

**Morfología, anatomía estructural y actividad lipasa de la pulpa de “coco”, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. (Arecaceae) en función al tiempo de colecta**

Morphology, structural anatomy and lipase activity in coconut pulp, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. (Arecaceae) according to time of collection

Yenny González<sup>1</sup>; Mirtha González de García<sup>1</sup>, Rosa Degen de Arrúa<sup>1</sup>; Marcelo López<sup>2</sup>; Cynthia Bernal<sup>2</sup>; Juan Ayala<sup>2</sup>, Fátima Yubero<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Botánica, Dirección de Investigaciones, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, (FCQ-UNA), Paraguay.

<sup>2</sup>Departamento de Físicoquímica, Dirección de Investigaciones, FCQ-UNA, Paraguay; \*e-mail: fyubero@qui.una.py

**Resumen:** Las características morfo anatómicas de la pulpa de “coco” (*Acrocomia aculeata*) utilizada en Paraguay y su relación con la calidad del aceite obtenido han sido poco estudiadas. La mayor parte de los frutos del cocotero son obtenidos entre los periodos de diciembre a febrero. Este estudio tuvo como objetivo determinar la morfología, anatomía estructural y actividad lipasa de la pulpa de “coco”, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. (Arecaceae) en función al tiempo de colecta. Para ello se colectaron frutos de “coco”, de campo semi-abierto de la ciudad de Caacupé (Departamento de Cordillera), Campamento Jack Norment entre los meses de noviembre de 2015 y junio de 2016, cuya pulpa fue procesada y analizada en los Departamentos de Botánica y Físicoquímica (FCQ-UNA). En cada colecta se elaboraron ejemplares de herbario que fueron incorporados al Herbario FCQ. Como resultado se ha observado que los frutos maduros (primera colecta) poseen un mayor desarrollo de células oleíferas, menor cantidad de fibras y una menor actividad lipasa, mientras que los frutos inmaduros (tercera colecta) presentan un menor desarrollo de células oleíferas, mayor cantidad de fibras y una mayor actividad lipasa. En la búsqueda de un aumento del valor agregado de la materia prima que ofrece el productor primario de los frutos del “coco”, estos resultados evidencian que la mejor época de colecta de frutos es entre noviembre y febrero, cuando el mesocarpo de los frutos presenta mayor desarrollo de las células oleíferas y en consecuencia tiene un mayor contenido de aceite y menor actividad lipasa.

**Palabras clave:** *Acrocomia aculeata*, anatomía estructural, actividad lipasa.

**Summary:** The morpho-anatomical characteristics of the "coconut" pulp (*Acrocomia aculeata*) used in Paraguay and its relationship with the quality of the oil obtained have been little studied. Most of the fruits of the coconut tree are obtained between the periods of December to February. The objective of this study was to determine the morphology, structural anatomy and lipase activity of the "coconut" pulp, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart (Arecaceae) depending on the time of collection. To this end, "coconut" fruits were collected from a semi-open field in the city of Caacupé (Cordillera Department), Jack Norment Camp between November 2015 and June 2016, whose pulp was processed and analyzed in the Departments of Botany and Physicochemistry (FCQ-UNA). In each

*Manuscrito recibido: septiembre de 2017.*

*Manuscrito aceptado: noviembre de 2017.*

collection, herbarium specimens were made and incorporated into the Herbarium FCQ. As a result, it has been observed that mature fruits (first collection) have a greater development of oleifera cells, fewer fibers and a lower lipase activity, while immature fruits (third collection) show a lower development of oleifera cells, more of fibers and a greater lipase activity. In the search for an increase in the added value of the raw material offered by the primary producer of the fruits of the "coconut", these results show that the best time to collect fruits is between November and February, when the mesocarp of the fruits presents greater development of the oleifera cells and consequently has a higher oil content and less lipase activity.

**Key words:** *Acrocomia aculeata*, structural anatomy, lipase activity.

### Introducción

El "coco" es el fruto del "mbokajá" utilizado desde el siglo anterior en el Paraguay con el propósito de obtener aceites que pueden extraerse de la pulpa y almendra, entre otros usos. La producción de aceite de almendra contribuye, sin embargo, en mayor porcentaje como materia prima utilizada en la elaboración de cosméticos. La extracción del aceite de la pulpa es un proceso que se realiza por prensado quedando restos de pulpa que finalmente se desechan. No obstante, las propiedades morfo anatómicas de la pulpa de coco (*Acrocomia aculeata*) que influyen finalmente en la calidad del aceite que se obtiene han sido poco estudiadas en todo este tiempo lo que podría aumentar el valor agregado de la materia prima que ofrece el productor primario de los frutos del "mbokajá". La mayor parte de estos frutos son obtenidos entre los periodos de diciembre a febrero que es cuando el vegetal presenta inflorescencia (Cardozo, 1996).

