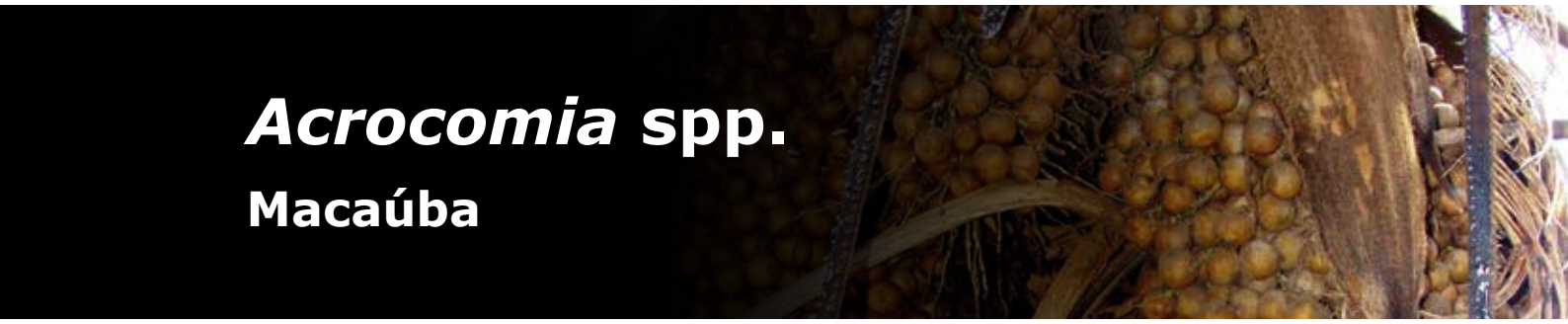

Acrocomia spp.
Macaúba

Nilton Tadeu Vilela Junqueira[1], Simone Palma Favaro[2], Marcelo Fideles Braga[1], Léo Duc Haa Carson Schwarzhaupt Conceição[1], Rosemar Antoniassi[3], Gabrielly Ciconini[4], Dijalma Barbosa da Silva[5]

FAMÍLIA: Arecaceae.

ESPÉCIES: *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. (Figura 1); *Acrocomia glaucescens* Lorenzi; *Acrocomia hassleri* (Barb.Rodr.) W.J.Hahn; *Acrocomia totai* Mart. (Figura 2).

SINONÍMIA: De acordo com Lorenzi (2006), existem três espécies de macaúbas: *Acrocomia aculeata, A. totai* e *A. intumescens*. Já Nucci (2007), relata o gênero possuindo apenas duas espécies, *A. aculeata* e *A. hassleri.* Segundo a autora, estas duas espécies diferem basicamente pelo tamanho dos indivíduos e por sua localização geográfica. Pimentel et al. (2011) e Lorenzi (2006), relatam 35 espécies como sendo sinonímia de *A. aculeata.* Pimentel et al. (2011), propõem que a espécie *A. aculeata* seja subdividida em três subespécies: *A. aculeata* subsp. *sclerocarpa*, *A. aculeata* subsp. *totai* e *A. aculeata* subsp. *intumescens.* Entretanto, Leitman et al. (2016), conforme a Flora do Brasil, menciona a existência de seis espécies válidas do gênero *Acrocomia*, ou seja, *A. aculeata*, *A. emensis*, *A. glaucescens*, *A. hassleri*, *A. intumescens* e *A. totai*. Dessas, três espécies são consideradas endêmicas ao país (*A. emensis*, *A. glaucescens* e *A. intumescens*). Das seis espécies aceitas pela Flora do Brasil, apenas *A. intumescens* não ocorre na Região Centro-Oeste.

Para a espécie *A. aculeata* é relatada a sinonímia *Cocos aculeata* Jacq. e para *A. hassleri* a sinonímia relevante é *Acanthococos hassleri* Barb.Rodr. (Leitman et al., 2016).

Pesquisas em andamento indicam a existência de grande variabilidade fenotípica entre populações de regiões geográficas diferentes, principalmente quanto ao porte, quantidade de espinhos, coloração do fruto, teor de açúcar e teor de óleo. Há variações no teor de óleo e produtividade, inclusive, dentro de plantas da mesma espécie.

[1] Eng. Agrônomo. Embrapa Cerrados
[2] Eng. Agrônoma. Embrapa Agroenergia
[3] Eng. de Alimentos. Embrapa Agroindústria de Alimentos
[4] Farmacêutica. Universidade Católica Dom Bosco
[5] Eng. Agrônomo. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

NOMES POPULARES: De acordo com Silva (2007), na região central do Brasil a palmeira é mais conhecida como bocaiuva; no Pará e na Ilha de Marajó é chamada de camajá, macajá, mucajá e mucujá; em algumas regiões do Nordeste é mais conhecida como camaíba, macaíba e macajuba; e nas demais regiões do Brasil a palmeira recebe várias outras denominações: macaíba, macaúba, embocaiuva, coco-baboso, coco-espinho, coco-de-catarro, caiol e macajira. No Paraguai a palmeira é conhecida como mbocayá, coquito e cocotero; na Costa Rica como coyol; nas Guianas como gru-gru; no Ceilão como macawpalm; e na República Dominicana como catey e corozo. Além desses, nas literaturas inglesa e americana são ci-

FIGURA 1. Indivíduo de *Acrocomia aculeata,* com elevada produtividade de cachos. Foto: Nilton Junqueira.

tados também os nomes: macauba palm, macawpalm, macaya oil, groo groo, grugru palm, corosse, totaí, cobrush, tamaco, coyol, mocayá, cayara, cayiete, ocori, palma de vino, grou grou, Paraguay palm kernel e Paraguay palm.

No Brasil, a palavra macaúba ou macaíba tem origem indígena e significa respectivamente, coco amarelo ou árvore do coco. A palavra *Acrocomia*, que se refere ao gênero dessa espécie, tem origem grega, onde *Akron* significa topo, cabeça, cume e *Kome* significa cabeleira (Novaes, 1952, citado por Silva, 2007).

CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS: A palmeira macaúba possui tronco ereto do tipo "estipe", geralmente cilíndrico, com diâmetro variando de acordo com a espécie e posição no estipe, podendo atingir até 20 metros em altura. Possui cicatrizes foliares anuais, distanciadas entre si em quase toda a extensão do tronco; o ápice é coroado por folhas alongadas, crespas e simuladas, com 2 a 5 metros de comprimento. Há espécies como *A. aculeata* e *A. totai* que têm a bainha, o pecíolo e a ráquis cobertos por espinhos escuros agudos e resistentes; a copa é rala e aberta, com o arqueamento das folhas inferiores; os folíolos são longo-acuminados, flexíveis e verdes; as flores são monoicas, de coloração amarelo-claras. As inflorescências, de coloração amarelada, são agrupadas em cachos pendentes com comprimentos variáveis, do tipo espádice (Figura 3A e B). As flores são unissexuais e o conjunto é envolvido por uma grande bráctea denominada espata, cujo comprimento varia entre as espécies. Dentro da mesma espécie, o tamanho da espata e da inflorescência é influenciado por variações genéticas e ecofisiológicas por força das condições edafoclimáticas. Em uma mesma inflorescência são encontradas tanto flores femininas quanto masculinas. As femininas estão posicionadas na base das espiquetas e as masculinas na parte superior. Os frutos são esféricos ou ligeiramente achatados, em forma de drupa globosa. Quando maduro, a casca ou epicarpo do fruto é dura e quebradiça, com coloração variando com a espécie, sendo marrons na *A. aculeata* e verdes em *A. totai;* a polpa ou mesocarpo é fibrosa e mucilaginosa, de sabor adocicado, comestível, rica em glicerídeos, de coloração amarela, esbranquiçada, ou laranja; o endocarpo é fortemente aderido à polpa fibrosa, com uma parede óssea enegrecida; a amêndoa ou caroço é oleaginosa, comestível, revestida de uma fina camada de tegumento; o sistema radicular é profundo e bastante desenvolvido.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA: Moore e Uhl (1982), citados por Silva (2007), sugerem que as palmeiras estão entre as primeiras famílias de Angiospermas e as primeiras Monocotiledôneas de que se tem registro e podem ter sido originárias no oeste de Gondwana, região supostamente onde se localiza, atualmente, a América do Sul, no início do Cretáceo, há mais de 150 milhões de anos. Para Clement et al. (2008), a macaúba já existia há 12.000 anos AP (antes do presente, ou seja, antes de 1950, ano de criação do método de datação por radiocarbono) na Amazônia central e oriental, época em que grande parte deste bioma era formado por vegetação de cerrado, e se dispersou para o Panamá e México em 8.040 AP e 6.750 AP, levada por povos indígenas.

As macaubeiras são palmeiras rústicas que se encontram distribuídas ao longo da América tropical e subtropical, desde o sul do México e Antilhas, até a região Sul do continente, incluindo Brasil, Argentina e Paraguai. No Brasil, de acordo com Leitman et al. (2016), as quatro espécies indicadas para este portfólio estão assim distribuídas nas regiões:

- *A. aculeata* ocorre nas regiões Norte (Amazonas, Pará, Roraima, Tocantins), Nordeste (Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e Sul (Paraná);
- *A. glaucescens* ocorre apenas na região Centro-Oeste (Goiás, Mato Grosso);
- *A. hassleri* ocorre nas regiões Nordeste (Bahia), Centro-Oeste (Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Sudeste (Minas Gerais, São Paulo) e Sul (Paraná);
- *A. totai* ocorre nas regiões Norte (Tocantins), Centro-Oeste (Mato Grosso do Sul) e Sudeste (São Paulo).

FIGURA 2. Planta de *Acrocomia totai*. Foto: Nilton Junqueira.

No Brasil, as maiores populações são encontradas nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás e Tocantins, Mato Grosso do Sul e Paraná. Geralmente formam povoamentos naturais com densidades variadas, também denominados de maciços ou aglomerados (Figura 4). Em Minas Gerais, segundo estimativas de Wandeck e Justo (1983) citado por Silva (2007), a população de palmeiras nativas no Estado era superior a 200 mil hectares, com grandes concentrações ao longo dos vales dos rios Paraopeba, Jequitinhonha e das Velhas.

HABITAT: Verifica-se que os maciços mais produtivos, no Brasil estão localizados em solos mais férteis, conforme relatado por Motta et al. (2002) e Pimentel (2012), notadamente naqueles com teores de potássio acima de 120 ppm e pH variando de 5,0 a 6,0. Em solos com afloramentos de calcário como aqueles do entorno de Arcos - MG e Combinado - TO, as macaubeiras são de baixa produtividade. Nas regiões sujeitas a deficit hídrico mais acentuado, os maciços ocorrem em áreas mais baixas, próximos a córregos, rios e várzeas, mas jamais em áreas sujeitas a inundações periódicas. Em locais como no Vale do Paranaíba - MG, Tocantins e Pará, os maciços podem ser encontrados também em altos de morros e distantes de cursos de água.

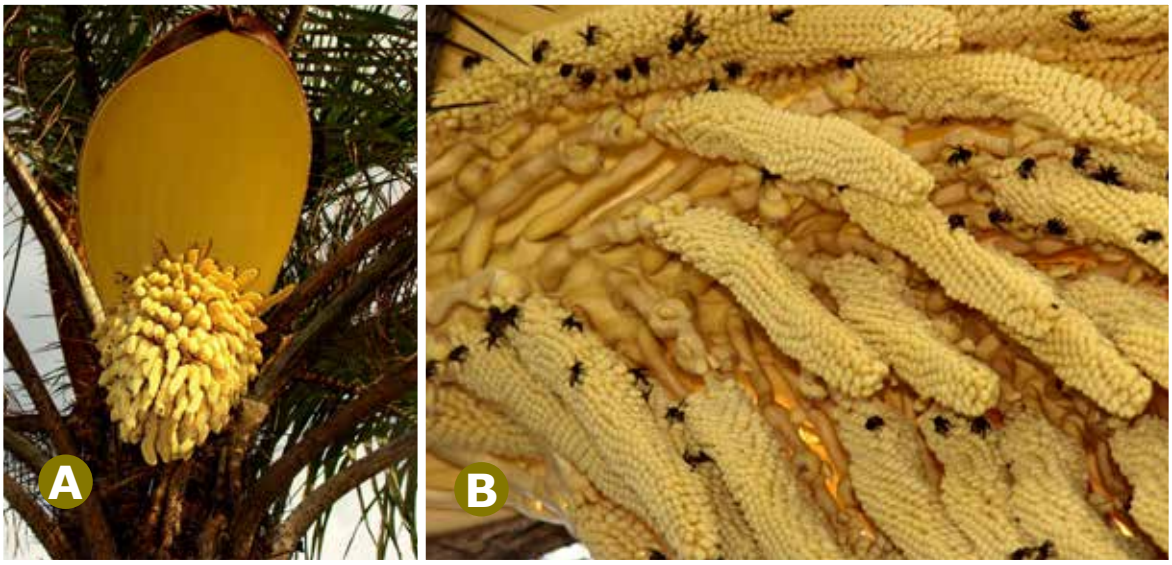

FIGURA 3. A) Inflorescência de *A. aculeata;* B) espiguetas contendo flores femininas na base (estruturas arredondadas) e flores masculinas (em forma de espigas de milho). Fotos: Nilton Junqueira.

