o mais recomendado.

À terra retirada da cova é acrescentado o adubo orgânico (esterco de curral ou composto orgânico), misturando-se bem. No caso do uso de esterco, a quantidade de adubo orgânico que será utilizada dependerá do volume das covas que serão adubadas (Tabela 9).

Tabela 9- Quantidade de adubo orgânico utilizado em função da dimensão das covas

Tipo de esterco	Dimensões das covas (cm)	Quantidade do esterco (L/cova)
Bovino	40 X 40 X 40	10
	60 X 60 X 60	20
	80 X 80 X 80	30
Aves	40 X 40 X 40	3,5
	60 X 60 X 60	7
	80 X 80 X 80	10

Fonte: MIRISOLA FILHO (2009).



Depois de homogeneizada, a mistura deve ser devolvida à cova até seu fechamento. Então, abre-se o espaço que será ocupado pela muda na cova.

6.3.6- *Plantio*

Ao plantar a muda é importante seguir os seguintes passos:

- realizar um corte na parte inferior do torrão para evitar que um eventual enovelamento das raízes prejudique seu desenvolvimento;
- retirar o saco plástico, tomando-se cuidado para não danificar o torrão;
- colocar a muda na cova;
- acrescentar a terra retirada da cova até recobrir ligeiramente o torrão e fixar a muda;
- pode-se revestir a área em volta da muda com cobertura morta (ex.: capim seco); e
- regar a muda com bastante água.

A muda deve ficar ereta e fixada com firmeza no solo, além de ficar nivelada com a superfície da cova.

Em alguns casos, far-se-á necessário o replantio, como no caso de mudas morrerem ou terem um pegamento insatisfatório. Nesses casos, a muda em questão é retirada da cova, a cova é reaberta e uma nova muda é plantada.



Figura 6- Plantio das mudas de macaúba

6.4- *Tratos Culturais*



Na fase pós-plantio é necessária a realização de algumas atividades para manutenção. Dentre essas atividades, está o combate a plantas invasoras, a adubação de cobertura e a irrigação (se necessário).

No caso da macaúba o combate á plantas invasoras é feito através do coroamento, que consiste na eliminação da vegetação ao redor da muda. Ele pode ser realizado através da capina ou através de herbicidas, que podem ser pré-emergentes (*oxifluorfen*) ou pós-emergentes (geralmente o *gliphosato*) (MIRISOLA FILHO, 2009).

Quanto a adubação de cobertura, ela tem como objetivo suprir as necessidades nutricionais da planta e repor as reservas do solo que já foram consumidas por ela.

Segundo Mirisola Filho (2009), a primeira adubação de cobertura deve ser feita três meses após o plantio das mudas e continuar sendo realizada mensalmente.

A recomendação de adubação deve ser feita por um técnico através dos resultados da análise do solo. Outra análise que pode revelar muito sobre o estado nutricional da planta é a análise foliar. Através dela é possível saber a quantidade de nutrientes disponíveis no solo que estão sendo absorvidos pelas plantas.

É de fundamental importância observar as condições ambientais no momento de aplicação dos nutrientes, para que os mesmos não sejam perdidos. Deve-se evitar os dias em que a temperatura está elevada e a umidade relativa do ar baixa, uma vez que a presença de água no solo permite que os adubos se dissolvam e sejam absorvidos pelas raízes da planta. Por isso recomenda-se a adubação em épocas chuvosas ou em condições de irrigação satisfatórias.

6.5- *Pragas e doenças*

Por ocorrer naturalmente em maciços, a macaúba é uma espécie que tende a possuir maior tolerância a pragas e doenças em sistemas cultivados (ENTABAN, 2009). No entanto, alguns cuidados devem ser tomados dependendo da fase da planta e da incidência de determinados inimigos naturais.

6.5.1 - *Viveiro*



A fase de viveiro tem grande importância, pois é a fase em que as mudas estão se desenvolvendo. Segundo a Entaban (2009), é a fase em que mais ocorre o ataque de pragas e doenças. Fatores como a umidade, temperatura, fertilização e espaçamento podem influenciar a ocorrência desses ataques. A seguir serão descritas as principais pragas e doenças que ocorrem neste ambiente (Quadro 1).

