

## Estudos Preliminares sobre Colheita e Armazenamento de Frutos de Macaúba



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

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
355**

**Estudos Preliminares sobre Colheita e  
Armazenamento de Frutos de Macaúba**

*Maria Madalena Rinaldi  
Léo Duc Haa Carson Schwartzhaupt da Conceição  
Marcelo Fideles Braga  
Nilton Tadeu Vilela Junqueira  
Alexandre Nunes Cardoso  
Sílvia Ferreira de Sá*

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente  
no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/?initQuery=t>  
(Digite o título e clique em "Pesquisar")

**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  
[embrapa.br/cerrados](http://embrapa.br/cerrados)  
[embrapa.br/fale-conosco/sac](http://embrapa.br/fale-conosco/sac)

Comitê Local de Publicações  
da Unidade

Presidente  
*Marcelo Ayres Carvalho*

Secretária-executiva  
*Marina de Fátima Vilela*

Membros  
*Alessandra S. G. Faleiro, Cícero D. Pereira,  
Gustavo J. Braga, João de Deus G. dos S.  
Júnior, Jussara Flores de O. Arbues, Shirley da  
Luz S. Araujo*

Supervisão editorial  
*Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Revisão de texto  
*Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Normalização bibliográfica  
*Shirley da Luz Soares Araújo* (CRB 1/1948)

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Leila Sandra Gomes Alencar*

Foto da capa  
*Maria Madalena Rinaldi*

**1ª edição**  
1ª impressão (2020): tiragem 30 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

---

E82 Estudos preliminares sobre colheita e armazenamento de frutos de macaúba /  
Maria Madalena Rinaldi... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2020.

20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN  
1676-918X, ISSN online 2176-509X, 355).

1. *Acrocomia aculeata*. 2. Biomassa. 3. Colheita. 4. Armazenamento. I. Rinaldi,  
Maria Madalena. II. Embrapa Cerrados. III. Série.

634.6 – CDD-21

---

Shirley da Luz Soares Araújo (CRB 1/1948)

© Embrapa, 2020

# Sumário

---

Introdução.....7

Material e Métodos .....8

Resultados e Discussão ..... 11

Conclusões.....18

Referências .....18



## Estudos Preliminares sobre Colheita e Armazenamento de Frutos de Macaúba

Maria Madalena Rinaldi<sup>1</sup>; Léo Duc Haa Carson Schwartzaupt da Conceição<sup>2</sup>; Marcelo Fideles Braga<sup>3</sup>; Nilton Tadeu Vilela Junqueira<sup>4</sup>; Alexandre Nunes Cardoso<sup>5</sup>; Sílvia Ferreira de Sá<sup>6</sup>

**Resumo** – Objetivou-se iniciar estudos para determinação de parâmetros para o manejo da colheita e armazenamento de frutos de macaúba. O estudo foi constituído de seis tratamentos: colheita de cachos inteiros em maturação (início da queda dos primeiros frutos) armazenados durante 0 (T1), 15 (T2), 30 (T3), 45 (T4) e 60 (T5) dias; colheita semanal de frutos coletados após a abscisão natural por um período de 78 dias (T6), foram analisadas amostras de frutos de cada tratamento quanto à massa do fruto em base úmida e em base seca; percentuais de matéria seca e umidade; massa da casca, da polpa, do endocarpo e da amêndoa, em base seca; massa do óleo, da polpa e da amêndoa; e teores de óleo da polpa e da amêndoa em base seca. Ocorreram significativas perdas de massa da matéria seca na polpa (39,2%), após 30 dias de armazenamento (T3, T4 e T5). Isso refletiu em perdas na quantidade de óleo (37,2%). Já frutos colhidos somente após a abscisão (T6) não apresentaram diferenças significativas em relação aos frutos colhidos com o cacho inteiro (T1).

**Termos para indexação:** *Acrocomia aculeata*, rendimento de óleo, biomassa, colheita e armazenamento.

---

<sup>1</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia Pós-colheita, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

<sup>5</sup> Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF

<sup>6</sup> Engenheira-agrônoma, mestranda em Genética e Melhoramento, bolsista PIBIC/CNPq da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

## Preliminary Studies on Harvesting and Storage of Macauba Fruits

**Abstract** – The objective was to initiate studies to determine parameters for the management of the harvest and storage of macauba fruits. For this, the study consisted of six treatments: harvest of ripening whole bunches (beginning of fall of the first fruits stored during 0 (T1), 15 (T2), 30 (T3), 45 (T4) and 60 (T5) days; weekly harvest of fruits collected after natural abscission (T6). Fruit samples from each treatment were analyzed for fruit mass on wet and dry basis, percentages of dry matter and moisture, dry matter shell, pulp, endocarp and almond, pulp and almond oil masses and pulp and almond oil to dry base. The average results showed sensitive losses of fruit dry mass (15.2%) due to pulp mass losses (39.2%), observed after 30 days of storage (T3, T4 and T5). This reflected in oil mass losses (37.2%). Fruits harvested only after abscission (T6) did not show significant differences in relation to fruits harvested with the whole bunch (T1).