USO ECONÔMICO ATUAL OU POTENCIAL: Existem vários relatos de utilização tradicional da macaúba como fonte de óleo para fins alimentícios, fabricação de sabões, construções, artesanatos, ornamentação, defensivo agrícola e produção de energia (CETEC, 1983; Coradin; Lleras, 1986; 1987; Almeida, 1998; Lorenzi, 2006; Nucci, 2007; Lima, 2008; Antoniassi et al., 2012; Conceição et al., 2012). No Paraguai, indústrias de mais de 50 anos exploram a macaúba para a produção de óleo, na região de Horqueta e Assuncion.

Alimentação humana: Os frutos de macaúba não contêm substâncias tóxicas e apresentam duas partes comestíveis, a polpa (mesocarpo) e a amêndoa. Ambas são consumidas tradicionalmente in natura ou nas preparações da culinária regional, tais como sorvetes, bolos, paçoca doce e cocada, podendo enriquecer a dieta como fonte complementar de nutrientes essenciais (Ramos et al., 2008).

A extração dos óleos contidos na polpa (altamente insaturado) e na amêndoa (saturado), tem despertado grande interesse comercial pela crescente demanda neste segmento de mercado. O processamento para a retirada dos óleos gera outros produtos, as chamadas tortas, quando a extração se dá por meio mecânico, ou farelo quando se utilizam solventes orgânicos. Estes coprodutos podem ser insumos com ampla utilidade na alimentação humana ou animal. Portanto, os frutos de macaúba representam inúmeras possibilidades na indústria alimentícia.

A polpa de macaúba, em base seca, representa entre 34 a 48% do fruto (CETEC, 1983), sendo rica em carboidratos e fibras, além de possuir grande potencial energético. A amêndoa responde por 5 a 7% da massa total do fruto (Ciconini et al., 2013) e caracteriza-se pela alta concentração de lipídeos, proteínas e fibras (Tabela 1).

O consumo de 100g de polpa de macaúba fornece 55% das necessidades diárias de fibra alimentar (25g/dia) e aproximadamente, 8,4% das necessidades calóricas diária de um adulto com uma dieta de 2.000 kcal (Brasil, 1998; 2003). Dentre os minerais encontrados

FIGURA 4. Maciço natural de *A. aculeata* em área de pastagem. Foto: Nilton Junqueira.

na polpa dos frutos da macaúba, o potássio é o que se apresenta em maior quantidade, sendo o dobro daquele encontrado na banana e no maracujá (Ramos et al., 2008). O teor de cálcio é superior aos teores presentes em diversas frutas como abacate, abacaxi, mamão, melão e tangerina. A amêndoa destaca-se pela alta concentração de fósforo, manganês, cobre e zinco (Tabela 2), comparativamente a outros frutos do Cerrado (Hiane et al., 2006a).

TABELA 1. Composição centesimal em base úmida de frutos de macaúba (*A. aculeata*).

Componentes	Polpa*	Amêndoa**
Umidade (%)	53,0	6,5
Lipídeos (%)	8,0	52,0
Resíduo mineral (%)	1,5	2,0
Proteínas (%)	1,50	17,6
Glicose (%)	9,5	1,6
Sacarose (%)	0,07	0,0
Amido (%)	12,6	4,8
Fibra (%)	13,8	17,2
Valor calórico total (kcal/100 g)	167,7	561,2

Fonte: *Ramos et al. (2008), **Hiane et al. (2006a).

TABELA 2. Teores dos minerais em base seca presentes em frutos de macaúba (*A. aculeata*).

Mineral	Polpa*	Amêndoa **
	mg/100g	
Potássio	767,0	377,2
Cálcio	62,0	94,0
Fósforo	36,7	537,0
Magnésio	nd	207,0
	µg/g	
Sódio	3,7	21,4
Ferro	7,8	32,9
Manganês	1,4	24,3
Zinco	6,0	30,9
Cobre	2,4	11,1

Fonte: *Ramos et al. (2008), ** Hiane et al. (2006a), nd=não determinado.

A composição dos frutos de macaúba pode variar, mesmo entre plantas de uma mesma região (Ciconini et al., 2010). Frutos maduros coletados diretamente do cacho, no estado de Mato Grosso do Sul, apresentaram variação superior a 100% na umidade e cinco vezes no teor de lipídeos da polpa (Tabela 3).

TABELA 3. Variação na umidade e teor de lipídeos de frutos de macaúba (*A. aculeata*) coletados no estado de Mato Grosso do Sul.

Parâmetros	Mínimo	Máximo
Umidade (%)	24,90 ± 3,43	55,15 ± 0,73
Teor de Lipídeos (% base úmida)	4,20 ± 0,91	24,71 ± 0,16

Fonte: Ciconini et al. (2010).

Na polpa de macaúba são encontradas concentrações elevadas de carotenoides, os quais são responsáveis pela sua coloração laranja (Rodriguez-Amaya et al., 2008). Concentrações entre 103 e 749µg/g de carotenoides, foram observadas em óleos de polpa de macaúba (Ciconini et al., 2013). Na saúde humana, os carotenoides estão relacionados com a atividade pró-vitamínica A de alguns destes compostos. O β-caroteno, α-caroteno e β-criptoxantina são pró-vitaminas A. A maior atividade pró-vitamínica A (100%) é apresentada pelo β-caroteno, que na polpa de macaúba corresponde a aproximadamente 82% do total de carotenoides. Estão presentes também, outros carotenoides em menor quantidade como o γ-caroteno, β-criptoxantina e *cis*-licopeno (Ramos et al., 2007). Entre as funções da vitamina A no organismo, estão a participação no processo de visão, crescimento, diferenciação de tecidos, função imunológica, reprodução e desenvolvimento embrionário. Outra ação importante dos carotenoides é a atividade biológica como antioxidante, que melhora a

resposta imune e diminui o risco de doenças degenerativas, como câncer, doenças cardiovasculares, catarata e degeneração macular (Rodriguez-Amaya, 2002; Rodriguez-Amaya; Kimura, 2004). Para a qualidade do óleo esta propriedade é importante para manter a estabilidade oxidativa durante o armazenamento. A hipovitaminose A constitui um dos principais problemas nutricionais de populações de países em desenvolvimento, incluindo o Brasil. Em relação ao teor de ácido ascórbico (vitamina C), a polpa de macaúba contém entre 12 e 35mg/100g (Sanjinez-Argandona; Chuba, 2011).

