

Biomorfología del fruto y características del aceite de pulpa de coco Mbokayá con potencial para la producción de biodiesel en Paraguay

Juan Daniel Rivaldi Chávez (Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, danielrivaldi@qui.una.py), Cyndi Páez (Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción), Mario Amilcar Smidt (Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, msmidt@qui.una.py), Simone Palma Favaro (Embrapa Agroenergia, simone.favaro@embrapa.br), César Caballero (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción), Laura Correa (Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción), Jorge Rodas (Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción), Maria Edelira Velázquez (Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, edelira29@gmail.com)

Palavras Chave: Mbokayá - *Acrocomia aculeata*, biomorfología, aceite de pulpa

1 - Introducción

El fruto de *Acrocomia aculeata*, conocido en Paraguay como Mbokayá (guaraní), es una palma oleaginosa nativa de la América tropical, cuyos frutos se encuentran dispuestos en racimos (alrededor de 4 por palma), conteniendo de 300 a 600 frutos por racimo. El Mbokayá ha sido explotado desde el siglo pasado en Paraguay para la obtención de aceite y productos derivados de interés comercial.

En este sentido, el endosperma (almendra) del fruto es fuente de aceite de alta calidad para producción de cosméticos y productos de tocador; el pericarpio (cáscara) y endocarpio (carozo) del fruto son empleados como biomasa para la obtención de energía calorífica (Friedman, Penner, 2009). La pulpa o mesocarpio del fruto presenta contenido en aceite en el rango de 26 a 46% (p/p) en base seca, sin embargo, ha sido poco utilizada para la obtención de productos debido a la elevada acidez del aceite, asociado principalmente a la colecta y almacenamiento inadecuado que promueve la degradación de los lípidos, con la consecuente formación de ácidos grasos libres.

En este sentido, la colecta de los frutos en el campo se realiza de forma manual, directamente del suelo y en algunos casos en avanzado estado de descomposición que afecta a frutos maduros sanos durante el almacenamiento (Nunes et al., 2015). En general, no existe la cultura del cacheo (remoción del racimo de frutos) cuando los frutos se encuentran próximos a la madurez. Existe la creencia de que los frutos presentan variación en el contenido de aceites en diferentes zonas del racimo y que solo los frutos caídos se encuentran suficientemente maduros para su aprovechamiento. Sin embargo, el desprendimiento natural de los primeros frutos indicaría que todos los frutos se encuentran próximos a la madurez, siendo posible la colecta anticipada de los mismos para evitar pérdida posterior de contenido y calidad de aceite (Costa, 2015).

El Paraguay presenta un gran potencial para la explotación integral del fruto de Mbokayá como materia prima para la producción de aceites y energía, sin embargo, la falta de conocimiento técnico y una política que promueva la colecta y almacenamiento adecuado, dificulta la obtención de frutos de calidad. La tecnología de cosecha y postcosecha de estos frutos representa aún un problema para países productores de la región (Favaro et al, 2018).

El objetivo de este trabajo fue evaluar las características morfológicas de frutos y determinar las características fisicoquímicas del aceite de pulpa de Mbokayá (*Acrocomia aculeata*) con miras a su aprovechamiento como fuente de materia prima para la obtención de biodiesel en Paraguay.

2 - Material y Métodos

Los frutos fueron obtenidos del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) localizado en el Campus de la Universidad Nacional de Asunción en la ciudad de San Lorenzo - Paraguay (latitud: 25°19'29.60"S; longitud: 57°31'18.20"O). Los racimos de frutos (cachos) de 4 diferentes palmas fueron cubiertos con una red colectora de polipropileno (tipo malla de 0,3 cm de luz), siendo colectado un racimo de cada palma para análisis después de la caída del primer fruto (enero/febrero 2018) y en función del aspecto general de los mismos (coloración, rigidez). Los frutos fueron separados conforme su disposición en las regiones basal, central y apical del racimo y analizados cuanto a su tamaño utilizando micrómetro Vernier digital (Mitutoyo®, Brasil), contenido de humedad del mesocarpio (pulpa) mediante balanza termogravimétrica (RADWAG®, Polonia) y contenido de aceite por gravimetría previa extracción por el método de Soxhlet en equipo extractor (Quimis®, Brasil) utilizando hexano como solvente. La acidez del aceite de pulpa fue determinada conforme Norma Paraguaya NP N° 10 para Cuerpos Grasos. El perfil lipídico fue determinado por cromatografía gaseosa en equipamiento SHIMADZU 2010 equipado detector de ionización por llama -FID. Las muestras fueron previamente convertidas en ésteres metílicos de ácidos grasos (AOAC, 2004). Las propiedades del biodiesel a ser producido a partir de aceite de pulpa de coco Mbokayá fue estimado utilizando el programa BiodieselAnalyzer®, versión 2.2. Este programa predice propiedades físicas basado en la composición en ácidos grasos del aceite (Tabeli et al., 2014).

3 - Resultados y Discusión

El análisis biomorfológico indicó que los frutos obtenidos en las regiones basal, central y apical del racimo presentan forma esférica irregular con coloración predominantemente amarilla con regiones verdes. La Tabla 1 presenta los valores promedios de diámetro de los frutos de las diferentes regiones del racimo, siendo el diámetro mayor (D) y diámetro menor (d) promedio de 32,43±0,65 mm y 28,46±0,75 mm, respectivamente.

Tabla 1. Diámetros de frutos de Mbokayá obtenidos de las diferentes regiones del racimo.