**Index terms:** *Acrocomia aculeata*, oil yield, biomass, harvest and storage.

## Introdução

---

A palmeira de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) é considerada uma das espécies de palmeiras com maior potencial de produção de óleo vegetal no Brasil com produtividade de 4 a 6 toneladas de óleo/ha/ano, produtividade cerca de dez vezes maior do que a soja (Rodrigues, 2018). No Brasil, a palmeira macaúba apresenta concentrações populacionais expressivas em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, sendo amplamente espalhada pelas áreas de Cerrado (Bhering, 2009). No Nordeste brasileiro, também há a ocorrência de maciços de macaúba.

O Brasil é hoje o segundo maior produtor mundial de biodiesel, e a macaúba tem sido considerada como uma oleaginosa alternativa visando contribuir como matéria prima para elaboração de biodiesel. Apesar de estudos avançados na domesticação, sua exploração ainda ocorre principalmente por meio da coleta dos frutos em grandes populações naturais (extrativismo). No sistema extrativista, a maior parte dos frutos é coletada no solo (Lima, 2011), após abscisão natural. Esse sistema de colheita acarreta muitos problemas de qualidade pós-colheita dos frutos, sendo um entrave que deve ser superado, estudando-se novos processos de colheita e pós-colheita dos frutos (Mota et al., 2011).

A coleta tardia dos frutos caídos no solo, bem como o armazenamento em condições inadequadas, leva à degradação do fruto por microrganismos associados à planta e presentes no solo, causando a perda da qualidade do fruto e de seus óleos, com a conseqüente diminuição da possibilidade de aproveitamento nos diversos setores de aplicação (Cavalcanti-Oliveira et al., 2015; Queiroz, 2016).

Nesse sentido, são necessários estudos com foco na tecnologia pós-colheita, visando ao armazenamento dos frutos com preservação da qualidade do fruto fresco ou recém-colhido (Mota et al., 2011). A macaúba apresenta desenvolvimento lento do fruto, com duração de quase 1 ano. No final da maturação, ocorre à abscisão natural dos frutos que acontece no período de setembro a dezembro (Salis; Mattos, 2009) e a maior disponibilidade de frutos maduros ocorre entre outubro e dezembro, período reconhecido como o da safra da macaúba (Lorenzi et al., 2011).

O conhecimento da maturação dos frutos de macaúba é determinante para que a colheita seja realizada quando o fruto apresente maior quantidade e qualidade de óleo (Costa et al., 2017). Motoike et al. (2013) também afirmaram que o uso eficiente dos frutos para extração de óleo ainda é limitado pela escassa informação sobre a maturação dos frutos. Parâmetros físicos e químicos da polpa são indicadores do adequado momento de colheita, já que esta parte do fruto apresenta o maior conteúdo de óleo (Mota et al., 2011).

O objetivo do estudo foi analisar características relacionadas à produção de quantidade e rendimento de óleo de frutos colhidos após a abscisão, por queda natural, e frutos colhidos de cachos inteiros com posterior armazenamento em diferentes períodos, a fim de contribuir para boas práticas relacionadas ao manejo de colheita e pós-colheita para macaúba.

## Material e Métodos

---

O estudo foi realizado em plantas de macaúba cultivadas em ensaios fitotécnicos sob condições homogêneas, instalados em dezembro de 2008, na Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF, latitude: 15°36'13.02"S e longitude: 47°43'17.34". Na área escolhida, as mudas foram plantadas em espaçamento de 5 m x 5 m, o solo foi corrigido mediante aplicação de 3 t/ha de calcário e 2 t/ha de gesso à lanço. Realizou-se adubação de base na cova com 300 g de NPK (formulação 04-30-16), uma adubação de cobertura aos 60 e outra aos 120 dias após o plantio (100 g de sulfato de amônio). Após o primeiro ano foram realizadas adubações de manutenção em níveis crescentes, ano após ano, com a mistura de sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio na proporção 10-5-15. Após o quinto ano (início do período produtivo), fixou-se a dose de adubação em 1,2 kg da mistura/planta da referida mistura, a cada 30 dias no período chuvoso, totalizando três aplicações daquela formulação. Junto com a primeira aplicação, foi fornecido 50 g por planta do adubo contendo micronutrientes FTE.