As propriedades nutricionais da amêndoa são ainda pouco exploradas. As amêndoas de macaúba podem constituir-se numa importante fonte proteica, destacando-se a ausência de inibidores de proteases (Hiane et al., 2006a), usualmente encontrados em grãos de leguminosas, caso da soja. Isto significa que as tortas podem ser consumidas diretamente sem a necessidade de tratamentos adicionais. Na fração de proteínas da amêndoa, a treonina constitui o aminoácido essencial mais limitante, por outro lado, contém elevados teores de valina, isoleucina, fenilalanina + tirosina, metionina + cisteína e lisina. Apesar do alto valor biológico (81,1%), a proteína da amêndoa de macaúba apresenta menor digestibilidade do que a caseína, no entanto, isto não é um impeditivo para seu consumo (Hiane et al., 2006b).

Como ingrediente em produtos alimentícios a amêndoa da macaúba foi testada em barra de cereais e resultou em boa aceitação dos consumidores, sendo fonte de energia e lipídeos (Pinto et al., 2010).

As características físico-químicas dos óleos da polpa e da amêndoa (óleo de palmiste) são bastante distintas, possibilitando aplicações diversas. Em relação ao total de óleo produzido pelo fruto, rendimentos por extração mecânica indicam que ao redor de 15% é oriundo das amêndoas e 85% provém da polpa (Andrade et al., 2006). A qualidade físico-química intrínseca do óleo de polpa de macaúba pode variar em função de características genéticas e/ou edafoclimáticas (Tabela 4). No entanto, tem-se observado que as condições de colheita e o manejo pós-colheita são determinantes para a qualidade com baixos índices de acidez e oxidação.

Segundo a legislação brasileira, a acidez permitida para óleos brutos é de no máximo 5% (Brasil, 2005). Para a indústria alimentícia e farmacêutica, elevada acidez compromete o processamento e a qualidade final do óleo, uma vez que provoca modificação da fração lipídica, proporcionando alterações sensoriais (Gómez-Pinõl; Boronat, 1989). A acidez é diminuída durante o processo de refino do óleo, porém quanto maior a quantidade de ácidos graxos livres, menor será o rendimento de óleo (Paucar-Menacho et al., 2007).

Quantitativamente, os principais ácidos graxos presentes na polpa de macaúba são o ácido oleico (65,87%) e o ácido palmítico (15,96%) (Hiane et al., 2005), enquanto que na amêndoa prevalece o ácido saturado láurico (44%), seguido pelo oleico (26%) (Tabela 5).

O óleo da polpa, em função de sua composição, parece ser bastante adequado para a nutrição humana. Estudos indicam que altas concentrações de ácido oleico (monoinsaturado) reduzem lipoproteínas de baixa densidade (LDL), conhecido como "mau" colesterol, e elevam os níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL), "bom" colesterol. O ácido oleico vem sendo incorporado a outros óleos que possuem baixa concentração desse ácido graxo, a

fim de oferecer propriedades benéficas à saúde e aumentar a estabilidade oxidativa do produto (Huang; Sumpio, 2008; Lin; Huey, 2009). O óleo de polpa de macaúba não necessita dessa adição, uma vez que pode ser considerado uma fonte natural de ácido oleico.

TABELA 4. Características físico-químicas dos óleos de polpa de macaúba (*A. aculeata*) de frutos coletados em Mato Grosso do Sul.

Parâmetros	Mínimo	Máximo
Acidez (% ácido oleico)	1,08 ± 0,12	11,42 ± 0,65
Absortividade 232 nm	1,64 ± 0,12	4,76 ± 0,17
Absortividade 270 nm	0,40 ± 0,10	0,79 ± 0,07
Índice de Iodo (Wijs)	66,22 ± 0,05	78,81 ± 0,28
Refração a 20 °C	1,4630	1,480

Fonte: Ciconini et al. (2010).

TABELA 5. Perfil dos ácidos graxos presentes no óleo da polpa e amêndoa de macaúba.

Ácidos graxos	Polpa (%)*	Amêndoa (%)**
Caprílico (C8:0)	0,5	6,2
Cáprico (C10:0)	0,3	5,3
Láurico (C12:0)	2,0	44,0
Mirístico (C14:0)	0,5	8,5
Palmítico (C16:0)	15,6	5,3
Palmitoléico (C16:1)	1,0	-
Esteárico (C18:0)	6,0	2,4
Oléico (C18:1)	66,0	26,0
Linoléico (C18:2)	5,1	3,3
Linolênico (C18:3)	2,5	-
Araquídico (C20:0)	0,5	-

Fonte: *Adaptado de Hiane et al. (2005); ** adaptado de CETEC (1983).

O desequilíbrio entre ácidos ω-6 e ω-3 está associado a doenças como câncer, doença cardíaca coronariana, infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral, diabete, entre outras (Fagundes, 2002). A razão entre ω-6 e ω-3 de 2:1 a 3:1 é recomendada por possibilitar a conversão máxima do ácido alfa-linolênico em ácido docosahexaenóico (ADH) (C22:6) (Martin et al., 2006). O óleo de soja e o óleo de palma apresentam, respectivamente, a razão ω-6:ω-3 de 7,5:1 e 27:1 (Basiron, 2005; Hammond et al., 2005). Com base no perfil de ácido graxo de óleo de polpa de macaúba reportado por Hiane et al. (2005), pode-se estimar razão ω-6:ω-3 de 2:1. Este valor é descrito como desejado e recomendado por diversos países, a exemplo dos Estados Unidos e do Japão (Martin et al., 2006).

Outros parâmetros comumente aplicados para indicar a qualidade nutricional são o "Índice de Aterogenicidade" (IA) e "Índice de trombogenicidade" (IT) e razão entre ácidos graxos Hipocolesterolêmicos e Hipercolesterolêmicos (H/H). Comparativamente ao óleo de palma (*Elaeis guineensis*), fonte oleaginosa mais consumida no mundo (USDA, 2012), o óleo de polpa de macaúba apresenta valores mais favoráveis à saúde humana em virtude da sua composição menos saturada (Ciconini, 2012).