En la última década ha sido creciente la cantidad de procesos tecnológicos que utilizan como materia prima el aceite de diversos vegetales con el fin de producir energía, sin embargo, son necesarias las características previas del vegetal con el fin de conocer el tiempo en que este aceite debe ser obtenido pues en la industria se requieren condiciones de mínima acidez. Por lo general, en los vegetales, la presencia de lipasas hace que los aceites obtenidos se enrancien con mayor facilidad. Estas lipasas son enzimas que en medio acuoso desdoblan a los triacilgliceroles presentes en el aceite vegetal y los convierte en ácidos grasos de cadena larga o corta dependiendo de las características del aceite (Fried y Hoefmayer, 1973)

Una de las formas de explorar el periodo de tiempo en que estos frutos deben ser colectados para que la obtención del aceite de pulpa de coco pueda obtenerse con la menor acidez posible de ácidos grasos es con el estudio de las características morfo anatómicas de la pulpa que relevará las cavidades oleíferas presentes así como su relación con la actividad lipasa. Por lo mencionado el presente trabajo, realizado dentro del marco del Proyecto "Aplicación de la pulpa de coco (*Acrocomia aculeata*) en el diseño de nuevos biocatalizadores", tuvo como objetivo determinar la morfología, anatomía estructural y actividad lipasa de la pulpa de "coco", *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. (Arecaceae) en función al tiempo de colecta.

## Materiales y Métodos

### Toma de muestra

Se colectaron frutos de “coco”, *Acrocomia aculeata*, de campo semi-abierto de la ciudad de Caacupé (Departamento de Cordillera), Campamento Jack Norment (**Fig. 1. A-B**) entre los meses de noviembre de 2015 y junio de 2016. Para cada colecta se elaboraron ejemplares de herbario de las muestras colectadas.



**Fig. 1.A-B.** Colecta de frutos. **A.** Sitio de colecta de los frutos de “coco” y hábito de la especie. **B.** Investigadores colectando frutos de “coco” y ejemplares de herbario de la especie.

### Procesamiento de muestra y ejemplares de herbario

Los ejemplares de herbario fueron identificados y nominados taxonómicamente según la Base de datos TROPICOS, (2018), luego procesados en el Departamento de Botánica de la FCQ-UNA, e introducidos a la colección del Herbario FCQ, de dicha Facultad. Los materiales de referencia fueron:

**1- *Acrocomia aculeata*:** Departamento de Cordillera, Caacupé, Campamento Jack Norman. 25° 22' 01,0" S, 57° 07' 42,3" W. Flores amarillas, frutos maduros. González, Y. 130 (FCQ).

**2- *Acrocomia aculeata*:** Departamento de Cordillera, Caacupé, Campamento Jack Norman. 25° 22' 01,0" S, 57° 07' 42,3" W. Frutos inmaduros. González, Y. 131 (FCQ).

**3- *Acrocomia aculeata*:** Departamento de Cordillera, Caacupé, Campamento Jack Norman. 25° 22' 01,0" S, 57° 07' 42,3" W. Frutos inmaduros. González, Y. 132 (FCQ).

Los frutos de “coco” fueron procesados en el Dpto. de Botánica (FCQ-UNA), para la obtención de la pulpa de los mismos. Las determinaciones morfológicas y anatómicas se realizaron en el mencionado Departamento y la determinación de la actividad lipasa se realizó en el Dpto. de Físicoquímica de la misma Facultad.

## Determinaciones botánicas cualitativas y cuantitativas

### a- Morfológicas

Para cada colecta, se realizó una descripción de la morfología de los frutos, y se determinó el promedio del diámetro de los frutos, el espesor del epicarpo y mesocarpo de 10 frutos.

