

## Potencial da Macaubeira como Fonte de Matéria-prima para Produção de Biodiesel



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

## **Documentos 217**

# **Potencial da Macaubeira como Fonte de Matéria- prima para Produção de Biodiesel**

*Adeliano Cargnin  
Nilton Tadeu Vilela Junqueira  
Cláudia Martellet Fogaça*

Embrapa Cerrados  
Planaltina, DF  
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

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

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

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretária-Executiva: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

Equipe de revisão: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

*Francisca Elijani do Nascimento*

*Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Foto da capa: *Adeliano Cargnin*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Sousa*

*Jaime Arbués Carneiro*

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

**1ª edição**

1ª impressão (2008): tiragem 100 exemplares

**Todos os direitos reservados**

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

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

**Embrapa Cerrados**

---

C276p Cargnin, Adeliano.

Potencial de macaubeira como fonte de matéria-prima para produção de biodiesel / Adeliano Cargnin, Nilton Tadeu Vilela Junqueira, Cláudia Martellet Fogaça. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2008.

16 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111 ; 217)

1. Macaúba - palmeira oleaginosa. 2. Biodiesel. I. Junqueira, Nilton Tadeu Vilela. II. Fogaça, Cláudia Martellet. III. Título. IV. Série.

# **Autores**

## **Adeliano Cargnin**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Cerrados

adeliano.cargnin@cpac.embrapa.br

## **Nilton Tadeu Vilela Junqueira**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador da Embrapa Cerrados

junqueira@cpac.embrapa.br

## **Cláudia Martellet Fogaça**

Bióloga, D.Sc.

Bolsista do CNPq/Embrapa Cerrados

claudia.fogaca@cpac.embrapa.br

# Apresentação

As plantas têm grande importância para a humanidade. São utilizadas diretamente na nossa alimentação e indiretamente na de animais que fornecerão alimento. Ademais, as plantas também são utilizadas na vestimenta (algodão, linho, rami), na habitação (madeira), na ornamentação, em remédio e, mais recentemente, em energia (álcool e biodiesel). Pode-se afirmar que o homem depende das plantas para sua sobrevivência.

A Lei 11.097/2005 estabelece a obrigatoriedade da mistura de 2 % de biodiesel ao diesel de petróleo a partir de janeiro de 2008. Essa taxa, também em caráter compulsório, será de 5 % a partir de janeiro de 2013. Dessa forma, o desafio para o setor produtivo e para o desenvolvimento tecnológico na agricultura brasileira é atender significativamente a demanda por óleos vegetais. Atualmente, a produção é concentrada em oleaginosas de ciclo anual e com baixa produtividade de óleo por área (inferior a  $1 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ). No entanto, o Brasil apresenta uma diversidade fantástica de oleaginosas nativas, além de algumas espécies promissoras em processo de domesticação, mas, até então, não para a produção de óleo.

*Roberto Teixeira Alves*

Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

# Sumário

Introdução.....	9
Estimativas do potencial de produção .....	11
Considerações Finais .....	13
Referências .....	14
Abstract.....	16

# Potencial da Macaubeira como Fonte de Matéria-prima para Produção de Biodiesel

---

*Adeliano Cargnin*

*Nilton Tadeu Vilela Junqueira*

*Cláudia Martellet Fogaça*

## 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 (2007) relata o gênero possuindo apenas duas espécies – *A. aculeata* e *A. hassleri*. Segundo a autora, essas duas espécies diferem basicamente pelo tamanho dos indivíduos e por sua localização geográfica.

Para Clement et al. (2008), a macaúba já existia, na Amazônia central e oriental, há 12 mil anos AP (antes do presente, ou seja, antes de 1950, ano de criação do método de datação por radiocarbono) – época em que grande parte desse bioma era formado por vegetação de Cerrado – e se dispersou para o Panamá e México entre 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..., 1983; ALMEIDA et al., 1998; NUCCI, 2007; 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. Em virtude de seu elevado teor de óleo e capacidade de adaptação a densas populações, essa palmeira apresenta um significativo potencial de produção.

Quanto à sua ocorrência, Lorenzi (2006) 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 de que desenvolveu mecanismos de resistência ao longo de sua evolução. No entanto, existem riscos de introdução de patógenos e (ou) pragas de outros continentes que poderão comprometer o desempenho de cultivos com essas 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. Isso confirma, 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 nas áreas de pastagens, sendo uma planta pioneira (LORENZI, 2006).



Este trabalho teve como objetivo principal elucidar as principais perspectivas e estimativas do potencial da macaubeira como fonte alternativa de matéria-prima para produção de biodiesel.

## Estimativas do potencial de produção

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

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.