Contudo, estudos para demonstração concreta dos efeitos do óleo de polpa sobre o metabolismo lipídico no corpo humano, são ainda incipientes. Estudos em ratos induzidos via dieta à hiperlipidemia, indicaram que o consumo de óleo de polpa de macaúba apresentou efeito de redução nos níveis séricos de colesterol total e triglicerídeos (Ramiro, 2010). Em processo agudo de indução de dislipidemia induzido por Triton e não por dieta, o óleo de macaúba também demonstrou eficácia similar ao óleo de oliva no controle da dislipidemia, reduzindo o colesterol total e o LDL-colesterol e aumentando o teor sérico de HDL-colesterol. Ratos tratados inicialmente com dieta hiperlipidêmica e depois com dieta normal com adição de óleo de oliva ou de polpa de macaúba, apresentaram índices séricos similares, sendo que os animais tratados com óleo de macaúba tiveram menor ganho (Aoqui, 2011).

O óleo de amêndoa da macaúba devido ao seu alto conteúdo de gorduras saturadas pode ser um sucedâneo do palmiste, oriundo da palma de óleo e das gorduras hidrogenadas. Assim como o palmiste, não contém gorduras trans, o que o torna muito atrativo para a

FIGURA 5. Associação com animais silvestres: marsupial abrigado entre os frutos. Foto: Nilton Junqueira.

indústria de alimentos devido ao apelo de fonte saudável para os consumidores. O alto conteúdo em ácido láurico confere estabilidade oxidativa e baixo ponto de fusão. Portanto, seria adequado para utilização em frituras e em produtos como margarinas, recheios e coberturas.

Alimentação animal: A fauna silvestre faz uso dos frutos da macaúba para alimentação, incluindo espécies de roedores, caninos silvestres, tatus, quatis e aves (Figura 5).

Na criação de animais em larga escala vislumbra-se, com a maior disponibilização de tortas e farelos de macaúba, a adição em rações para ruminantes (torta da polpa) e monogástricos (torta da amêndoa). A torta da polpa, por seu alto conteúdo em fibras (Tabela 6) entra como volumoso na alimentação de ruminantes. Para ovinos, a torta de polpa apresentou desempenho bastante satisfatório em comparação à cana. Os valores de digestibilidade aparente da torta de polpa de macaúba foram semelhantes ao da cana hidrolisada e melhores que o da cana in natura (Brandão, 2013). A inclusão de até 15% de torta de macaúba mostrou-se segura para alimentação de caprinos (Barreto, 2008).

Em vacas leiteiras o consumo de polpa e casca de fruto de macaúba pode ser de até 1,2kg, num total de 2,5kg de concentrado/vaca/dia, sem afetar o desempenho de vacas mestiças, produzindo aproximadamente 11kg de leite/dia e recebendo silagem de milho como volumoso (Sobreira et al., 2012). O alto conteúdo proteico das tortas resultantes da extração do óleo da amêndoa, permite seu uso como fonte proteica para monogástricos. Todavia, experimentos consistentes in vivo precisam ser realizados para indicar doses adequadas para o bom desempenho animal.

TABELA 6. Composição centesimal de produtos e coprodutos de frutos de macaúba.

Material	MS	PB	EE	FDN	FDA	Lignina	MM
Torta de polpa *	89,6	8,12	5,83	60,4	48,5	nd	4,1
Polpa de macaúba**	81,0	9,8	21,5	44,8	21,4	11,0	nd
Casca de macaúba**	88,0	3,0	2,7	66,3	42,3	33,5	nd
Torta de macaúba***	89,7	9,4	8,1	52,02	37	nd	4,5

MS=matéria seca, PB=proteína bruta, EE=extrato etéreo, FDN=fibra detergente neutro, FDA=fibra detergente ácido, MM=matéria mineral, nd=não determinado.

Fonte: *Brandão (2013); **Barreto (2008); *** Sobreira et al., (2012).

Biocombustível: São extraídos dois tipos de óleo da macaúba. Da amêndoa é retirado um óleo fino, o qual representa em torno de 15% do total de óleo da planta, rico em ácido láurico (44%) e oleico (26%) (CETEC, 1983), tendo potencial para utilizações nobres na indústria alimentícia, farmacêutica e de cosméticos. O óleo da polpa, com maior potencial para a fabricação de biodiesel ou bioquerosene (Antoniassi et al., 2012) é dominado por ácido oléico (66%) e palmítico (15,6%) e tem boas características para o processamento industrial. As tortas produzidas a partir do processamento da polpa e da amêndoa são aproveitáveis em ração animal, com ótimas características nutricionais e de palatabilidade. Tem-se ainda, como importante subproduto, o carvão produzido a partir do endocarpo (casca rígida que envolve a amêndoa), que apresenta um elevado poder calorífico (Almeida, 1998). Segundo Wandeck e Justo (1982), a produção de outros produtos e subprodutos pode che-

gar a mais de 14t/ha^{-1}/ano^{-1}. Em estudos recentes efetuados pela Embrapa, verificou-se que há grande variabilidade quanto ao rendimento de óleo e produtividade de frutos entre populações e dentro de populações da *A. aculeata* (Antoniassi et al., 2012; Conceição et al., 2012), mas o potencial de rendimento em óleo das melhores seleções pode chegar a mais de 6 toneladas/ha/ano considerando a densidade de 400 plantas/ha.

Resultados de expedições de coleta de germoplasma de macaúba realizados na década de 1980 pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia mostraram que pode haver grande variação no rendimento de óleo. Em uma população de macaúba (*A. aculeata*) localizada no município de Coração de Jesus/MG, a média de produção observada foi de 5 cachos/planta, com mais de 1000 frutos/cacho e peso médio de 40kg/cacho. Isso significa 200kg de fruto/planta e, considerando um rendimento médio de óleo de 25%, resultaria em 50 kg/óleo/planta. Considerando-se uma densidade de 200 plantas/ha seria possível alcançar 10 toneladas de óleo/ha. Obviamente, é natural esperar que estes valores não se repitam em condições de cultivo, mas servem para mostrar o potencial da espécie (Coradin; Lleras, 1986).

Ornamental: A espécie *A. aculeata* é a mais empregada para esta finalidade, juntamente com a espécie *A. totai*. Embora sejam palmeiras elegantes, possuem espinhos nos pecíolos e no estipe, o que limita seu uso em algumas áreas. Os espinhos do estipe podem ser removidos por métodos físicos, mas aqueles dos pecíolos podem causar ferimentos quando as folhas caírem por senescência. Estipes podem ser utilizados para fabricação de fibras para produção de substratos e vasos para plantas ornamentais, construções protegidas de chuva e umidade e para cogeração de energia.