A colheita de cachos inteiros foi iniciada a partir da constatação da queda dos primeiros frutos, quando os cachos apresentaram os primeiros indícios de maturação, que se deu em 13/10/2016. Dentre as plantas com cachos nesta condição, para fins de avaliação experimental, os cachos foram colhidos ao acaso e foram coletados os respectivos frutos, sendo destacados e armaze-

nados sob condição ambiente (21 °C e UR 66,5%), durante um período de 60 dias (Figura 1). Foram definidos os tratamentos dia zero (Tratamento 1-T1, data da colheita); aos 15 (Tratamento 2-T2), aos 30 (Tratamento 3-T3), aos 45 (Tratamento 4-T4) e aos 60 dias de armazenamento (Tratamento 5-T5). Os frutos foram acondicionados em caixas de polietileno (PEAD) com capacidade para 46 L, com dimensões internas: altura: 28 cm; largura: 33 cm; comprimento: 52 cm e armazenados no interior do Laboratório de Oleaginosas da Embrapa Cerrados. A medida diária de temperatura e umidade do ambiente foi realizada utilizando-se um Termo Higrômetro Digital marca Incoterm.



Foto: Maria Madalena Rinaldi

**Figura 1.** Frutos de macaúba oriundos do Campo Experimental da Embrapa Cerrados mantidos sob condição ambiente por 60 dias.

O Tratamento 6 (T6) foi constituído por amostras de 10 frutos coletados semanalmente após a abscisão natural, durante o período de 24/10/2016 a 10/1/2017, 12 amostras, 78 dias (Figura 2). Os frutos caídos eram interceptados por tela agrícola tipo sombrite (35% de cobertura de malha, em polietileno de alta densidade), que envolveram o cacho para evitar a queda no chão e danificação dos frutos, ficando armazenado nas telas, in loco, até serem coletados. Esse procedimento foi importante para evitar que os frutos não entrassem em contato com o solo (impedindo contaminações e rachaduras por queda), além de controlar o cacho de origem de cada fruto.



Fotos: Maria Magdalena Rinaldi

**Figura 2.** Cachos e frutos de macaúba em experimento com cachos revestidos com tela no Campo Experimental da Embrapa Cerrados. A coleta manual foi realizada semanalmente.

As amostras de 10 frutos compuseram uma unidade experimental e foram avaliadas quanto à massa em gramas (g) em base úmida (FRBU) e em base seca (FRBS). Também foi determinado o percentual de matéria seca (MS; matéria seca/matéria úmida x 100) e de umidade (UM; 100-MS) do fruto; a massa em gramas, em base seca, da casca (EPIS), da polpa (MES), do endocarpo (ENDS) e da amêndoa (AMES); a massa em gramas de óleo contido na polpa (OMes) e na amêndoa (OAmes); e o teor de óleo da polpa (TOMes) e da amêndoa (TOAmes).

Foram coletadas amostras de 14 cachos em coleta de cacho inteiro, com posterior armazenamento, e 7 cachos em coleta de frutos por abscisão natural.

Para a realização das análises físico-químicas as amostras de frutos foram despulpadas manualmente (Figura 3). Em todos os experimentos as análises laboratoriais foram realizadas da seguinte forma: (i) análises físicas realizadas utilizando-se balança analítica digital de bancada marca Shimadzu, mo-

delo AX200, com capacidade para 200 g; (ii) umidade, determinada gravimetricamente pelo método da secagem com circulação de ar a 105 °C de acordo com metodologia adotada no Laboratório de Química Analítica de Plantas da Embrapa Cerrados (AOAC, 1984; Campos et al., 2004; Silva; Queiroz, 2002); (iii) extrato etéreo, realizada conforme metodologia adotada no Laboratório de Química Analítica de Plantas da Embrapa Cerrados (AOAC, 1984; Campos et al., 2004; Silva, Queiroz, 2002), utilizando-se o aparelho extrator da marca ANKOMXT10, modelo XT10L.



Fotos: Maria Madalena Rinaldi

**Figura 3.** Partes dos frutos úmidos de macaúba após o despoldamento para a realização das análises físicas e físico-químicas nos experimentos realizados. Da esquerda para direita: a) pirênios (endocarpo + amêndoa), b) mesocarpo (polpa) e c) pericarpo (casca).

Para análise estatística, foram considerados os seis tratamentos já descritos, em delineamento inteiramente casualizado, composto por 14 repetições. Como unidade experimental foi utilizada a amostra composta por 10 frutos. Foi realizada a Análise de Variância e teste de comparações de médias pelo Teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do software Genes (Cruz, 2001).