### b- Anatómicas

Para la caracterización anatómica del mesocarpo del “coco”, los frutos se fijaron en AFA (alcohol 70%, formol y ácido acético, 90:5:5) para su posterior procesamiento. En el laboratorio, se realizaron cortes transversales y longitudinales a mano alzada del mesocarpo del fruto, se decoloraron con hipoclorito de sodio al 50% y posteriormente fueron teñidos con azul astral y safranina y montados en una mezcla de glicero-gelatina.

Las observaciones morfológicas fueron realizadas con el microscopio estereoscópico Olympus BHK y las anatómicas microscopio óptico Olympus CX41. Las fotografías fueron tomadas con Cámara digital Sony Cyber Shot.

## Medidas de la Actividad Lipasa de Pulpa de Coco (*Acrocomia aculeata*) en función del tiempo de colecta.

Una vez colectados los frutos, una porción de la pulpa nativa sin procesamiento fue separada por el método convencional de pelado de frutos. Una vez pelados los frutos la pulpa fue separada. Las muestras de los extractos de pulpa de coco se conservaron a -20 °C. Para la determinación de la actividad lipasa se utilizó una porción de extracto de pulpa 14 % en P/V en buffer PBS 100 mM a pH 7 siguiendo el método de Molina Tizo et al. (2010). Luego de la centrifugación a 3000 RPM el sobrenadante se utilizó para realizar las medidas de actividad lipasa por el método colorimétrico del ácido ditionitrobenzoico (DTNB) (Kurooka et al. 1977).

## Resultados y Discusión

Determinaciones botánicas cualitativas y cuantitativas

a- Morfológicas: los resultados del análisis morfológico de los frutos de las tres colectas, se presentan en la **Tabla 1**.

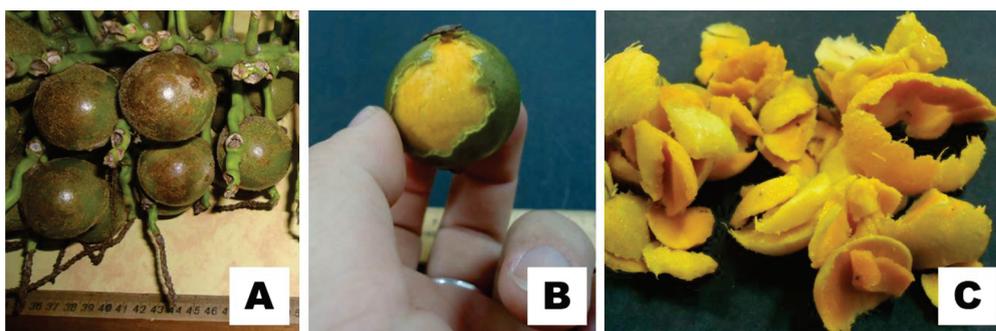
b- Anatómicas: los resultados del análisis anatómico del mesocarpo de los frutos de *Acrocomia aculeata* de las tres colectas, se presenta en la **Tabla 2**.

Las principales diferencias observadas en el mesocarpo de los frutos de las tres colectas son: la cantidad de fibras presentes, que fue mayor en el mesocarpo de los frutos de la segunda y sobre todo tercera colecta, mientras que se observó mayor número de células oleíferas en el mesocarpo de los frutos de la primera colecta (frutos maduros). Así mismo la pigmentación de la pulpa fue mayor en frutos maduros que en los inmaduros. Estos resultados evidenciaron que la mejor época de colecta de frutos es entre noviembre y febrero, cuando el mesocarpo de los frutos presenta mayor desarrollo de las células oleíferas y en consecuencia tendrá un mayor contenido de aceite.

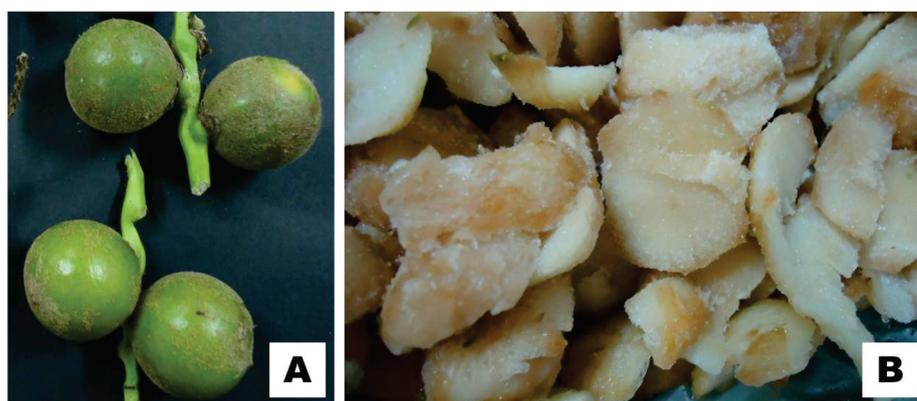
En relación a la actividad lipasa de la pulpa de “coco”, los resultados se indican en la **Tabla 3**.