Defensivos agrícolas: Trabalhos desenvolvidos por Lima (2008) e, ainda, por meio de estudos recentes, verificou-se que o óleo da polpa da macaúba foi eficaz no combate a ácaros parasitas de plantas e na conservação de frutos em pós-colheita.

PARTES USADAS: Frutos na alimentação humana e animal e na extração de óleo e a planta inteira como ornamental ou apenas o tronco para artesanato.

ASPECTOS ECOLÓGICOS, AGRONÔMICOS E SILVICULTURAIS PARA O CULTIVO: As macaubeiras da espécie *A. totai e A. aculeata* se distribuem naturalmente de forma isolada ou formando aglomerados com densidades variadas denominados de maciços. O gado atua como o principal dispersor e contribui fortemente para manter a taxa recrutamento elevada, ao se alimentar da polpa dos frutos e regurgitando ou expelindo junto com as fezes os endocarpos contendo as amêndoas, ao mesmo tempo que contribuem com a semeadura enterrando os endocarpos pelo pisoteio.

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

A quantidade de flores femininas em relação às masculinas e o tamanho das inflorescências é influenciada pelas condições edafoclimáticas durante o período da ontogênese e da diferenciação floral. Deficiências hídricas e nutricionais durante a fase fenológica, podem

reduzir o tamanho da inflorescência e aumentar o número de flores masculinas. Em *A. aculeata* ocorre a protandria, ou seja, as flores masculinas abrem-se em torno de 20 a 30 horas antes das flores femininas, o que pode impedir a autofecundação entre flores da mesma inflorescência, mas não impede a autofecundação entre flores de diferentes inflorescências da mesma planta (geitonogamia) ou a fecundação cruzada entre plantas.

De acordo com Nucci (2007), a macaúba tem um sistema de reprodução misto e destaca que nos locais onde são encontrados os indivíduos de macaúba existem bancos de sementes importantes para o fluxo gênico temporal. A autora constatou que em locais onde as populações estão muito fragmentadas e isoladas, ocorre maior taxa de endogamia confirmando que a planta é monoica e autocompatível, realizando autofecundação e/ou cruzamentos entre indivíduos aparentados. Já em locais onde as populações estão menos isoladas, ocorre endogamia, mas prevalece a fecundação cruzada entre indivíduos diferentes, favorecendo o fluxo gênico e aumentando a variabilidade da população.

Nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, as inflorescências da *A. aculeata* se expõem de setembro a dezembro enquanto as primeiras espatas surgem de julho a setembro. A taxa de vingamento de flores é afetada pela disponibilidade de polinizadores e pela ocorrência de chuvas durante o período de antese (período de abertura e receptividade das flores femininas). Chuvas durante a antese reduzem a taxa de vingamento.

O período de carpogênese (compreendido entre a antese e a maturação dos frutos) da *A. aculeata* é bastante variável. Nas regiões mais quentes está em torno de 12 meses, chegando a 16 meses no sul de Minas Gerais, onde geralmente, ocorrem geadas e as temperaturas mínimas noturnas ficam abaixo de 10ºC durante os meses de maio, junho, julho e agosto.

Há variação no rendimento de óleo em relação às espécies. Estudos realizados por Conceição et al. (2012) e Antoniassi et al. (2012), verificou que o conteúdo de óleo na polpa e na amêndoa varia com a espécie, sendo a *A. aculeata* a de maior teor de óleo na polpa. Esses teores variam também entre plantas e entre populações de *A. aculeata.* Na Tabela 7, pode ser verificado que o teor de óleo na polpa de frutos de uma das matrizes de *A. aculeata* foi de 77,80%, bastante superior aos encontrados em polpa das melhores cultivares de dendê.

TABELA 7 - Teor de óleo em frutos de diferentes matrizes e espécies de macaubeira.

Espécies	Procedência	Teor de óleo na polpa (%)*	Teor de óleo na amêndoa (%)*	Teor de óleo no fruto inteiro (%)*
Acrocomia sp. (Matriz 1)	Alexânia - GO	26,80	52,46	7,74
A. aculeata (Matriz 17)	Ingaí - MG	70,75	53,81	21,35
A. aculeata	Abaeté, MG	68,25	43,38	19,71
A. aculeata (Matriz 2)	Lagoa Formosa, MG	77,80	49,32	25,96
A. totai (Matriz 1)	Ponta Porã, MS	26,57	46,47	7,17
A. totai (Matriz 2)	Ponta Porã, MS	30,35	54,35	8,97
A. totai (Matriz 3)	Ponta Porã, MS	28,47	52,01	7,78
A. totai	Teodoro Sampaio, SP	30,92	57,70	11,03
A. intumescens (Matriz 4)	Nossa Senhora do Ó, PE	40,59	48,65	11,88

Fonte: Conceição et al. (2012); *Em base seca (%).

PROPAGAÇÃO: A propagação ocorre via sementes, com baixa taxa de germinação (menos de 2%). No entanto, métodos desenvolvidos por Motoike et al. (2007) permitem taxas de germinação de até 80% em *A. aculeata*. As mudas são produzidas por empresas especializadas, a partir de sementes pré-germinadas in vitro. O processo é altamente viável e, além de facilitar a obtenção de mudas, pode diminuir o custo e o tempo de produção das mesmas.

Quanto ao sistema de produção em escala comercial, os primeiros experimentos com diferentes genótipos de *A. aculeata* iniciaram a floração em mais de 90% das plantas aos 5,5 anos depois do plantio em campo, ou seja, a primeira safra será colhida aos 6,5 anos se considerarmos o período de carpogênese de 12 meses.

EXPERIÊNCIAS RELEVANTES COM A ESPÉCIE: Os primeiros cultivos experimentais foram iniciados no final de 2008, na Embrapa Cerrados e na Universidade Federal de Viçosa. Aos cinco anos de idade, mais de 90% das plantas da Embrapa Cerrados (dois acessos distintos), irrigados e não irrigados, adubados e não adubados floresceram e a primeira safra deverá ser colhida em outubro de 2014, ou seja, entre 6 e 6,5 anos após o plantio em campo. Mais recentemente, plantios comerciais em grande escala, foram implantados em Minas Gerais, com mudas de sementes de maciços pré-selecionados in situ.

Estudos realizados em populações naturais de vários estados, durante 4 anos seguidos, evidenciam o grande potencial da *A. aculeata* como fonte de matéria-prima para biocombustíveis, alimentação humana e animal, bem como o seu alto potencial para cultivos integrados com pecuária (Figura 6) e com alimentos básicos.