## Resultados e Discussão

Ocorreu variação na massa do fruto em base úmida (FRBU) nos diferentes tratamentos, tendo os frutos coletados por queda natural em campo

(T6) e colhidos em cacho inteiro no “dia zero” (T1) apresentado maior massa (Tabela 1).

Os frutos armazenados sob condição ambiente apresentaram redução na massa para o período de 15 dias de armazenamento (T2), seguido do período de 30 a 60 dias de armazenamento (T3 a T5) não ocorrendo variação significativa para esta variável (Tabela 1).

A redução da massa em base úmida (FRBU) ao longo do período de armazenamento está associada principalmente à saída de água em decorrência da transpiração e respiração dos frutos (Souza, 2013).

Para a colheita de cacho em maturação, o armazenamento de no mínimo 30 dias (T3) em condição ambiente proporcionou frutos com menor massa em base úmida (FRBU), o que facilitaria o transporte, e sem perda significativa de matéria seca em relação aos tempos 15 dias (T2) e tempo zero (T1). O tratamento de frutos caídos naturalmente (T6) apresentou a maior massa de matéria seca (FRBS) de todos os tratamentos.

**Tabela 1.** Valores médios da massa de fruto em base úmida (FRBU) e fruto em base seca (FRBS), e de matéria seca (MS) e de umidade (UM) em frutos de macaúba submetidos a diferentes tratamentos.

Tratamentos	FRBU	FRBS	MS	UM
	.....g.....		.....%.....	
T1	29,66 a	17,92 ab	60,23 b	39,77 a
T2	25,97 b	16,88 ab	65,50 b	34,50 a
T3	19,26 c	15,42 b	80,20 a	19,80 b
T4	18,72 c	15,62 b	83,92 a	16,08 b
T5	18,65 c	15,75 b	84,53 a	15,47 b
T6	29,48 a	18,40 a	62,71 b	37,29 a

Dias de armazenamento dos frutos de cacho colhido inteiro: T1: 0 dia; T2: 15 dias; T3: 30 dias; T4: 45 dias; T5: 60 dias; Frutos coletados após a queda natural, de cachos revestidos com tela: T6. FRBU: Fruto úmido (g); FRBS: Fruto seco (g); MS: Matéria seca do fruto (%); UM: Umidade do fruto (%). Nível de significância: mesma letra na coluna não difere significativamente.

Para os valores de porcentual de matéria seca dos frutos (MS), foi observada superioridade no período de 30 a 60 dias de armazenamento (T3 a T5), nos quais, foi encontrado entre 80,20% e 84,53% de MS, período em que os frutos se encontravam com menor umidade, conseqüentemente a massa dos frutos secos (FRBS) foi menor.

Conforme se percebe na Tabela 1, o percentual de umidade (UM) foi maior nos frutos obtidos por queda natural (T6) e nos frutos colhidos em cacho inteiro e armazenados até os 15 dias (T1 e T2), diferindo dos frutos armazenados por 30, 45 e 60 dias (T3 a T5).

Observa-se a diferença significativa entre a média da matéria seca dos frutos no tratamento 1, de 17,92 g, que diminuiu para 15,62 g no tratamento 5, o que implica, além de umidade, os frutos também estarem perdendo matéria seca. Nesse caso, proporcionalmente, temos maior perda de umidade do que de matéria seca, e o teor de matéria seca tende a aumentar. O tratamento 6, não diferiu significativamente do tratamento 1, mas diferiu dos tratamentos 2 e 3. Provavelmente porque, apesar de submetido a mesma variação temporal dos tratamentos 2 e 3, os frutos do tratamento 6, ainda conectados ao cacho, mantiveram a relação de dreno de água, energia e nutrientes da planta, o que os preservam em relação aos frutos que foram destacados da planta-mãe e mantidos armazenados.

Os frutos frescos de macaúba apresentam elevada umidade quando maduros (Favaro et al., 2017). De acordo com os mesmos autores, a redução da umidade dos frutos de macaúba após a colheita é necessária para o despolpamento e a prensagem automatizados, e melhores resultados foram obtidos quando a umidade foi reduzida para cerca de 20%. Ainda em relação aos valores de umidade, Singh et al. (2002) afirmaram que a umidade na matéria-prima influencia na prensagem, pois está relacionada ao aumento da plasticidade e conseqüente redução dos níveis de compressão, contribuindo para menores rendimentos da extração. De acordo com os autores, a água atua como lubrificante, sendo assim, elevada umidade resulta em insuficiente fricção durante a prensagem, levando ao menor rendimento de óleo. A umidade nos frutos de macaúba pode variar de acordo com o período de coleta e os frutos imaturos apresentam maior umidade (Duarte et al., 2012). Além disso, a umidade está distribuída desigualmente pelas diferentes partes do fruto, sendo menor na amêndoa e maior na polpa e na casca (CETEC, 1983).