Quadro 1 – Principais pragas e doenças encontradas na fase de viveiro

	Nome	Características	Sintomas	Controle
Pragas	Ácaro-vermelho	Inseto pequeno, colônias em forma de teias avermelhadas localizadas nos versos dos folíolos	Amarelecimento das folhas que posteriormente ficam com um tom marrom	Monitoramento periódico. Podar e queimar folhas atacadas.
	Pulgão	Forma áptera: circulares, coloração preta, circundado por uma franja de cera branca, 2 mm de diâmetro. Forma alada: cabeça e tórax de coloração verde e abdômen esverdeado.	Atacam o ponteiro das plantas sugando sua seiva. Coloração escura das folhas, devido a formação da fumagina.	Produtos de contato
	Cochonilha	Inseto bem pequeno, de corpo arredondado e coloração amarela-transparente. Fixa-se em um determinado ponto do folíolo, onde permanece durante toda a vida.	Amarelecimento das folhas	Realização de aplicações químicas, sendo mais adequado a utilização de óleo mineral.
	Lagarta rosca (<i>Agrotis ipsilon</i>)	Ovos de coloração branca; lagartas pardo-acinzentadas, com até 45mm de comprimento, de hábitos noturnos, permanecendo enroladas durante o dia; mariposas adultas com envergadura de até 35 mm, asas anteriores marrons com manchas pretas e asas posteriores semitransparentes.	Folíolos raspados e cortados, perfurações na base do caule das mudas.	Controle químico com produtos à base de Piretróides.
Doenças	Helmintosporiose		Ocorrência de pontos pequenos com tom de ferrugem, rodeados por anéis de cor amarelada. Folhas podem secar em estágio mais avançado da doença.	Podar e queimar das folhas mais atacadas; aplicação de fungicidas sistêmicos.

Fonte: Adaptado de Mirisola Filho (2009)

Outra praga não citada no quadro, mas de extrema importância na fase de viveiro são os roedores. Segundo a Entaban (2009), o ataque desses animais consiste em um dos maiores problemas encontrados em viveiros de muda de macaúba. Isto porque



as amêndoas das plântulas que ali se encontram são atacadas por diversas espécies de roedores, prejudicando o desenvolvimento das mesmas e diminuindo o estande.

O controle para estes animais pode ser feito com armadilhas com iscas envenenadas, distribuídas pela área do pré-viveiro e locais próximos, além da possibilidade de se fazer pré-viveiros suspensos com pés antirroedores (MIRISOLA FILHO, 2009)

6.5.2 - Campo

A ocorrência de pragas e doenças no campo é bastante reduzida, uma vez que a macaúba é uma espécie rústica e evoluiu em ambiente de alta densidade de indivíduos adquirindo resistência (ENTABAN, 2009).

Segundo Mirisola Filho (2009), as plantas de macaúba são menos vulneráveis, pois estão distribuídas de forma mais espaçada, estando menos sujeitas ao estresse da competição por luz, nutrientes, água e espaço. Além disso, apresentam maior variabilidade genética devido à sua grande adaptabilidade a variados ambientes, o que faz com que possua diferentes níveis de resistência.

No quadro a seguir são apresentadas as principais pragas e doenças da macaúba que podem ocorrer no campo (Quadro 2).

Há pragas e doenças que ocorrem no viveiro que também tem incidência no campo. Dentre elas estão ácaro-vermelho, pulgão, cochonilha e a helmintosporiose. Os sintomas e controle são semelhantes aos vistos para o viveiro.