**Tabla 1.** Resultados del Análisis morfológico del epicarpo y mesocarpo de los frutos de *Acrocomia aculeata* de las tres colectas.

Frutos	Estado de maduración	Primera colecta	Segunda colecta	Tercera colecta
		Maduros	Inmaduros	Inmaduros
	<b>Díametro</b>	3,48 cm (DSR=2,30%)	3,50 cm (DSR=2,87%)	3,07 cm (DSR=1,43%)
<b>Exocarpo del fruto</b>	<b>Descripción</b>	Verde-amarronado, liso y lustroso (Fig. 2.A), coriáceo, de fácil desprendimiento (Fig. 2.B).	Verdoso, liso, cubierto por una fina capa de cera (Fig. 3.A), coriáceo, de difícil desprendimiento.	Verdoso, liso, cubierto por una capa de cera, coriáceo, de difícil desprendimiento.
	<b>Espesor</b>	0,5 mm	0,5 mm	1,0 mm
<b>Mesocarpo del fruto</b>	<b>Descripción</b>	Amarillo-anaranjado, untuoso al tacto (Fig. 2.C).	Amarillo pálido, compacto, untuoso al tacto y algo más duro que el de la primera colecta (Fig. 3.B).	Blanquecino, compacto, duro y untuoso al tacto.
	<b>Espesor</b>	5-6 mm	4-5 mm	4-5 mm



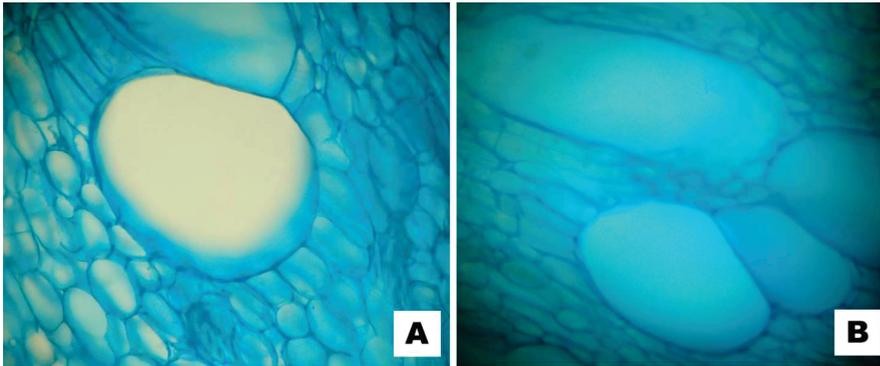
**Fig. 2. A-C.** *A. aculeata*. A. Frutos. B. Desprendimiento del epicarpo del fruto. C. Mesocarpo de los frutos maduros (primera colecta).



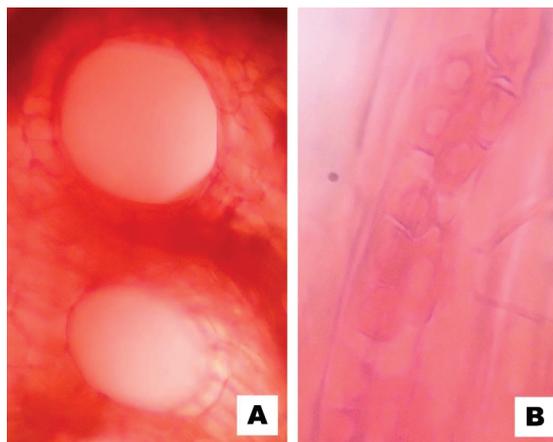
**Fig. 3. A-B.** *A. aculeata*. A. Frutos inmaduros. B. Mesocarpo de los frutos inmaduros (segunda colecta).