Apesar da conveniência da perda de umidade, os indícios de perda de matéria seca indicam que são necessários estudos mais detalhados, para definir melhor a relação entre perda de umidade e perda de matéria seca, a fim de definir um ponto ótimo a ser perseguido para que seja feita a extração do óleo.

Conforme se percebe na Tabela 2, as massas do epicarpo, do endocarpo e da amêndoa não variaram significativamente nos diferentes tratamentos. Já a massa da polpa foi superior nos frutos obtidos diretamente em campo (T6) comparada aos frutos armazenados acima de 30 dias (T3, T4 e T5).

O tratamento T6 não apresentou diferença significativa quando comparado ao armazenamento do “dia zero” até 15 dias (T1 e T2). Essa variação encontrada apenas na variável MES demonstra que a perda de massa no fruto em base seca (FRBS, Tabela 1) é devido à perda de massa apresentada na polpa.

**Tabela 2.** Valores médios em base seca da massa em gramas (g) de casca (EPI), polpa (MES), endocarpo (END) e amêndoa (AME) em frutos de macaúba submetidos a diferentes tratamentos.

Tratamentos	EPI	MES	END	AME
	g			
T1	3,91 a	5,42 a	7,17 a	1,43 a
T2	3,82 a	4,46 ab	7,07 a	1,54 a
T3	3,51 a	3,62 b	6,95 a	1,34 a
T4	3,54 a	3,61 b	7,10 a	1,37 a
T5	3,55 a	3,36 b	7,44 a	1,41 a
T6	3,74 a	5,81 a	7,44 a	1,41 a

Dias de armazenamento dos frutos de cacho colhido inteiro: T1: 0 dia; T2: 15 dias; T3: 30 dias; T4: 45 dias; T5: 60 dias; Frutos coletados após a queda natural, de cachos revestidos com tela: T6.

Massa em gramas (g) EPI: Casca; MES: Polpa; END: endocarpo; AME: amêndoa.

Nível de significância: mesma letra na coluna não difere significativamente.

Conforme se percebe na Tabela 3, a massa em gramas de óleo na amêndoa (OAmé) não apresentou diferenças entre os tratamentos tanto em termos absolutos, quanto em valores relativos (teor de óleo em percentual, TOAmé), com média variando em torno de 0,58 g e 40,3%, respectivamente.

De acordo com Mota et al. (2011), em frutos de macaúba, o óleo é encontrado principalmente no mesocarpo e na amêndoa, tendo, na amêndoa, o teor de óleo variando de 46% a 58% em base seca, e o conteúdo inferior somente em relação ao mesocarpo, que pode atingir até 70% de óleo (Wandeck; Justo, 1988), valores bem superiores aos obtidos no presente trabalho.

Ainda com base na Tabela 3, quanto ao teor de óleo na polpa (TOMes), dos frutos colhidos em cacho inteiro, após 30 dias de armazenamento, aumentou significativamente comparado ao dia “zero”, permanecendo com va-

lores similares até os 60 dias de armazenamento, contudo, não diferindo dos frutos obtidos por queda natural. Como encontrado na pesquisa de Farias et al. (2010), o valor ficou próximo de 48,4% após a colheita.

**Tabela 3.** Valores médios da masa de óleo na polpa (OMes), massa de óleo na amêndoa (OAme), e valores médios do teor de óleo da polpa (TOMes) e teor de óleo da amêndoa (TOAme) em base seca em frutos de macaúba submetidos a diferentes tratamentos (valores médios de um fruto).

Tratamentos	OMes	OAme	TOMes	TOAme
	-----g-----		-----%-----	
T1	2,30 ab	0,60 a	42,14 b	41,55 a
T2	2,32 ab	0,65 a	52,29 ab	41,72 a
T3	1,93 b	0,57 a	53,69 a	42,32 a
T4	1,96 b	0,53 a	54,15 a	37,77 a
T5	1,84 b	0,55 a	54,55 a	38,60 a
T6	3,04 a	0,56 a	51,94 ab	39,65 a

