



# Revisión bibliográfica LA PALMA COROJO, UN RECURSO NATURAL PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ACEITE

## Review

### Corojo palm, a natural resource for sustainable oil production

Alejandro F. Hernández Zardón

**ABSTRACT.** The worldwide demand for the use of vegetable oils is increasing, due to their extensive use, ranging from satisfy growing nutritional needs of the population, until the industrial production of soaps and cosmetics and the use in the recent years as lubricants and biodiesel as renewable source of energy. The actual tendency in many countries to oil production is the use of new sources, such as the palms. In Cuba there are many oil producing species of oleaginous palms including those know as the “corojo palm” including the remarkable *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart, which is native and grows spontaneously in most of the provinces, mainly in the central and eastern region of the country, being located according to the international bibliography as the second among the group of oil producing species with an estimated 4200 L ha<sup>-1</sup>. In the present work, different aspects about palms are discussed and specifically about this specie and the researches that have been done in different countries of Latin America and particularly in Cuba, where it only has been exploited in an extractivist method for self-consumption by the population of different territories where it grows naturally.

**RESUMEN.** La demanda del uso de aceites vegetales a nivel global es cada día mayor, debido a su amplia utilización, que va desde satisfacer las crecientes necesidades nutricionales de la población, hasta la producción industrial de jabones y cosméticos y el uso en los últimos años como lubricantes y biodiesel como fuente de energía renovable. La tendencia actual de muchos países para la de producción de aceites es a partir de nuevas fuentes, como son las palmas. En Cuba existen varias especies de palmas oleaginosas, entre ellas las conocidas como “palma corojo” entre las que sobresale *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart, la cual es autóctona y crece de forma espontánea en la mayor parte de las provincias, principalmente en la región central y oriental del país, estando ubicada, según la bibliografía internacional, como la segunda especie del orbe en producción de aceite, con un estimado de 4200 L ha<sup>-1</sup>. En el presente trabajo se abordan diferentes aspectos sobre las palmas y muy especialmente sobre esta especie y los trabajos que se han llevado a cabo de forma general en diferentes países de América y de forma particular en Cuba, donde la misma solo ha sido explotada de forma extractivista para autoconsumo por las poblaciones de diferentes territorios donde habita de forma natural.

Key words: nonwood forest products, oil palms, oil products, plant propagation, biofuels

Palabras clave: productos forestales menores, palmas oleaginosas, productos oleaginosos, propagación de plantas, biocombustibles

## INTRODUCCIÓN

Las palmas son plantas que desde tiempos inmemoriales han estado estrechamente vinculadas

a la vida de los hombres del trópico en particular y de la humanidad en general, brindando los productos mas vitales para la subsistencia, como ha sido su utilización en la confección de alimentos, medicamentos, cobija y madera para las viviendas, tejidos para la elaboración de artes de pesca,

cuerdas y utensilios de trabajo, aceite para el alumbrado; así como muchos otros productos que han propiciado el desarrollo en lugares donde las condiciones naturales son sumamente frágiles y las palmas juegan un papel importante en el equilibrio ecológico y económico (1–3).

Instituto Nacional Ciencias Agrícolas (INCA),  
gaveta postal 1, San José de las Lajas,  
Mayabeque, Cuba, CP 32700.

✉ zardon@inca.edu.cu

Durante la década de los años 80 del siglo XX surgió en el mundo un creciente interés en las plantas oleaginosas, debido en parte a la demanda por aceites vegetales para consumo humano y más tarde como fuente alternativa renovable de energía (4). Después de esto, la demanda mundial de aceites vegetales ha crecido considerablemente y se espera que aumente aún más debido al crecimiento de la población y la gran demanda de combustibles renovables y materias primas para la producción de sustancias químicas; que según datos estadísticos para las campañas comerciales de aceites vegetales a nivel mundial, entre los años 2010 y 2020, la producción se incrementará en 33,2 millones de toneladas, alcanzando un total de 179,5 millones de toneladas en 2020, de las cuales 147 millones serán destinadas al consumo humano, y 26,8 millones serán utilizadas como biocombustible, así como se prevé que los precios vayan en aumento desde \$1022,9 hasta \$1086,5 USD la tonelada en el 2020 (5).

Muchos países tropicales donde crecen las palmas oleaginosas, principalmente en América Latina, Asia y África se han dedicado a la producción de aceite a partir de diferentes especies, entre las cuales está la Palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq) en primer lugar y la palma corozo, mbokaja o corajo (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) en segundo lugar. Con respecto a ello se plantea que, en Venezuela, están incentivando el desarrollo de tecnologías que permitan aumentar la producción nacional de aceites y grasas, que un 80 % son importadas, siendo importante aprovechar la existencia de una gran diversidad de palmas aceiteras, que son desconocidas y que constituyen una fuente muy valiosa para la producción de aceite (6, 7).

En el caso de Cuba, con algo más de 11 millones de habitantes (8), con un consumo fijo de aceite comestible de más de 2 millones 750 mil litros mensuales, lo cual representa más de 33 millones de litros de aceite al año, sin contar el consumo que se produce por las diferentes empresas de comercio, adquisiciones en la red de tiendas en moneda convertible, utilización por hoteles, e instalaciones de producción de alimentos y servicios, lo cual representa un gasto de millones de dólares anualmente, por lo que sería conveniente incentivar el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan la producción nacional de este rubro, el cual en su mayor parte es importado.

Entre las especies autóctonas de Cuba, una que puede ser utilizada como fuente potencial de producción de aceite es la "Palma Corajo" (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) un recurso natural que no es explotado, y que ha ido desapareciendo poco a poco de nuestros campos (8, 9). La misma ha sido citada por diferentes autores (6, 7), como la segunda del orbe en producción de aceite con un estimado de 4200 L ha<sup>-1</sup>, siendo su aceite de alta calidad, comparable con el de Oliva, el cual puede ser destinado a uso alimenticio, como materia prima en la producción de jabonería y cosméticos, o como producto estratégico en la producción de bio-combustibles.

Esta planta tiene además otros usos como son: la producción de harina alimenticia a partir de la pulpa (si no es convertida en aceite), con alto contenido en Vitamina A (9); para la confección de dulces, panetelas, helados, y refrescos; en la preparación de raciones a partir de las hojas para equinos de alto rendimiento debido a su poder nutritivo y energético así como la torta subproducto del endospermo después de prensada para la extracción de aceite que

se utiliza en la confección de raciones para (animales de carne y leche), debido a su alto contenido nutricional. El exocarpio es utilizado en la producción energética como carbón vegetal y también sus fibras foliares se usan en la confección de artesanías y utensilios de trabajo como cuerdas, artes de pesca y otros productos de gran resistencia y durabilidad. Tiene además un amplio uso ornamental y paisajístico. Estando entre sus virtudes como planta el tener un gran poder de adaptación a suelos de baja calidad y ser resistente a períodos prolongados de sequía, así como ser una planta perenne, y su vida útil es de 70 a 80 años (1–4, 9–11).

Por lo que es objetivo de este trabajo conocer el estado del arte en cuanto a los resultados y avances obtenidos por algunos países, en el tema de la multiplicación, producción, cosecha y extracción de aceite de palma y sus derivados, para que sirvan como base a la elaboración de proyectos conducentes a la implementación de tecnologías apropiadas, para la producción de aceite de palma en Cuba.

## CARACTERÍSTICAS DE LA FAMILIA *Arecaceae*

La familia *Arecaceae* C.H. Schultz. (*Palmae*) son plantas terrestres, arbóreas o arbustivas, erectas o escandentes (*Desmoncus*), acaulescentes o caulescentes, con los estípites solitarios o cespitosos, inermes o espinosas. Las hojas alternas, con las láminas enteras, pinnadas o flabeladas, dispuestas en espiral. Las Plantas hermafroditas, monoicas o dioicas. Las inflorescencias axilares, interfoliares (naciendo entre las hojas) o infrafoliares (naciendo abajo de las hojas) sostenidas por dos prófilos abarquillados, espigas, racimos o panículas, pedúnculos cortos o elongados, portando numerosas brácteas. Flores bisexuales

o unisexuales, comúnmente bracteadas; perianto diferenciado, sépalos de dos a tres, pétalos de dos a tres; estambres de tres a seis indefinidos, completamente separados; estaminodios y pistiloide con frecuencia presente en las flores unisexuales; gineceo apocárpico o sincárpico, carpelos de uno a cuatro (en las especies apocárpicas) o tres (en las especies sincárpicas), ovario superior con uno o tres lóculos, un óvulo en cada lóculo, placentación axilar, apical-axilar o basal-axilar, estilos de uno a tres o no evidentes; estigmas erectos o recurvados. Frutos drupáceos, glabros, inermes, espinosos o escamosos, a veces (*Iriartea*, *Socratea*) ± dehiscentes; semillas uno -numerosas (12).

Las especies de la familia se distribuyen principalmente en las zonas tropicales del mundo, algunas llegan incluso a regiones subtropicales del nuevo y del viejo mundo. Ello hace que la familia arecaceae este catalogada como una de las grandes familias de distribución casi exclusivamente tropical (12–14).

Arecaceae está compuesta por 189 géneros y 2700 especies conocidas (1, 12–14).

La polinización de las flores es en muchos casos realizada por el viento, también son polinizadores importantes los escarabajos de las familias, Nitidulidae y Curculionidae y otros insectos como abejas y moscas (12).

Las palmas han sido empleadas por las sociedades humanas desde tiempos inmemoriales, ya por sus frutos y palmitos comestibles (*Bactris gasipaes*, *Cocos nucifera*, *Euterpe precatoria*, *Geonoma edulis*, *Iriartea deltoidea*, *Phoenix dactylifera*), ya para proveerse de materiales para la construcción de viviendas o para la artesanía en general (*Astrocaryum alatum*, *Asterogyne martiana*, *Attalea butyracea*, *Geonoma congesta*, *Raphia taedigera*, *Socratea exorrhiza*) (1–3, 12, 13).

## PALMAS PRODUCTORAS DE ACEITE Y SUS DERIVADOS

Existen cerca de 1300 especies de palmeras neo tropicales (13, 14), siendo los siguientes géneros los de mayor potencial en la producción de aceite: *Elaeisi* (*Dendé* y *Caiane*) *E. Oleifera* (*el complejo Orbiguya-Atalea Babasú y Piasava*), *Mauritia* (*Buriti* – *M. flexuosa*) y *Acrocomia* (*Macauba*, *Mbocayá*) (15–20).

## ESTABLECIMIENTO DEL GÉNERO *Acrocomia*

El género fue descrito por Mauritiusen en 1824, como *Acrocomia sclerocarpa*, hoy (*A. aculeata*), como especie típica en su taxonomía como ocurre con muchos géneros de palmeras, llamando dichos autores (21), a una revisión crítica urgente.

El género *acrocomia* agrupa 29 especies (22); sin embargo, otro investigador afirma que el género *Acrocomia* es neo tropical y agrupa 26 especies, y se extienden desde el Norte de Argentina y Paraguay hasta México y las Indias occidentales, Cuba y Jamaica (23).

## DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y CARACTERÍSTICAS DE *A. aculeata*

Debe destacarse que la palabra “*aculeata*” que identifica a esta especie, se refiere a espinas duras, rígidas como agujones (14). Algunos investigadores han coincidido en que las características de *Acrocomia aculeata* son las siguientes; es una Palmera de un solo tronco, mediana, espinosa y monoica (Figuras 1 y 2). El tronco erecto de hasta 15-20 m de altura, a menudo menos y 30-50 cm de diámetro, muy abundante en cicatrices foliares y densamente armado de espinas. El sistema radical con frecuencia de diámetro mucho mayor que la copa.



Figura 1. *A. aculeata*. Campo de brotación natural manejada. Mato Grosso del Sur, Brasil



Figura 2. *A. aculeata*. Jardín Botánico Nacional, La Habana, Cuba

Las hojas reduplicadamente pinadas, unas 20-40 en la copa, de color gris-verde, de 3-5 m de largo y más o menos curvadas; la vaina de unos 40 cm de longitud, con pelos pardos y armada con espinas negras; el pecíolo de hasta 60 cm de largo y armado con espinas negras, el raquis también espinoso; los folíolos, en número de unos 100-120 a cada lado del raquis, de unos 30-70 cm de largo y 3-5 cm de ancho, inermes y dispuestos en varios planos, lo que da a la hoja un aspecto plumoso. La inflorescencia interfoliar, de hasta unos 150 cm de largo; el pedúnculo de unos 60 cm de largo y densamente armado con espinas largas y negras; la primera bráctea

(perfil) de unos 50 cm de largo, más o menos oculta, erizada y pelosa; la segunda bráctea de hasta 130 cm, navicular, leñosa, picuda, parda y con pelos lanosos y espinas, la superficie interior de color amarillo-cremoso y fuerte olor a tierra, las masculinas de unos 7 mm de largo, las femeninas de unos 10 mm de largo. El fruto redondeado, de 3-6 cm de diámetro, raras veces de hasta 9 cm y de color entre verde apagado y pardo; el epicarpio suave, delgado y bastante duro pero quebradizo; el mesocarpio de 3-7 mm de espesor, de color verde, crema, amarillo o anaranjado (12–14).

En la especie típica la base de los pecíolos permanece adherida al tronco por muchos años y los frutos tienen la cáscara dura y color crema. La conocida por mocayayba, el tronco es más fino y liso, los frutos tienen la cáscara amarilla y la pulpa amarilla y dulce.

Se dice también que las plantas pioneras son tolerantes al fuego (7, 14, 20, 24–27).

Suele florecer hacia el final de la estación seca; fructifica por lo general entre diciembre y mayo, aunque otros ubican la época de fructificación en los meses de julio a noviembre por lo que al parecer las variaciones tienen que ver con la región geográfica (7, 24, 26, 27).

## NOMBRES QUE HA RECIBIDO LA PLANTA EN DIFERENTES PAÍSES Y REGIONES

El género *Acrocomia* posee muchos nombres y características según la zona de la que provenga la planta. La palabra *Acrocomia*, significa en vocablos griegos: Akros, extremidad o fin y Kome, follaje o cabellera, por lo que cuando unimos las dos palabras diría algo así como: "Terminada en cabellera" (7, 14).

A partir de un informe por países, sobre el uso de Productos Forestales no Maderables, en Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, solo encontramos reportes del uso de la *Acrocomia* en Belice y Panamá, recibiendo en Belice el nombre de: corozo o cohune y el nombre científico es (*Attalea cohune*) y en Panamá el nombre de pacora, *Acrocomia aculeata* (28).

La palmera *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd ex Mart, tiene por nombres comunes, llamados también nombres vernáculos los siguientes: macara oil, butter tree, parguay palm, macaw palm (ingles); macauba, macaiba, macaja, uba, grou grou, noz do paraguai, mbocaya, bocaiuva, coco-baboso, coco de catarro (Brasil); coyol, palma de vino (Centroamérica); corozo (Venezuela); Carijo, gru gou, catey (República Dominicana); mbocaia, cayiete, ocori, coquito (Paraguay y Argentina); totai, cayara (Bolivia); palmiste epineux (Martinica); orotaich, mbocaya (amerindios) Macaúba, Macaúva, coco-de-catarro, bocaiúva, coco de espinho, coco baboso, macaíba, macaúba, macajuba, macaibeira, mucaja, mucaia, mucajuba y chicle de tabaiano (24, 26–29).

La palma (*A. aculeata*) tiene las siguientes sinonimias, en Martinica y Dominica; *A. lasiospatha* Mart., en las Guayanas; *A. totai* Mart., en el Paraguay y en la Argentina; *A. mexicana* Karw. ex Mart. (24), *Acrocomia antiguana* L.H. Bailey; *A. antiquiensis* Posada-Ar; *A. belizensis* L. H. Bailey; *A. Chonta* Covas & Ragon; *A. eriocantha* Barb. Rodr; *A. fusiformis* (Sw) Sweet; *A. glaucophilla* Drude; *A. grenadana* L. H. Bailey; *A. hospes* L. H. Bailey ; *A. ierensis* L.H. Bailey; *A. microcarpa* Barb, Rodr; *A. mocayayba* Barb, Rodr; *A. odorata* Barb, Rodr; *A. pilosa* Leon; *A. sclerocarpa* Mart; *A. subinermis*. Leon; *A. totai* Mart. (26).

## HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN

*A. aculeata* y otras especies muy afines (probablemente no distintas) se encuentran desde México hasta la Argentina, con excepción de Ecuador y crecen en suelos muy pobres, pero se desarrolla mejor en zonas más fértiles. Es muy común en áreas abiertas, degradadas, sabanas. Las plantas jóvenes son resistentes al fuego y puede tolerar de cuatro a seis meses de sequía. No tolera las condiciones de saturación hídrica del suelo (encharcamiento). No crece en el bosque alto, pero es cada vez más abundante en zonas aclaradas de los trópicos húmedos del Amazonas. Por lo general va asociada a una precipitación de entre 1000 y 2500 mm, y es capaz de soportar heladas ocasionales. Habitualmente se presenta dispersa en densidades de hasta 20 árboles por hectárea en grandes zonas, pero puede aparecer localmente en densos bosquecillos de 100 o más árboles. Se ha observado que ella busca áreas de clima adecuado en las faldas de los montes del litoral, y en los altiplanos de las regiones tropicales y las ocurrencias más conocidas están situadas en la América central, Antillas y América del Sur (24, 25, 27).

En el Paraguay abarca una superficie total de 4 546 000 hectáreas, comprendiendo gran parte de la zona sur y este del río Paraguay, en los departamentos Central, Cordillera, Paraguaré, Caazapá, Caaguazú y Concepción (29) y en Brasil habita desde Paraná hasta San Pablo y Mato Grosso del Sur, principalmente en los costados de las lomas (26).

Otros países donde se puede encontrar la palma *Acrocomia aculeata*, son Colombia, Venezuela, Guyana y Bolivia (13, 23).

El área geográfica cubierta por la palmera de “cabellera en la punta” abarca prácticamente toda la región tropical del globo terrestre, encontrándose ocasionalmente en áreas subtropicales (29).

## TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS EN *A. aculeata* Y SUS PRINCIPALES USOS EN PAISES DE LATINOAMÉRICA

Brasil inició en 1982 dentro del Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuaria del Ministerio de Agricultura más tarde, un activo programa vislumbrando la domesticación de las especies Mbocayá y Macauba y en 1983 la consulta de expertos sobre palmeras poco conocidas de América tropical, organizada por la FAO, seleccionó al género *Acrocomia*, especialmente *Acrocomia aculeata* y *Acrocomia totai* como uno de los grupos prioritarios para la domesticación, principalmente por la gran importancia como fuente de producción de aceite y en 1984, el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN), en colaboración con instituciones de Bolivia, Colombia, Paraguay y Estados Unidos, presentó a la USAID un ambicioso proyecto avistando establecer los parámetros para muestrear los principales recursos genéticos de las especies de importancia económica del género (4).

En un trabajo llevado a cabo en Brasil a fin de dilucidar si la Macauba y el Mbocayá son fuentes principales para producir aceite de palma, compararon el potencial de estas dos especies con las fuentes principales de aceite de palma que hasta ese momento se utilizaban de forma comercial, que eran el Dendé (*Elaeis guineensis* Jacq), con más de 80 años de cultivo y más de 50 años de mejoramiento genético,

y rendimientos productivos de 3-5 t ha<sup>-1</sup> de aceite y el Coco (*Cocos nucifera* L.), la palmera que presentaba el segundo mejor comportamiento, con una media de producción de algo más de 2 t ha<sup>-1</sup> de aceite (21).

Esos promedios productivos fueron comparados con los levantamientos hechos en Minas Gerais, y teniendo en cuenta dos densidades de población, una con 150 palmas por hectárea, la cual arrojó una productividad de 9600 kg ha<sup>-1</sup> de frutos, con una producción de aceite de 2486 t ha<sup>-1</sup> y la otra con 200 palmas por hectárea, la cual arrojó una productividad de 25000 kg ha<sup>-1</sup> de frutos con una producción de 6475 t ha<sup>-1</sup> de aceite, por lo que las nuevas especies demostraron tener un alto potencial de rendimiento y ser competitivas (21).

## CARACTERIZACIÓN DE LOS FRUTOS

La pulpa del fruto es comestible en forma natural, o utilizada para la extracción de grasas, confección de jaleas y dulce de coco. La almendra da un aceite claro con calidad semejante al aceite de Oliva, que es empleado en la medicina casera, la culinaria, fabricación de jabones y combustible para lámparas.

El tegumento de las semillas es bastante duro y áspero, es utilizado en la confección de adornos artesanales, tales como: anillos, botones, cadenas, etc.

La pulpa y la almendra tienen potencial industrial en la extracción de grasa y aceites utilizados para hacer jabones, y de las hojas pueden ser producidas fibras textiles (27, 30).

## COMPOSICIÓN DEL FRUTO Y VALOR NUTRICIONAL

La literatura presenta una gran variación en la composición del fruto, ocasionada en particular por el tiempo que transcurre entre la maduración de los mismos y el análisis en el laboratorio (9); pudiéndose observar en la Tabla I, la composición del coco y, en la Tabla II, las características físico químicas de las diversas fracciones del coco.

La presencia de enzimas lipolíticas en la pulpa o mesocarpio, ocasiona una elevación acentuada de la acidez libre del aceite de la pulpa, limitando su utilización para consumo alimenticio o industrial, pero no influye en su utilización energética (9).

Aunque la composición de los frutos de *A. aculeata* varía considerablemente (24), un fruto característico pesa 40 g, de los cuales 26 están constituidos por materia seca. Esta está compuesta por un 20 % de exocarpio, 34 % de mesocarpio, 39 % de endocarpio y 7 % de pepita (Figura 3), que a su vez contiene de 5 a 10 %, de 56 a 70 % y de 55 a 58 % de aceite, respectivamente.