Assim como no 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..., 1983). Esse óleo tem potencial para utilizações nobres na indústria alimentícia, farmacêutica e de cosméticos. Já o óleo da polpa, com maior potencial para a fabricação de biodiesel, é dominado por ácido oléico (53 %) e palmítico (19 %) (FUNDAÇÃO..., 1983) e tem boas características para o processamento industrial.

Entretanto, 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..., 1983). 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>.

**Tabela 1.** Estimativa de produtividade de *Acrocomia aculeata*<sup>(1)</sup> em função da densidade de plantas por área.

Plantas ha <sup>-1</sup>	Rendimento de óleo (kg ha <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> Cinco cachos/planta, 400 a 500 frutos/cacho.

Fonte: Fundação... (1983).

**Tabela 2.** Composição e teor de óleo de três acessos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) no 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... (1983).

**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 médio 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... (1983).

## Considerações Finais

Acredita-se que a macaubeira poderá suprir, em médio prazo, grande parte da demanda nacional por óleo vegetal se cultivada, principalmente, em consórcio com pastagens. Estima-se que haja 200 milhões de hectares de pastagens no Brasil, dos quais 54,6 milhões somente no Cerrado. Destes, aproximadamente 60 % encontram-se em algum estágio de degradação. Se forem cultivadas cerca de cem macaubeiras por hectare (espaçamento de 5 m entre plantas e 20 m entre fileiras) em pastagens e, se cada planta produzir, em média, 30 kg de frutos ou 6 L de óleo por ano, será obtida uma produtividade de 600 L de óleo ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Dessa forma, acredita-se que, se esses 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.

Ademais, além de favorecer a recuperação das pastagens e beneficiar a fauna silvestre, as macaubeiras, em sistema agrossilvipastoril, 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 por Fundação..., (1983), um hectare contendo cem macaubeiras cultivadas em solo relativamente fértil pode produzir de 1.840 kg de óleo ha<sup>-1</sup> a 2.300 kg de óleo ha<sup>-1</sup>. Considerando-se que essas espécies, para atingirem essa produtividade, necessitam de adubação, a pastagem também será beneficiada.

Dessa forma, tendo em vista o fato de ainda não haver cultivos de macaúba no Brasil, acredita-se que a espécie poderia ser utilizada em sistemas agrossilvipastoril ou silvipastoril, ou seja, a macaúba consorciada com culturas anuais e pastagens ou consorciada apenas com pastagens, evitando a abertura de novas áreas. Esses sistemas agroflorestais também poderiam ser utilizados em áreas de reserva legal e na recuperação de áreas degradadas.

## Referências

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

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](http://www.inpa.gov.br/cpac) Charles/Clement et al. Ppt >. Acesso em: 10 jun. 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 Gerais**. Belo Horizonte, 1983. 152 p.

LIMA, C. A. **Efeito de produtos naturais no controle de antracnose na manga em pós-colheita**. 2008. 69 f. 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. 156 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

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

PRIMAVESI, O. **Emissão de metano pelo rebanho bovino em debate**. Disponível em: < [http://www.conpet.gov.br/noticias/noticia.php?segmento=&id\\_noticia=1115](http://www.conpet.gov.br/noticias/noticia.php?segmento=&id_noticia=1115) >. Acesso em 16 março 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, 1998.

WANDECK, F. A.; JUSTO, P. G. **A macaúba: fonte energética e insumo industrial - sua significação econômica no Brasil**. [S. l.: s.n.], 1982. 82 p.

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**. Rome: FAO, 2006. p. 79-123.

# Potential of the Macaw Palm as Substance Source Cousin for Biodiesel Production

---

## Abstract

*Given projected the potential demand of biodiesel for the next years, the development of studies is desirable that subsidize the job of alternative raw material sources for agroenergy production. Macaúba presents advantages on other plants that occupy, currently, position of prominence in Brazil in the production of biodiesel, as the soy and the cotton. The potential oil production for macaúba can arrive the 6,200 kg, in a population of 500 plants ha<sup>-1</sup>, considering a productivity of 50 kg plant<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. The oil texts also vary between accesses, being slightly bigger in the pulp in relation to the almond. 100 million hectares of pasture exist approximately in Brazil, of which 60 % meet in some stadium of degradation. Hypothetically, the plantation of 20 % of the area of pastures degraded with macaubeiras in the density of 100 plants for hectare, in the level of current productivity, has potential for the production of eight billion liters of oil in the stated period of 10 years, conserving the remaining natural resources. Of this form, considering itself the fact not yet to have crops of macaúba in Brazil, gives credit this species could be used in systems agrossilvipastoril or silvipastoril, that is, macaúba joined with annual cultures and pastures or joined only with pastures, preventing the opening of new areas. These agroforestry systems also could be used in areas of legal reserve and the recovery of degraded areas.*

*Index terms: Acrocomia spp., agroenergy, degraded areas, agroforestry systems.*