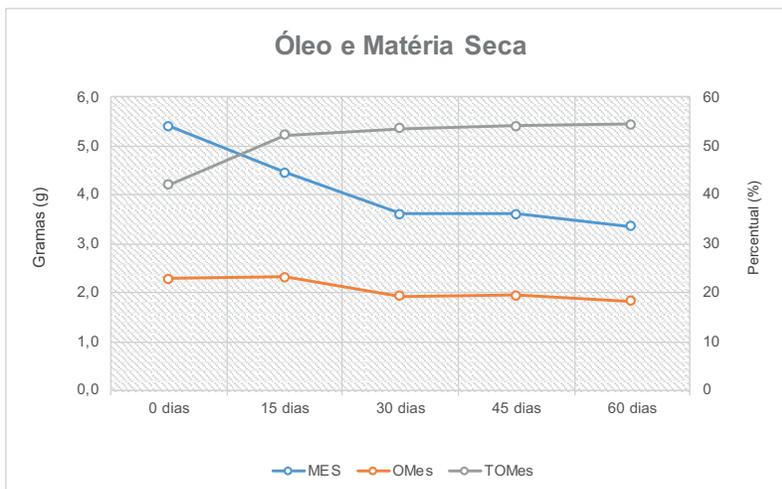
Dias de armazenamento dos frutos de cacho colhido inteiro: T1: 0 dia; T2: 15 dias; T3: 30 dias; T4: 45 dias; T5: 60 dias; Frutos coletados após a queda natural, de cachos revestidos com tela: T6.

OMes: massa de óleo na polpa (g); OAme: massa de óleo na amêndoa (g); TOMes: teor de óleo da polpa (%); TOAme: teor de óleo da amêndoa (%). Nível de significância: mesma letra na coluna, resultados não diferem significativamente.

Durante o armazenamento dos frutos de macaúba, foi observado um incremento no teor de óleo dos frutos sendo mais significativo nos primeiros 15 dias de armazenamento e estabilizando-se aos 30 dias. Entretanto, os valores de OMe desse estudo demonstram que não existe incremento real de óleo na polpa. Existe um aumento em percentual (TOMes), relativo à massa da matéria seca existente.

Os valores na Tabela 1 e 2 demonstram evidente perda de massa do fruto em base seca, devido à perda de massa da polpa, o que reflete em uma perda de óleo em termos absolutos com o uso do armazenamento a partir de 30 dias (Tabela 3 e Figura 4).

As características avaliadas, inclusive conteúdo de óleo na polpa e na amêndoa, não diferem entre frutos de um mesmo cacho, colhidos em uma só data (quando há sinais dos primeiros frutos caindo por abscisão) e frutos de um mesmo cacho, colhidos à medida que caem por abscisão natural. Da mesma forma que não diferem para frutos de cachos colhidos inteiros e armazenados por até 15 dias.



**Figura 4.** Variação de óleo e massa da polpa em base seca durante o período de armazenamento em frutos de macaúba colhidos em cacho inteiro. Massa da polpa em base seca (MES) e massa de óleo na polpa (OMeS) em gramas (g), e teor de óleo na polpa (TOMes) em percentual (%).

A conversão de reservas após a colheita é um fenômeno conhecido em frutos que apresentam padrão climatérico de respiração (Chitarra; Chitarra, 2005). Segundo Martins (2013), a redução da umidade diminui o metabolismo do fruto, o que explica o menor acúmulo de óleo quando a umidade do fruto está mais reduzida, sendo interessante, em trabalhos futuros, o estudo do armazenamento dos frutos de macaúba em atmosferas de armazenamento em ambiente úmido. Ainda segundo o mesmo autor, nos frutos em que se tem maior teor de água disponível para a realização de seus processos metabólicos, o acúmulo de óleo é maior, isto provavelmente devido ao maior metabolismo.

Outro aspecto relevante é a qualidade em tratamentos pós-colheita de macaúba, como detectada por Tilahun (2015), quanto ao aumento da acidez após 22 dias e oxidação até 25 dias em frutos mantidos armazenados a 23 °C em ambiente protegido, o que evidencia degradação e diminuição da qualidade do óleo. Além do conteúdo de óleo em termos absolutos (OMeS), o aspecto de qualidade também deve ser considerado para se estabelecer as melhores estratégias de colheita e pós-colheita.

Pouco se sabe sobre a síntese e o acúmulo de óleo na macaúba, sendo a determinação do ponto de maior conteúdo de óleo o fator que poderá definir

o momento mais adequado para o processamento dos frutos (Souza, 2013); além de ser afetado pelo grau de maturação, o teor de lipídios pode variar dependendo de características genéticas e do ambiente (Machado et al., 2014).