Quadro 2- Principais pragas e doenças que ocorrem no campo

	Nome	Características	Sintomas	Controle
Pragas	Cupins	Várias espécies atacam as palmeiras	Danos no coleto da planta jovem; secamento das folhas	Medidas preventivas: eliminação de cupinzeiros pré-existentes, eliminação de resíduos vegetais no solo, monitoramento da área, tratamento das covas antes do plantio.
	Formiga cortadeira	Várias espécies atacam as palmeiras.	Corte em formato de meia-lua ou arcos em folíolos, podendo desfolhar completamente as plantas.	Controle cultural com arações no solo; formicidas gasosos; termonebulização, iscas granuladas.
	Broca-do-olho (Bicudo)	A larva tem cabeça castanho-escura; corpo recurvado, subdividido em 13 anéis, com coloração branco-creme e sem pernas; formando galerias nos tecidos tenros da região apical. Adulto: besouro de cor preta; possui de 3,5 a 6,0 cm de comprimento; bico recurvado; asas externas curtas, deixando exposta a parte terminal do abdome e com 8 estrias longitudinais (EMBRAPA).	Murcha e amarelecimento de folhas internas; exalação de odor característico de apodrecimento; folhas ainda verdes se destacando facilmente da copa.	Cortar plantas atacadas, retirá-las da área cultivada e queimá-las; instalação de armadilhas.
	Lagartadas-folhas	Adulto: borboleta com asas amarronzadas e com uma listra alaranjada ao longo das asas; mede de 6 a 10 cm. Larva: cabeça castanho-avermelhada, corpo com listras longitudinais marrom-escuras e claras, recoberto por fina pilosidade, medindo de 6,0cm a 8,0cm de comprimento	Pode causar desfolhamento total das plantas.	Eliminação dos ninhos; aplicação de inseticidas do grupo dos piretróides ou inseticida biológico (<i>Bacillus Thuringiensis</i>)
	Falsa barata	É um coleóptero. Larva tem forma achatada, parecida com lesma e desenvolve-se entre as folhas novas da macaúba.	Ataque em plantas jovens; as larvas se alimentam das folhas ainda fechadas, provocando furos que aumentam de tamanho à medida que as plantas crescem.	Inseticidas de contato e fumigação; coleta manual em plantas novas, ainda baixas e em pequenas áreas.
	Broca da estipe (<i>Rhinostomus barbirostris</i>)	Besouro adulto: cor preta, medindo 15 a 45 mm de comprimento; larvas abrem galerias, broqueando o tronco.	Galerias pelo tronco; se o ataque acontecer na parte mais alta do tronco e de forma intensa, pode ocorrer quebra pela ação dos ventos.	Controle químico-comportamental; uso de armadilhas luminosas; erradicação das palmeira mortas; controle natural com as larvas e pupas sendo parasitadas pela mosca <i>Paratheresia menezesi</i> .
Doenças	Anel-vermelho	Causada por nematóides de solo, forma no interior do estipe um anel de cor avermelhada próximo da sua porção externa.	Bronzeamento das folhas, começando pelas pontas dos folíolos; em estágio avançado da doença: folhas mais velhas com tom bronzeado ou amarelado e folhas mais novas verdes.	Corte, retirada e queima das plantas atacadas; combate ao inseto transmissor, o bicudo, com o uso de armadilhas.

FONTE: Adaptado de Mirisola Filho (2009)



6.6- Colheita

Cada planta de macaúba produz, geralmente, 3 a 4 cachos, sendo que a maturação dos frutos no cacho ocorre de forma desuniforme. O ponto de colheita é quando os frutos começam a se desprender do cacho, indicando que todo o cacho está com maturação suficiente para o processamento.

A maturação dos frutos ocorre com maior intensidade entre os meses de novembro e fevereiro e a queda desses frutos, entre setembro e janeiro. Segundo Entaban (2009), a frutificação da macaúba na Zona da Mata Mineira ocorre de outubro a abril, dependendo da altitude em que ocorre.

Os frutos podem ser colhidos utilizando-se foice para o aparo dos cachos, através do uso de redes envolvendo os cachos para interceptação dos frutos durante a queda, ou através de colheita manual no chão. Por ser um fruto oleaginoso, a sua degradação é muito rápida. A medida que os frutos vão se degradando, a acidez do óleo aumenta em função da fermentação (Tabelas 10 e 11). Portanto, é importante que o processamento dos frutos colhidos seja realizado o quanto antes para que não se perca em qualidade.