Tabla I. Composición del coco macaúba

Partes	Porcentaje de fruto	Porcentaje de aceite base seca	Porcentaje de aceite fruto total
Cáscara	30,5	10,9	3,3
Pulpa	27,5	69,6	19,2
Endocarpio	34,7	-	-
Almendra	7,3	46,6	3,4
Totales	100	-	25,9

Tomada de Wandek, F.A., 1985 (9)

**Tabla II. Características físico químicas de las diversas fracciones del coco “Macaúba” en la región de Jaboticatubas. Minas Gerais**

Características	Cáscara	Pulpa	Almendra
Humedad %	8,8	13,5	3,8
Aceite %	10,8	69,6	46,6
Acidez libre %	82,7	49,3	2,4
Índice de iodo %	67,8	72,8	28,2
Índice de saponificación	195,6	196,4	231,14
Composición en ácidos grasos	Aceite de cáscara %	Aceite de pulpa %	Aceite de Almendra %
Caprílico 8	-	-	4,9
Cáprico 10	-	-	42
Laurico 12	-	-	58,6
Mirístico 14	-	-	8,0
Palmítico 16	20,8	17,5	4,7
Palmitoleico 16:1	3,8	2,3	-
Estearico 18	2,4	2,7	4,2
Oléico 18:1	62,5	65,9	12,8
Linoléico 18:2	10,5	11,6	2,6

Tomada de Wandek, F.A., 2012 (9)

**Figura 3. Fruto de *A. aculeata*, mostrando las diferentes partes de lo que está compuesto**

El total de aceite oscila entre el 16 y el 23 % del peso del fruto fresco, y entre el 25 y el 34 % del peso en seco, con alrededor de una sexta parte procedente de la pepita. La materia seca de la pulpa tiene un 3,4 % de proteína, y con frecuencia existe una pequeña cantidad de azúcar y caroteno. Por consiguiente, el fruto puede considerarse como una buena fuente de calorías, y algunas variedades aportan cantidades razonables de vitamina A (9).

Investigadores Brasileños detectaron un alto porcentaje de carotenoide (9,590 UL 100 g), precursor de la Vitamina A en los frutos maduros de *A. aculeata* (31).

## PRODUCCIÓN DE LA FRUTA

Las arvenses perjudican mucho la producción de frutos y se ha determinado que ejemplares aislados y sin cuidado, rondan de 15-20 kg de fruto por planta al año; sin embargo, con un manejo agronómico adecuado, es posible obtener hasta 70 kg por planta anualmente (32).

La palma Mbocayá o Totai (*Acrocomia*) que se distribuye en más de 218 000 hectáreas de poblaciones espontáneas en la región central del Paraguay, es la palmera más común y económicamente más importante de ese país. Las densidades encontradas oscilaron entre 50 y 150 individuos por hectárea, por lo que al parecer hay una correlación directa entre densidad e intensidad del uso de la tierra para la agricultura, y se estima un potencial extractivo de entre 100 000 y 200 000 toneladas de coco que representan entre 25000–50000 t de aceite por año; a partir de datos compilados entre 1940 y 1953 solamente se explota el 2 % de este potencial (15).

Sin embargo, la producción efectiva hasta el año 1995 de los frutos de coco, se encontraba en

el orden de las 200 000 toneladas anuales, en ese año CAINCO tenía una capacidad instalada para producir hasta 19350 toneladas de aceite por año utilizando 322500 toneladas de coco; sin embargo, la industria solo trabajaba al 30 % pero con una tendencia a la disminución<sup>A</sup>.

Un levantamiento hecho de la especie llamada Macauba en el estado de Minas Gerais, Brasil (21), arrojó una situación muy parecida a la encontrada en Paraguay, con un área total cubierta de unas 20000 hectáreas con un potencial productivo de unas 200 000 toneladas de fruto, lo cual representaba unas 50000 toneladas de aceite por año. Hasta ahora, *Acrocomia* fue utilizada de manera tradicional y limitada en Paraguay y Brasil, principalmente. Sin embargo, el potencial de *Acrocomia* ha sido revalorizado y se están llevando a cabo actividades de investigación y desarrollo para optimizar su utilización como cultivo (15).

Los conocimientos y experiencias reales de cultivos e industrialización de *Acrocomia*, incluyendo material de propagación seleccionado, manejo de cultivos, cosecha semi-mecanizada y uso de los subproductos industriales ya están disponibles. Así están dadas las condiciones para establecer *Acrocomia* como un nuevo cultivo oleaginoso altamente competitivo y un componente importante en una economía sostenible futura para casi todos los países latinoamericanos (15).

## PLAGAS, ENFERMEDADES Y PROTECCIÓN DE SUELO

En el estado actual de conocimientos, *Acrocomia* no es especialmente susceptible a las enfermedades típicas de la palma aceitera, como podredumbre blanca *Ganoderma* o el gorgojo rojo de las palmas (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier). Pertenece a la familia de las Palmas (*Arecaceae*), como la palma aceitera, pero a un género diferente. Por último, como un árbol, *Acrocomia* proporciona protección muy buena al suelo y un potencial significativo para la lucha contra el cambio climático a través de la reforestación y sistemas agroforestales<sup>A</sup>.

## LAS SEMILLAS Y LOS MÉTODOS DE MULTIPLICACIÓN

Las semillas de *A. aculeata*, germinan bien tras seis meses de letargo y después crecen lentamente durante los primeros años (Figura 4). Empiezan a fructificar entre el cuarto y el sexto año, en función de la fertilidad del

suelo, teniendo una altura de unos cuatro metros. Hasta el momento no se ha señalado la existencia de plagas o enfermedades en las plantas silvestres (24).

Un kilogramo de frutos contiene de 25-35 unidades, que son consideradas de germinación difícil, pudiendo llevar hasta años este proceso. Las plantitas retiradas de la base de la planta madre con cepellón, resisten bien el trasplante en la época lluviosa (26).

La planta se multiplica por semillas, un kilogramo de frutos contiene de 25-35 semillas; para la germinación, se colocan las semillas después de la colecta en recipientes individuales, conteniendo sustrato de fertilizante orgánico y suelo arenoso, manteniéndolas en ambientes sombreados, ocurriendo la germinación de 3-5 meses, con una tasa de germinación moderada. El desarrollo de las posturas como de las plantas en el campo es lento (27).

La especie *A. aculeata* en Brasil, se puede encontrar preferencialmente en valles y alrededor de bosques mesófilos



Figura 4. Plantas germinadas de forma natural extraídas del suelo para su trasplante

<sup>A</sup> McDonald, M. J. *Revisión de la Situación Actual de Mbokaja (Acrocomia totai) en Paraguay* [en línea]. Inst. geAm Gestion Ambiental, 2007, Asuncion, Paraguay, p. 78, [Consultado: 1 de agosto de 2014], Disponible en: <[http://www.geam.org.py/v3/uploads/2011/11/Mbokaja\\_Informe\\_Final1.pdf](http://www.geam.org.py/v3/uploads/2011/11/Mbokaja_Informe_Final1.pdf)>.

semidesiduos (bosques tropicales sub caducifolios) y su diseminación es facilitada por la gran producción de frutos y el consumo de estos por los pobladores y por varias especies de animales que también los consumen y esparcen las semillas (30, 33).

Trabajos llevados a cabo en Curitiba, Brasil, en la adaptación de vitroplantas de *Acrocomia aculeata*, (JACQ.)LODD.EXMART, cultivadas a partir de embriones zigóticos (34), utilizando Hongos Micorrízico Arbusculares (HMA) y un análogo de Brasinoesteroide, Biobras-16, se encontraron diferencias significativas entre sus tratamientos y el tratamiento testigo, en el índice número de raíces, observando un mayor número en las plantas inoculadas con HMA<sup>B</sup>.

Otros trabajos realizados en la Universidad Federal de Paraná, Brasil, entre los años 2008 y 2010 en la adaptación de vitro plantas de *A. aculeata* (JACQ.) LODD. EX MART, a partir de embriones zigóticos, mostraron que el uso de los bioproductos: HMA, cepa *Glomus cubense* Y. Rodr. & Dalpé y la aplicación del Análogo de Brasinoesteroide: Biobras -16, en el momento del trasplante, de tubo *in vitro* a bolsas pequeñas de polietileno, arrojaron resultados significativos sobre los tratamientos que se utilizaban hasta ese momento y que fueron utilizados como testigo, lo cual es un paso importante en la producción y adaptación de vitro plantas. Lográndose con ello mayores tasas de crecimiento y desarrollo, tales como: altura,

número de hojas, longitud de la raíz, peso seco y peso verde, tanto de la parte aérea como de la parte subterránea y el área foliar (35) (Figuras 5, 6 y 7).



**Figura 5. Trasplante de vitroplantas ya adaptadas a bolsas con un sustrato**



**Figuras 6 y 7. Trasplante de vitroplantas a bolsas para su aclimatación en cajas plásticas con tapa, utilizadas como cámara húmeda**

<sup>B</sup> Borcioni, E. *Subsídios à implementação de sistemas de cultivo de Acrocomia Aculeata (Jacq.) Lodd. Ex Mart (Arecaceae)* [en línea]. Doutor em Ciências, Universidade Federal do Paraná, 2012, Curitiba, Brasil, 111 p., [Consultado: 1 de agosto de 2014], Disponible en: <[http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/27305/TESE%20FINAL\\_%20ELIS%20BORCIONI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/27305/TESE%20FINAL_%20ELIS%20BORCIONI.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>.



Figura 8. Semillas de *A. aculeata* pregerminadas



Figura 9. Semillas pregerminadas, sembradas en tubetes plásticos

## PRODUCTOS EXTRAÍDOS DE LAS PALMAS Y SU IMPORTANCIA ECONÓMICA

La explotación de *A. aculeata*, se ha llevado a cabo probablemente antes del descubrimiento de América por los españoles, y se

podría decir que su utilización comenzó con la primera aparición de los indígenas en la región este del río Paraguay y al Norte del río Paraná<sup>A</sup>.

Las palmas de (*A. aculeata*) pueden proporcionar asimismo palmitos (tejido blando y de color blanco o crema que se encuentra en la zona meristemática de la

planta, cubierta por las vainas de las hojas), de los que también se afirma que pueden utilizarse para producir un almidón similar al del sagu y vino de palmera. Algunas tribus utilizan la pulpa del fruto, y otras el almidón y el azúcar del tronco, para preparar bebidas fermentadas (Figuras 10 y 11). El sabor de la pulpa es ligeramente dulce y despiden un olor agradable, pero la textura mucilaginosa y oleaginosa del fruto es atractiva solamente para los que están acostumbrados a consumirlo (24).

El aceite del mesocarpio se enrancia rápidamente, debido a que cae del árbol poco maduro. Los frutos maduran de manera desigual. Por lo general el aceite se extrae por los habitantes en su mayoría indígenas, mediante primitivos métodos de cocción y prensado por lo que se utiliza para la fabricación de jabón. Con frecuencia se extraen juntas la pulpa y la pepita. Cada año se procesan en el Brasil alrededor de 2 000 toneladas de fruto seco, y bastantes más en el Paraguay. Es frecuente que el fruto sirva de alimento al ganado, que utiliza solo la pulpa, mientras que los cerdos son capaces de llegar a la pepita. Por esta razón, en explotaciones agrícolas muy alejadas se considera esta especie como una útil fuente de alimento para animales. Los troncos se utilizan para postes y vigas de construcción, las hojas para forraje y la fibra para hacer cestos y sombreros (24).

