

## POTENCIAL DA MACAUBEIRA COMO FONTE ALTERNATIVA DE MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Nilton Tadeu Vilela Junqueira, Embrapa Cerrados, junqueir@cpac.embrapa.br

Adeliano Cargnin, Embrapa Cerrados, adeliano.cargnin@cpac.embrapa.br

Caroline Jácome Costa, Embrapa Cerrados, caroline.costa@cpac.embrapa.br

Jozeneida Lúcia Pimenta de Aguiar, Embrapa Cerrados, joze@cpac.embrapa.br

**RESUMO:** A macaúba, bocaiúva, mocujá, mocajá, macaíba ou macaiúva é uma palmeira rústica pertencente à família *Arecaceae*, ex-*Palmae*, sendo amplamente distribuída em áreas de vegetação aberta ou alteradas em todas as regiões do território nacional. As macaubeiras encontram-se distribuídas ao longo da América tropical e subtropical, desde o sul do México e Antilhas, até a região sul, incluindo Brasil, Argentina e Paraguai, sendo mais abundantes na região do Cerrado.

**Palavras-Chave:** Macaubeira, Produção de Biodiesel

## INTRODUÇÃO

A macaúba, bocaiúva, mocujá, mocajá, macaíba ou macaiúva é uma palmeira rústica pertencente à família *Arecaceae*, *ex-Palmae*, sendo amplamente distribuída em áreas de vegetação aberta ou alteradas em todas as regiões do território nacional. As macaubeiras encontram-se distribuídas ao longo da América tropical e subtropical, desde o sul do México e Antilhas, até a região sul, incluindo Brasil, Argentina e Paraguai, sendo mais abundantes na região do Cerrado.

Segundo Lorenzi (2006) existem três espécies de macaúbas: *Acrocomia aculeata*, *A. totai* e *A. entumescens*. Já Nucci (2008) 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.

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.

Existem vários relatos de utilização tradicional da macaúba como fonte de óleo para fins alimentícios, fabricação de sabões e produção de energia (Fundação..., 1983a,b; Almeida et al., 1998; Nucci, 2006 e Lorenzi, 2006). Os óleos da polpa e da amêndoa possuem elevado potencial para o controle de ácaros e cochonilhas em plantas cultivadas e na conservação de frutas em pós-colheita (Lima, 2008). No Paraguai, indústrias de mais de 50 anos exploram a macaúba para a produção de óleo, na região de Horqueta e Assuncion (Roscoe, comunicação pessoal). Em função de seu elevado teor de óleo e capacidade de adaptação a densas populações, essa palmeira apresenta um significativo potencial de produção.

Quanto a sua ocorrência, Lorenzi (1992) relata a predominância de macaúbas em florestas latifoliadas semidecíduas. Entretanto, Nucci (2007) expõe opiniões divergentes quanto às exigências edáficas da macaubeira. Sua presença em maciços densos é uma indicação de que não co-evoluiu com pragas e agentes causadores de doenças limitantes ao seu cultivo ou desenvolveu mecanismos de resistência ao longo de sua evolução. Por outro lado, existem riscos de introdução de patógenos e/ou pragas de outros continentes que poderão comprometer o desempenho de cultivos com estas espécies no Brasil.

Em relação ao sistema reprodutivo das espécies, Nucci (2007) sugere que haja um comportamento misto e destaca que nos locais onde são encontrados os indivíduos de

macaúba existem ótimos bancos de sementes importantes para 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 que é monóica e autocompatível realiza 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.

As macaubeiras são pouco sensíveis ao fogo, possuem boa tolerância à seca e não são apreciadas por formigas saúva. Além disso, de acordo com observações de Scariot et al. (1998) na região de Brasília, a macaubeira é a única espécie arbórea das áreas de pastagens, sendo uma planta pioneira (Lorenzi, 1992).