Segundo Entaban (2009), os frutos colhidos podem ser armazenados por até 10 dias, em situações em que os mesmos não recebam tratamento. Se houver a necessidade de um tempo maior de armazenamento é importante que se trate os frutos, lavando-os com solução de formol (1% v.v).

Tabela 10- Desenvolvimento da acidez nos frutos de macaúba esterilizados logo após a colheita com jatos de formol.

Lotes de cocos	Condições de estocagem	Período (dia)	Teor de Ácidos Livres (Ac. Oleico) %
1	A	0	0,4
2	B	14	1,3
3	B	28	3,4
4	C	2	0,2
5	C	7	4,0
6	C	21	9,0
7	D	7	0,4
8	D	14	1,1
9	D	21	1,0
10	D	28	0,8

Fonte: CETEC citado por Rural Sementes



Tabela 11- Desenvolvimento da acidez nos frutos de macaúba sem prévia esterilização

Lotes de cocos	Condições de estocagem	Período (dia)	Teor de Ácidos Livres (Ac. Oleico) %
11	B	16	13,1
12	B	30	30,4
13	B	32	35,9
14	D	14	1,0
15	D	18	1,8
16	D	48	2,2
17	D	55	6,8

Fonte: CETEC citado por Rural Sementes

Condições: A- coleta e análise imediata C- estufa a 60°C

B- ar ambiente

D- atmosfera de formol 1%

Após a colheita esses frutos devem ser transportados para o local onde serão processados.

6.7- Pós-colheita

Para o processamento do coco da macaúba (Figura 1), primeiramente são retidas as impurezas dos frutos vindos do campo e então realizada sua esterilização.

A primeira etapa do processamento do coco de macaúba é a despolpa, em que ocorre a separação total da casca e polpa do endocarpo. Esse processo é realizado por um descascador-processador (Figura 7).

Após a despolpa, a massa composta por casca e polpa é cozida e, então, pode-se extrair o óleo da polpa através de prensagem (Figura 8) ou por meio de solventes químicos. Após a extração, o óleo bruto é filtrado através de um filtro prensa para obtenção do produto final.



Figura 7 – Armazenador e despoldador



Figura 8- Prensa para extração do óleo

Pode-se também obter o óleo da amêndoa. Para isso, os caroços que contem as amêndoas devem ser secos e depois quebrados por equipamentos apropriados. As amêndoas, então, podem ser separadas do endocarpo por flutuação, sendo que elas, por serem mais leves, sobrenadam na solução. Segundo Silva (2007), tem sido utilizada neste processo, com excelentes resultados, uma solução de cloreto de sódio, fazendo-se uma salmoura a 15° Bé. Sendo assim, elas podem ser retiradas facilmente com peneiras ou telas, sendo depois lavadas e secas. Essas amêndoas então passam por um moinho



formando uma massa que será prensada em prensas hidráulicas, extraindo-se o óleo. O óleo é centrifugado para retirada de impurezas.

A seguir encontra-se um fluxograma com as operações realizadas no processamento dos frutos da macaúba.