El fruto de la *A. aculeata*, ha sido y sigue siéndolo en determinadas zonas, un importante componente de la dieta de algunas tribus. Carece de atractivo como fruta, pero su elevado contenido oleaginoso y sus rendimientos potenciales son de sumo interés (24).



Figura 10. Harina de *A. aculeata* producida a partir del mesocarpio del fruto



Figura 11. Licor fabricado a partir de plantas adultas de *A. aculeata*

Actualmente están en curso varios programas de investigación encaminados a mejorar las técnicas actuales de recolección y extracción. Con ello se pretende aprovechar mejor el aceite de la pulpa, que equivale a unas seis veces el aceite de la pepita; pero, aparte de los problemas de recolectar frutos maduros y evitar su rápido deterioro, la tarea de separar la pulpa del exocarpio y el endocarpio, y el aceite del mucilago y la fibra, es difícil cuando la pulpa no está seca. Se han sugerido como técnicas, que actualmente están en examen, el blanqueo rápido, la utilización de despulpadoras especialmente diseñadas al efecto, la descomposición enzimática del mucilago y la extracción mediante solventes (24).

El "mbokaja" (*A. aculeata*) presenta un alto valor socio-económico, dado que los pequeños agricultores recolectan los frutos de las poblaciones silvestres y los venden a las aceiteras cocoteras del país. Aunque se le aprovecha industrialmente desde hace décadas, son pocas las investigaciones dirigidas al mejoramiento y la implementación de cultivos ordenados a gran escala. Sin embargo, en los últimos años al aumentar la demanda de los aceites, entre ellos los destinados a la elaboración de biodiesel, ha surgido como planta promisoría, ya que según los estudios realizados ocupa el segundo lugar en el mundo en cuanto a la producción de aceite por hectárea, superada únicamente por otra palmera, la Palma africana *Elaeis guineensis* Jacq. (30).

La *Acrocomia* posee gran potencial, debido a que con la extracción de los aceites del mesocarpio y endospermo se generan subproductos totalmente aprovechables tales como las tortas para la alimentación animal y el pericarpio y endocarpio para la generación de calor por combustión directa en hornos y calderas (30).

La *Acrocomia aculeata* se consume en Belice y Panamá (28), de la siguiente forma: en Belice, se aprovechan los frutos y se extrae el meristemo apical para consumirlo como palmito. En Panamá, se extrae la savia del tallo con la que se elabora una bebida fermentada; los frutos machacados se usan para cocinar y extraer aceites.

El aceite de las semillas de corozo es ampliamente utilizado en todo el país, aunque ha bajado su importancia debido a la introducción de aceites de otras plantas. También se comercializa vino producido del tallo de esta palma.

Los Indios del Este de Colombia y Venezuela, que viven en el borde de la sabana, utilizan como fuente de alimento diversas palmeras, consumiendo los frutos tanto crudos como cocinados que se consumen directamente o se fermentan para elaborar bebidas, otra posibilidad es extraer de ellos el aceite o la harina feculenta. También se sangran las palmeras caídas para elaborar "toddy", (un licor característico de palma) y al parecer no se practica mucho en esa zona el arte de sangrar el árbol vivo (31).

En comparación con otras semillas de frutos de palmas, el valor de grasa en la harina de corozo (*A. aculeata*) es ligeramente superior al valor máximo para la semilla de palma africana *Elaeis guineensis* Jacq. (40-52 %) e inferior a las semillas de babasu (*Altea speciosa* Mart. Ex Spreng) ó (*Orbignya phalerata* Mart. ex Spreng) (67-69 %) y coco (*Cocos nucifera* L.) (63-70 %); las semillas indicadas son materias de uso convencional en la industria aceitera (37).

Con respecto a otras materias oleaginosas de gran utilidad, el contenido graso de la harina de corozo supera al algodón (22 %), a la soja (*Glycine max*, L.) (18 %), ajonjolí (*Sesamun orientale* L.) (48 %) y al girasol (*Helianthus annuus*, L.) (40 %). Por lo tanto, la semilla de corozo constituye un recurso oleaginoso de posible aprovechamiento como materia prima para la industria aceitera (24).

La semilla de (*Acrocomia aculeata* Jacq.) es una materia prima oleaginoso recomendable para la obtención de aceite, como producto de interés, el cual presenta características fisicoquímicas y composición en ácidos grasos específicas de aceites lauricos, altamente resistente a la oxidación lipídica y la lipólisis; siendo recomendable su uso en la elaboración de productos cosméticos, farmacéuticos y alimentarios como sustituto o complemento de aceites de uso convencional como el aceite de coco y el aceite de palmiste. La extracción de aceite de semilla de corozo aportaría como subproducto harina desgrasada, la cual posee contenidos de proteína y fibra que sugieren su uso en la formulación de alimentos para animales y posiblemente también para el consumo humano (24).

Los aceites vegetales, constituyen un rubro de importancia en las exportaciones de Paraguay y otros países y dentro de ellos se encuentra el aceite extraído de la *A. aculeata*, el cual es probablemente uno de los más apreciados, debido a la calidad del mismo, ya que su alto contenido de ácido láurico, lo hacen una materia prima inmejorable en la producción de derivados cosméticos, detergentes, jabones, aceites comestibles y otros <sup>A</sup>.

La palmera *A. aculeata* (Jack) Lood. ex Mart, es una de las especies promisorias de Brasil para la producción de aceite, que puede ser dedicada también a la producción de Biodiesel (37). La madera, es de larga durabilidad y es utilizada en construcciones rurales, las hojas abastecen de fibras textiles para la fabricación de redes, y artes de pesca (hilos de pescar).

De la pulpa de los frutos se extrae grasa comestible, considerada padrón de buena tierra; tiene buen potencial paisajístico (26).

Una de las especies que se encuentra dentro del listado de plantas que tiene el arbolado público de la ciudad de Resistencia, en el Chaco argentino, es la palmera: *A. aculeata*<sup>C</sup>, conocida en la Argentina con los nombres de (*A. totai*, Mbocaya, Coquito), soporta muy bien el frío hasta unos -4 °C y temperaturas muy altas. Lenta para germinar, (12-18 meses) debido a su grueso endocarpio, pero bastante rápida para crecer.

El Coyul (*Acrocomia mexicana* Karw. ex Mart.) es una especie que se extiende desde el Pacífico mexicano hasta Centro y Sudamérica y su fruto es apreciado desde la época prehispánica, en San Blás, Nayarit, Mexico se encuentra un ecosistema donde se explotan poblaciones silvestres y cultivadas de Coyul de forma tradicional, donde tiene importancia económica, ecológica y cultural, siendo esta especie una fuente importante en la producción de aceites comestibles, alimento para el ganado, se producen artesanías (38).

<sup>C</sup> Grassia, J. *Palmeras en la Ciudad de Resistencia* [en línea]. 2010, [Consultado: 2 de agosto de 2014], Disponible en: <<http://palmasenresistencia.blogspot.com/2010/12/introduccion.html>>.

## EXTRACCIÓN DE LA ALMENDRA DEL FRUTO DE LA PALMA COROZO

Una vez obtenida la materia prima para el análisis, la misma se somete a un secado ambiental por cinco días, a condiciones controladas de temperatura y humedad, 25 °C y 60 % respectivamente. Este tratamiento se realiza con la finalidad de lograr eliminar con mayor facilidad el epicarpio y mesocarpio del fruto, y por tanto extraer la almendra rápidamente y en forma adecuada. Se fractura el epicarpio con la ayuda de un martillo, separando el mismo del resto del fruto. El resto de las partes del fruto conformado por el mesocarpio, endocarpio y almendra, se somete a una segunda extracción mecánica para facilitar la extracción manual de la almendra, las cuales se almacenan en recipientes limpios, en ambiente refrigerado (6).

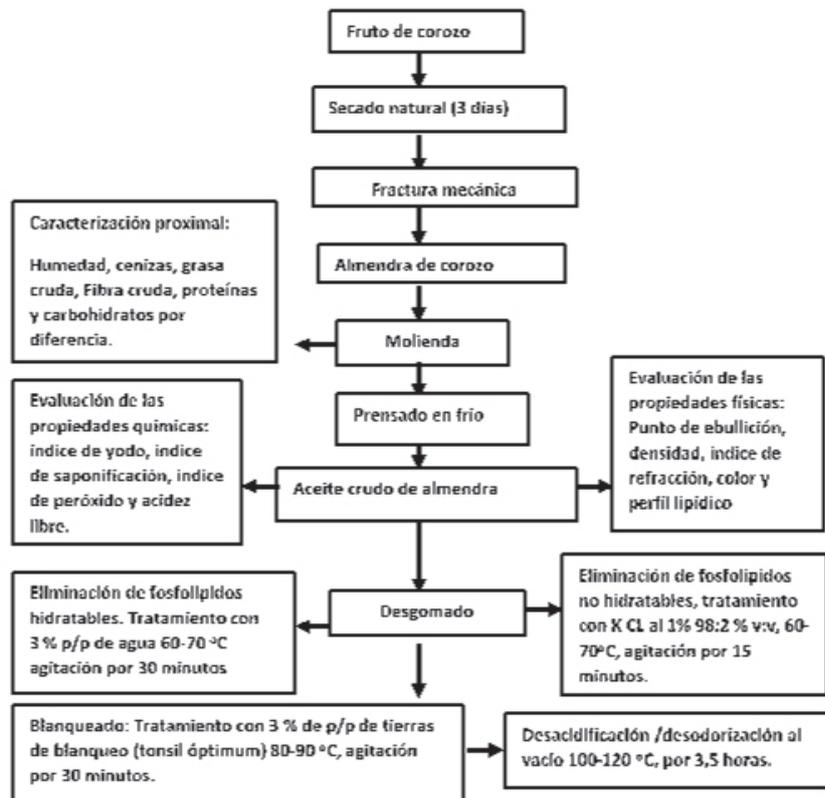
## EXTRACCIÓN POR PRENSADO EN FRÍO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE CRUDO DE LA ALMENDRA DEL FRUTO DE LA PALMA COROZO

La extracción del aceite crudo contenido en la almendra del fruto del corozo, se realiza por la técnica de prensado en frío. Las presiones a las que se realizan los ensayos son 2,000, 4,000, 6,000, 8,000 y 10,000 psi, durante un tiempo de 5, 15 y 30 minutos, dos pruebas por tratamiento, a la presión y temperatura ambiente. Todos los ensayos son realizados con una muestra de almendra molida de 20 gramos aproximadamente y un tamaño de partícula de 0,75 mm. La caracterización física y química del aceite crudo de almendra de corozo se realiza siguiendo la metodología descrita en las normas COVENIN (Normas

venezolanas para extracción de aceite) realizando los ensayos correspondientes por triplicado. Obteniéndose los mejores resultados del primer prensado a escala de laboratorio cuando la presión es de 10,000 psi y el tiempo de 30 minutos con una extracción de 21,75 % de aceite. Por otra parte, después de la refinación no se aprecian cambios significativos en las propiedades del aceite refinado con respecto al crudo, a excepción del color el cual se reduce el nivel de amarillo en un 80 %, el rojo en un 94 % y el azul en un 100 % (6), (Figura 12).