**Tabla 2.** Descripción anatómica del mesocarpo de los frutos de *Acrocomia aculeata*, de las tres colectas.

	Corte transversal (CT)	Corte longitudinal (CL)
<b>Primera colecta</b> 26 de noviembre de 2015	Células parenquimáticas poligonales, fibras que se distribuyen en toda la extensión del tejido parenquimático, algunos haces vasculares dispersos y gran cantidad de células oleíferas bien desarrolladas (Fig. 4. A-B).	Células parenquimáticas alargadas; vasos del xilema tipo escaleriforme principalmente, fibras y gran cantidad de células oleíferas.
<b>Segunda colecta</b> 23 de febrero de 2015	Células parenquimáticas poligonales, fibras que se distribuyen en toda la extensión del tejido parenquimático, algunos haces vasculares dispersos y células oleíferas (Fig. 5.A).	Células parenquimáticas alargadas; vasos del xilema tipo escaleriforme principalmente, fibras y células oleíferas.
<b>Tercera colecta</b> 23 de junio de 2016	Células parenquimáticas poligonales, gran cantidad de fibras que se distribuyen en toda la extensión del tejido parenquimático, algunos haces vasculares dispersos y células oleíferas.	Células parenquimáticas alargadas; vasos del xilema tipo escaleriforme principalmente, células oleíferas y gran cantidad de fibras (Fig. 5.B).



**Fig. 4. A-B.** Anatomía del mesocarpo de los frutos maduros de *A. aculeata*, de la primera colecta. A. Células oleíferas, corte transversal. B. Células oleíferas, corte longitudinal.



**Fig. 5. A-B.** Anatomía del mesocarpo de los frutos inmaduros de *A. aculeata*. A. Célula oleíferas, corte transversal (segunda colecta). B. Fibras (tercera colecta).

**Tabla 3.** Actividad lipasa de la pulpa de “coco”, *Acrocomia aculeata*, de las tres épocas de colecta.

COLECTA	ACTIVIDAD LIPASA unidad : U/L	PROMEDIO de Actividades en U/L
<b>PRIMERA:</b> 26/11/15	1,143	0,809± 0,298
	0,571	
	0,714	
<b>SEGUNDA:</b> 23/02/16	0,857	1,238± 0,436
	1,714	
	1,143	
<b>TERCERA:</b> 23/06/16	2,428	1,571± 0,857
	0,714	
	1,571	

Al aplicar el Test Estadístico de un factor ANOVA ( $p \leq 0,05$ ) se observó que los valores promedios de actividad lipasa no fueron estadísticamente diferentes entre si en función al tiempo de colecta aunque existió una tendencia de disminución de dicha actividad en los frutos maduros, en coincidencia con el saber popular acerca de la zafra de los frutos del cocotero donde el periodo comienza a finales de noviembre obteniéndose frutos maduros y aceites con menor acidez.

### Conclusión

Se concluye, luego del análisis de la pulpa de “coco”, *Acrocomia aculeata*, que los frutos maduros (primera colecta) tenían un mayor desarrollo de células oleíferas, y una menor actividad lipasa, mientras que los frutos inmaduros (tercera colecta) presentaron un menor desarrollo de la mencionada estructura y una mayor actividad lipasa, evidenciando que la mejor época de colecta de frutos, para la obtención de aceite es entre noviembre y febrero.

### Financiamiento

El presente trabajo fue realizado dentro del marco del Proyecto “Aplicación de la pulpa de coco (*Acrocomia aculeata*) en el diseño de nuevos biocatalizadores”, financiado por el Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT).

### Referencias bibliográficas

- Cardozo Román, C. J. (1996). Análisis de un sub-sector de la industria de Productos No Maderables del Bosque (PNMB) del Paraguay -*Acrocomia aculeata*-. *KAAGUY Revista Forestal del Paraguay*, 12 (1), 41-47.
- Fried, R. y Hoefmayer, J. Z. (1973). *Klin Chem. Klin Biochem.*, 11, 89.
- Kurooka, S., Okamoto, S. y Hashimoto, M. (1977). A novel and simple colorimetric assay for human serum lipase. *The journal of Biochemistry*, 81(2), 361-369.

- Molina Tizo, N., Cruz y Victoria, M. T., Anaya Sosa, I. (2010). Estudio enzimático de coco (*Cocos nucifera*) y mamey (*Calocarpum mammosum*). VII Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica 24 al 26 de Marzo del 2010 - Acapulco, Guerrero, México.
- TROPICOS (2018). *Base de datos del Missouri Botanical Garden*. Recuperado el 04 de mayo de 2018, de <http://tropicos.org/Name/2401428>