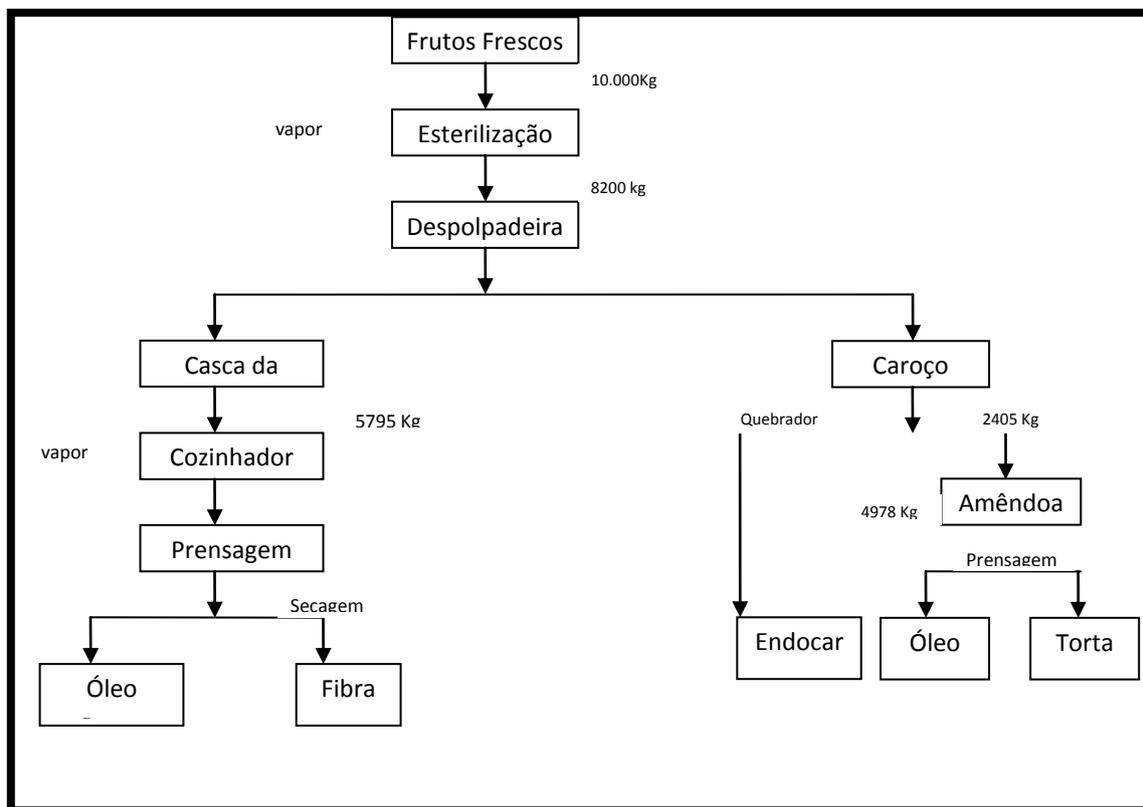


Figura 1 – Fluxograma do processamento de dez mil quilos de frutos de coco macaúba

Após o processamento, esses e outros produtos da macaúba podem ser comercializados.

7- Melhoramento genético em Macaúba

Espécies nativas, como a macaúba, que possuem grande potencial de utilização, necessitam de um amplo estudo para o conhecimento de seus hábitos. O melhoramento genético é uma das alternativas para a domesticação dessas espécies a fim de possibilitar ganho no rendimento das plantas e conhecimento de sua ecologia e silvicultura.



Para que o melhoramento ocorra, segundo Manfio (2010), é necessário que antes haja um pré-melhoramento envolvendo atividades de exploração, coleta, implantação de banco de germoplasma e a caracterização e conhecimento da diversidade existente na espécie, para introduzir genótipos promissores na etapa posterior de melhoramento. Para isso é importante conhecer a variabilidade genética da espécie que se deseja melhorar.

Manfio (2010) realizou um estudo no qual analisou a variabilidade genética em 145 matrizes de Macaúba de seis estados brasileiros: Minas Gerais, São Paulo, Maranhão, Pará, Pernambuco e Mato Grosso do Sul. Os resultados evidenciaram que houve variabilidade genética entre as matrizes, com elevada variação para a maioria das características avaliadas.

Estudos relacionados a embriogênese somática de macaúba também são muito importantes, ainda que estejam incipientes. Eles podem contribuir para o desenvolvimento de técnicas de propagação clonal em larga escala, o que servirá de ferramenta para o melhoramento genético da espécie. A principal contribuição desta técnica para programas de melhoramento é que ela permite a fixação do ganho genético de plantas selecionadas.

Moura (2007), estudando a embriogênese somática da macaúba a partir de embriões zigóticos, obteve, dentre outras conclusões, que: é possível obter a embriogênese somática a partir de embriões zigóticos de macaúba; entre os hormônios testados (picloram, 2,4-D, NOA e CPA), o que teve melhor efeito na regeneração de embriões somáticos de macaúba foi o picloram; e o carvão ativado teve efeito positivo na regeneração dos embriões. Bandeira (2008), também realizou estudos a respeito deste tema. No trabalho ele conclui que: o fotoperíodo favoreceu o desenvolvimento de plântulas a partir de embriões maduros; o armazenamento dos frutos à temperatura ambiente proporcionou maior índice de germinação em relação à câmara fria; a presença de carvão ativado foi altamente benéfica ao crescimento das raízes, entre outros.