SITUAÇÃO DE CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE: Na natureza as macaubeiras são ameaçadas pelo desmatamento. Por outro lado, a alta produtividade de frutos dessas espécies e a baixa demanda por frutos tem desestimulado o extrativismo. No entanto, as perspectivas de uso dessas espécies para produção de biocombustíveis poderá estimular o extrativismo, que deve observar as normas governamentais de boas práticas de manejo.

Na década de 1980 estudos já apontavam para o grande potencial econômico da macaúba e, nesta época, foram realizadas as primeiras expedições visando a caracterização de germoplasma de macaúba (Coradin; Lleras, 1988; Lleras; Coradin, 1988). A partir de 2006 formaram-se vários grupos de pesquisa com o objetivo de domesticar a macaubeira, selecionar genótipos superiores e desenvolver sistemas de produção em escala e processos para aproveitamento dessas espécies como fonte de matéria prima para biodiesel e bioquerosene, entre outros. Para tal, foram implantados três grandes bancos de germoplasma, com mais de 100 acessos na Embrapa Cerrados, Universidade federal de Viçosa e Instituto Agronômico de Campinas. As pesquisas estão, no momento, concentradas na *A. aculeata*, por ser essa espécie, a de maior potencial.

PERSPECTIVAS E RECOMENDAÇÕES: Conforme já mencionado, a macaúba apresenta um enorme potencial para exploração, sendo uma das espécies de múltiplos usos mais versáteis, seja na condição de alimentícia, oleaginosa, medicinal, ornamental ou fibrosa. Por serem espécies promissoras, especialmente para a produção de óleo para biocombustível e alimentação, bem como por permitir o cultivo integrado com a pecuária e também com plantas alimentícias, a macaúba poderá tornar-se, em breve, a principal oleaginosa alternativa à soja.

FIGURA 6. Associação com animais domésticos: cultivo de macaúba com 3 anos de idade, integrado com pecuária. Foto: Nilton Junqueira.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, S.P. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina, DF: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC, 1998. 188 p.

ANTONIASSI, R.; JUNQUEIRA, N.T.V.; FARIA-MACHADO, A.F.; CONCEIÇÃO, L.D.H.C.S. ; ROGÉRIO, J.B. ; DUARTE, I.D. Variabilidade de genótipos de macaúba quanto às características físicas de fruto e rendimento em óleo. In: **XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Bento Gonçalves-RS. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012.

ANDRADE, M.H.C.; VIEIRA, A.S.; AGUIAR, H.F.; CHAVES, J.F.N.; NEVES, R.M.P.S.; MIRANDA, T.L.S.; SALUM, A. Óleo do Fruto da Palmeira Macaúba Parte II: Processo de Extração do Óleo. In: II ENBTEQ - Encontro Brasileiro sobre Tecnologia na Indústria Química / III Seminário ABIQUIM de Tecnologia, 2006, São Paulo. **Anais** do II ENBTEQ - Encontro Brasileiro sobre Tecnologia na Indústria Química. São Paulo: ABEQ, 2006, v. 1.

AOQUI, M. **Caracterização do óleo da polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) e azeite de oliva (*Olea europaea* l.) virgem extra e seus efeitos sobre dislipidemia e outros parâmetros sanguíneos, tecido hepático e mutagênese em ratos Wistar.** Dissertação (Mestrado). 2011. 122p. Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande.

BARRETO, S.M.P. **Avaliação dos níveis de inclusão da torta de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart.] na alimentação de caprinos.** Dissertação (Mestrado). 2008. 102 p. Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros.

BASIRON, Y. Palm Oil. IN: SHAHIDI, F. (6 ed.). **Bailey's Industrial oil and fat products**. New York: Wiley-Interscience, pp. 333-429, 2005.

BRANDÃO, E.G. **Avaliação da torta de macaúba (*Acrocomia aculeata*) como volumoso para ovino.** Monografia (Graduação). 2013. 38p. Universidade de Brasília. Brasília.

BRASIL. Mistério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC/ANVISA/MS nº 270, de 22 setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília - DF, 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Resolução – RDC 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico referente à rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília – DF, 26 de dezembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília - DF, 13 de janeiro de 1998.

CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Programa Energia**: Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: Volume 1 – Estudo de oleaginosas nativas de Minas Gerias. Belo Horizonte – MG: CETEC-MG, 1983. 152p.

CICONINI, G. **Caracterização de frutos e óleo de polpa de macaúba dos biomas Cerrado e Pantanal do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.** Dissertação (Mestrado). 2012. 128p. Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande.

CICONINI, G.; FAVARO, S.P.; ROSCOE, R.; MIRANDA, C.H.B.; TAPETI, C.F.; MIYAHIRA, M.A.M.; BEARARI, L.; GALVANI, F.; BORSATO, A.V.; COLNAGO, L.A.; NAKA, M.H. Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Industrial Crops and Products**, 45, 208-214, 2013.

CICONINI, C.; FAVARO, S.P.; SOUZA, C.F.T.; MIYAHIRA, M.A.M.; CORRÊA, A.; PLEIN, G.S.; SOUZA, J.L.C.; SANTOS, G.P. Óleo da polpa de macaúba: variabilidade das características físico–químicas em plantas do Mato Grosso do Sul. In: IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas. **Anais**. João Pessoa – PB. 2010.

CLEMENT, C.R.; BERNAL, R.; RODRIGUEZ, M.E.M.; MARMOLEJO, D. **Origem e Difusão de Cultivos Neotropicais** -- Interações entre Lingüística, Etnobotânica, Arqueologia e Genética. INPA. Disponível em: www.inpa.gov.br/cpac Charles/Clement et al. ppt. Acesso em: 10/06/2008.

CONCEIÇÃO, L.D.H.C.S.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANTONIASSI, R.; WILHELM, A.E.; LICURGO, F.M.; BRAGA, M.F. Teor de óleo em frutos de diferentes espécies de macaubeira (Acrocomia spp.). In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, Bento Gonçalves-RS. **Anais** do XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012.

CORADIN, L.; LLERAS, E. Overview of palm research on domestication in Latin America. In: Michael J. Balick. (Org.). **The palm - tree of life: biology, utilization and conservation**. 1 ed. New York, NY: Advances in Economic Botany, v. 6, p.175-189. 1988.

CORADIN, L.; LLERAS, E. Palmeiras neotropicais: alternativas para produção de óleos. **Cenargen Informa**, 2(4), 4-5, 1987.