## EL ACEITE DE LAS PALMAS COMO FUENTE RENOVABLE DE ENERGÍA EN LA FABRICACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

Los cultivos de ciclo corto como el maíz (*Zea maíz*, L.), la caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L.), la yuca (*Manihot sculenta* L.) y la piña (*Ananas comosus* L.) son fuentes promisorias de alcohol. En Brasil con más de un millón de vehículos movidos por alcohol, es el primero en la explotación comercial de esta opción (19), pero como la mayoría de la industria y el transporte pesado dependen de aceites carburantes, otras posibilidades deben ser exploradas utilizándose para ello "los aceites de palma".



Tomada de Hernández, C., 2005 (6)

Figura 12. Esquema de extracción industrial de aceite de corozo

El aceite de Macaúba no es posible utilizarlo directamente como sustituto del diésel (9), debido a la temperatura con que se inicia su proceso de cristalización (Punto de niebla). Las pruebas efectuadas demostraron que es posible su utilización en mezcla ternaria (Intol xxDf7) con los porcentajes de 20 % de aceite vegetal, 7 % de etanol anhidro y 73 % de Diésel. La mezcla reduce la viscosidad y el punto de niebla, posibilitando su utilización en motores con menos consumo energético que el diésel puro (39).

En las mezclas de biodiésel-diésel en Brasil (40) era permitido un 2 % entre 2005 y 2007, con un mercado potencial de 800 millones de litros por año; entre 2008 y 2012 fue obligatorio el uso hasta un 2 % y hasta un 5 % permitido, con un mercado garantizado de un billón de litros por año; y entre finales de 2003 y hasta 2008, fue obligatorio hasta un 3 % y a partir del año 2013 es obligatorio el uso de un 5 % de biodiésel, con un mercado garantizado de 2,4 billones de litros por año.

En la composición del biodiésel se utilizan los aceites extraídos de las diferentes especies de plantas oleaginosas, entre ellas la soja (*Glycine max* L.), el ricino (*Ricinus communis* L.), palma africana (*Elaeis guineensis*), la palma macaúba (*A. aculeata*), el cacahuate (*Arachis ipogea* L.), el girasol (*Helianthus annuus*, L.) y la jarotropha o piñon de botija (*Jarotropha curcas*, L.); utilizándose para ello métodos químico-mecánicos y después de un proceso de Craqueamiento-esterificación y transesterificación por la industria del biodiésel, es enviado a los puntos de distribución - consumo (40).

En la actualidad se produce más del 60 % del biocombustible a partir de aceite de soja, que tiene un valor más alto en el mercado siendo una de las especies prominentes para la producción de biocombustible, la *A. aculeata*, la

cual se da en los terrenos de forma espontánea y que, si se lleva a plantaciones, puede producir hasta 4000 o más litros de biodiésel por hectárea (40).

A continuación, en la Tabla III se muestra el porcentaje de aceite por hectárea producido por cada una de las especies citadas.

**Tabla III. Porcentaje de aceite y kg ha<sup>-1</sup> que se producen**

Oleaginosa	Porcentaje de aceite	kg ha <sup>-1</sup> de aceite
Palma africana	22	5000
Jarotropha	38	1500
Ricino	43	750
Girasol	40	650
Soya	18	450
Macauba (Corojo)	20	4000 o más
Crambe	35	630

Tomado de da Silva (40)

## PURIFICACIÓN DEL ACEITE CRUDO EXTRAÍDO DE LA ALMENDRA DEL FRUTO DE LA PALMA COROZO

La purificación del aceite se realiza por refinación física, la cual consiste en un desgomado, seguido de un proceso de blanqueado y por último desacidificación y desodorización. El objetivo del desgomado es eliminar los fosfátidos o fosfolípidos de un aceite con una mínima pérdida de aceite neutro (6).

El proceso de desgomado se realiza en dos etapas para eliminar los fosfátidos hidratables y no hidratables. El blanqueado tiene como objetivo descomponer los peróxidos, eliminar los compuestos oxidantes y cualquier vestigio de gomas, jabones, y decolorar, y por último se procede al proceso de desacidificación /desodorización, para reducir los ácidos grasos libres y producir un aceite con poco o ningún sabor y un color tenue (6).

## LA PALMA DENTRO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN

Son diversas y aplicables a diferentes modelos productivos, las alternativas actuales con el recurso palma, que podrían ofrecer salidas a la pequeña y mediana propiedad y a la explotación de grandes áreas, involucrando elementos claves para los sistemas de producción tropical, la integración, la optimización de los ciclos productivos con mínimas pérdidas, un uso eficiente de la energía y alta productividad de biomasa (1–3).

Tan solo bastaría dedicarle un poco de atención al uso y manejo actual de algunas palmas no explotadas bajo cultivos comerciales, para identificar múltiples sistemas productivos (41).

Siendo un aspecto de gran importancia en la incorporación de muchas de las palmas a diferentes alternativas de producción, es su posibilidad de asociación, a partir del manejo de los estratos de producción.

También se debe considerar la posibilidad de asociación de cultivos anuales de subsistencia como maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.), arroz (*Oryza sativa*, L.) de secano y hortalizas. La imposibilidad de su inclusión con pastos se debe a que la fruta puede ser comida por el ganado (29).

Buen número de las palmas nativas, alcanzan a su edad adulta una altura que no genera mayor tipo de competencia con el estrato bajo; por consiguiente, es factible obtener importantes beneficios del estrato superior en un arreglo productivo con palmas. Entre mayor sea el grado de integración, mayor será la eficiencia de la energía introducida al sistema productivo, puesto que serán cada vez menores las pérdidas dentro del mismo (42).

## ANTECEDENTES DE LAS PALMERAS OLEAGINOSAS EN CUBA Y SU USO

Las Palmeras en Cuba son consideradas como Productos Forestales no Maderables (PFNM), aunque el Coco (*Cocos nucifera* L.) es considerado como un frutal y el Corojo (*Acrocomia spp.*) ha sido considerado también como una especie frutal y las dos a su vez son consideradas como plantas oleaginosas (10, 11).

En Cuba a mediados de la década del 90 del siglo XX, los Productos Forestales No Madereros (PFNM) se comenzaron a revalorizar, adquiriendo por primera vez un determinado nivel de interés, donde se reconoce y plasma de forma escrita el significativo volumen existente en el bosque cubano de estos productos, el nivel de conocimientos y las posibilidades o potencialidades para su desarrollo, en dicho informe se dice mucho sobre las palmas, principalmente de la Palma Real (*Roystonea regia* (Kuntz) O.F. Cook.), así como de

otras especies que se dedican principalmente a la producción de guano; sin embargo, no se hace alusión alguna a la "Palma Corojo", a pesar de que se menciona en el documento la existencia de tres especies del género *Acrocomia*, mostrándose en la Tabla IV, los géneros y número especies de palmas existentes en Cuba (43).

## LA PRODUCCIÓN DE ACEITE A PARTIR DE PALMÁCEAS EN CUBA

Son bien conocidas en Cuba tres especies de las cuales de forma industrial, experimental-investigativo o artesanal, o a manera de auto consumo sostenible por parte de los pobladores de algunas regiones del país, se extrae aceite para el consumo humano y producción de jabón y otros sub productos, ellos son el Coco (*Cocos nucifera* L.); La Palma Real: *Roystonea regia* (Kuntz) O.F. Cook y la Palma Corojo, *Acrocomia spp.*, ya que en el país existen varias especies, que veremos más adelante (43–47).

## EL COCO (*Cocos nucifera* L.)

Es bien conocida en Cuba la extracción de aceite de coco, (*C. nucifera*), el cual es utilizado principalmente en las provincias orientales, mayores productoras de coco del país. Principalmente en el municipio Baracoa se utiliza en la producción industrial y artesanal de dulces a partir de la masa de dicho fruto. También se realiza la extracción de aceite como un producto del proceso industrial, dándosele a este diferentes usos como son en la elaboración de diversos alimentos, y su uso como materia prima en la industria de jabonería y perfumería<sup>D</sup>.

Durante la década de los años 60, se llevó a cabo en Cuba de forma experimental un proyecto<sup>D</sup>, destinado a la extracción y uso de aceite de Palma Real, (*Roystonea regia*) (Kuntz) O.F. Cook., en el cual se evaluó técnica y económicamente el proceso agrícola e industrial para la extracción de aceite, a partir de plantas que crecían de forma natural en los campos; realizándose la cosecha de palmiche en las provincias de Matanzas, Las Villas, Camagüey y Oriente y el trabajo de procesamiento industrial en Jinaguayabo, provincia Las Villas, en él se evaluaron los siguientes aspectos:

- ◆ Abastecimiento del palmiche como materia prima (Tabla V).
- ◆ Fase de beneficio (Tabla VI).
- ◆ Fase de procesamiento industrial.

**Tabla IV. Géneros y especies de Palmas Cubanas**

Género	Cantidad de especies	Observaciones
Roystonea	4	
Chrysalidocarpus	1	"lutescens" (naturalizada)
Gaussia	2	
Cocos	1	"nucifera" (naturalizada)
Calyptronomia	4	
Acrocomia	3	
Bactris	1	
Copernicia	23	
Acoelorrhaphe	1	
Colpotherinax	1	
Sabal	2	
Coccothrinax	36	
Thrinax	5	
Prestoea	1	
Total	85 (*)	

(\*) De ellas 78 endémicas, 5 indígenas y 2 naturalizadas. Tomado de Mesa (43)

<sup>D</sup> Equipos de Investigaciones Agrícolas. *Efectividad económica del aprovechamiento del palmiche como oleaginosa*. Informe Económico, no. 4, Inst. Universidad de La Habana, abril de 1969, La Habana, Cuba, p. 41, Documento inédito disponible en el Centro de documentación del Ministerio de la Agricultura.

**Tabla V. Acopio de palmiche como materia prima, año 1967**

Provincias	Toneladas métricas acopiadas	% que representa del total
Matanzas	393	7
Las Villas	3645	69
Camagüey	764	14
Oriente	515	10
Total	5317	100

**Tabla VI. Fase de beneficio del palmiche**

Sistema anterior existente: limpiadora	Sistema actualizado: beneficio mecánico
Se pasa el palmiche por la limpiadora para eliminar materias extrañas y posteriormente se seca hasta 10 % humedad	Máquinas hechas en Cuba para el despulpado mecánico del grano, que representan una modificación al orden de las operaciones del sistema anterior
Capacidad de producción 10 Tm. En tres turnos de ocho horas recibiendo el grano con 20 % humedad	Aumenta la capacidad de beneficio al eliminar la pulpa, perdiendo el mayor grado de humedad pues solo queda la almendra
Esta sección el trabajo resultaba insuficiente por lo que tenían que trabajar 1 turno más y la columna secadora se demoraba más del doble para secar el grano que llegaba con 40-45 % de humedad	La columna secadora del grano puede trabajar a la capacidad requerida incluso con humedades de 40-45 %. Se obtiene un volumen de almendra limpia para extraer 6 TM de aceite diario
El palmiche debe ser procesado rápidamente pues el exceso de humedad provoca la fermentación y eleva el índice de acidez del aceite, disminuyendo su calidad y una merma en el proceso de refinación	

## FASE DE PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE *R. regia*

La Planta que teóricamente tenía una capacidad de extracción de 6 TM de aceite, en realidad solo extraía 2,4 TM, lo que resultaba tener una eficiencia inferior al 40 %<sup>D</sup>.

El alto porcentaje de acidificación del aceite de palmiche, provoca que no se pueda utilizar en su totalidad en jabonería y ocasiona duplicar el coeficiente de aceite de palmiche por el de coco<sup>D</sup>.

El costo de la tonelada métrica de aceite de palmiche en Divisas Convertible es de: \$55,44 USD. Estos costos se deben al solvente empleado: 29,89 %; al transporte: 25,03 % y al acopio de palmiche: 16,52 %<sup>C</sup>.

En la Tabla VII se muestra la utilización del aceite de palmiche en la industria de jabonería y tenería con la consiguiente sustitución de importaciones de otras materias primas más costosas, como el aceite de ricino, el aceite de coco y el aceite de girasol<sup>D</sup>.

Al finalizar el trabajo investigativo del proyecto de extracción de aceite de palmiche, se dieron las siguientes conclusiones.

Aunque la utilización de palmiche en la sustitución de importaciones resultó efectiva económicamente, no se propuso su explotación como oleaginosa en el desarrollo de esta línea de producción a mayor escala por las siguientes consideraciones:

- ◆ No se recomienda por el MINSAP la utilización del aceite de palmiche en la alimentación humana, por comportarse esta como las grasas animales, perjudicando la salud en seres humanos.
- ◆ La harina de palmiche es un elemento de bajo valor en la alimentación porcina de

acuerdo con análisis hechos en el Combinado Avícola Nacional, pudiéndose utilizar solamente como relleno en la formulación de piensos.

- ◆ La obtención de aceite de palmiche implica el aprovechamiento de millones de palmas que no constituyen un cultivo organizado, sino una plantación silvestre con distintos grados de concentración y accesibilidad, por lo que los recursos para la cosecha son cuantiosos y no son empleados con la debida eficiencia.
- ◆ El avance del desarrollo de los planes agropecuarios sitúa en desventaja a la palma ya que las zonas de acopio son tierras actualmente improductivas, pero en muchos casos apropiados para el cultivo y la permanencia de palmas en las mismas impiden la mecanización. La característica de tratarse de un cultivo no organizado, desvirtúa la comparación económica entre dedicar áreas para otros cultivos o producir aceite de palmiche.

**Tabla VII. Efectividad obtenida en las industrias de jabonería y tenería al sustituir aceites importados, por aceite de palmiche**

Tipo de industria en que se emplea	Producto sustituido	Precio externo del producto sustituido	Aceite de palmiche	
			Costo	Efectividad %
Jabonería	Aceite de coco	\$326,00 USD	\$55,44 USD	215,12 a 253,93
Tenería	Aceite de ricino	\$343,85 USD	\$55,44 USD	288,41
	Aceite de girasol	\$320,00 USD	\$55,44 USD	264,56

Por estas razones, al cumplir con plan técnico económico de la planta extractora en 1969, se produce una sustitución de importaciones de \$300 000,00 USD anuales.

- ◆ El desmoché del palmiche representa uno de los factores limitantes más importantes en la explotación industrial del mismo, pues necesita personal adiestrado, y su productividad es baja.
- ◆ Existe una dependencia entre los volúmenes acopiados de palmiche y la masa porcina a alimentar en las distintas provincias, si no existe otro tipo de alimento para los mismos.

## OTROS ASPECTOS INVESTIGADOS EN CUBA SOBRE EL PROCESAMIENTO DEL PALMICHE PARA EXTRACCIÓN DE ACEITE

Durante la década del 80 del Siglo XX, se trabajó y se obtuvo una patente sobre el Procedimiento para facilitar la trituración de los frutos de *R. regia* a través de la disminución de su estabilidad mecánica por irradiación de los frutos con y sin cáscara con rayos de una dosis entre 3 y 7 megarad. Una de las limitaciones de los aceites de palma y de coco desde el punto de vista nutricional está relacionada con el relativo bajo contenido de ácidos grasos insaturados de estos aceites. Sin embargo, el aceite que se obtiene de los frutos de la palma real es de excelente calidad por su alto contenido en ácidos grasos tales como el láurico y el oleico, este último en un por ciento mayor que en los casos de

los aceites de palma africana y de coco.

La extracción del aceite de los frutos de la palma real ha sido hasta el presente muy difícil, utilizando los métodos convencionales de extracción de aceites de materias primas diferentes. Esto ha sido fundamentalmente debido a la gran dureza de dichos frutos, lo cual se refleja a través de una alta resistencia mecánica a los tratamientos de molinado convencionales o mejorados.

Para facilitar la trituración de distintos materiales se han empleado otros métodos como el de enfriamiento y la aplicación de ondas electromagnéticas por impulsos. El uso del método de ultra sonido, así como este combinado con presión, no son ventajosos por su alto costo energético y la necesidad de trabajar en su solución. Las dificultades confrontadas durante la trituración de los frutos de la palma real han motivado la búsqueda de soluciones que posibiliten el aprovechamiento de esta valiosa materia prima, la cual no es utilizada aún, aunque se conoce su potencialidad como fuente de harina para piensos y aceite vegetal de excelente calidad (46).

## LA PALMA COROJO (*Acrocomia* sp). EN CUBA

Según un informe de los años 90, en Cuba existen tres especies del Género *Acrocomia*, Tabla IV; sin embargo, no se mencionaron en el mismo las

especies existentes, ni el uso que a estas se les daba (43).

En la relación de plantas con que cuenta el "Banco de Germoplasma" dentro de la familia palmácea, se enumera cuatro especies de palmas conocidas como "corojo", ellas son:

- ◆ *Acrocomia armentalis*, Bailey; originaria de Cuba.
- ◆ *Acrocomia subinervis*, León; originaria de Cuba.
- ◆ *Acrocomia pilosa*, León; originaria de Cuba.
- ◆ *Acrocomia aculeata* Lodd; originaria de Jamaica, a la cual se le llama "Corojo de Jamaica".

Además, se denota la existencia de una especie (*Acrocomia* ssp.) la cual se asegura que posee frutos sin hueso, o sea, con endocarpio blando, la cual está siendo objeto de estudio para su propagación (44).

Un famoso investigador y taxónomo cubano menciona dos especies de palmera existentes en Cuba como "Palma Corojo" que son: *Gastrococos crista* (Morales) Moore, endémico de Cuba Central – Cuba Oriental y *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd, conocido como corojo de Jamaica, el que además de Cuba, crece en llanos y colinas de poca elevación en Puerto Rico, Santo Tomás, Jamaica, Haití, St. Kitts, Antigua, Guadalupe, Dominica, Martinica y Trinidad, por lo que es considerada una especie Antillana (45, 47).

Otro autor, expresa que el Género *Acrocomia*, tiene en Cuba dos especies autóctonas

representantes, que son: *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. y *Acrocomia pilosa* León. Y cita: el corajo, *Gastrococos crispera*, conocido por la proverbial dureza de su nuez, es conocida por sus frutos, de cuya semilla se extrae aceite y es consumida también en forma natural. Igual uso se da también en el oriente del país a otra especie también llamada comúnmente corajo: *Acrocomia pilosa* (48).

En Trabajos llevados a cabo en la zona de Sierra de Cubitas, Camagüey, se constató que existen tres especies de la palmera llamada “Corajo”, con poblaciones significativas de *Acrocomia aculeata* y *Gastrococos crispera* y poblaciones menos abundantes de *Gastrococos flexuosa*.

Sin embargo, se observó que es significativa la propagación natural que posee *Gastrococos flexuosa* en las llanuras del municipio Guáimaro, colindantes con la provincia Las Tunas. *Gastrococos crispera* tiene poblaciones abundantes en las alturas de Maraguán, Najasa y las sabanas antrópicas de los municipios Florida, Vertientes, Minas, Sierra de Cubitas y Santa Cruz del Sur, con alta regeneración natural y desarrollo vegetativo rápido, y continúa diciendo que de manera silvestre se distribuyen en un marco de plantación mínimo de 6,0 x 4,5 m y máximo de 12,0 x 12,6 m, formando pequeñas asociaciones o grupos coloniales competitivamente aptos para llegar al ciclo reproductivo sin efectos depresivos de unos individuos sobre otros<sup>E</sup>.

Durante la etapa 1991–1999, estas especies en la Sierra de Cubitas, fueron estudiadas como objetivo principal de un Proyecto Territorial de Investigación y Desarrollo y a su vez, aprovechadas intensivamente por los pobladores

de la zona en pleno “período especial”, utilizándose el aceite para el consumo humano y la torta para la alimentación animal<sup>E</sup>.

La especie *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. se encuentra diseminada en Cuba en las zonas de Camagüey y Oriente; sin embargo, en los últimos años las plantas han ido disminuyendo, lo cual hace necesario que se implemente un plan para su multiplicación y repoblación de las áreas de su hábitat natural (10, 11).

Trabajos realizados por especialistas del Jardín Botánico de Cuba, expresan que la *Acrocomia aculeata* se desarrolla en formaciones de vegetación secundaria en comunidades herbáceas (sabanas); que son zonas llanas con un sustrato herbáceo dominante con arbustos, árboles y palmas emergentes y en sabanas semi naturales sobre suelos extremos, que no permiten el desarrollo de elementos leñosos ni la regeneración de la vegetación natural, estando reportadas tanto la *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart, como la *Acrocomia crispera* (Kunth) Baker ex Becc., según la clasificación por el número de individuos por superficie, dentro de la categoría de “plantas de preocupación menor”.

También expresan la sinonimia del nombre de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart. como *Acrocomia pilosa* León. y la de *Acrocomia crispera* (Kunth) Baker ex Becc. como *Acrocomia subinervis* León (48) (Figuras 13, 14 y 15).

El corajo, con nombre científico *Acrocomia armentalis* (Morales) Bailey, está clasificado en Guisa, provincia Granma, Cuba, como una planta ornamental y forrajera (49).



Figura 13. *A. pilosa*, ahora *A. aculeata*



Figura 14. *A. aculeata*, ahora *A. aculeata*



Figura 15. *A. crispera*, ahora *Gastrococos crispera*

<sup>E</sup> Carrera, P.E. Los «corajos», palmas aceiteras cubanas sub utilizadas, 13 p., [Documento inédito en formato pdf].

Figuras 13, 14 y 15: hojas de herbario donde fueron clasificadas las palmas del género *Acrocomia* por el hermano León en la década de los años 30 del siglo XX, las cuales fueron reclasificadas en el año 1990 del siglo XX, localización: Herbario del Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.

## CONCLUSIONES

- ♦ Las palmas del género *Acrocomia*, y en especial la especie *aculeata*, han pasado a ocupar desde la década de los 80 del Siglo XX el segundo lugar mundial en rendimiento de producción de aceite, después del la Palma africana *Elaeis guineensis* Jacq.
- ♦ En los últimos veinte años la producción y comercialización de aceite de palma se ha ido incrementando en el mercado internacional, tanto para su uso en la alimentación como para su utilización en la industria química y más recientemente en la producción de biodiesel.
- ♦ En Cuba existen al menos dos especies de palmas del género *Acrocomia*, una de ellas *A. aculeata*, y la otra *A. crispa*, con las cuales se puede trabajar, aprovechando los resultados y experiencias, de varios países latinoamericanos en las tecnologías de multiplicación, cultivo, cosecha, extracción y refinación de aceite, para poder llevar a cabo Proyectos Institucionales que puedan

implementar una tecnología de producción que de respuesta a la amplia demanda de aceite para uso alimenticio, industrial y como fuente renovable de energía en forma de biocombustible.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ocampo, D. A. "Las palmas, una estrategia de vida tropical" [en línea]. En: ed. Rosales M. M., *I Conferencia electrónica de la FAO sobre «Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica»*, Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 1999, pp. 107-121, ISBN 978-92-5-304257-9, OCLC: 43875591, [Consultado: 9 de junio de 2016], Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/014/x1213s/x1213s.pdf>>.
2. López, C. R. "Productos Forestales no Maderables: Importancia e Impacto de su Aprovechamiento". *Colombia Forestal*, vol. 11, no. 30 de noviembre de 2007, pp. 215-231, ISSN 0120-0739, DOI 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2008.1.a14.
3. Galeano, G.; Bernal, R.; Isaza, C.; Navarro, J.; García, N.; Vallejo, M. I. y Torres, C. "Evaluación de la sostenibilidad del manejo de palmas". *Ecología en Bolivia: revista del Instituto de Ecología*, vol. 45, no. 3, 2010, pp. 85-101, ISSN 1605-2528.
4. Lleras, E. "Acrocomia, um genero com grande potencial" [en línea]. En: *Palmeiras uteis da America Tropical*, Ed. Centro Nacional de Recursos Geneticos, Brasilia, Brazil, 1985, pp. 3-5, [Consultado: 1 de agosto de 2016], Disponible en: <<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGB.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mn=107088>>.
5. OECD y FAO. *Perspectivas Agrícolas 2011-2020* [en línea]. Ed. OECD Publishing, 17 de junio de 2011, Washington, 226 p., ISBN 978-92-64-11857-7, [Consultado: 9 de junio de 2016], Disponible en: <<http://www.amazon.com/OCDE-FAO-Perspectivas-Agr%C3%ADcolas-2011-2020-Spanish/dp/9264118578>>.
6. Hernández, C. y Mieres, P. A. "Extracción y purificación del aceite de la almendra del fruto de la palma de corozo (*Acrocomia aculeata*)". *Revista Ingeniería UC*, vol. 12, no. 1, 2005, pp. 68-75, ISSN 1316-6832.
7. Arveláez, A.; Mieres, P. A. y Hernández, C. E. "Diseño experimental aplicado a la extracción de aceite de la almendra del corozo (*Acrocomia aculeata*)". *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, vol. 31, no. especial, diciembre de 2008, pp. 122-129, ISSN 0254-0770.
8. Oficina Nacional de Estadística e Información. *Censo de población y viviendas 2012* [en línea]. Informe nacional. Resultados definitivos de indicadores seleccionados en cuba, provincias y municipios, Inst. Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI)-Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFP), 2012, La Habana, Cuba, p. 427, [Consultado: 9 de junio de 2016], Disponible en: <<http://www.one.cu/informacional2012.htm>>.
9. Wandek, F. A. *Oleaginosas nativas: aproveitamento para fins energéticos e industriais* [en línea]. (ser. Brasileira), vol. 1, Ed. Gessy Lever, 1985, 29 p., [Consultado: 9 de junio de 2016], Disponible en: <[https://books.google.com/cu/books/about/Oleaginosas\\_nativas.html?id=JeEMygAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com/cu/books/about/Oleaginosas_nativas.html?id=JeEMygAACAAJ&redir_esc=y)>.
10. Rodríguez, N. A. y Sánchez, P. P. *Especies frutales cultivadas en Cuba en la agricultura urbana*. 1.ª ed., Ed. Centro de Información EcuMénica «Augusto Coto», 2001, Matanzas, Cuba, 77 p., ISBN 959-246-046-9.

11. Rodríguez, N. A. y Sánchez, P. P. *Especies frutales cultivadas en Cuba en la agricultura urbana*. 2.<sup>a</sup> ed., Ed. Unidad Empresarial de Base Empresa EAS, 2004, La Habana, Cuba, 96 p., ISBN 959-246-056-6.
12. González, J. "Arecaceae C.H. Schultz (Palmae)" [en línea]. En: *Flora digital de palo verde. Organización para estudios tropicales*, Ed. Organization for Tropical Studies, 6 de agosto de 2007, Catalog: OTS-PVFLO-000062, [Consultado: 1 de agosto de 2016], Disponible en: <[http://www.ots.ac.cr/florulapv/documents/Arecaceae.pdf?s\\_keyword=Acrocomia+&s\\_catno=&s\\_regby=&s\\_collect=&s\\_collector=&s\\_habit=&s\\_voucher=&s\\_date=&s\\_basis=&s\\_kingdom=&s\\_phylum=&s\\_class=&s\\_order=&s\\_family=&s\\_genus=&s\\_especie=&s\\_identified=&s\\_country=&s\\_province=&s\\_county=&s\\_district=&s\\_locality=&s\\_longitude=&s\\_latitude=&s\\_minelev=&s\\_maxelev=&s\\_mindept=&s\\_maxdept=&s\\_precision=&s\\_bounding=&s\\_datum=&s\\_geoprotocol=&s\\_geosources=&s\\_geovstatus=&s\\_vcoord=&s\\_vcoordsys=&s\\_phenology=&s\\_indcount=&s\\_lifestate=&s\\_prevcatno=&s\\_habitat=&s\\_disposition=&s\\_relationship=&s\\_notes=>](http://www.ots.ac.cr/florulapv/documents/Arecaceae.pdf?s_keyword=Acrocomia+&s_catno=&s_regby=&s_collect=&s_collector=&s_habit=&s_voucher=&s_date=&s_basis=&s_kingdom=&s_phylum=&s_class=&s_order=&s_family=&s_genus=&s_especie=&s_identified=&s_country=&s_province=&s_county=&s_district=&s_locality=&s_longitude=&s_latitude=&s_minelev=&s_maxelev=&s_mindept=&s_maxdept=&s_precision=&s_bounding=&s_datum=&s_geoprotocol=&s_geosources=&s_geovstatus=&s_vcoord=&s_vcoordsys=&s_phenology=&s_indcount=&s_lifestate=&s_prevcatno=&s_habitat=&s_disposition=&s_relationship=&s_notes=>)>
13. Glassman, S. F. *A revision of B. E. Dahlgren's Index of American palms* [en línea]. Ed. Cramer, 1972, Lehre, 294 p., ISBN 978-3-7682-0765-2, [Consultado: 15 de junio de 2016], Disponible en: <[https://www.amazon.com/revision-Dahlgrens-American-Phanerogamarum-monographiae/dp/3768207652?ie=UTF8&\\*Version\\*=1&\\*entries\\*=0>](https://www.amazon.com/revision-Dahlgrens-American-Phanerogamarum-monographiae/dp/3768207652?ie=UTF8&*Version*=1&*entries*=0>)>
14. Leiva, S. A. T. *Las palmas en Cuba*. no. solc. QK495.P17 L45 1999, Ed. Científico-Técnica, 1999, Ciudad de La Habana, Cuba, 84 p., ISBN 978-959-05-0172-2.
15. Markley, K. S. "Mbocayá or Paraguay cocopalms—An Important Source of Oil". *Economic Botany*, vol. 10, no. 1, enero de 1956, pp. 3-32, ISSN 0013-0001, 1874-9364, DOI 10.1007/BF02985312.
16. Markley, K. S. "The babassú oil palm of Brazil". *Economic Botany*, vol. 25, no. 3, julio de 1971, pp. 267-304, ISSN 0013-0001, 1874-9364, DOI 10.1007/BF02860764.
17. Martin, G. y Guichard, P. H. "A propos de quatre palmiers spontanés d'Amérique Latine". *Oleagineux*, vol. 34, no. 8-9, 1979, pp. 375-381, ISSN 0030-2082.
18. Balick, M. J. "Palmas neotropicales: nuevas fuentes de aceites comestibles". *Interciencia*, vol. 7, no. 1, 1982, pp. 25-29, ISSN 0378-1844.
19. Lleras, E. y Coradin, L. "La palmera macaúba (*Acrocomia aculeata*) como fuente potencial de aceite combustible" [en línea]. En: *Informe de la Reunión de Consulta sobre Palmeras Poco Utilizadas de América Tropical*, Ed. Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Turrialba, Costa Rica, 1983, p. 102, ISBN 978-9977-47-033-7, OCLC: 12151826, [Consultado: 15 de junio de 2016], Disponible en: <[https://books.google.com/cu/books/about/Informe\\_de\\_la\\_reuni%C3%B3n\\_de\\_consulta\\_sobre.html?id=WRhIAAAAYAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com/cu/books/about/Informe_de_la_reuni%C3%B3n_de_consulta_sobre.html?id=WRhIAAAAYAAJ&redir_esc=y)>
20. Abreu, A. G.; Priolli, R. H. G.; Azevedo-Filho, J. A.; Nucci, S. M.; Zucchi, M. I.; Coelho, R. M. y Colombo, C. A. "The genetic structure and mating system of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae)". *Genetics and Molecular Biology*, vol. 35, no. 1, 2012, pp. 116-121, ISSN 1415-4757, DOI 10.1590/S1415-47572012005000002.
21. Wandeck, F. A. y Justo, P. G. "A macauba, fonte energética e insumo industrial: sua significação econômica no Brasil" [en línea]. En: *Simposio sobre o Cerrado*, Brasília, Brazil, 4 de octubre de 1982, BR9400580, [Consultado: 1 de agosto de 2016], Disponible en: <<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=AGB.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=140276>>
22. Bailey, L. H. "Palmae incertae et novae". *Gentes Herb*, vol. 8, no. 1, 1949, pp. 93-205, ISSN 0524-0476.
23. Moore, H. E. *The major groups of palms and their distribution* [en línea]. vol. 11, Ed. New York State College of Agriculture and Life Sciences, 1973, Wisconsin, 115 p., [Consultado: 15 de junio de 2016], Disponible en: <[https://www.amazon.com/major-groups-palms-their-distribution/dp/B0006W5ORQ?ie=UTF8&\\*Version\\*=1&\\*entries\\*=0](https://www.amazon.com/major-groups-palms-their-distribution/dp/B0006W5ORQ?ie=UTF8&*Version*=1&*entries*=0)>
24. FAO. *Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos*. Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1987, Roma, 241 p., ISBN 978-92-5-302372-1, OCLC: 807062010.
25. Henderson, A.; Galeano, G. y Bernal, R. *Field guide to the palms of the Americas*. no. solc. QK495.P17 H44 1995, Ed. Princeton University Press, 1995, Princeton, N.J., 352 p., ISBN 978-0-691-08537-1.
26. de Souza, M. H. *Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas* [en línea]. Ed. Editora Plantarum, 1996, 328 p., [Consultado: 15 de junio de 2016], Disponible en: <[https://books.google.com.br/books/about/Palmeiras\\_no\\_Brasil.html?hl=pt-BR&id=icFgAAAAMAAJ](https://books.google.com.br/books/about/Palmeiras_no_Brasil.html?hl=pt-BR&id=icFgAAAAMAAJ)>
27. de Andrade, M. I. P. *Frutos de palmeiras da Amazônia*. no. solc. QK495.P17 F78 2001, Ed. Presidência da República, Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2001, Manaus, Amazonas, 120 p., ISBN 978-85-211-0014-0, OCLC: ocm57614532.
28. FAO. *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2000* [en línea]. (ser. Estudio FAO: Montes, no. ser. 140), Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2002, Roma, Italia, ISBN 92-5-304642-2, [Consultado: 2 de agosto de 2016], Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/005/y1997s/y1997s00.htm>>
29. Cardozo, R. C. J. "Análisis de un subsector de la industria de productos no maderables de bosque (PNMB) del Paraguay. *Acrocomia aculeata*". *Ka'aguy: Revista Forestal del Paraguay*, vol. 12, no. 1, 1996, p. 47.

30. Redhead, J. *Utilización de alimentos tropicales: árboles* [en línea]. (ser. Estudio FAO: Alimentación y nutrición), Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 1990, Roma, Italia, 58 p., CIDAB-S401.F7-F62e-47/3, [Consultado: 1 de agosto de 2016], Disponible en: <<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CIDAB.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=006202>>.
31. Hiane, P. A. y Penteadó, M. V. C. "Carotenoides e valores de vitamina a do fruto e da farinha de bocaiuva (*Acrocomia mokayayba* Barb. Rodr.) do estado do Mato Grosso do Sul". *Revista de Farmacia e Bioquímica da Universidade de Sao Paulo*, vol. 25, no. 2, 1989, pp. 158-168, ISSN 0370-4726.
32. López, V. J. A.; Sterrett, W. R. y McDonald, M. J. *Arboles comunes del Paraguay: Nande yvyra mata kuera* [en línea]. 1.ª ed., Ed. Cuerpo de Paz, Colección e Intercambio de Información, 1987, United States, 425 p., OCLC: 34584156, [Consultado: 1 de agosto de 2016], Disponible en: <[https://books.google.com/cu/books/about/Arboles\\_comunes\\_del\\_Paraguay.html?id=-JlfAAAAMAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com/cu/books/about/Arboles_comunes_del_Paraguay.html?id=-JlfAAAAMAAJ&redir_esc=y)>.
33. Ferreira, da M. P. E.; Curi, N.; de Oliveira, F. A. T. y Vasconcellos, G. J. B. "Ocorrência da macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 37, no. 7, julio de 2002, pp. 1023-1031, ISSN 0100-204X, DOI 10.1590/S0100-204X2002000700017.
34. Belén, C. D. R.; López, I.; García, D.; González, M.; Moreno, Á. M. J. y Medina, C. "Physicochemical evaluation of seed and seed oil of corozo (*Acrocomia aculeata* Jacq.)". *Grasas y Aceites*, vol. 56, no. 4, 31 de diciembre de 2005, pp. 311-316, ISSN 1988-4214, 0017-3495, DOI 10.3989/gya.2005.v56.i4.98.
35. Hernández, A.; Plana, R.; Negrelle, R. y Borcioni, E. "Adaptación de vitroplantas de «palma corajo» *Acrocomia aculeata* (JACQ.) LODD. EX MART, para la producción de aceite con el uso de los bioproductos HMA y brasínólido". En: *XIX Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, Ed. Ediciones INCA, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 26 de noviembre de 2014, ISBN 978-959-7023-73-9.
36. Jácome, de C. K.; Lopes, de S. A. y Cardoso, M. C. *Ecología, Manejo, Silvicultura e Tecnologia da Macaúba* [en línea]. Convênio de Cooperação Técnica SECTES/FAPEMIG, Inst. Pólo de Excelência em Florestas-Universidade Federal de Viçosa, 2011, Minas Gerais, Brasil, p. 35, [Consultado: 2 de agosto de 2016], Disponible en: <[http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/d\\_b\\_b\\_15592.pdf](http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/d_b_b_15592.pdf)>.
37. 37. de Macêdo, B. N. E. y Pereira, da O. M. I. *Oleaginosas Potenciais do Nordeste para a Produção de Biodiesel* [en línea]. Documentos, no. 117, Inst. Embrapa Algodão, 2007, Brasil, p. 53, ISSN 0103-0205, [Consultado: 2 de agosto de 2016], Disponible en: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/2774171/1/DOC177.pdf>>.
38. Ramírez, H. B. C.; Zañudo, H. J.; García de Alba, V. J. E.; Délano, F. J. P.; Pimienta, B. E. y García, M. M. Á. "Importancia agroecológica del coyul (*Acrocomia mexicana* Karw. ex Mart.)". *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, vol. 21, no. 41, junio de 2013, pp. 95-113, ISSN 0188-4557.
39. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. *Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: transesterificação de óleos vegetais* [en línea]. Convênio STI-MIC/CETEC, no. 2, Inst. Embrapa Agroenergia (CNPAE), 1983, Belo Horizonte, Brasil, [Consultado: 2 de agosto de 2016], Disponible en: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/busca?b=ad&id=916527&biblioteca=vazio&busca=autoria:%20FUNDACAO%20CENTRO%20TECNOLOGICO%20DE%20MINAS%20GERAIS.%22&qFacets=autoria:%20FUNDACAO%20CENTRO%20TECNOLOGICO%20DE%20MINAS%20GERAIS.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>>.
40. da Silva, J. A. G. "Producción de Biodiesel: Mecanismos de Participación social y cultivos alternativos" [en línea]. En: *VI Seminario Latinoamericano y del Caribe de Biocombustibles «BIO 2012»*, Ed. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Secretaría de Energía-México (SENER), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Cuernavaca, Morelos, México, 21 de agosto de 2012, [Consultado: 2 de agosto de 2016], Disponible en: <[http://www.olade.org/sites/default/files/seminarios/BIO2012/PONENCIAS/Sesion%203\\_A%20da%20Silva\\_Brasil.pdf](http://www.olade.org/sites/default/files/seminarios/BIO2012/PONENCIAS/Sesion%203_A%20da%20Silva_Brasil.pdf)>.

41. Ocampo, A. "Sistemas Integrados de Producción: base de la Ganadería del Tercer Milenio" [en línea]. En: *Seminario Internacional «La ganadería del Tercer Milenio: Sistemas Integrados de Producción»*, Ed. Banco Ganadero y la Corporación para el Desarrollo Integral del sector Pecuario-CIPEC, Santafé de Bogotá, Colombia, 1997, [Consultado: 4 de julio de 2016], Disponible en: <<https://scholar.google.com/scholar?hl=es&q=Ocampo%2C+A.+%22Sistemas+Integrados+de+Producci%C3%B3n%3A+base+de+la+Ganader%C3%ADa+del+Tercer+Milenio.%22+EN%3A+Seminario+Internacional+%27+La+ganader%C3%ADa+del+Tercer+Milenio%3A+Sistemas+Integrados+de+Producci%C3%B3n%27.+Banco+Ganadero+y+la+Corporaci%C3%B3n+para+el+Desarrollo+Integral+del+secto&btnG=&lr=>>>.
42. Ocampo, D. A. "Las Palmas, una Estrategia de Vida Tropical" [en línea]. En: *Conferencia electrónica de la FAO sobre «Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica»*, Ed. FAO, 1998, pp. 61-75, [Consultado: 1 de agosto de 2016], Disponible en: <<http://www.fao.org/Ag/aga/AGAP/FRG/Agrofor1/ocampo5.pdf>>.
43. Mesa, I. M. *Los productos forestales no madereros en Cuba* [en línea]. (ser. forestal, no. ser. 13), Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 1999, Santiago de Chile, Chile, 69 p., [Consultado: 2 de agosto de 2016], Disponible en: <<http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-ISBDdetail.pl?biblionumber=10927>>.
44. Cañizares, Z. J. "El banco de germoplasma de frutales tropicales y subtropicales de Cuba" [en línea]. En: *Conferencia sobre Mejoramiento y Propagación de Especies Frutícolas Tropicales y Subtropicales*, Londres, 22 de septiembre de 1969, p. 122, [Consultado: 2 de agosto de 2016], Disponible en: <[https://www.tib.eu/en/search/id/zbmql%3AHBZTHT003711046/El-banco-de-germoplasma-de-frutales-tropicales/?tx\\_tibsearch\\_search\[searchspace\]=>](https://www.tib.eu/en/search/id/zbmql%3AHBZTHT003711046/El-banco-de-germoplasma-de-frutales-tropicales/?tx_tibsearch_search[searchspace]=>)>.
45. Roig y Mesa, J. T. *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba* [en línea]. 2.ª ed., Ed. Ciencia y Técnica, 1974, La Habana, Cuba, 949 p., ISBN 978-84-399-3054-9, [Consultado: 2 de agosto de 2016], Disponible en: <[https://www.worldcat.org/title/plantas-medicinales-aromaticas-ovenenosas-de-cuba/oclc/5211824&referer=brief\\_results](https://www.worldcat.org/title/plantas-medicinales-aromaticas-ovenenosas-de-cuba/oclc/5211824&referer=brief_results)>.
46. Dieter, P. y Reinoso, E. R. *Procedimiento para facilitar la trituración de los frutos de la palma real*. no. CU 21519 A1, no. solc. 35863, Inst. Oficina Cubana de la Propiedad Industrial, 9 de junio de 1987, La Habana, Cuba.
47. Roig y Mesa, J. T. *Diccionario Botánico de Nombres vulgares cubanos*. 4.ª ed., vol. 1, Ed. Científico-Técnica, 2014, La Habana, Cuba, 586 p., ISBN 978-959-05-0713-7.
48. Berazaín, I. R. *Lista roja de la flora vascular cubana* [en línea]. Ed. Jardín Botánico Atlántico, 2005, Gijón, 86 p., ISBN 978-84-9704-198-0, OCLC: 64548488, [Consultado: 2 de agosto de 2016], Disponible en: <[https://www.worldcat.org/title/lista-roja-de-la-flora-vascular-cubana/oclc/64548488&referer=brief\\_results](https://www.worldcat.org/title/lista-roja-de-la-flora-vascular-cubana/oclc/64548488&referer=brief_results)>.
49. Rodríguez, S. J. L.; Guevara, S. M. A. y Santana, N. M. A. "Estudio florístico del bosque de la estación experimental forestal de Guisa, Granma". *Revista electrónica: Granma ciencia*, vol. 14, no. 1, 2010, ISSN 1077-975X.

Recibido: 19 de diciembre de 2014

Aceptado: 16 de diciembre de 2015