Apesar de haver estudos que sinalizam positivamente para o desenvolvimento de programas de melhoramento com a macaúba, estes ainda precisam ser mais incentivados, uma vez que a espécie tem muito potencial e pode, nos próximos anos, ter grande impacto na economia nacional.



8 - Referências Bibliográficas

AMARAL, F. P. **Estudo das características físico-químicas dos óleos da amêndoa e polpa da macaúba** [*Acrocomia aculeata* (jacq.) Lodd. ex mart]. 2007. 52f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, 2007.

Disponível em:< http://www.fca.unesp.br/pos_graduacao/Teses/PDFs/Arq0213.pdf>.

Acesso em: 05/08/2011.

AQUINO, F. G. et al. Distribuição geográfica das espécies *Acrocomia aculeata* (Jacq.)

Lood ex. Mart. e *Caryocar brasiliense* Cambess. no bioma Cerrado. In: **Simpósio Nacional Cerrado: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**, 9, 2008, Brasília. Disponível em:<

http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio_pc210/fichas/00452_trab2_ficha.pdf>.

Acesso em: 28/09/2011.

BANDEIRA, F. S. **Cultivo in vitro e embriogênese somática de embrões zigóticos de macaúba** (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges). 2008. 92f. Tese (*Doctor Scientiae*)-

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. Disponível em:<

<ftp://ftp.bbt.ufv.br/teses/ciencia%20florestal/2008/205884f.pdf>>. Acesso em:

27/09/2011.

BARRETO, A. M. P. **Avaliação dos níveis de inclusão da torta de macaúba**

[*Acrocomia aculeata* (jacq.) Lodd. Ex mart.] na alimentação de caprinos. 2008.

102f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, concentração em Agroecologia)-

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <

[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/NCAP-](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/NCAP-8A8FMY/1/disserta_o_silene.pdf)

[8A8FMY/1/disserta_o_silene.pdf](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/NCAP-8A8FMY/1/disserta_o_silene.pdf)>. Acesso em: 03/10/2011.



BERHING, L. Macaúba: matéria-prima nativa com potencial para a produção de biodiesel. **Embrapa Agroenergia**, 2009.4p. Disponível em:< <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2009/MACAUBA%20-%20MATERIA-PRIMA%20NATIVA%20COM%20POTENCIAL%20PARA%20PRODUCaO%20DE%20BIODIESEL.doc/view>>. Acesso em: 04/10/2011.

BRASIL, MINAS GERAIS, BELO HORIZONTE. Lei nº 19.485, de 13 de janeiro de 2011. **Institui a política estadual de incentivo ao cultivo, à extração, à comercialização, ao consumo e à transformação da macaúba e das demais palmeiras oleaginosas - Pró-Macaúba**. Disponível em:< http://www.fiscolex.com.br/doc_19124800_LEI_N_19_485_13_JANEIRO_2011.aspx> . Acesso em: 21/08/2011.

COSTA, C. F. **Solos e outros fatores ambientais associados à diversidade fenotípica de macaubais no estado de São Paulo**. 2009. 54f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração em Gestão dos Recursos Agroambientais) – Instituto Agronômico, Campinas, 2009. Disponível em: < <http://www.iac.sp.gov.br/PosIAC/Dissertacao/Carla%20Fernanda%20Costa.pdf>>. Acesso em: 20/08/2011.

EMBRAPA FLORESTAS. **Broca-do-olho-do-coqueiro: praga potencial para as palmeiras com fins de produção de palmito**. Disponível em:< http://www.cnpf.embrapa.br/publica/folders/Broca_do_olho_do_coqueiro.pdf>. Acesso em: 19/10/2011.

ENTABAN. **Plano de negócio: Projeto Florestal de cultivo da macaúba na Zona da Mata Mineira**. 2009.39 p.

GRIN – **Germplasm Resources Information Network**. Taxonomia das plantas da GRIN. Disponível em:< <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?1388>>. Acesso em: 15/08/2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, vol. 1, 2002. p. 275.



LORENZI, G. M. A. C. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. - ARECACEAE: BASES PARA O EXTRATIVISMO SUSTENTÁVEL. 2006. 156 f. Tese (Doutorado em Ciências)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006. Disponível em:<

http://www.entabanbrasil.com.br/downloads/Acrocomia-aculeata_Tese%20Lorenze.pdf>. Acesso em: 28/09/2011.

MANFIO, C. E. **Análise genética no melhoramento da macaúba**. 2010. 52f. Tese (*Doctor Scientiae*)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010. Disponível em:<

http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde_arquivos/21/TDE-2010-11-05T111348Z-2643/Publico/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 10/09/2011.

MIRISOLA FILHO, L. A. **Cultivo e Processamento do coco macaúba para produção de biodiesel**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2009. 336 p.

MOTOIKE, S. Y. et al. **Produção de mudas de macaúba**. Boletim Técnico: Acrotech, Viçosa-MG, 2010. Disponível em:<

http://www.acrotech.com.br/arquivos_internos/publicacoes/PRODUCAODEMUDASDEMACAUBA.pdf>. Acesso em: 11/09/2011.

MOTTA, P. E. F. et al. Ocorrência de macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1023-1031, julh. 2002. Disponível em:<

<http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n7/10807.pdf>>. Acesso em: 15/08/2011.

MOURA, E. F. **Embriogênese somática em macaúba: indução, regeneração e caracterização anatômica**. 2007. 66f. Tese (Doctor Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007. Disponível em:<

<ftp://ftp.bbt.ufv.br/teses/genetica%20e%20melhoramento/2007/200420f.pdf>>. Acesso em: 27/09/2011.

Potencialidades industriais do fruto da macaúba, palmeira nativa do cerrado. **Revista A Lavoura**, ano 114, n° 682, fev/2011, p. 42-43. Disponível em:<

<http://www.sna.agr.br/artigos/682/ALAV682-macauba.pdf>>. Acesso em: 03/08/2011.



RURAL SEMENTES. **Macaúba: alternativa econômica para produção de óleos e tortas.** Não publicado.

SANTOS, N. P.; MORAIS, G. A. **Aspectos da germinação de bocaiúva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex mart.).** 2008. Disponível em: <<http://periodicos.uems.br/index.php/enic/article/view/2066>>. Acesso em: 10/10/2011.

SILVA, J. C. **Macaúba: fonte de matéria prima para os setores alimentício, energético e industrial.** Viçosa, MG, 2007. Não publicado.

SODRÉ, J. B. **Morfologia das palmeiras como meio de identificação e uso paisagístico.** 2005. 62 f. Monografia- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005. Disponível em: <<http://www.ceapdesign.com.br/sodre.pdf>>. Acesso em: 06/10/2011.

TOLÊDO, D. P. **Análise técnica, econômica e ambiental de macaúba e de pinhão-manso como alternativas de agregação de renda na cadeia produtiva de biodiesel.** 2010. 92f. Dissertação (*Magister Scientiae*)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010. Disponível em: <<ftp://ftp.bbt.ufv.br/teses/ciencia%20florestal/2010/227506f.pdf>>. Acesso em: 15/08/2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Adauto Quirino de Sá Junior, Francisco de Assis Lopes, Mychelle Carvalho, Márcio Antônio da Rocha Oliveira, Sérgio Yoshimitsu Motoike. **Processo de germinação e produção de sementes pré-germinadas de palmeiras do gênero *Acrocomia*.** PI0703180-7 A2, 20 jul. 2007, 10 mar. 2009. Disponível em: <<http://www.patentesonline.com.br/processo-de-germinacao-e-producao-de-sementes-pre-geminadas-de-palmeiras-do-genero-193420.html>>. Acesso em: 30/09/2011.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica-organografia: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos.** 4 ed. rev. ampl.- Viçosa:UFV, 2003. 124p.