CORADIN, L.; LLERAS, E. Coleta de germoplasma de macaúba: situação atual. **Noticiário: Palmeiras Uteis da América Tropical**. Brasília: Embrapa/CENARGEN, (2), pg. 5-6. 1986.

FAGUNDES, L.A. **Ômega-3 & ômega-6**: O equilíbrio dos ácidos gordurosos essenciais na prevenção de doença. Porto Alegre: Ed. Age Ltda. 2002.

GÓMEZ-PINÕL, J.M.; BORONAT, M.C. Influencia de la tecnologia em nutritivo de los alimentos: lípidos. **Alimentaria**, 204, 15-21, 1989.

HAMMOND, E.G.; LAWRENCE, A.J.; SU, C.; WANG, T.; WHITE, P.J. Soybean Oil. IN: SHAHIDI. F. **Bailey's Industrial oil and fat products**. 6. Ed. New York: Wiley-Interscience. p. 577-653. 2005.

HIANE, P.A.; BALDASSO, P.A.; MARANGONI, S.; MACEDO, M.L.R. Chemical and nutritional evaluation of kernels of bocaiuva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 26(3), 683-689, 2006a.

HIANE, P.A.; MACEDO, M.; SILVA, G.; BRAGA NETO, J.A. Avaliação nutricional da proteína de amêndoas de bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., em ratos Wistar em crescimento. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, 24(1), 191-206, 2006b.

HIANE, P.A.; RAMOS-FILHO, M.M.; RAMOS, M.I.L.; MACEDO, M.L.R. Bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., pulp and kernel oils: Characterization and fatty acid composition. **Brazilian Journal of Food Technology**, 8(3), 256-259, 2005.

HUANG, C.L.; SUMPIO, B.E. Olive oil, the Mediterranean diet and cardiovascular health. **Journal of the American College of Surgeons**, 207, 407–416, 2008.

LEITMAN, P.; SOARES, K.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R.C. *Arecaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15662>. Acesso em: 04 Jan. 2016.

LLERAS, E.; CORADIN, L. Neotropical oil palms: State of the art and perspectives for Latin America. In: Michael J. Balick. (Org.).**The plam - tree of life: biology, utilization and conservation**. 1 ed. New York, NY: Advances in Economic Botany, v. 6, p.201-213. 1988.

LIMA, C.A. **Efeito de produtos naturais no controle da antracnose da manga em pós-colheita**. Monografia (Graduação). 2008. 69 p. Universidade Federal de Lavras. Lavras.

LIN, S.W.; HUEY, S.M. High oleic enhancement of palm olein via enzymatic interesterification. **Journal of Oil Science**, 58, 549-555, 2009.

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

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, 19, 761-770, 2006.

MOTOIKE, S.Y.; LOPES, F.A.; SÁ-JUNIOR, A.Q.; CARVALHO, M.; OLIVEIRA, M.A.R. **Processo de germinação e produção de sementes de palmeiras do gênero *Acrocomia*.** Protocolo INPI, v. 1185103447. Patente: PI0703180-7. 2007.

MOTTA, P.E.F.; CURI, N.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; GOMES, J.B.V. Ocorrência de macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37(7), 1023-1031, 2002.

NUCCI, S.M. **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microssatélites em genética de população de macaúba**. Dissertação (Mestrado). 2007. 84p. Instituto Agronômico Campinas. Campinas.

PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L.H.; SANT'ANA, A.S.; GONÇALVES, L.A.G. Refino de óleo de farelo de arroz (*Oriza sativa L.)* em condições brandas para preservação do γ-orizanol. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 27, 45-53, 2007.

PIMENTEL, L.D. Nutrição Mineral da Macaúba: Bases para adubação e cultivo. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Viçosa – MG. 115f. 2012.

PIMENTEL, L.D.; DIAS, L.A.S.; PAES, J.M.V.; SATO, A.Y.; MOTOIKE, S.Y. Diversidade do gênero *Acrocomia* e proposta de subdivisão da espécie *Acrocomia aculeata.* **Informe Agropecuário**, 32(265), 81–87, 2011.

PINTO, N.A.V.D.; SILVA, V.M.; BATISTA, A.G.; VIEIRA, G.; SOUZA, C.R.; DUMONT, P.V.; SANTOS, G.K.M. Características físico-químicas da amêndoa de macaúba e seu aproveitamento na elaboração de barras de cereais. **Alimentos e Nutrição**, 21, 77-84, 2010.

RAMIRO, M.M. **Efeito antilipidêmico do óleo extraído da polpa de *Acrocomiaaculeata*(macaúba) em modelo experimental de hipercolesterolemia e hipertrigliceremia induzida pela dieta rica em frutose e gordura animal em ratos machos Wistar.** Dissertação (Mestrado). 2010. 83p. Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande.

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.) Lood. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 28, 90-94, 2008.

RAMOS, M.I.L.; SIQUEIRA, E.M.A.; ISOMURA, C.C.; BARBOSA, A.M.J.; ARRUDA, S.F. Bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood) improved vitamin A status in rats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 22, 3186-3190, 2007.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Brazil: a bounty of carotenoid sources. **Sight and Life Newsletter**, 4, 3-9, 2002.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. Harvest plus handbook for carotenoid analysis. Washington, DC: International Food Policy Research Institute; Cali: **International Center for Tropical Agriculture** (Technical Monograph 2). 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes Brasileiras de carotenoides: Tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. Brasília: MMA/SBF, 2008.

SANJINEZ-ARGANDONA, E.J.; CHUBA, C.A.M. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bocaiuva *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 33, 1023-1028, 2011.

SCARIOT, A.; LLERAS, E.; HAY, J.D. Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. **Biotropica**, 23(1), 12-22, 1991.

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

SOBREIRA, H.F.; LANA, R.P.; MANCIO, A.B.; FONSECA, D.M.; MOTOIKE, S.Y.; SILVA, J.C.P.M.; GUIMARÃES, G. Casca e coco de macaúba adicionados ao concentrado para vacas mestiças lactantes em dietas à base de silagem de milho. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 2(1), 113-117, 2012.

USDA. United States Department of Agriculture. The oil seeds group. World markets and trade circular series Oilseeds 07-12 July 2012.Disponívelem:http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdreport.aspx?hidReportRetrievalName=BVS&hidReportRetrievalID=533&hidReportRetrievalTemplateID=5.Acessoem: agosto de 2012.

WANDECK, F.A.; JUSTO P.G.A macaúba, fonte energética e insumo industrial: sua significação econômica no Brasil. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO, SAVANAS, 6. Brasília. **Anais** ... Planaltina: EMBRAPA, CPAC, 1982. p. 541-577.