Región racimo	Diámetros		Relación de diámetros	
	D (mm)	d(mm)	D/d	d/D
Apical	31,69	27,44	1,16	0,87
Central	32,89	28,75	1,14	0,87
Basal	32,72	29,19	1,12	0,89
Media	32,43±0,65	28,46±0,75	1,14±0,02	0,88±0,01

El análisis dimensional de los frutos indica que no existe diferencia significativa entre los diámetros ni entre la relación de los diámetros (D/d y d/D) provenientes de las regiones basal, central y apical del racimo del Mbokayá (Tabla 1). El máximo contenido en aceite fue observado en la pulpa obtenida de frutos de la región basal, siendo este valor 2,9% superior al observado en la región apical (Tabla 2).

Tabla 2. Características de la pulpa de coco Mbocayá en función a la posición en el racimo.

Región racimo	Humedad (% p/p)	Aceite (% p/p)	Acidez (mgKOH/g)
Apical	48,56	39,08	3,12
Central	47,38	41,32	3,56
Basal	48,37	42,01	3,49
Media	48,10±0,63	40,80±1,53	3,39±0,24

El perfil de ácidos grasos y las características del aceite de pulpa de coco Mbokayá son presentados en la Tabla 3. El contenido es elevado en ácido oleico (C18:1) y ácido palmítico (C16:0), independiente de la región ocupada en el racimo. El contenido promedio de ácidos grasos saturados fue de 25,7% (p/p) y superiores a 68% (p/p) en ácidos grasos insaturados.

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos del aceite de pulpa de coco Mbokayá obtenidos de las diferentes regiones del racimo.

Ácido graso	Composición por región % (p/p)		
	Apical	Central	Basal
Caprilico, C8:0	0,52	0,75	0,68
Caprico, C10:0	0,31	-	0,42
Laurico, C12:0	1,98	2,28	2,13
Mirístico, C14:0	1,35	0,98	1,74
Palmítico, C16:0	18,2	18,51	17,8
Palmitoleico, C16:1	3,44	2,14	3,89
Estearico, C18:0	2,37	1,73	2,06
Oleico, C18:1	59,8	60,2	58,2
Linoleico, C18:2	3,13	5,87	5,45
Alfa-Linolénico, C18:3	1,25	2,12	1,04
Heneicosanoico, C21:0	1,03	0,98	1,28
Saturados	25,76	25,23	26,11
Insaturados	67,62	70,33	68,58
Poli-insaturados	4,38	7,99	6,49

En función del contenido de aceite y perfil de ácidos grasos es posible concluir que los frutos de las diferentes regiones del racimo presentan características similares, siendo posible realizar la remoción del racimo después de la caída del primer fruto para su posterior almacenamiento. Esta operación podría reducir los efectos negativos de una colecta inadecuada y consecuente deterioro del fruto maduro (Costa, 2015). En relación al potencial del aceite de pulpa de coco Mbokayá para la producción de biodiesel, su composición en ácidos grasos

es favorable para la producción de este biocombustible debido a la elevada concentración de ácido monoinsaturados (Ác. oleico). La Tabla 4 presenta la estimación de las propiedades físicas del biodiesel a ser producido con el aceite de pulpa.

Tabla 4 Estimación de los parámetros de calidad del biodiesel a partir de aceite de pulpa de coco Mbokayá

Propiedad	Valor
Grado de Instauración, %	75,14
Índice de saponificación, mg KOH/g	194,04
Índice de iodo, g (I ₂)/100 g	69,32
Número de cetano	58,83
Long-chain saturated factor (LCSF)	2,84
Punto de obstrucción del filtro en frío (CCPP), °C	-7,55
Punto de niebla, °C	4,57
Estabilidad oxidativa, (h)	21,34
Calor de combustión, MJ/kg	36,85

Muchos de los parámetros estimados en este trabajo para el biodiesel de pulpa de coco Mbokayá satisfacen los límites establecidos por los estándares internacionales.

4 – Conclusiones

El análisis biomorfológico de los frutos de Mbokayá (*A. aculeata*) indicó diámetro de frutos, humedad y contenido en aceite próximos para todas las muestras, independiente de la localización de frutos en el racimo. El perfil de ácidos grasos indica una alta concentración de ácidos insaturados, con predominio de ácido oleico, característica deseable para la obtención de biodiesel.

5 – Agradecimientos

Agradecimientos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONACYT – Proyecto 14-INV-093.

6 - Bibliografía

- AOCS. American Oil Chemists' Society. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. Champaign, Illinois, USA: AOCS Press; **2004**.
- COSTA, A.G. Identificação da maturação de frutos da macaúba por meio de características óticas. Tese Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, **2015**.
- FAVARO, S.; CARDOSO, A.N.; CONCEIÇÃO, L.D.C.S.; LEAL, W.G.O.; PIGHINELLI, A.L.M.; SILVA, B.R.; CRUZ, R.G.S. Armazenamento e processamento de macaúba. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – EMBRAPA*, Brasília, **2018**.
- FRIEDMMAN, A.; PENNER, R. Biocombustibles-alternativa de negocios verdes. 2009. p78.
- KNOTHE, G.; GERPEN, J.V.; KRAHL, J.; RAMOS, L.P. Manual do Biodiesel. Sao Paulo: Edgard Blucher, **2006**.
- NUNES, A. A.; FAVARO, S.P.; GALVANI, F.; MIRANDA, C. H. B. Good practices of harvest and processing provide high quality Macauba pulp oil. *Eur J Lipid Sci Tech*, **2015**,117, 2036-43.
- TALEBI, A.F., TABATABAEI, M., CHISTI, Y. BiodieselAnalyzer: a user-friendly software for predicting the properties of prospective biodiesel. *Biofuel Res. J.* **2014**, 2, 55–57.