Apesar de alguns autores (Tapeti et al., 2013; Goulart, 2014; Evaristo et al., 2016; Tilahun, 2015) sugerirem que durante o armazenamento o conteúdo de óleo dos frutos aumenta, é importante salientar que os dados desse experimento indicam que não há incremento de óleo na polpa durante o armazenamento, ao contrário, o conteúdo de óleo diminui, provavelmente por degradação. A divergência entre esses autores e os dados aqui apresentados, acontece porque esses autores tiram suas conclusões baseadas no teor de óleo, que é uma medida relativa, que seria válida se houvesse apenas variação na umidade da polpa, mas como há variação também na matéria seca da polpa, a discussão levando em consideração o teor de óleo pode conduzir a equívocos na hora de observar a variação do conteúdo de óleo. Isto porque se existe perda de matéria seca durante o armazenamento, sem que haja uma variação proporcional no conteúdo de óleo, haverá alteração no teor de óleo, sem que tenha havido alterações proporcionais no conteúdo de óleo. Tanto a massa do óleo quanto a massa da matéria seca do fruto variam no armazenamento. Se temos uma maior perda de matéria seca em relação a perda de óleo, o teor de óleo não diminuirá, pelo contrário, aumentará, dando a impressão de que há mais óleo, quando na verdade, há menos óleo.

As considerações finais para os resultados deste experimento analisados permitem sugerir uma discussão adicional de custo, tendo em vista que o manejo extrativista de maciços florestais de macaúba ou quando esta cadeia produtiva em formação já dispuser de sistema de cultivo sistematizado, a avaliação da necessidade de mão de obra para colheita do cacho inteiro ou pelo sistema de ensacamento para coleta por queda natural dos frutos irão determinar o benefício de menores perdas em rendimento de óleo e biomassa em frutos armazenados.

Com base nos resultados do experimento e na literatura, para fins de obtenção de óleo de polpa da macaúba, pode-se considerar, conforme a Figura 4, que o armazenamento de frutos pelo período superior a 15 dias, promove significativas perdas de óleo e massa da polpa e uma significativa perda de água, pelas estratégias colheita e armazenamento em cacho inteiro.

## Conclusões

---

- Não há diferenças entre os conteúdos de óleo dos frutos de cachos colhidos inteiro, aos primeiros sinais de queda de frutos por abscisão natural e os frutos de cachos mantidos na planta, cujos frutos são colhidos apenas após sua abscisão natural ao longo do tempo.
- Os frutos, após colhidos e armazenados em condições ambiente a sombra, mantém o conteúdo de óleo por até 15 dias. O armazenamento de frutos, superior a 15 dias, promove perda de óleo, de massa da polpa e de água.
- A avaliação do conteúdo de óleo nos frutos em condições de armazenamento não deve ser baseada no teor de óleo, porque “teor” é uma medida relativa e seria válida se houvesse apenas variação na umidade da polpa. Como há variação também na massa da matéria seca da polpa, a discussão levando em consideração o teor de óleo pode conduzir a equívocos na hora de observar a variação do conteúdo de óleo na polpa. Portanto, a avaliação deve ser feita em termos de massa de óleo nos frutos.
- Os cachos podem ser colhidos inteiros, aos primeiros sinais de queda de frutos por abscisão natural.

## Referências

---

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14th ed. Washington, D.C., 1984.

BHERING, L. L. **Macaúba**: matéria-prima nativa com potencial para a produção de biodiesel. Portal do Agronegócio, 2009.

CAMPOS, E. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CAVALCANTI-OLIVEIRA, E. D.; SILVA, P. R.; ROSA, T. S.; MOURA, N. M. L.; SANTOS, B. C. P.; CARVALHO, D. B.; SOUSA, J. S.; CARVALHINHO, M. T. J. E.; CASTRO, A. M.; FREIRE, D. M. G. Methods to prevent acidification of Macaúba (*Acrocomia aculeata*) fruit pulp oil: A promising oil for producing biodiesel. **Industrial Crops and Products**, v. 77, p. 703-707, 2015.

CETEC. FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: Estudo das oleaginosas nativas de Minas Gerais. **Relatório Final do Convênio STI- MIC/CETEC**, v. 1, 1983, 152 p.

CRUZ, C. D. **Programa genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e Hortaliças**: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COSTA, A.G.; PINTO, F. A. C.; BRAGA, R. A.; MOTOIKE, S. Y.; GRACIA, L. M. N. Relationship between biospeckle laser technique and firmness of *Acrocomia aculeata* fruits. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 68-73, 2017.

DUARTE, I. D.; ROGÉRIO, J. B.; LICURGO, F. M. S.; BACK, G. R.; SANTOS, M. C. S.; ANTONIASSI, R.; FARIA-MACHADO, A. F.; BIZZO, H. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Efeito da maturação de frutos de Macaúba no rendimento de óleo e na composição em ácidos graxos. CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 5.; CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 8., 2012, Salvador. **Biodiesel, inovação e desenvolvimento regional**: anais... Lavras: UFLA, 2012. p. 253-254.

