



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO**
Nit 818.000.156-8

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES DEL PACÍFICO



**ESTUDIOS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS SOSTENIBLES PARA
MEJORAR LOS PROCESOS DE APROVECHAMIENTO DE LAS PALMAS
DE MIL PESOS Y COROZO EN LA COMUNIDAD DE LA PLATA BAHÍA
MÁLAGA – BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA**

INFORME FINAL

**NIXON ARBOLEDA MONTAÑO
CURSANTE DE MASTER EN PROYECTOS AMBIENTALES
CANDIDATO A ESPECIALISTA EN GESTIÓN AMBIENTAL
ADMINISTRADOR DEL MEDIO AMBIENTE**

DICIEMBRE DE 2010



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	4
PRESENTACION	5
OBJETIVOS	6
OBJETIVO GENERAL.....	6
1. ASPECTOS RELEVANTES DE LA PALMA DE MILPESOS	7
1.1. Clasificación científica	8
1.2. Información taxonómica	8
1.3. Sinomimia.....	8
1.4. Nombres vulgares.....	9
1.5. Descripción morfológica.....	9
2. ASPECTOS GENERALES DE LAS GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES	11
2.1. Características físicas y químicas	11
2.2. Componentes de los aceites.....	11
2.3. Componentes no glicéridos de aceites y grasas	12
2.4. Propiedades físicas de los aceites.....	12
2.5. Propiedades químicas de los aceites	12
2.6. Características y usos de aceites vegetales diferente al milpesos	13
2.6.1 Composición.....	13
2.2.2 Propiedades físicas	15
2.2.3 Usos.....	17
3. CARACTERÍSTICAS Y USOS DEL ACEITE DE MILPESOS	18
3.1. Propiedades físicas, componentes y análisis próximo de los frutos de milpesos	21
5. MÉTODOS PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE	30
5.1. Extracción de aceite de palma por método físico (con despulpado mecánico y extracción de aceite por prensado)	30
5.2. Extracción de aceite por método químico (utilizando solvente)	31
5.3. Evaluación de los dos métodos anteriormente descritos.....	33
6. MÉTODO PARA LA MEJORAR LA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE LA PALMA DE MILPESOS	35
7. CONCLUSIONES	38
BIBLIOGRAFIA	39



Presentación (4); objetivo general (5); **1. Aspectos relevantes de la palma de milpesos** (6), 1.1. Clasificación científica (7), 1.2. Información taxonómica (7), 1.3. Sinonimia (8), 1.4. Nombres vulgares (8); 1.5. Descripción morfológica (9); **2. Aspectos generales de las grasas y aceites comestibles** (12), 2.1. Características físicas y químicas (12), 2.2. Componentes de los aceites (13), 2.3. Componentes no glicéridos de aceites y grasas (13), 2.4. Propiedades físicas de los aceites (14), 2.5. Propiedades químicas de los aceites (14), 2.6. Características y usos de aceites vegetales diferente al milpesos (15), 2.6.1. Composición (15), 2.2.2 propiedades físicas (17), 2.2.3 usos (19); **3. Características y usos del aceite de milpesos** (21), 3.1. Propiedades físicas, componentes y análisis proximal de los frutos de milpesos (25); 4. Proceso de extracción tradicional de aceite de palma de mil pesos (29); **5. Métodos para la extracción de aceite** (36), 5.1. Extracción de aceite de palma por método físico (con despulpado mecánico y extracción de aceite por prensado) (36), 5.2. Extracción de aceite por método químico (utilizando solvente) (38), 5.3. Evaluación de los dos métodos anteriormente descritos (39); **6. Método para la mejorar la extracción de aceite de la palma de milpesos** (42), conclusiones (47); bibliografía (47); webgrafia (49).



CUADROS

- Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la palmera de milpesos 6
Cuadro 2. Características de los procesos físicos (prensado) y químicos (solvente) para la extracción de aceite. 38
Cuadro 3. Puntajes de calificación de los métodos de extracción de aceite 39
Cuadro 4. Métodos evaluados para mejorar la extracción de aceite de milpesos 39

TABLAS

- Tabla 1. Clasificación de aceites vegetales 15
Tabla 2. Propiedades físicas de los aceites vegetales comerciales más importantes 17
Tabla 3. Composición de los ácidos grasos del aceite de milpesos 20
Tabla 4. Composición en triglicéridos 21
Tabla 5. Composición de esteroides 22
Tabla 6. Composición de tocoferoles y tocotrienoles del aceite de milpesos 22
Tabla 7. Índices característicos del aceite de milpesos 23
Tabla 8. Componentes y propiedades de los frutos de milpesos 25
Tabla 9. Comparación de seis muestras de seje 27
Tabla 10. Análisis proximal de los componentes y el fruto milpesos 28
Tabla 11. Evaluación de la técnica tradicional de extracción de palma milpesos 33
Tabla 12. Resultados de factores evaluados para cada método de extracción 39
Tabla 13. Evaluación de los aspectos del factor ambiental 40
Tabla 14. Evaluación de los aspectos del factor socio-cultural 40
Tabla 15. Evaluación de los aspectos del factor económico 40
Tabla 16. Evaluación de los aspectos del factor técnico-operativo 40

FIGURAS

- Figura 1. Diagrama de operaciones para la extracción de aceite de milpesos 29
Figura 2. Proceso de extracción de aceite de palma por método físico (con despulpado mecánico y extracción de aceite por prensado) 36
Figura 3. Proceso de extracción de aceite de palma por método químico (solvente) 37

REGISTROS FOTOGRÁFICOS

- Foto 1. Palma de milpesos en la zona rural de Buenaventura 5
Foto 2. Frutos de la palma de milpesos lavados. 30
Foto 3. Macerado o amasado del fruto de la palma de milpesos. 31
Foto 4. Aceite de palma de milpesos 32
Foto 5. Evaluación sistema de cuerdas y pretales.



RESUMEN

Teniendo en cuenta que en Colombia y en especial en el Pacífico colombiano¹ son escasos los estudios realizados sobre especies promisorias como es el caso de la palma de milpesos, el presente trabajo se convierte en un valioso aporte sobre el tema.

De esta forma, el presente informe está dividido en seis partes, en primer lugar se hace referencia a los aspectos relevantes de la palma de milpesos abarcando temas como su localización geográfica en Colombia, clasificación científica, nombres comunes y la descripción morfológica; como segundo punto, se abordan los aspectos generales de las grasas y aceites comestibles, puntualizando en aspectos como las características físicas y químicas, sus componentes, propiedades físicas y químicas, y sus características y usos; como tercer ítem se establecen las características y usos del aceite de milpesos, tratando fundamentalmente lo relacionado con su composición de los ácidos grasos y sus propiedades físico-químicas; en un cuarto aparte, se hace mención al proceso de extracción tradicional de aceite de palma de mil pesos, desarrollando sus 10 fases, además se presenta una evaluación **de la técnica tradicional de extracción** de aceite; en un quinto punto, se trabaja un método físico (con despulpado mecánico y extracción de aceite por prensado), y un método químico (utilizando solvente) de los cuales luego se realiza una evaluación teniendo en cuenta los factores ambiental, socio-cultural, económico y técnico-operativo; finalmente, se desarrolla el método físico (con despulpado mecánico y extracción de aceite por prensado) puesto que de acuerdo con la evaluación realizada se determinó que él es más apropiado para mejorar el sistema tradicional de extracción de aceite en el área de estudio.

¹ Uno de los agravantes respecto a la biodiversidad de la región pacífica es la insignificante investigación frente a lo que hay por descubrir, lo que en palabras del desaparecido investigador Alwyn Gentry se traduciría en decir *“que sabemos más de la luna que del pacífico colombiano”*.



PRESENTACION

Las grasas y aceites se encuentran difundidos en los reinos vegetal y animal y varían su concentración según las partes de los animales y las plantas que se utilizan.

Actualmente, las grasas de origen animal están siendo desplazadas, en gran parte, por los aceites de origen vegetal debido a que estos últimos actúan favorablemente en la salud de los consumidores. La ingestión de grasas constituye un tema controversial considerado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), en virtud de su relación con la obesidad y la arteriosclerosis. Las grasas y aceites cumplen importantes funciones en el organismo como fuentes de energía, de ácidos grasos esenciales, siendo el vehículo de las vitaminas liposolubles, controlan los lípidos en la sangre y su papel funcional en la estructura celular a nivel de las membranas. Además de los múltiples usos en la preparación de alimentos. Contribuyendo así a la formación de textura, empleándose en la cotidianidad como condimentos para alimentos, y en la preparación de mayonesas además de ser importantes sustancias de transferencia de calor y lubricación.

La creciente demanda de grasas y aceites de origen vegetal, no obstante la existencia de materias primas tradicionales, centra la atención en las denominadas especies promisorias, hasta hoy poco aprovechadas. Los criterios y perspectivas de la seguridad alimentaria, en el ámbito mundial, nacional, regional y local, vierten sus miradas y derivan grandes esperanzas de los esfuerzos técnicos y científicos que los países en vía de desarrollo realicen para generar una economía sustentable.

Las especies promisorias como el inchi o cacay (*Caryodendron orinocense*), el milpesos o seje (*Denocarpus batava*), la Tamaca (*Acrocomia aculeata*) e importantes nueces como el marañón (*Anacardium excelsum*), el camajón (*Sterculia apetala*), el castaño (*Pachira aquatica*) y otras, están destinadas a resolver el problema de los aceites comestibles en el trópico, y a contribuir de manera trascendental en la calidad alimentaria de los pueblos de América Latina.

De otra parte, la soberanía de un país nunca será perfecta y completa si ese país no es capaz de ofrecer a sus ciudadanos los alimentos que necesitan, a partir de sus propios recursos. Un país que tenga que acudir al mercado exterior para asegurar su propia supervivencia alimentaria será un país vulnerable.

De esta forma es clara la necesidad de aprovechar las especies promisorias -en este caso que nos ocupa la palma de milpesos- como fuentes para obtención de aceites comestibles y otros productos alimenticios, en armonía con el ambiente, convirtiéndose esta actividad en una oportunidad sustentable de ingresos para mejorar la calidad de vida de las poblaciones.



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO**
Nit 818.000.156-8

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Realizar estudios de alternativas tecnológicas sostenibles para mejorar los procesos de aprovechamiento de las palmas de mil pesos y corozo en la comunidad de la plata bahía Málaga – Buenaventura Valle del Cauca.

I. ASPECTOS RELEVANTES DE LA PALMA DE MILPESOS

La palmera de milpesos (foto 1), es originaria de América del sur, y no se encuentra uniformemente distribuida. Su localización geográfica está esencialmente relacionada a las condiciones ambientales. En nuestro país se encuentra en gran cantidad, en la región del Vaupés, Vichada, Meta, Región del pacífico, Putumayo y Caquetá.



Foto 1. Palma de milpesos en la zona rural de Buenaventura

Esta palmera recta y majestuosa, es sin duda una de las plantas más hermosas. Humboldt la describe en su libro "Viaje a las regiones Equinocciales" así: "El circuito, el milpesos de fruto parecido al albaricoque, La *Dreadoxa regia*



o la palma realy el *ceroxylon* de los altos Andes, exhiben las formas más majestuosas que hemos visto entre las palmeras del nuevo mundo”.

1.1. Clasificación científica

El genero *Jessenia* fue descrito por Karsten (1857), incluyendo una sola especie, *J. Polycarpa*. El genero *Denocarpus* fue originalmente descrito por Martius (1823), incluyendo cinco especies, entre ellas *D. bataua*. Ambos generos fueron conservados como distintos a través de un número de publicaciones del siglo diecinueve, hasta que Burret (1928) revisó los dos géneros, estudiando el material original de Martius, así como material de *D. bataua*, concluyó correctamente que *D. bataua* realmente pertenece al género *Jessenia*, y forjo un nuevo nombre combinado, *Jessenia bataua* (Martius) Burret. Ha esistido mucha confucion en torno a la nomenclatura adecuada de esta palmera. A pesar del trabajo taxonómico de Balick (1980; 1986), no es raro encontrar antiguos errores en publicaciones contemporáneas. La anterior descripción histórica sirve para definir el nombre científico que se utilizara para denominar la palmera objeto de este trabajo: *Jessenia bataua*.

1.2. Información taxonómica

La clasificación taxonómica de la palmera de milpesos se presenta en el cuadro I, de acuerdo con la nomenclatura moderna.

Cuadro I. Clasificación taxonómica de la palmera de milpesos

Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida (monocotiledoneas)
Subclase	II, Arecidae
Orden	I, Arecales
Familia	Arecaceae (Palmae)
genero	<i>Jessenia</i>
Especie	<i>Jessenia Bataua</i> (Martius) Burret
subespecie	Bataua

Fuente: Medina (1999).

1.3. Sinomimia

Se presenta para evitar confusiones, pues muchas publicaciones aún sin revisar poseen diversos nombres de la misma palmera.

Denocarpus bataua. Martius

Jessenia polycarpa. Karsten



Jessenia repanda. Engel

Denocarpus seje. Cuervo Marques

Jessenia weberbaueri. Burret

1.4. Nombres vulgares

Colombia: "palma milpes", "Consa", indios Coreguajes del Orteguzaza y Caquetá. "Jomaña", indios Huitotos del Caguán, "Palma de Seje", región del Sarare, Arauca Boyacá. "Milpesos" Antioquia, Caquetá, Valle del Cauca, Costa Pacífica. "Unamo", en los Llanos orientales, Meta. "Guacaria", indios Makuna, Vaupés. "Punama", indios Yakunos. "Nomia", indios Tanimucas, Caquetá. "Numuñame", indios Guananos. "Seje Grande", "Coroba".

Venezuela: "Curuba". "Seje".

Brasil: "Patabá", en lengua Yeral. "Pataua".

Las Guayanas: "Maripa de Montaña".

Trinidad: "Yagua".

Panamá: "Trupa" o "Vaca de Pobre".

Perú: "Chocolatera", "Ungurahui", "Sacumama", "Ingurabe".

Ecuador: "chupil", "Ungurahua", "Colaboca", "Shimpi", "Shigua".

1.5. Descripción morfológica

Jessenia bataua (Martius) Burret, es unificada por Balick en 1980.

Raíces: planta hidrófila y por esto crece muy bien en los lugares húmedos. Posee además, un buen sistema radicular en la superficie y en todas las direcciones alrededor de la planta, hasta unos 6-7 m. desde el tronco, algunas raíces principales se profundizan en busca de agua. Las raíces son cilíndricas, cónicas, de 5 a 8 mm. de diámetro y de color moreno pardo.

Tallo: es columnar recto, liso, simple, sin ramificaciones, con su base un poco más ancha que la parte terminal, marcado en forma irregular con anillos anuales de las hojas caídas, espaciados de 25-35 cm.; su estructura es regular y formada por una masa de fibras duras muy compactas y resistentes de color moreno parduzco. Este color se aprecia muy bien cuando se tumba una planta, pues en el tronco cortado diametralmente, se notan entre el blanco de la madera, los puntos oscuros de las fibras. Al año la planta tiene el tallo con hojas saliendo desde la superficie del suelo y que poco a poco se abren y se alejan del tronco sacándose y cayéndose el pedazo de tronco entre dicha hoja y la superior completamente alisado y limpio. Además, en dicho periodo la hoja posee en su vaina una masa de filamentos en forma de largas agujas, quebradizas, caen poco a poco al desprenderse las hojas. A la edad de 5-6 años, la planta tiene un tallo limpio y desnudo con un penacho de hojas en la parte superior, en la forma



característica de las palmas. En la madurez, bajo condiciones favorables, llega a más de 20 m. de alto con un diámetro de 35-45 cm.

Hojas: su número es de 15 a 20, son pinnadas; de 65-108 pinas por lado, están distribuidas en espiral, casi erectas (cuando jóvenes) o tendidas horizontalmente (cuando viejas) y agrupadas densamente en el ápice del tronco. Su color es verde oscuro superiormente y verde claro en la parte inferior, con una longitud de 5 a 7 m. incluyendo el pedúnculo. Las vainas apretadas parcialmente, pecíolo largo hendido, grueso, cariáceo, ligeramente surcado en el interior, liso en el exterior, la porción superior rayada con fibras color café, de las cuales algunas son delgadas como cabellos y entretejidas, otras, fuertes como agujas, y persisten marginalmente en la vaina y se extienden hacia el centro y a lo largo de las márgenes inferiores del pecíolo; pecíolo delgado, acanalado adaxialmente, convexo abaxialmente, raquis acanalado en la base, más o menos cuatro lados cerca del centro, aplanado o cóncavo adaxialmente, abaxialmente aplanado a semi convexo, cambiando a triangular hacia el ápice, delgado, pinnas numerosas, arregladas regularmente e insertadas a lo largo del raquis en un solo plano, subalternas cerca de la base, opuestas a sub opuestas centralmente, sub opuestas a subalternas hacia el ápice, ancha longitudinalmente, lanceolada en el centro del raquis, plegada, aguada basalmente, presenta nervaduras con prominentes venas intermedias delgadas adaxialmente, cubierta abaxialmente con tricomas.

Flor: la inflorescencia es un espádice axilar, que antes de la floración, está envuelta por una gran bráctea o espata subleñosa de un metro y medio de largo que tiene una función protectora. Balick (1980) la describió así: Inflorescencia intrafoliar, hiperiforme; pedúnculo corto, aplanado adaxialmente, bráctea doble; brácteola con márgenes dentadas, bráctea tubular abultada en el medio, delgada en la punta y abierta longitudinalmente, ambas brácteas deciduas; raquis adaxialmente.

Las flores son unisexuales, sésiles, en tríadas de dos flores estaminadas y una pistilada, en grupos de estaminadas o estaminadas solitarias distalmente, usualmente desprovista de flores en la última porción, inflorescencia raramente completamente estaminada; flores estaminadas asimétricas, sépalos tres, valvados, estriados longitudinalmente, más o menos lanceolados, agudos, ligeramente carnosos, uno o dos en cada flor, frecuentemente disímiles, estambres en número de (9-20), delgados, derechos a ondulados y raramente curvados en el ápice, insertado en la más baja unión de la teca y prolongado a lo largo de la juntura; anteras dorsifijas, divididas longitudinalmente, con una división bilocular, pistilo rudimentario, trifido, flores pistiladas asimétricas, sépalos tres, imbricados, carnosos; carece de estaminodios; gineceo usualmente unilocular, un óvulo, raramente dos lóculas con dos óvulos, estilo corto, grueso, tres estigmas.

Frutos: los frutos son cilíndrico-elipsoideos u ovoide elipsoide, de color violáceo purpúreo en la madurez y verdes cuando son inmaduros, con una sola semilla y de tamaño variable cuando maduran; de 2.5-4 cm de largo, con un mínimo de 2.3 cm y máximo de 4.75 cm (sin incluir la cúpula), 2-2.75 cm de ancho en el centro del fruto, 6-20 g de peso en la madurez. Se hallan reunido en número de 1000 a 3000 en un espádice de un metro a un metro y medio de largo con raquillas entre 135 y 350 con un máximo de 450. No tiene pedúnculo, el epicarpio es semiduro, el



mesocarpio está formado por dos capas, una externa pulposa, de la cual se extrae el aceite y una interna, delgada y fibrosa. Por último, el endocarpio de color pardo claro, consistencia pétrea y presenta un orificio en la parte superior por ende asoma la única semilla que contiene, alargada de color amarillo parduzco. Observando un corte longitudinal del endocarpio (almendra) aparece una capa interna, de color blanco, rodeado por una capa irregular de color naranja, íntimamente unida a la primera. El espesor del endocarpio es muy variable, pero es aproximadamente de 0.5 cm. Como término medio.

Clave para la subespecie *bataua*: pinna cubierta con muchos tricomas en la superficie abaxial, raquilla uniforme adelgazándose suavemente hasta el final; flores pistiladas usualmente 40 - 90, llevadas sobre el 40 - 60% de la parte proximal de la raquilla, flores estaminadas 4 -7 mm de longitud, estambres 9 - 20. Panamá y el Amazonas y el Valle del Orinoco, Pie de monte Andino, Sarare y el territorio de la Costa Pacífica. Balick (1980).

2. ASPECTOS GENERALES DE LAS GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES

Químicamente se definen todas las grasas como el resultado de la combinación de uno o más ácidos grasos con la glicerina. Las materias grasas se hallan distribuidas extensamente en la naturaleza, desde los organismos más sencillos hasta los más complicados, existiendo en mayor o menor proporción en casi todos los tejidos orgánicos. Las grasas y aceites vegetales se acumulan mayoritariamente en las frutas y semillas, que, junto con féculas y compuestos nitrogenados nutren el embrión para el nacimiento de las especies vegetales.

2.1. Características físicas y químicas

Las grasas y aceites vegetales, extraídas de las semillas oleaginosas y nueces, se utilizan principalmente como aceites comestibles, aceites y grasas para fritura y para preparación de margarinas y grasas emulsionables. El color amarillo rojizo, característico de la mayoría de los aceites naturales, se debe a la presencia de diversos pigmentos carotinoides. Esta característica se observa en el aceite de palma, soya, oliva, inchi, milpesos y maíz de manera acentuada. La mayoría de los pigmentos responsables del color se remueven durante el refinado de los aceites. La transparencia es un requisito determinante en la calidad de un aceite de mesa y de cocina, ya que indica de alguna manera el grado de purificación al cual ha sido sometido. El refinado de un aceite también remueve las sustancias odoríferas propias de un aceite "crudo". El olor y el sabor deben ser completamente neutros. Sin embargo, ciertos productos como el aceite oliva, la mantequilla y el aceite de ajonjolí virgen conservan sus aromas y sabores típicos, pues sus propiedades naturales son altamente apreciadas. Todas las sustancias grasas, en contacto con la humedad, dejan en libertad ácidos grasos, lo cual redundaría en detrimento de su calidad. Una grasa comestible no debe contener más de 1% de ácidos grasos libres. El problema de la acidez en los aceites se incrementa por la acción del calor, la luz y agentes bacteriales y al entrar en contacto con superficies de hierro o de cobre, se acelera su oxidación o rancidez.

2.2. Componentes de los aceites



Glicéridos: constituyen en un 97 – 98% de los aceites y grasas. Se forman por la esterificación de la glicerina con los ácidos grasos. Existen los triglicéridos, diglicéridos y monoglicéridos.

Ácidos grasos: constituyen el 94 – 96% del peso total de la molécula de un triglicérido, por lo cual la composición de ácidos grasos de un aceite es la característica química más importante.

Los ácidos grasos están conformados por una cadena de átomos de Carbono unidos entre sí y combinados con átomos de Hidrógeno con el radical carboxilo en un extremo. Los ácidos grasos pueden ser: saturados, monoinsaturados y poliinsaturados.

2.3. Componentes no glicéridos de aceites y grasas

Fosfátidos: se caracterizan por tener un fósforo en la molécula del glicérido, su radical puede ser un ácido graso.

Esteroles: constituyen la mayor porción de la materia insaponificable. Tienen punto de ebullición menor que los glicéridos.

Tocoferoles: son sustancias capaces de inhibir poderosamente la oxidación de los triglicéridos, por tal razón se consideran antioxidantes naturales.

Colorantes: son principalmente los carotenos.

Aromas: se debe a la presencia de compuestos terpénicos, aldehídos y cetonas, entre otros.

2.4. Propiedades físicas de los aceites

Las propiedades físicas de los aceites vegetales proporcionan información de interés para:

1. su identificación
2. establecer el tratamiento al que se han de someter
3. determinar la conveniencia de su utilización

Entre las determinaciones físicas más usuales se tiene el punto de fusión, gravedad específica, índice de refracción, punto de humo, viscosidad.

2.5. Propiedades químicas de los aceites

Una gran variedad de pruebas químicas se han desarrollado para el estudio de los aceites, basados en la determinación parcial de la composición de ellos. Estas pruebas sirven para identificar y detectar adulteraciones.



Composición de ácidos grasos: es la propiedad química más importante de los aceites, pues de ella dependen los diversos índices. Es el porcentaje de los ácidos grasos contenidos en este, se determina mediante el uso de las cromatografías.

Índice de Saponificación: es el número de mg de KOH (hidróxido de Potasio), necesarios para saponificar por completo un gramo de grasa o aceite.

Índice de yodo: es el número de gramos de Yodo absorbidos por 100 gramos de grasa o aceite.

Materia insaponificable: es una medida de porcentaje de aceite que no se convierte en jabón.

Índice de ácidos grasos libres o acidez: es la cantidad de mg de hidróxido potásico necesaria para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en un gramo de aceite.

Índice de peróxido: en un aceite que contiene ácidos grasos poliinsaturados la oxidación tiene lugar mediante la formación de hidroperóxidos.

Índice de éster: el índice de éster indica la cantidad de mg de hidróxido potásico necesarios para la saponificación de los ésteres contenidos en un gramo de aceite.

2.6. Características y usos de aceites vegetales diferente al milpesos

2.6.1 Composición

Los aceites vegetales se obtienen de cultivos arbóreos o de semillas de cultivos que se siembran todos los años. Su composición son ésteres de glicerol de ácidos grasos llamados triglicéridos.

Los ácidos palmíticos oléicos y esteáricos son los más comunes en los aceites vegetales, pero la gama de ácidos grasos presentes en cantidad apreciable en los aceites que se usan comúnmente, van desde el ácido octanóico, que se encuentra en niveles de 5 a 10% en el aceite de coco, hasta el ácido erúcico, que puede estar presente en niveles superiores a 50% en ciertas variedades de aceite de colza. La insaturación de los ácidos grasos ocurre principalmente en los que cuentan con una cadena de 18 carbonos. En la tabla 2.1 se presenta la clasificación de los aceites vegetales, de acuerdo al contenido de sus principales ácidos grasos.

La mayor parte de los ácidos grasos en las grasas se esterifican con glicerol para formar glicéridos. Sin embargo, en algunas grasas se encuentran ácidos grasos libres que conllevan a una actividad enzimática excesiva. Los ácidos grasos libres (no esterificados) son el más importante de los componentes secundarios de los aceites vegetales y se deben eliminar para que el aceite sea aceptable para fines comestibles.

En la tabla a continuación se presenta la clasificación de aceites vegetales.

Tabla 1. Clasificación de aceites vegetales

ACEITE	CONTENIDO DE ACEITE DEL MATERIAL OLEAGINOSO (% EN PESO)	PRINCIPAL ÁCIDO GRASO	CONTENIDO DEL PRINCIPAL ÁCIDO GRASO (% EN PESO)
Coco	65-68	Láurico	44-52
Palmiste	45-50	Láurico	46-52
Palma	45-50	Palmitico	32-47
Oliva	15-40	Oleico	65-86
Cacahuate	45-55	Oleico	42-72
Colza	40-50	Behenico, euricico	48-60
Sésamo	44-54	Oleico	34-45
Soya	18-20	Linoleico	52-60
Algodón	15-24	Linoleico	40-55
Maíz	33-39	Oleico, linoleico	34-62
Girasol	22-36	Linoleico	58-67
Cártamo	25-44	Linoleico	78
Limo	35-44	Linoleico	30-60
Ricino	35-55	Ricino Ricinoleico	80-90

Fuente: CORPODIB, s.f.

En la mayor parte de las grasas naturales existen fosfolípidos en cantidad y composición diferentes, según cuál sea la fuente de la grasa. Los subproductos recuperados se venden como lecitina comercial para su uso en margarinas y confitería que requiere un emulsificador soluble en grasas.

Los pigmentos más importantes en las grasas son los carotenoides. El aceite de palma, por lo general de un rojo anaranjado brillante, contiene hasta 0.2% de betacaroteno. Muchos aceites, particularmente si se obtienen de semillas inmaduras, contienen niveles apreciables de pigmentos de clorofila que dan un tinte verdoso a las grasas. El aceite de algodón presenta un color muy pronunciado por los pigmentos de gosipol², casi todos los pigmentos se eliminan en el blanqueado y refinado por álcali. Algunos pocos pigmentos fijos son difíciles de eliminar en el proceso y pueden ser el resultado del calor o de una oxidación excesiva en las materias primas que contienen las grasas. Los pigmentos carotenoides se decoloran en presencia de calor, luz o un tratamiento oxidativo.

Las quinonas generadas por la oxidación de los tocoferoles suelen hacer que las grasas cobren un color oscuro.

² Pigmento presente en el embrión de la planta de algodón.



En muchos aceites hay metales. El cobre y el hierro tienen importancia por el efecto adverso sobre la calidad del producto. Por ejemplo en el aceite de colza, se encuentra azufre en niveles de hasta 30 ppm, que se debe eliminar para evitar dificultades ulteriores en el procesamiento.

También se encuentran pesticidas en bajos niveles por causa de su uso generalizado en la agricultura intensiva; entre otros compuestos se encuentran ceras, acetonas, aldehídos, monoglicéridos y diglicéridos en niveles variables pero bajos. Las ceras de algunos aceites causan problemas y se eliminan en el procesamiento para impedir que se enturbien los productos acabados. Las acetonas y los aldehídos se deben a un deterioro oxidativo y causan sabores y olores extraños en las grasas. Los monoglicéridos y diglicéridos son el resultado de reacciones hidrolíticas en las materias primas o durante la transformación, pero no ocasionan problemas particulares en los productos finales.

El deterioro de las grasas se produce como consecuencia de hidrólisis u oxidación, dejando de ser adecuada para el consumo humano. Para limitar este hecho se realizan procedimientos dentro de los que se encuentran: destrucción o inactivación de microorganismos nocivos, la preservación de los antioxidantes naturales de los aceites, la supresión de los prooxidantes, y la exclusión de oxígeno durante el procesamiento y de agua durante el almacenamiento.

2.2.2 Propiedades físicas

En la tabla 2 se resumen las principales propiedades físicas de los aceites vegetales comerciales más importantes.



Tabla 2. Propiedades físicas de los aceites vegetales comerciales más importantes.

Aceites vegetales	Punto de fusión (°C)		Punto de solidificación (°C)	Índice de Saponificación (°C)	Índice de refracción	Índice de yodo	Ácidos grasos libres oleicos (%)	Peso específico	Materia no saponificable	Color
	Fusión incipiente	Fusión completa								
Oliva			0-7	188-196	51-57	79-88	1-8	0.914-0.919	0.5-1.8	Verdoso
Cacahuete			0-3	188-195	51.7-57.9	82-100	0.4-1.6	0.917-0.921	0.4-1.0	Amarillo dorado
soya			-7 - -12	189-195	59.4-69.5	120-143	0.8-1.0	0.924-0.928	0.7-1.6	Marrón rojizo
Algodón			-5 - 5	189-198	57.9-63.8	99-114	1.1	0.921-0.925	0.8-1.8	Negro
Colza			10 - -12	168-180	57.1 - 63.2	97-108	0.9-1.2	0.913-0.918	0.6-1.5	Amarillo parduzco
Girasol			-	183-194	60-63.5	120-140	1.1-2.7	0.922-0.926	0.3-1.5	Amarillo dorado
Cártamo ³			-	188-194	61.7-64.8	135-150	2.8	0.915-0.928	0.5-1.5	Naranja amarillento
Sésamo			-3 - -4	188-195	57.7-63.8	103-118	0.7	0.920-0.926	0.8-1.8	Amarillo claro
Coco	20-22	23-26	22-23.5	225-264	13.0-10.5	7.0-10.5	3-5	0.869-0.874	0.15-0.8	Blancuzco
Palmiste	21-24	26-29	24-26.5	242-255	35.3-39.5	14-23	2-3	0.859-0.973	0.2-1.0	Blancuzco
Palma	20-40	25-50	25-40	197-202	36-49	49-57	2-5	0.9209 - 0.9250	0.5-2.0	Naranja
lino		-16 - -20	-27	188-196	69.5-79	175-204	1.0	0.931-0.938	1.0-1.7	Pardo
Ricino				176-187	60.2-71.9	80-91	1-4	0.958-0.969	0.3-1.0	Amarillo claro

³ El cártamo como planta oleaginosa presenta innumerables ventajas, ya que su semilla contiene un alto porcentaje de aceite, el cual es de alta calidad tanto para uso industrial como para consumo humano.



El peso específico, la viscosidad y el punto de fusión son las propiedades físicas de los aceites que revisten más interés en general para el proceso. En razón de las grandes semejanzas entre las moléculas de triglicéridos que hay en los diferentes aceites, las densidades y viscosidades de casi todos ellos no varían mucho. La excepción más notable es el aceite de ricino, que se caracteriza por una viscosidad y densidad muy superiores. El peso específico de casi todas las grasas en estado líquido no tiene diferencias notables. Los valores usuales están entre 0.914 y 0.964 a 15°C. Las densidades de las grasas en estado sólido son mucho más altas (1 kg/l a 1.06 kg/l) que las de las grasas líquidas. Los puntos de fusión de las grasas y aceites comerciales son indicaciones poco precisas de las propiedades de los productos. La fusión comienza en una gama más bien amplia de temperaturas y aumenta con la longitud de la cadena de ácidos grasos. El índice de yodo da una indicación del grado de insaturación de los aceites y grasas. Se puede decir también que se expresa como el número de centigramos de yodo absorbidos por gramo de grasa o aceite. De igual manera el índice de refracción se usa para probar la pureza de los productos y supervisar las operaciones de hidrogenación e isomerización. El índice de refracción aumenta con el peso molecular y tiene una relación que crece de modo aproximadamente lineal con el grado de insaturación de las grasas neutras, el valor de saponificación es una indicación de la hidrólisis de las grasas. Se mide como el peso en miligramos del hidróxido de potasio requerido para hidrolizar (saponificar) un gramo de grasa.

2.2.3 Usos

Aproximadamente dos tercios de la producción mundial de aceites y grasas se utilizan para el consumo humano. Las grasas son fuentes concentradas de energía, vitaminas y ácidos grasos que son esenciales para casi todos los organismos. La relativa sencillez y versatilidad de los procesos físicos (fraccionamiento) o químicos (hidrogenación o interesterificación), usados por separado o en combinación, permiten modificar las propiedades de los aceites vegetales para hacerlos particularmente indicados para usos finales específicos. Tales procesos hacen a los aceites vegetales intercambiables, un hecho que conduce a que esos aceites predominen en el mercado de los aceites comestibles.

En los usos **comestibles**, los aceites vegetales se emplean principalmente en la fabricación de margarinas, productos lácteos, rellenos para galletas y alimentos preparados. Las mantecas vegetales se utilizan principalmente para obtener grasas de repostería. En ésta también se utilizan mucho los aceites láuricos (aceites de coco y palmiste) así como aceites fraccionarios de soja y algodón. Entre los emulsificantes comestibles derivados de la grasa que se usan ampliamente en la industria de procesamiento de alimentos figuran los monoglicéridos y diglicéridos, los monoglicéridos y diglicéridos lactilados, los monoésteres de glicol de propileno, los estearatos de polisorbitano, los monoglicéridos acetilados y los ésteres de poliglicerol de los ácidos grasos.

Los aceites vegetales también tienen aplicaciones industriales, para estos fines pueden usarse en forma de triglicéridos brutos o refinados (tales como los ácidos grasos) o como derivados de los ácidos grasos. La industria de revestimiento de superficies hace un uso sustancial de diversos aceites insaturados en la producción de resinas alquídicas pinturas y barnices. Los aceites de lino y de soja son los aceites principales empleados en la fabricación de estos dos últimos productos. Tales aceites pueden modificarse mediante tratamiento térmico u oxidativo. Los ácidos grasos que se producen por hidrólisis de aceites o de pasta oleosa son preferidos muchas veces a los triglicéridos por gozar de propiedades específicas funcionales que son importantes para la industria de

revestimiento de superficies. La industria del jabón comparte con el sector de revestimiento de superficies la utilización de ácidos grasos o de los aceites de los cuales se derivan. Los aceites láuricos son los de mayor interés en esta industria. Los aceites grasos no sólo tienen un mercado importante por sí mismo, sino que también proporcionan la materia prima para casi todos los derivados de ácidos grasos usados en diversas industrias. Igualmente tienen aplicación en lubricación y fabricación de lubricantes por sus propiedades de reducir fricción. Recientemente se ha implementado en Europa y en Norteamérica la utilización de aceites vegetales como combustibles, particularmente en combinación con combustibles diesel.

3. CARACTERÍSTICAS Y USOS DEL ACEITE DE MILPESOS

De acuerdo con el trabajo realizado en campo, en la tabla 3 se muestra la composición de ácidos grasos del aceite de milpesos en la zona de estudio, además se presentan otros resultados obtenidos por diferentes autores con el mismo aceite, de diversos sitios. Se incluye un análisis de aceite de oliva, para permitir la comparación con el aceite de milpesos.

Es de resaltar el elevado porcentaje del ácido oleico (82%), es hasta ahora el aceite que tiene la mayor concentración de un solo ácido graso. La fracción fracturada del aceite de milpesos está representada por los ácidos grasos; Láurico, mirístico, palmítico, y esteárico, en un porcentaje de 12.49% para las muestras de este trabajo. El ácido saturado dominante es el palmítico con un 10,54% de la muestra y el 84% de la fracción saturada. La parte monoinsaturada del aceite de milpesos está representada por los ácidos: Palmitoleico y oléico, con un porcentaje un poco mayor del 83%, predominando en la fracción el ácido oléico (98%). Los ácidos grasos poliinsaturados del aceite de milpesos son el linoléico, linolénico, con una fracción de 3.92% siendo mayoritario el linoléico con el 83% de la fracción.

En cuanto a la composición de ácidos grasos, el aceite de milpesos y el aceite de oliva son similares, con una pequeña diferencia en cuanto al contenido de ácido linoléico, puesto que el aceite de oliva contiene dos veces más que el aceite de milpesos.

Tabla 3. Composición de los ácidos grasos del aceite de milpesos.

Ácido graso (%)	INVESTIGACIÓN	OTROS						
	Artesanal (2010)(a)	Jamieson (1943)(b)	Pinto (1951)(c)	Tenorio y A (1978)(d)	Balick (1981)(e)	Lubrano (1994) (f)	Rios A. (1997) (g)	Aceite oliva
Láurico	0,05				Trazas		0,13	
Mirístico	0,38				Trazas		0,29	
Palmítico	10,54	8,8	7,1	9,2	13,2	21	14,22	11,2
Palmitoleico	1,35		1,3		0,6	1	0,14	1,5
Esteárico	1,52	5,6	8,8	5,9	3,6	1,5	1,99	2
Oléico	82,00	76,5	72,9	81,4	77,7	70	82,53	76
Linoléico	3,27	3,4	5,2	3,5	2,7	4	0,5	8,5
Linolénico	0,65		4,9		0,6	Trazas		0,5
Arachídico	0,08				Trazas	2		
Erucico	0,16				Trazas			

Fuente: elaboración propia.

La explicación de la procedencia de los datos de la tabla anterior se explica a continuación:

- (a) procedencia: Buenaventura
- (b) procedencia: Brasil
- (c) procedencia: Brasil
- (d) procedencia: Chocó
- (e) procedencia: Vaupés
- (f) procedencia: Guayanas
- (g) procedencia: Chocó

Composición en triglicéridos: en la tabla 4 se presenta la composición de triglicéridos reportados por Lubrano (1994), que conforman el aceite de milpesos. Los que más porcentaje representan son los formados por los ácidos grasos más abundantes (oléico y palmítico), son: trioléina (OOO) y palmitodioléina (POO) con un 48,7 y 29,1%.

Tabla 4. Composición en triglicéridos

TRIGLICERIDO	CONTENIDO (%)
OLL	1,7
LLP	1,6
OOL + PoOO	3,7
POL + PppO	3,8
OOO	48,7
POO	29,1
OPP	8,5
OOS	0,9
PSS	0,2
Otros	1,8

Fuente: Lubrano C, 1994.

Composición de esteroides: Ríos (1997) reporta para el aceite de milpesos que los esteroides presentes son 0,2522 mg/100g, destacándose por su contenido el β sitosterol (41%) y se resalta el bajo contenido de colesterol, extraído a un aceite de palma. Ver tabla 5

Tabla 5. Composición de esteroides

ESTEROL	CONTENIDO (%)	
	Lubrano C. (1994)	Ríos A. (1997)
Colesterol		
Campesterol	1,5	2,65
estigmasterol	7	17,87

B sitosterol	20	6,42
$\delta 5$ Avenasterol	36	41,03
Brassicasterol	33	14,15
otros	----	15,57
	2,5	2,31

Fuente: Ríos (1997).

Composición de tocoferoles y tocotrienoles: el contenido de tocoferoles y tocotrienoles es reportado por Lubrano (1994). Se destaca el alto contenido de αT (94%) del total de la fracción. Ver tabla 6

Tabla 6. Composición de tocoferoles y tocotrienoles del aceite de milpesos

TOCOFEROLES Y TOCOTRIENOS	CONTENIDO (%)
αT	94
$\Delta T3$	Trazas
$\gamma T3$	5,7
δT	0,8

Fuente: Lubrano (1994).

Contenido de hidrocarburos y ceras: Ríos (1997), reporto que el aceite de milpesos contiene 0,21 mg/g. de hidrocarburos y ceras. El Escualeno es el 97,5%, las ceras lineales el 1,34% y las ceras terpénicas el 0,7%.

Índices: en la tabla 7 se muestran los diferentes índices fisicoquímicos que cualifican al aceite de milpesos.

El índice de Yodo (91) refleja la insaturación del aceite.

La densidad de aceite (0,910 g/ml) y el índice de refracción (1,466) son propiedades físicas, fácilmente medibles y datos muy importantes, pues permiten evitar falsificaciones.

Por ser las muestras de aceite crudo, el punto de humo (185°C) es un poco bajo, para ser utilizado en frituras; sin embargo esto se puede obviar adicionándole un poco de aceite comercial refinado o empleando temperaturas bajas de fritura. De otro lado el índice de saponificación (190) y el ácido graso predominante (oleico) caracterizan la buena disponibilidad del aceite de milpesos para convertirse en jabones suaves y translucidos. La materia insaponificable es baja (0,5%), refleja el método de extracción del aceite.

Tabla 7. Índices característicos del aceite de milpesos.

INDICE	Investigación	Ríos A	C. Agraria
Densidad 25°C	0,910 g/ml		0,909 g/ml

Viscosidad	76,832 (C. Stokes)		
Tensión superficial	34,5 (Dinas/cm ²)		
Índice de refracción 25°C	1,466		1,468
Punto de fusión	8 °C		
Punto de humo	185 °C		
Índice de yodo	91,0 g l ^z /100 ml	73 g l ^z /100 ml	80 g l ^z /100 ml
Índice de saponificación	190 mg/ml KOH		193 mg/ml
Materia insaponificable	0,5%		0,7%
Índice de acidez	1,5 mg/ml KOH	0,58 mg/ml KOH	
Índice de peróxido	3,3 meq O ₂ /Kg	3,83 meq O ₂ /Kg	
Índice de esteres	188,5 mg/ml KOH		
Rancidez de Krebs	Negativa		
Ácidos Grasos Libres	1%		

Fuente: elaboración propia.

El índice de acidez (1,5), el contenido de ácidos libres (1%) y el índice de peróxidos reflejan el estado de conservación del aceite, su baja oxidación y desdoblamiento de triglicéridos, también reflejan las deficiencias del método de extracción. Aunque están bajos, se pueden obtener estos índices en niveles inferiores si se mejora el proceso de extracción de aceite.

Color, aroma y sabor: el aceite de milpesos "virgen" o crudo posee un color amarillo claro translucido y brillante, aroma agradable y suave y sabor perceptible. La apariencia general es como la del aceite de soya refinado.

Potencial de uso de aceite de milpesos:

las características fisicoquímicas de aceite de *Jessenia bataua* y los usos tradicionales permiten conocer la importancia del aceite y determinar su utilidad como aceite de masa, como base para la refinación de cosméticos, además puede utilizarse en la industria farmacéutica, como lubricante, o para curar enfermedades respiratorias dado su contenido de escualeno y vitaminas.

3.1. Propiedades físicas, componentes y análisis proximal de los frutos de milpesos

En la tabla 8 se muestran las propiedades físicas. Los frutos de milpesos se determinó que son drupáceos, con un peso de 15.47 gramos, presentando un mínimo de 11.16 g. y un máximo de 21.03 g. así mismo la semilla (endocarpio) representa el 59.79% del total del peso, con un promedio de 8.99 g., y sus valores oscilan entre el 51.44% mínimo y un máximo de 65.35%.

Tabla 8. Componentes y propiedades de los frutos de milpesos

ANÁLISIS		PROMEDIO	DESVIACIÓN	VARIACIÓN
Peso fruto	Inicial (g)	15,47	1,24	1,59
	Final (g) ⁴	14,96	1,26	1,62
Peso semilla	(g)	8,99	0,95	0,92
	(%) del fruto	59,79	1,93	3,89
Peso cascara	Final (g)	3,03	0,24	0,06
	(%)	20,39	0,88	0,82
Peso pulpa	(g)	2,95	0,20	0,05
	(%) del fruto	19,82	1,61	2,71
Medidas fruto	Largo (cm)	3,96	0,12	0,01
	Ancho (cm)	2,48	0,06	0,00
Medidas semillas	Largo (cm)	3,54	0,12	0,02
	Ancho (cm)	1,99	0,09	0,01
esfericidad	(%)	73,36	1,32	1,92
Densidad aparente	(g/cm ³)	0,724	0,018	0,0003
Densidad real	(g/cm ³)	1,1	0,017	0,0003
Porosidad	(%)	35,21	1,536	2,36
Volumen unitario	(cm ³)	14,06	0,48	1,63
Angulo de reposo	(grados)	34	1,724	2,85
Angulo de fricción	(grados)	18	1,915	3,22

Fuente: elaboración propia.

El mesocarpio o pulpa representa el 19.82% del peso promedio del fruto, con un mínimo de 17.09% y un máximo de 26.23%. La cáscara o epicarpio representa el 20.39% del peso promedio del fruto con un mínimo de 17.62% y un máximo de 23.81%. La suma de la pulpa (mesocarpio) y la cáscara (epicarpio) son un 40.21% del peso total promedio del fruto. El cual tiene una longitud promedio de 3.96 cm con un mínimo de 3.41 cm y un máximo de 4.44 cm. El diámetro tiene un promedio de 2.48 cm, con un mínimo de 2.3 cm y un máximo de 2.69 cm. La semilla tiene

⁴ Peso del fruto como suma de sus componentes.

una longitud promedio de 3.54 cm con un mínimo de 2.85 y un máximo de 4.02 cm. El diámetro tiene un promedio de 1.99 cm, con un mínimo de 1.68 cm y un máximo de 2.24 cm.

Análisis: en la tabla 9, se comparan las seis muestras. Cada muestra es el promedio de 10 frutos. Se realiza una comparación para determinar la influencia de la forma y porcentaje de componentes en el contenido de aceite de las muestras. Los frutos más largos, también poseen las semillas más largas y son los que tienen el menor porcentaje de mesocarpio y coinciden con los de mayor peso. Al parecer frutos grandes y alargados o pequeños no representan buenas ventajas en la extracción de aceite., debido a que la concentración del líquido en el fruto es baja. En la tabla 9, se observa que el mayor contenido de aceite pertenece al grupo de frutos que tiene mayor porcentaje de mesocarpio y no al grupo que tenga un peso promedio mayor, lo que prueba que el contenido de aceite es un factor que depende del porcentaje de mesocarpio que posean los frutos.

Tabla 9. Comparación de seis muestras de seje

MUESTRA	ANÁLISIS	PESO	SEMILLA	CASCARA	PULPA	ESFERA	ACEITE
		(g)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%) bs
1	Promedio	12.05	58.64	22.07	19.29	78.73	23.1
	Desviación	1.11	2.62	1.18	1.78	1.58	
	varianza	1.22	6.84	1.40	3.16	2.49	
2	Promedio	15.5	62.4	19.1	18.6	67.72	22.2
	Desviación	1.28	1.83	0.74	1.72	0.82	
	varianza	1.64	3.36	0.55	2.97	0.67	
3	Promedio	14.71	58.86	21.04	20.10	73.18	24.4
	Desviación	1.68	1.89	0.58	1.76	1.67	
	varianza	2.82	3.57	0.34	3.11	2.81	
4	Promedio	18.01	62.62	18.29	19.10	73.12	22.8
	Desviación	1.19	1.43	0.97	1.37	0.87	
	varianza	1.41	2.05	0.95	1.88	0.75	
5	Promedio	14.41	56.78	20.79	22.44	74.50	25.15
	Desviación	1.05	2.28	1.04	2.02	1.91	
	varianza	1.11	5.21	1.09	4.09	3.66	
6	Promedio	15.08	59.47	21.08	19.45	72.92	24.31
	Desviación	1.23	1.52	0.78	1.03	1.07	
	varianza	1.51	2.31	0.60	1.06	1.15	

Fuente: elaboración propia.

Los mayores porcentajes de mesocarpio (tabla 9) se observan en frutos que están muy cercanos al promedio del peso (15,47 gramos). Así mismo los grupos de frutos con mayor peso de semillas (endocarpio), son los que poseen menor cantidad de mesocarpio, y por ende menor cantidad de aceite. Los frutos con menor proporción de cascara (epicarpio) son los que poseen menor cantidad de mesocarpio.

Análisis próximo: En la tabla 10 se presenta el análisis próximo

Tabla 10. Análisis próximo de los componentes y el fruto milpesos

ANÁLISIS	CASCARA	PULPA	SEMILLA	FRUTO
Composición (%)	20,39	19,82	59,79	100
Humedad (%)	43,8	45,2	37,6	40,37
Aceite (% bs)	23,66		0,7	a) 5,28 ⁵ b) 5,54 ⁶
Proteína (% bs)	5,3		3,15	3,6
Fibra (% bs)	53,1	8,2	46,8	39,3
Cenizas (% bs)	1,6	1,6	1,5	1,6
Carbohidratos (% bs)	32,5	38,9	48	43,01

4. PROCESO DE EXTRACCIÓN TRADICIONAL DE ACEITE DE PALMA DE MIL PESOS

La extracción del aceite de palma de milpesos está sujeta a diversas costumbres y tradiciones culturales de las comunidades; sin embargo, en el área de estudio este proceso se realiza fundamentalmente en 10 pasos, los cuales se presentan a continuación:

Figura 1. Diagrama de operaciones para la extracción de aceite de milpesos

⁵ Contenido de aceite total en el fruto fresco teniendo en cuenta solamente el aceite de la pulpa.

⁶ Contenido de aceite total en el fruto fresco.



1. Cosecha. En este territorio la cosecha es realizada por los aserradores o cazadores que al pasar por una determinada zona se encuentran una palma con frutos (cargada) (palmas de 20 a 30 mts de alto) y los cosechan; los métodos utilizados para esta actividad son la palanca, subirse a un árbol cercano y en la mayoría de casos la

tumba de la palma, práctica que ha venido siendo recriminada por mucho de los dinamizadores de la vereda y que hasta el momento ha logrado concientizar a muchos. Los frutos listo a cosechar son de color negro intenso; sin embargo, antes de tumbar el racimo realizan un aprueba de madurez a los frutos, la cual consiste en probar con la boca la dureza del mismo⁷.

2. Lavado. Una vez pesados los frutos de milpesos son lavados con abundante agua limpia para garantizar las condiciones de asepsia.



Foto 2. Frutos de la palma de milpesos lavados.

3. Madurado o escaldado. Para la maduración de los frutos se utiliza agua tibia a más o menos 80°C de temperatura, la cual es depositada a los frutos de milpesos. Posteriormente se deja en reposos aproximadamente de 1-2 horas. La cantidad de agua utilizada para la maduración depende de la cantidad de frutos a procesar.

4. Macerado o amasado. Este procedimiento consiste en estrujar con las manos los frutos de milpesos de tal forma que la corteza (mesocarpio) quede separada de la semilla (endocarpio), para esta proceso también se utiliza

⁷ Se tiene como referencia 10 kg de fruto maduros.

un molinillo. La corteza se exprime y se extrae lo que tradicionalmente se denomina leche. Este proceso tiene una duración de 10 min aprox. Luego la leche extraída es dejada en reposo de 12-24 horas.



Foto 3. Macerado o amasado del fruto de la palma de milpesos.

5. Calentamiento de la leche. La leche obtenida es sometida a cocción, de esta forma el aceite inicia a flotar encima de la leche.

6. Separado del aceite. Una vez el aceite inicia a verse sobre la leche se va sacando con la ayuda de un cucharón y es depositado en otro recipiente. Este proceso dura hasta que ya no siga saliendo aceite.

7. Refritado. El aceite obtenido se somete a calentamiento, con el fin de eliminar los residuos de agua (leche) que aún quedan. Este proceso demora entre 5 o 10 minutos. Pero depende de la cantidad de aceite.

8. Enfriado. El aceite extraído se deja en reposo para que enfríe.

9. Cernido. Al dejar el aceite en reposo, las partículas suspendidas en él a causa de la fritura, se van asentando, lo que permite mayor claridad en el aceite. Con la ayuda de un cedazo de ciería el aceite obtenido permitiendo que quede más claro y puro.



Foto 4. Aceite de palma de milpesos.

10. Embasado. Luego es empacado en frascos de vidrio o plástico y almacenado a temperatura ambiente.

Tabla II. Evaluación de la técnica tradicional de extracción de palma milpesos

VARIABLE	CANTIDAD
Leña utilizada	9 kg
Volumen de agua	32,4 litros
Tiempo de madurado o escaldado	1,5 horas
Tiempo de maceración de los frutos y reposo de la leche extraída	18 horas
Tiempo promedio para el calentamiento de la leche	0,4 hora
Tiempo promedio de separación del aceite	1 hora
Tiempo promedio de Refritado	0,17 hora
Tiempo promedio de Enfriado	2 horas
Tiempo promedio utilizado para cernir (dos pasadas)	0,8 hora
Tiempo total promedio requerido para la obtención de aceite	23,87 horas
Número de personas	2
Cantidad de materia prima	10 kg
Cantidad de aceite extraída	410,25 cm ³

Fuente: elaboración propia



Las fases o etapas para la extracción de aceite de la palma de milpesos se resumen de la siguiente manera:

- Preparación de la fruta para poder ablandarla y madurarla.
- Extracción de la pulpa (mesocarpio + epicarpio) de la fruta.
- Separación del mesocarpio del epicarpio y la semilla.
- Extracción del aceite del mesocarpio de la fruta.
- Separación del aceite y el agua.
- Purificación del aceite.

De estas seis etapas depende la eficiencia del proceso de beneficio, resaltando que la diferencia más importante de los sistemas de extracción, está en la etapa cuatro, ya que en ésta es donde deben hacerse las modificaciones si se quiere pensar en el aumento de la eficiencia de todo el sistema, tanto a nivel energético como en la cantidad de biomasa expresada en aceite.

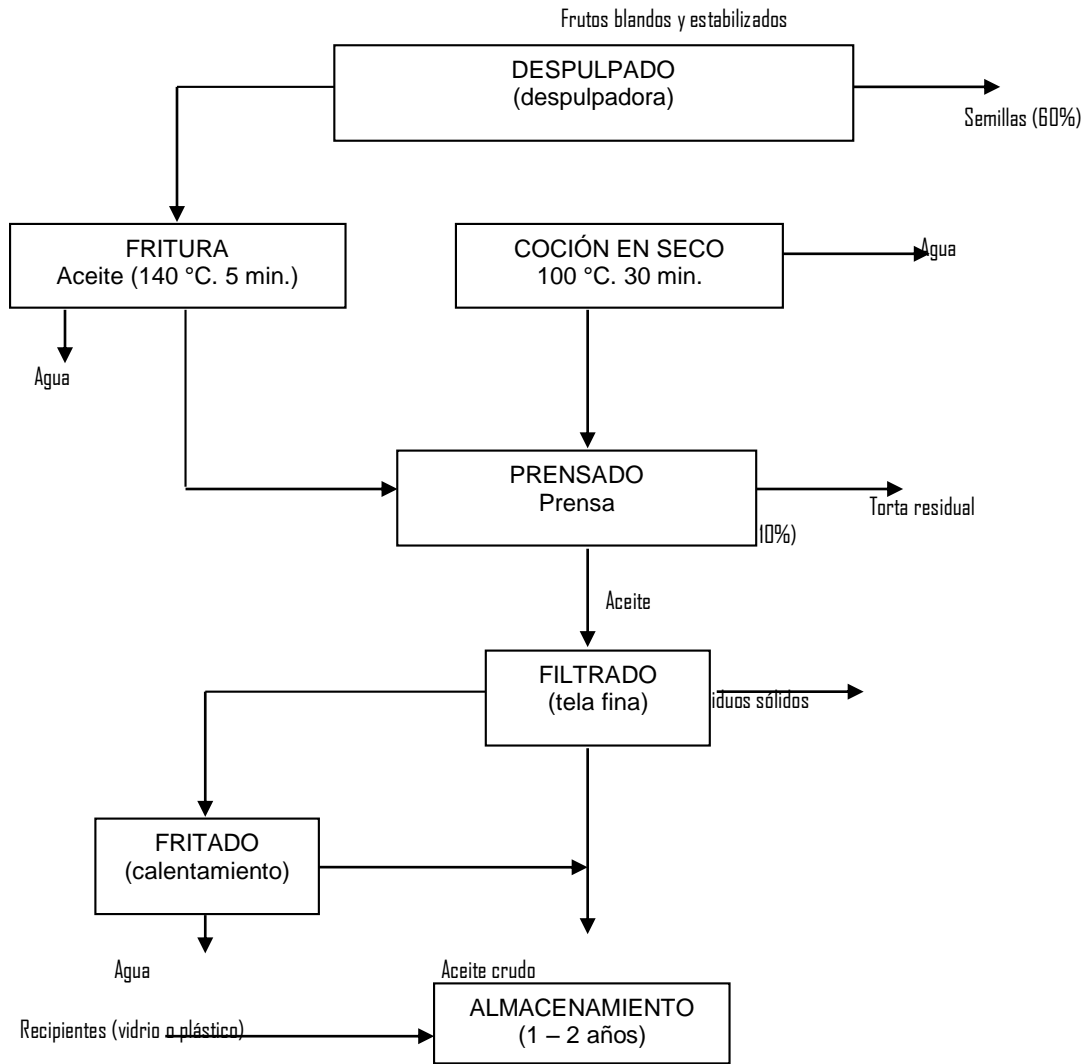
El análisis de los diversos parámetros permite conocer realmente la eficiencia del método de extracción artesanal. El rendimiento de la extracción de aceite es bajo (2,52%), en valor de 47% del contenido en el fruto (5,28%). Se concluye la necesidad de disponer de otro método que mejore la extracción. La utilización de agua es muy alta, en detrimento de las condiciones ambientales, se requieren 3,24 litros de agua/kg. frutos y 139 litros/kg. de aceite. Por ello es necesario disminuir al máximo la utilización de agua mediante un método que evite algunas de las etapas, como el colado y el cocinado, o que permita una aplicación más eficiente de este recurso.

El consumo de leña es otro factor de gran deterioro ambiental, pues se utiliza 0,9 kg. /kg. de frutos y 37,8 kg./kg. de aceite. De esta forma si por ejemplo se producen por este método 10 toneladas de aceite por año, se consumirían 378 toneladas de leña en ese mismo lapso de tiempo.

Para evitar el consumo de leña es necesario modificar este método de extracción por otro que minimice los gastos del combustible y aplicar un tipo de hornilla que permita más eficiencia en la transferencia de calor, así como también revisar los implementos utilizados para estas labores.

El método tradicional tiene una alta demanda de trabajo, principalmente las labores de macerado y colado. Esta situación hace necesario la implementación de modificaciones al proceso de extracción, principalmente para aprovechar de manera más eficiente el trabajo humano.

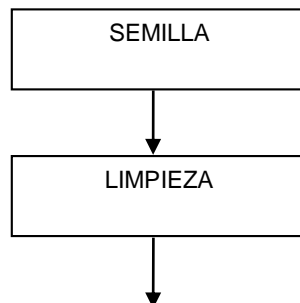
Teniendo en cuenta la ineficiencia en la extracción de aceite de la palma de milpesos en las comunidades objeto de estudio, y su exagerado gasto de leña, mano de obra y agua, la investigación realizada ha permitido identificar otros métodos para mejorar este proceso artesanal, los cuales se hace necesario evaluar, con el fin de determinar el más apropiado para la zona de estudio.

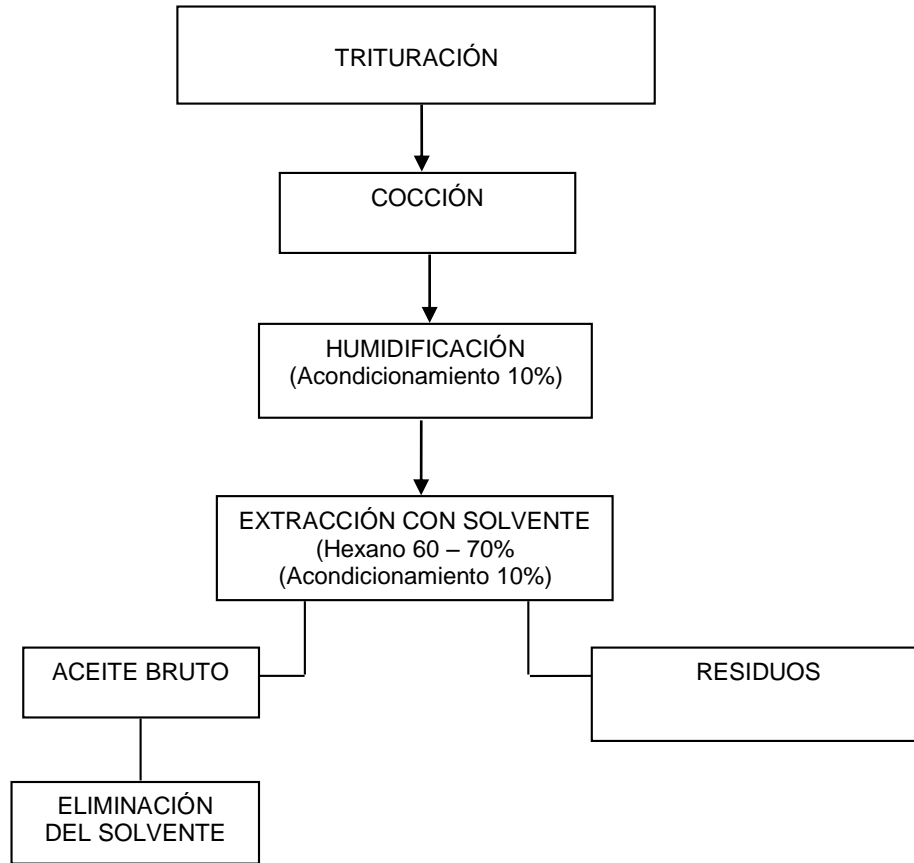


5.2. Extracción de aceite por método químico (utilizando solvente)

En la figura 3 se presenta la extracción de de aceite por método químico (solvente)

Figura 3. Proceso de extracción de aceite de palma por método químico (solvente)





Las características de ambos procesos se presentan a continuación:

Cuadro 2. Características de los procesos físicos (prensado) y químicos (solvente) para la extracción de aceite.

PROCESO QUIMICO (solvente)	PROCESO FÍSICO (prensado)
Productos	
La harina o torta tiene un residual de hexano. El porcentaje es mínimo pero se puede considerar como un contaminante. La harina se puede almacenar por mucho tiempo.	La harina o torta contiene una gran parte del aceite. Se puede estimar que alrededor de 20% del aceite queda en la torta con esta tecnología. La harina tiene por este motivo muy poca durabilidad.
Se trata de un proceso considerado como químico y por este motivo a su vez se toma con algo poco natural	El aceite se denomina aceite por extracción en frío. Hay gente que considera este aceite más sano del aceite extraído por solvente.
Es el producto común que siempre tiene el precio más accesible.	Los productos se pueden a menudo colocar en el mercado a un precio mayor.
Eficiencia	
Es un proceso muy eficiente con producción continua. La separación entre aceite y proteína etc., es casi 100%.	Es un proceso poco eficiente. La extracción está alrededor de 80% del aceite disponible en la materia prima
Costo inversión	
Se trata de una inversión muy grande. Una vez instalada la planta difícil se puede desarmar y usar para otros fines.	El costo de inversión es moderado. Para una empresa que arranca en el rubro puede ser una buena idea. Las máquinas siempre se pueden desarmar, transportar e instalar en otro lugar.

Costo operativo	
Los gastos operativos son menores una vez que está en marcha la planta. Se trata de una instalación totalmente automatizada con poca intervención del personal y con procesos bien ajustados con relación de consumo de insumos y energía.	La instalación precisa siempre la intervención del personal por el desgaste de las partes y el consumo de energía es alto.

5.3. Evaluación de los dos métodos anteriormente descritos

Respecto a la evaluación de los dos métodos anteriormente descritos los resultados son los siguientes :

La asignación de puntaje para calificar cada aspecto es la siguiente

Cuadro 3. Puntajes de calificación de los métodos de extracción de aceite

Muy óptimo	5
óptimo	4
Aceptable	3
Inadecuado	2
Muy inadecuado	1

Fuente: Elaboración propia

Es importante anotar que a cada factor y aspecto se le asigno un porcentaje de acuerdo con la importancia que represente para el estudio.

Los métodos evaluados se presentan a continuación

Cuadro 4. Métodos evaluados para mejorar la extracción de aceite de milpesos.

Método físico (con despulpado mecánico y extracción de aceite por prensado)	1
método químico (utilización de solvente)	2

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los cuatro factores evaluados son los siguientes:

Tabla 12. Resultados de factores evaluados para cada método de extracción.

FACTOR	PONDERACIÓN	VALORACIÓN	
		Alternativa 1	Alternativa 2
Ambiental	25%	4	3
Social y cultural	25%	4,225	2,89
Económico	25%	3,5	4
Técnico - Operativo	25%	3,865	4,09
TOTAL	100%	15,59	13,98

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los aspectos de cada factor se presentan a continuación:

Tabla 13. Evaluación de los aspectos del factor ambiental.

Factor: Ambiental			
Aspectos	Ponderación	Calificación	
		Alternativa 1	Alternativa 2
Presión sobre ecosistemas	50%	4	2
Generación de emisiones (gases, humo, etc)	50%	4	4
TOTAL	100%	4	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Evaluación de los aspectos del factor socio-cultural

Factor: Social y cultural			
Aspectos	Ponderación	Calificación	
		Alternativa 1	Alternativa 2
Impacto sobre la salud	30%	4,5	2,5
Generación de empleo	15%	4	3
Posible aceptación de la tecnología	25%	4,3	2,8
Requerimiento de capacitación	30%	4	3,3
TOTAL	100%	4,225	2,89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Evaluación de los aspectos del factor económico

Factor: Económico			
Aspectos	Ponderación	Calificación	
		Alternativa 1	Alternativa 2
Costo de inversión inicial	40%	3,5	4
Costo de operación y mantenimiento	60%	3,5	4
TOTAL	100%	3,5	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Evaluación de los aspectos del factor técnico-operativo.



Factor: Técnico y operativo			
Aspectos	Ponderación	Calificación	
		Alternativa 1	Alternativa 2
Facilidad de instalación	15%	4	3,5
Facilidad de operación (manejo)	20%	4,3	4,3
Requerimiento de mano de obra calificada	5%	4,5	3,7
Frecuencia de mantenimiento	10%	3,6	4
Accesibilidad a los componentes de la tecnología	10%	3	4
Requerimiento de espacio	20%	3,6	4,4
Vida útil	20%	4	4,2
TOTAL	100%	3,865	4,09

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados anteriores, resulta más apropiado la utilización del método físico (con despulpado mecánico y extracción de aceite por prensado) que el método químico (solvente), por lo tanto a continuación se plantea una alternativa de mejoramiento a la extracción de aceite por el método tradicional teniendo en cuenta el método físico (con despulpado mecánico y extracción de aceite por prensado), que de acuerdo con la evaluación realizada, se considera el más apropiado para implementar en el área de estudio.

6. MÉTODO PARA LA MEJORAR LA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE LA PALMA DE MILPESOS

1. Cosecha. Para cosechar los frutos de la palma milpesos se hace necesario evitar talar la palma, puesto que ello implica un aprovechamiento insostenible del recurso. Se recomienda la utilización de otros mecanismos como es el caso de la palanca el cual permite cosechar los frutos sin talar la palmera (con un elemento de enganche o filoso para tumbar el racimo), o bien subiéndose a un árbol cercano o si es el caso desde el suelo; otra forma es la utilización de una escalera cuando se considere apropiado; y por último se puede utilizar un sistema de cuerda con pretales⁸, para los cuales se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El pretal más largo va en la superior del estipe y al lado derecho.
- El cinturón de seguridad va después y el pretal más corto va más abajo y al lado izquierdo del escalador.
- Los pretales se suben en forma escalonada, primero el derecho y luego el izquierdo.
- Los pretales no deben estar a más de 10 cm. de separación de la parte media del estipe.
- Al llegar al punto de anclaje para manipular la sierra de arco, se debe hacer el cambio del cinturón de la parte media a la parte superior y amarrar la correa abrasadora con la cuerda auxiliar anexa al cinturón.

⁸ Este sistema consta de un par de pretales, un cinturón de seguridad, una correa abrasadora y una cuerda auxiliar para la correa y adicionalmente requiere de un arco de sierra para el corte de los racimos.

- Para el descenso la correa abrasadora siempre va en la parte superior y los pretales más abajo, corriendo primero el izquierdo y luego el derecho en forma escalonada.
- De acuerdo con las habilidades del escalador, este puede bajar del estipe libre de pretales abrazándolo, pero sin soltar la correa abrasadora del cinturón de seguridad.
- El escalador siempre debe manejar como mínimo una cuerda auxiliar amarrada al cinturón de seguridad para izar las herramientas de trabajo como la sierra de arco.
- Preferiblemente el escalador debe utilizar cascos de protección y guantes.



Foto 5. Evaluación sistema de cuerdas y pretales.

2. Acondicionamiento: es muy importante realizar un lavado adecuado a los frutos, de ello depende en gran parte la calidad del aceite. Los frutos poseen una capa cerosa a la cual se adhiere polvo y desechos de descomposición orgánica propios de la palma. Se debe utilizar agua limpia, sin ningún tipo de detergente, esparcir los frutos en un recipiente grande de fondo plano y con la ayuda de una escoba y en presencia de agua agitar la masa de frutos, hasta observar la limpieza de estos, los cuales se tornan brillantes. Hacer recambio de agua y volver a agitar. Luego almacenar los frutos en un lugar fresco, y proceder lo más rápido posible al escaldado. El agua a utilizar en lavar los frutos no es más de dos veces la porosidad de los frutos (35%). Para lavar 1 kg. de fruto se debe utilizar un litro de agua.



3. Escaldado: este proceso tiene por objetivo inactivar las enzimas lipásicas o lipolíticas y ablandar los frutos para facilitar el despulpado. Una temperatura de 65 °C es suficiente para inactivar la acción enzimática, pero para coagular sustancias nitrogenadas y mucilaginosas se requieren temperaturas mayores, así también para conseguir un reblandecimiento del fruto que facilite el posterior despulpado.

4. Despulpado: en los frutos de milpesos el aceite extraíble en la pulpa y cascara; en la semilla su contenido es muy bajo, por ello es necesario eliminar la semilla. Para extraer el aceite se propone el uso de una despulpadora.

5. Cocción en seco o fritura: para obtener la mayor cantidad de aceite por prensado, es necesario que la torta o pulpa posea: una temperatura de 90 °C para facilitar la fluidez del aceite, un determinado contenido de agua y que la estructura celular esté lo más dañada posible para facilitar la migración del aceite.

Esto se logra mediante la adición de calor, por cocción o por fritura. La cocción en seco consiste en recalentar la pulpa proveniente del despulpado a 100 °C durante 30 minutos en un recipiente abierto (olla). La fritura, consiste en freír la pulpa en aceite del mismo tipo, durante un tiempo determinado, y a una temperatura adecuada, este proceso no requiere de tanto tiempo, puede ser entre 5 y 10 minutos a una temperatura mayor de 100 °C.

La cocción resulta muy práctica y de fácil manejo, aunque sea más demorado y consuma más combustible, por ello se presenta como alternativa principal con respecto a la fritura.

Para evitar que la pulpa se queme en la parte baja del recipiente de calentamiento es necesario agitarla periódicamente (cada 5 minutos). Al comparar la etapa de cocinado con la cocción en seco, se reduce el consumo de leña, puesto que el tiempo de exposición al calor se reduce significativamente y la masa a calentar se reduce a una tercera parte, pues no se le adiciona agua como en el método tradicional parte. Si se implementa un nuevo tipo de hornilla se lograría aun reducir más el consumo de leña. Con la fritura el consumo de leña sería muy bajo, menos del 2% del consumo en el cocinado tradicional.

6. Prensado: este método se implementa principalmente porque aumenta el rendimiento en la extracción de un 47% a un 92%, obteniendo un 96% más de aceite, y elimina así el ineficiente paso del cocinado del método tradicional.

También trae como segundo beneficio la no utilización de la leña y la disminución de trabajo físico.

Se propone el uso de una prensa tipo jaula sencilla.

7. Filtrado y fritado: el aceite extraído en la prensa contiene agua e impurezas propias del mesocarpio del fruto, que pasan debido a las altas presiones a que es sometida la torta, por ello es necesario en primera instancia separar el agua, que se observa formado fase, el aceite en la parte superior y el agua en la parte baja.



Luego el aceite es llevado a fritado para eliminar la humedad que pueda aún tener y elevar su temperatura para aumentar la fluidez y permitir un posterior filtrado en una tela fina.

8. Almacenamiento: se utilizan recipientes de vidrio o plástico debidamente esterilizados y con una tapa adecuada que realice un sellado hermético.

El aceite se debe conservar en un lugar fresco, ojalá no fuese expuesto a la luz, así permanecería hasta dos años sin rancharse. Con el método anteriormente expuesto, el consumo de leña total es de 0,15% del utilizado por el método tradicional, es decir el consumo de leña por kg. De frutos en el proceso se ve reducido de 0,90 a 0,138 kg., representando grandes toneladas en un año.

En el sentido anterior, este método propone bajar el consumo de agua de 3,47 lts./kg. de frutos a 1,4, pues solamente se utiliza en lavar y escaldar los frutos. Así mismo la relación (agua/aceite) baja de 139 lts./kg. a 19 o menos.

7. CONCLUSIONES

En Colombia y especialmente en el pacífico colombiano, las investigaciones realizadas sobre la palma de milpesos son escasas, lo que ha dificultado el aprovechamiento de la misma, en beneficios de las comunidades de rurales de Buenaventura y de toda la región pacífica.

Sin duda alguna la palma de milpesos es una especie promisoría, puesto que de la misma se puede aprovechar diferentes partes como tallo, hojas, frutos y raíces; siendo la extracción de aceite un aprovechamiento que puede ayudar a mejorar las condiciones socioeconómicas de las comunidades estudiadas.

Con base en los resultados de la investigación realizada, se determina que en el sistema tradicional el rendimiento de la extracción de aceite es bajo -extrae alrededor del 47%- , por lo que se hace necesario implementar cambios con técnicas y/o tecnologías más eficientes.

La investigación realizada, teniendo en cuenta los factores ambientales, socio-cultural, económico y técnico-operativo aporta un nuevo método para mejorar la extracción de aceite de la palma de milpesos; sin embargo, a futuro se deben desarrollar investigaciones que conduzcan a implementar esta nueva forma de extracción de aceite.



BIBLIOGRAFIA

Arango Arroyave, José Ubeimar. Proyectos de seguridad alimentaria desde una perspectiva de gestión ambiental en territorios de comunidades embera del Atrato medio antioqueño (noroccidente de Colombia). Trabajo de grado (Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de minas.

Arboleda Montaño, Nixon. La palma africana en el pacífico colombiano: su ilegalidad, consecuencias y violación de derechos territoriales. En: Luna azul. Manizales. N° 27 (julio- diciembre de 2008); p. 119.

Aguilar Mena, Zornitza. influencia de las comunidades huaorani en el estado de conservación de *oenocarpus bataua* (arecaceae) en la Amazonía ecuatoriana. Trabajo de grado (Magíster en conservación y gestión del medio natural). Universidad Internacional de Andalucía. 2005.

Aguirre, Roberto; Peske Simar T. Manual para beneficio de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Cali, Colombia. 1992.

Arias, Gloria M; Castañeda Masiel. Obtención de aceite de Seje. Tecnología. Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas IIT. Mayo – Junio. Editorial Guadalupe. Bogotá, Colombia. 1987.

ARIAS, J.C. CARDENAS, D. Manual de identificación, selección y evaluación de oferta de productos forestales no maderables. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- Sinchi, 2007.

Balick, Michael J y colaboradores. Jessenia y Denocarpus. Palmas aceiteras tropicales dignas de ser domesticadas. FAO. Roma, 1992.

Balick, Michael J. economic Botany of the Guahibo. I palmae. Economic Botany 33(4): 361 -367. 1979.

Corporación para el desarrollo industrial de la biotecnología y producción. Evaluación de las variedades más promisorias para la producción de aceite vegetal y su potencial implementación en Colombia. Bogotá, Colombia, s.f.

Diaz J. A., Ávila L. M. *Sondeo del mercado mundial de Aceite de Seje (Denocarpus bataua)*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. 2002.

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Manual de identificación, selección y evaluación de oferta de productos forestales no maderables. Documento técnico. 2007.



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO**
Nit 818.000.156-8

Miranda, J., Montaña, F., Zenteno, F., Nina, H. & J. Mercado. El Majo (*Denocarpus bataua*): una Alternativa de Biocomercio en Bolivia. TRÓPICO - PNBS - FAN. Ediciones TRÓPICO. La Paz, Bolivia. 2008.

Medina Viveros, Rafael. Nuevo sistema de extracción del aceite de la palma de seje jessenia bataua (Mart) Burret en Cubará. Trabajo de grado (Ingeniero Agrícola). Universidad Nacional del Colombia. Facultad de Ingeniería. 1999.

Pérez - Rincón, Mario A. Los agrocombustibles: ¿sólo canto de sirenas? En: Censat Agua Viva. Agrocombustibles: llenando tanques, vaciando territorios. Colombia. 2008, p. 88.

Ramírez C, Gloria L. Palma africana: oportunidad o amenaza para el ambiente y para el país. En: Gestión y ambiente. Manizales. Vol. 6 No 2 (diciembre de 2003); p. 137.

Universidad del Tolima. Estudio de las palmas presentes en los bosques secundarios del bajo calima, en tres tipos de bosques en la vereda las brisas, buenaventura; valle del cauca. Informe de investigación. Ibagué, 2008.

WEBGRAFIA

<http://www.bosquetropical.org>

<http://archivo.ut.edu.co/bajocalima>

<http://avanza.org.co/>

<http://www.corpodib.com.co>

www.galeon.com

www.pacificocolombia.org

www.cornare.gov.co

www.corpoceiba.org.co

www.minambiente.gov.co

www.unipacifico.edu.co

www.agronet.gov.co

www.catie.ac.cr

www.fao.org

www.siame.gov.co

<http://www.inforural.com>

<http://www.infoagro.net>



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO**
Nit 818.000.156-8

www.semillas.org.co

www.ecofondo.org.co

www.conif.org.co

www.ideam.gov.co

www.ica.gov.co

www.corantioquia.gov.co

www.humboldt.org.co

www.sinchi.org.co

www.minagricultura.gov.co