Em função das razões citadas, dentre outras, acredita-se que estas espécies poderão suprir, em médio prazo, a demanda nacional por óleo vegetal se cultivada, de forma ordenada, em consórcio com pastagens. Estima-se que haja 200 milhões de hectares de pastagens no Brasil, sendo 54,6 milhões somente no Cerrado. Destes, aproximadamente 60 % encontram-se em algum estágio de degradação. Se forem cultivadas cerca de 100 macaubeiras por hectare (espaçamento de 5 metros entre plantas e 20 metros entre fileiras) de pastagens, e, se cada planta produzir, em média, 30 kg de frutos ou 6 litros de óleo por ano, será obtida uma produtividade de 600 litros de óleo ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Dessa forma, acredita-se que, se estes plantios forem feitos em apenas 5% da área ocupada com pastagem atualmente, poderiam ser produzidos, entre 8 e 10 anos após o plantio, em torno de 6 bilhões de litros de óleo, o mesmo volume que o Brasil produz hoje a partir da soja e outras oleaginosas, porém sem a necessidade de abertura de novas áreas e novos desmatamentos.

Por outro lado, além de favorecer a recuperação das pastagens e beneficiar a fauna silvestre, as macaubeiras, em sistema agrosilvopastoril, poderiam imobilizar CO<sub>2</sub> atmosférico e minimizar o impacto negativo de gases liberados pelos bovinos, conforme relatado por Primavesi (2007) e Steinfeld (2006). Há também possibilidades de negociações de crédito de carbono. Segundo informações relatadas por Steinfeld (2006), um boi pode emitir anualmente, 56 kg de metano e 50 kg de gás carbônico. De acordo com estudos realizados pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (1983a), um hectare contendo 100 macaubeiras cultivadas em solo relativamente fértil pode produzir de 1.840 a 2.300 kg de óleo/ha. Considerando-se que estas espécies, para atingirem esta produtividade, necessitam de adubação, a pastagem também será beneficiada.

Dessa forma, considerando-se o fato de ainda não haver cultivos de macaúba no Brasil, acredita-se esta espécie poderia ser utilizada em sistemas agrosilvopastoril ou agroflorestal para evitar a abertura de novas áreas, em áreas de reserva legal e recuperação de áreas degradadas.

As produtividades potenciais estimadas por área assemelham-se à do dendê. Segundo Wandek e Justos (1982), a produtividade de *A. aculeata* pode chegar a 6,2 t de óleos ha<sup>-1</sup>, enquanto a Fundação..., (1983a) baseada em extrapolações a partir de medições em plantas isoladas, aponta para produtividades entre 1,8 e 4,9 t de óleos ha<sup>-1</sup> para *Acrocomia aculeata* (Tabela 1). Em avaliações *in situ* efetuadas em populações de *A. aculeata* em regiões distintas, têm sido encontradas palmeiras com produção de 5 a 7 cachos de até 35 kg/planta, mas as palmeiras de maciços muito adensados ou dentro de matas têm baixa produtividade, o que sugere espaçamentos para plantios comerciais maiores que 5 x 5 metros.

Estudos realizados com *A. aculeata* em populações nativas de Minas Gerais demonstraram que os frutos são formados por cerca de 20% de casca, 40% de polpa, 33% de endocarpo e 7% de amêndoa, havendo diferenças marcantes entre acessos. Os teores de óleo também variaram entre acessos, sendo ligeiramente maiores na polpa em relação à amêndoa (Tabela 2). Os acessos apresentaram diferenças, ainda, quanto ao peso médio de frutos e teor total de óleo (Tabela 3), sugerindo grande variabilidade das populações nativas.

Tabela 1: Estimativas de produtividade de *Acrocomia aculeata* em função da densidade de plantas por área.

Plantas por ha	Rendimento de óleo (kg ha <sup>-1</sup> ) de <i>A. aculeata</i> <sup>1</sup>
100	1.840 – 2.300
123	2.264 – 2.829
156	2.879 – 3.588
216	3.974 – 4.968

<sup>1</sup> 5 cachos/planta, 400-500 frutos/cacho. Fonte: Fundação... (1983a).

Tabela 2: Composição e teor de óleo de três acessos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) do Estado de Minas Gerais.

Componente	Composição Média do coco (% base seca)			Teor de óleo (% base seca)		
	Acesso A	Acesso B	Acesso C	Acesso A	Acesso B	Acesso C
Casca	19,5	24,1	22,0	6,5	9,8	5,3
Polpa	34,3	39,6	48,0	59,8	69,9	55,9
Endocarpo	39,3	29,0	23,9	-	-	-
Amêndoa	6,6	7,3	6,1	55,6	58,0	55,2

Fonte: CETEC, citado por Fundação... (1983a).

Tabela 3: Dados quantitativos do coco de três acessos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) do Estado de Minas Gerais.

Características	Acesso A	Acesso B	Acesso C
Peso média de frutos (g)	40,0	46,0	66,0
Umidade média (%)	36,5	33,0	34,7
Teor de óleo/fruto fresco (%)	16,2	22,9	20,8
Teor de óleo/fruto seco (%)	25,5	34,3	31,4

Fonte: CETEC, citado por Fundação... (1983a).

Assim como o dendê, 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 oléico (26%) (Fundação..., 1983a), tendo potencial para utilizações nobres na indústria alimentícia, farmacêutica e de cosméticos. O óleo da polpa, com maior potencial para a fabricação de biodiesel, é dominado por ácido oléico (53%) e palmítico (19%) (Fundação..., 1983a) e tem boas características para o processamento industrial, mas apresenta sérios problemas de perda de qualidade com o armazenamento. Assim como ocorre com o dendê, os frutos devem ser processados imediatamente após a colheita, pois degradam rapidamente, aumentando sua acidez e prejudicando o processamento industrial (Fundação..., 1983b). As tortas produzidas a partir do processamento da polpa e da amêndoa são aproveitáveis em ração animal, com ótimas características nutricionais e palatabilidade (Almeida et al. 1998). 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 et al., 1998). Segundo Wandek e Justos (1982), a produção de outros produtos e subprodutos pode chegar a mais de 14 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Por meio de um projeto de pesquisa coordenado pela Embrapa, pretende-se coletar e selecionar genótipos ou populações de alta produtividade, elevado teor de óleo e de porte mais baixo; desenvolver métodos de propagação *in vitro* e convencional; fenologia, avaliação de populações *in situ*; análise e uso de co-produtos; teste do óleo em motores; pontos de colheita; técnicas para armazenamento de frutos; adubação; avaliação de impactos sociais, econômicos e ambientais; balanço energético *ex ante*; balanço de carbono; avaliação de cultivos sobre pastagens em diferentes densidades de plantio; fluxo de água e nutrientes, entre outros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado, espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa - CPAC. Distrito Federal, p. 464, 1998.

CLEMENT, C.R.; BERNAL, R.; RODRIGUEZ, M.E.M.; MARMOLEJO, D. **Origem e Difusão de Cultivos Neotropicais -- Interações entre Lingüística, Etnobotânica, Arqueologia e Genética**. Disponível em: [www.inpa.gov.br/cpac Charles/Clement et al. ppt](http://www.inpa.gov.br/cpac/Charles/Clement%20et%20al.ppt). Acesso em: 10/06/2008.

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 Gérias. Belo Horizonte – MG: CETEC-MG, 1983a. 152p.

LIMA, C.A. **Efeito de produtos naturais no controle de antracnose na manga em pós-colheita**. 2008. 69p. Monografia. (Aperfeiçoamento/Especialização em Manejo de Doenças de Plantas) - Universidade Federal de Lavras.

LORENZI, G.M.A.C. ***Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. – Arecaceae: Bases para o extrativismo sustentável**. 2006. 156p. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná.

NUCCI, S.M.. **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microssatélites em genética de população de macaúba**. 2007. 84f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Pós-Graduação – IAC.

PRIMAVESI, O. Emissão de metano pelo rebanho bovino em debate. Portal Conpet, 16/03/2007. Ministério das Minas e Energia, 2007.

SCARIOT, A.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. **Biotropica**, Washington, v. 23, n. 1, p. 12-22, 1991. WANDECK, F. A. ; JUSTO, P. G. **A macaúba: fonte energética e insumo industrial** – sua significação econômica no Brasil. 82p., 1982.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; HAAN, C. Livestock, s role in climate change and pollution. In: Livestock, s long Shadow: environmental Issues and options. FAO, Rome, cap. 3, 2006. p. 79-123.