EVARISTO, A. B.; GROSSI, J. A. S.; PIMENTEL, L. D.; GOULART, S. M.; MARTINS, A. D.; SANTOS, V. L.; MOTOIKE, S. Harvest and post-harvest conditions influencing macauba (*Acrocomia aculeata*) oil quality attributes. **Industrial Crops and Products**, v. 85, p. 63-73, 2016.

FARIAS, T. M. **Biometria e processamento dos frutos da Macaúba (*Acrocomia sp*) para a produção de óleos**. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

FAVARO, S. P.; TAPETI, C. F.; MIRANDA, C. H. B.; CIACONINI, G.; MIYAHIRA, M. A. M.; ROSCOE, R. Macauba (*Acrocomia aculeata*) pulp oil quality is negatively affected by drying fruits at 60 °C. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 60, artigo e160373, 2017.

GOULART, S. M. Amadurecimento pós-colheita de frutos de macaúba e qualidade do óleo para a produção de biodiesel. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014.

LIMA, M. M. **Análise transdisciplinar, evolutiva e sustentável de uma filière de combustível**: a Macaúba em Montes Claros/MG. 2011. 316 f. Tese (Doutorado em Agronegócios) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

LORENZI, G. M. A. C.; PIMENTEL, L. D.; PAULA, S. R. de; NEGRELLE, R. R. B.; PAES, J. M. V. Prospecção da cadeia produtiva dos frutos da palmeira Macaúba no estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 265, p. 7-14, nov./dez. 2011.

MACHADO, W.; GUIMARÃES, M. F.; LIRA, F. F.; SANTOS, F. F.; SANTOS, J. V. F.; TAKAHASHI, L. S. A.; LEAL, A. C.; COELHO, G. T. C. P. Evaluation of two fruit ecotypes (total and sclerocarpa) of Macaúba (*Acrocomia aculeata*). **Industrial Crops and Products**, 2014.

MARTINS, A. D. **Radiação Gama e secagem na conservação da qualidade do óleo de frutos de Macaúba**. 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

MOTA, C. S.; CORRÊA, T. R.; GROSSI, J. A. S.; CASTRICINI, A.; RIBEIRO, A. S. Exploração sustentável da Macaúba para a produção de biodiesel: colheita, pós-colheita e qualidade dos frutos. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 265, p. 41-51, nov./dez. 2011.

MOTOIKE, S. J.; CARVALHO, M.; PIMENTEL, L. D.; KUKI, K. N.; PAES, J. M. V.; DIAS, H. C. T.; SATO, A. Y. **A cultura da macaúba**: implantação e manejo de cultivos racionais. Viçosa, MG: UFV, 2013. 61 p.

- QUEIROZ, L. A. L. **Análise de procedimentos pós-colheita do fruto da macaúba (*Acrocomia aculeata*) e refino do óleo da polpa**. 2016. 203 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- RODRIGUES, K. L. T. **Otimização multivariada dos parâmetros do processo de produção de ésteres etílicos e modelagem cinética da reação de esterificação via catálise heterogênea utilizando óleo não comestível da polpa de macaúba, resina macroporosa de troca iônica e rota etílica**. 2018. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.
- SALIS, S. M. de; MATTOS, P. P. de. **Floração e frutificação de bocaiúva (*Acrocomia aculeata*) e do carandá (*Copernicia alba*) no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009. 6 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 78).
- SILVA, D. J.; DE QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002.
- SINGH, K. K.; WIESENBNORN, D. P.; TOSTENSON, K.; KANGAS, N. Influence of moisture content and cooking on screw pressing of crambe seed. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 79, n. 2, p. 165-170, 2002.
- SOUZA, C. F. T. de. **Desenvolvimento, maturação e sistemas de colheita de frutos da macaúba (*Acrocomia aculeata*)**. 2013. 90 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2013.
- TAPETI, C. F.; FAVARO, S. P.; MARQUES, R. R. Sistema coletor de frutos de macaúba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MACAÚBA, 1., 2013, Patos de Minas, MG. **Consolidação da cadeia produtiva: anais**. Brasília, DF: MAPA, 2013.
- TILAHUN, W. W. **Postharvest treatments of macaúba palm (*Acrocomia aculeata*) fruit: storage period, gamma radiation and drying temperature**. 2015. 110 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.
- WANDECK, F. A.; JUSTO, P. G. A Macaúba, fonte energética e insumo industrial: sua significação econômica no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, SAVANAS, 6., 1988, Brasília, DF. **Anais...** Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1988. p. 541-577.

**Embrapa**

---

***Cerrados***

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL