



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA

## **APROVECHAMIENTO DE LA OLEINA DE PALMISTE**

REPORTE DE MEMORIAS DE EXPERIENCIA  
PROFESIONAL PARA OBTENER EL GRADO EN  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA

PRESENTADA POR:

**JOSÉ TAPIA FERNÁNDEZ**

ASESOR: Maestra en Ciencias en Metalurgia y Ciencias  
de los Materiales MERCEDES GABRIELA TÉLLEZ ARIAS

MORELIA, MICHOACÁN

ENERO DE 2013

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>II. GENERALIDADES</b>	<b>4</b>
<b>II.1 LÍPIDOS</b>	<b>4</b>
<b>II.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LAS GRASAS</b>	<b>6</b>
<b>II.3 REACCIONES DE ADICIÓN DE LAS GRASAS</b>	<b>7</b>
<b>II.4 PALMA DE ACEITE</b>	<b>9</b>
<b>II.4.1 ASPECTOS GENERALES DE LA PALMA DE ACEITE</b>	<b>10</b>
<b>II.4.2 PROCESO AGROINDUSTRIAL</b>	<b>11</b>
<b>II.4.3 LA PALMA DE ACEITE: UN CULTIVO VERDE</b>	<b>12</b>
<b>II.5 INDUSTRIA DEL ACEITE DE PALMA</b>	<b>16</b>
<b>II.5.1 USOS COMESTIBLES</b>	<b>17</b>
<b>II.5.2 COMPONENTES DEL ACEITE DE PALMA Y SUS SIGNIFICADOS NUTRICIONALES</b>	<b>18</b>
<b>II.5.3 ASPECTOS NUTRICIONALES DEL ACEITE DE PALMA</b>	<b>19</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>28</b>
<b>III.1 FRACCIONAMIENTO DE PALMISTE</b>	<b>28</b>
<b>III.2 PROCESO DE DESTILACIÓN</b>	<b>30</b>

<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>33</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>37</b>
<b>VI. APORTACIONES</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>39</b>

## AGRACEDIMIENTO.

La presente es para otorgar un reconocimiento a todas las personas que directa ó indirectamente, participaron en el desarrollo de este trabajo para titulación.

Agradezco a la M.C. Mercedes Gabriela Téllez Arias mi asesora por su total apoyo ya que fue parte importante para la realización de este trabajo. Así Como al Dr. Agustín Jaime Castro Montoya. Y al M.C Rodolfo Ruiz Hernández. Por su atenta lectura y comentarios para este trabajo.

Agradezco a mi esposa Elsa c. por tu infinita paciencia, tierna compañía y tu inagotable apoyo. Gracias por compartir en mi vida mis logros y anhelos así como este trabajo que también es tuyo, te amo.

A mis hijas Marifer y Estefanía por darme la inspiración, la fuerza y la entereza para poder terminar este proyecto.

Gracias a mi madre y a mi padre por su paciencia, consejos y apoyo inagotable que me han brinda atravez del trascurso de mi vida.

Agradezco a todos mis hermanos (Alfredo, Rosa, Agustín, Georgina, Ricardo, Juan y Julio) por su apoyo que me han dedicado.

Agradezco de manera especial a los papas de mi esposa salvador V. y Gloria Z. mis suegros por el apoyo incondicional que siempre hemos tenido.

Gracias a todos.



## RESUMEN

La palma africana de aceite, *Elais guineensis* Jacq., es un vegetal perenne que para propósitos comerciales, tiene una vida útil que oscila entre 24 y 28 años de acuerdo con el material plantado. Durante este lapso, cada hectárea de palma emite racimos de frutos oleaginosos, con un peso de alrededor 500 ton. Si las condiciones son óptimas en términos de suelo, clima, nutrición, mantenimiento, sanidad y administración, la producción puede llegar a 800 toneladas por hectárea en 25 años<sup>(1)</sup>.

El cultivo de la palma de aceite se ha desarrollado con mayor intensidad en Malasia e Indonesia, países que poseían aproximadamente el 86% del área sembrada en palma de aceite del planeta. En segundo plano, siguiendo en orden de importancia, se encuentran Nigeria, Tailandia, Colombia y Costa de Marfil, países que en conjunto representan el 12% del área sembrada mundial.

En cuanto a los productos que se obtienen del fruto de la palma, es posible encontrar el aceite crudo de palma, proveniente del mesocarpio y el aceite de palmiste proveniente de la nuez. Estos aceites se caracterizan por tener dos fracciones: una sólida o estearina y una líquida u oleína.

Tales fracciones se utilizan para la elaboración de bienes de consumo humano como aceites comestibles, grasas vegetales (margarinas y mantecas industriales), panadería, confitería, galletería, emulsificantes, entre otros.

Otros usos muy importantes del aceite de palma se dan por la vía de la oleoquímica, proceso por el cual, a partir de los ácidos grasos y los ésteres metílicos, provenientes de la transformación química primaria del aceite de palma, se pueden ofrecer materias primas para otras industrias dedicadas a la fabricación de surfactantes, lubricantes, combustibles, detergentes, productos fitosanitarios, betunes, velas, jabones, cosméticos, tintas, biodiesel, entre otras<sup>(2)</sup>.

## I. INTRODUCCIÓN

El aspecto nutricional de las grasas y los aceites siempre ha sido un punto de discusión. Mientras que en el pasado la atención se focalizaba en la reducción del nivel de grasa saturada existente en los productos alimenticios, en la actualidad se presta cada vez mayor atención al contenido de ácidos grasos *trans* y al contenido de vitaminas naturales de los aceites y las grasas. Con el objeto de estar acorde con los requerimientos siempre cambiantes de la calidad del aceite, las tecnologías existentes están siendo mejoradas de manera continua o están emergiendo nuevos procesos. Especialmente los procesos de modificación de grasas atraen gran atención, ya que tienen un impacto directo sobre las propiedades físicas y químicas de los aceites y las grasas.

Debido a que la mayoría de los aceites vegetales sólo tiene una aplicación limitada cuando se los emplea en su forma original, los mismos están siendo modificados de manera física o química para ampliar su utilización. Las modificaciones más conocidas son: fraccionamiento, hidrogenación e interesterificación. Lo que estos procesos tienen en común es el cambio que todos provocan en las propiedades físicas del aceite mediante la separación física de los compuestos triglicéridos (fraccionamiento), o mediante la alteración de la insaturación de los grupos acilo (hidrogenación) o alternativamente sobre la redistribución de las cadenas de ácidos grasos.

El Palm Kernel Oil (Palmiste) es extraído de la almendra del fruto de la palma Africana (*Elaeis Guinensis*). Esta almendra contiene aceite totalmente diferente al aceite de la cubierta del fruto, del cual se obtiene el aceite de Palma.

El Palm Kernel Oil (Palmiste) contiene una gran cantidad de ácido Láurico, el cual le da propiedades diferentes a otros aceites vegetales. Estas propiedades son aprovechadas para la elaboración de productos destinados a la Industria de

Confitería y Cremas batidas, en donde se utilizan principalmente el PKO, el PKS (fracción dura del PKO) y, en muy poca cantidad el A.H. de PKE.

Actualmente se obtiene un rendimiento de PKS DE 35-40 %, dependiendo de lo que se quiere producir.

Esto significa que aproximadamente tenemos un 60-65 % de Oleína de Palmiste, de la cual utilizamos poca cantidad en productos para coberturas de chocolates económicas y un porcentaje mínimo en la formulación de productos especializados para cremas tipo y el resto se comercializa como oleína de palmiste ó bien ácido graso<sup>(3)</sup>.

## II. GENERALIDADES

### II.1 LÍPIDOS

Se conoce con el nombre genérico de lípidos un grupo de sustancias naturales que forman parte de los tejidos animales y vegetales y son insolubles en agua y solubles en éter. Comprende los glicéridos, contenidos en las grasas naturales y los ésteres que poseen propiedades análogas.

Los lípidos se clasifican en: a) Lípidos Simples y b) Lípidos complejos.

a) Lípidos simples:

- 1) Glicéridos (ésteres cuyo alcohol es la glicerina)
- 2) Céridos son alcoholes superiores)
- 3) Estéridos (como alcohol, un estero)
- 4) Estólidos (ésteres de ácido-alcohol, como algunas ceras de coníferas)

#### ***Glicéridos***

Los glicéridos son ésteres de la glicerina y de ácidos grasos.

Las grasas son mezclas naturales constituidas principalmente por glicéridos mixtos, es decir, glicéridos en los que los ácidos que esterifican la glicerina no son los tres iguales.

A estos glicéridos acompañan en las grasas, pequeñas cantidades de: fosfátidos, esteroides, hidrocarburos, lipocromos, resina y ceras, ácidos grasos y glicerina libres y otros alcoholes, vitaminas, mucílagos, antioxidantes, oxidasas, etc.

Las grasas de origen animal constituyen el tejido adiposo y en los vegetales se encuentran principalmente en los frutos y semillas. Las primeras se suelen extraer por fusión y las de origen vegetal por expresión. También se emplean disolventes.

Estando formadas las grasas por glicéridos, se comprende que las diferencias entre unas y otras se deban a los ácidos grasos que al forman.

Aparte de algunas excepciones, los ácidos grasos son monocarboxílicos de las series parafínica, olefínica o polietilénica y hasta acetilénica.

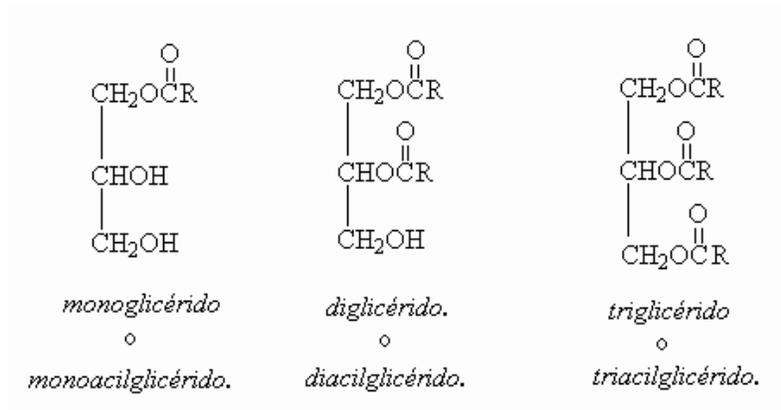


Figura 1. Lípidos

Tabla 1. Ácidos grasos

<b>Ácidos grasos saturados monobásicos</b>			
$(C_nH_{2n+1}CO_2H)$			
Ácido	No. De Carbonos		p.f. °C
Butírico	4		-4.7
Isovaleriánico	5		-51
Caproico	6		-1.5
Caprílico	8		16.5
Caprínico	10		31.3
Láurico	12		43.6
Mirístico	14		58.0
Palmítico	16		62.9
Esteárico	18		69.9
Aráquico	20		75.2
Behénico	22		80.2
Lignocérico	24		84.2
Cerótico	26		87.7

## II.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LAS GRASAS

Las líquidas a la temperatura ordinaria se llaman *aceites*; las pastosas, *mantecas* y sólidas, *sebos*.

Son solubles en éter y disolventes orgánicos, pero no en etanol, con excepción del aceite de ricino, que sí lo es. Sobre el agua dan capas monomoleculares, si disponen de suficiente superficie. A estas capas se deben los fenómenos de difracción (irisación).

Algunas presentan olor característico: linaza, coco, pescados, mantequilla, etc., y también el sabor. Dan una sensación especial al tacto (untuosidad).

Dejan mancha sobre el papel, que no desaparece con el calor y es traslúcida. Cuando la mancha está igualmente iluminada por ambos lados se hace invisible (fotómetro de mancha). No son arrastrables por el vapor de agua (diferencia con los aceites esenciales).

Los puntos de fusión y de solidificación se suelen determinar preferentemente con los ácidos grasos.

El peso específico se mantiene dentro de límites bastante estrechos (0.91 -0.93). El aceite de ricino se diferencia de los demás (0.96) y los mismo sucede con su viscosidad, que es mayor que en los otros aceites.

Las grasas son insolubles en agua, pero a temperaturas superiores a 200°C son solubles. Por el comportamiento que presentan cuando se extienden en capa delgada se clasifican en *secantes*, *semisecantes* y *no secantes*, según que se sequen rápidamente, con cierta lentitud o no lo hagan.

Entre los aceites secantes se citan el de linaza, el de Tung o de madera china, el de perilla, etc., que contienen elevada proporción de ácidos grasos no saturados. En el proceso del secado (resinificación) hay formación de aldehídos y después polimerizaciones. La cocción en presencia de litargirio favorece el poder secante (aceite de linaza cocido).

Por acción del tiempo las grasas adquieren u olor desagradable (rancio), debido a la alteración de los ácidos grasos (enranciamiento), cuyas causas varían según la naturaleza de la grasa y las condiciones en que se encuentre: oxidación de ácidos grasos no saturados, formación de aldehídos o cetonas, intervención de

microorganismos. En el caso de la mantequilla hay una liberación de ácidos grasos por hidrólisis.

Característica de todas las grasas es la saponificabilidad, o sea, la propiedad que tienen de desdoblarse en glicerina y sales alcalinas de los ácidos grasos por la acción de las lejías alcalinas (fundamento de la fabricación de jabones).

### II.3 REACCIONES DE ADICIÓN DE LAS GRASAS

Si sólo contienen ácidos grasos saturados, no dan estas reacciones. Si contienen ácidos no saturados, pueden fijar, yodo, bromo, hidrógeno, sulfocianógeno, etc. También oxígenos (oxiácidos, lactonas); con el ozono forman ozonuros; con ácido sulfúrico, grasas sulfonadas (más propiamente sulfatadas); con azufre y cloruro de azufre, facticios, empleados como material de embalaje.

En los análisis de las grasas se practica una serie de determinaciones que suministran los llamados índices, de los cuales sólo nos interesa acidez, saponificación y yodo.

#### ***Índice de acidez (I.A.)***

Se define como el número de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos libres de 1g de grasa. Viene dado por la fórmula:

$$I.A. = n (28) / p$$

En la que n es el número de ml de solución 0.5N de KOH gastados y p el peso de la muestra.

#### ***Índice de saponificación (I.S.)***

Es el número de mg de KOH que se necesitan para neutralizar los ácidos libres y saponificar los ésteres de 1g de grasa.

$$I.S. = (n-n') (28) / p$$

En la que n es el número de ml de solución 0.5N de KOH con que se hierven los p gramos de la grasa para saponificarla y n' el número de ml de solución 0.5N de ácido sulfúrico que se gastan en neutralizar el exceso de álcali.

### **Índice de yodo (I.I)**

Es el número de gramos de yodo que se combinan con 100g de grasa en condiciones específicamente determinadas. Se determina también en los ácidos grasos liberados.

El índice de acidez aumenta con el enranciamiento y cuando sobrepasa ciertos límites, la grasa resulta impropia para la alimentación.

El índice de saponificación, que se mantiene entre ciertos límites para cada grasa, permite descubrir falsificaciones, en especial la adición de aceites minerales, que lo rebajan considerablemente.

En cuanto al índice de yodo, está en relación con el mayor o menor grado de insaturación de los ácidos grasos y alcanza valores que llegan a 200 en algunos aceites secantes<sup>(4)</sup>.

Tabla 2. Índices de grasas

<b>Índices de algunas grasas</b>		
Grasa	I.S.	I.I.
Mantequilla	210-230	26-28
Coco	253-262	6-10
Sebo de res	196-200	35-42
Algodón	194-196	79-88
Cacahuete	186-194	88-98
Soja	189-194	122-134
Ricino	175-183	84
Linaza	188-195	175-202
Tung	190-197	163-171

## II.4 PALMA DE ACEITE

La palma aceitera ó palma africana es un cultivo sin comparación por su habilidad para tomar la energía solar y transformarla en aceite vegetal. Tarda entre 2 y 3 años para empezar a producir fruto y puede hacerlo durante más de 25 años.

El aceite de palma se trata de un aceite de origen vegetal obtenido del mesocarpio de la fruta de la palma *Elaeis* (*E. guineensis*); este aceite es considerado como el segundo más ampliamente producido sólo superado por el aceite de soya. El fruto de la palma es ligeramente rojo y este es el color que tiene el aceite embotellado sin refinar. El aceite crudo de palma es una rica fuente de vitamina A y posee grandes cantidades de vitamina E.

La palma es originaria de África Occidental; de ella ya se obtenía aceite hace 5000 años, especialmente en la Guinea Occidental, de allí paso a América introducida después de los viajes de Colón, y en épocas más recientes fue introducida a Asia desde América. El cultivo en Malasia es de gran importancia económica, provee la mayor cantidad de aceite de palma y sus derivados a nivel mundial. En América los mayores productores son Colombia y Ecuador.

La palma aceitera fue introducida en Malasia en 1870 como planta ornamental y los primeros intentos de establecer grandes plantaciones fracasaron en ése país, hasta después de la primera Guerra Mundial, aprovechando las experiencias obtenidas en las plantaciones de Sumatra.

En el Continente Americano las primeras plantaciones fueron establecidas en la década de 1940.



Figura 2. Partes del fruto de palma

#### **II.4.1 ASPECTOS GENERALES DE LA PALMA DE ACEITE**

Para los países tropicales, la palma de aceite (*Elaeis guineensis*) representa una alternativa de excelentes perspectivas para el futuro. Este cultivo produce 10 veces más del rendimiento de aceite proporcionado por la mayoría de los otros cultivos oleaginosos, y con materiales genéticos más recientes la diferencia en rendimiento es cada vez mayor y los problemas de salud achacados a las grasas hidrogenadas tendrán que abrirle paso al aceite de palma para la fabricación de productos a base de grasa vegetal.

Esta planta produce dos importantes aceites: (1) aceite de palma, el que es blando y se utiliza extensamente en oleomargarina, manteca y grasas para la cocina y en la fabricación industrial de muchos otros productos para la alimentación humana, y (2), aceite de almendra de palma (palmiste) el que posee un alto contenido de ácido láurico y el cual a su vez produce jabones de excelente espuma y además de los productos arriba mencionados, también los aceites vegetales están siendo transformados en muchos otros productos para uso técnico como: biocarburantes y aceites biológicos naturales. También es de

resaltar que la palma aceitera es un cultivo de alta rentabilidad y es aún la mejor opción para las tierras bajas de las regiones tropicales.



Figura 3. Aceite de palma y sus fracciones

#### **II.4.2 PROCESO AGROINDUSTRIAL**

La palma de aceite es un cultivo perenne y de tardío y largo rendimiento ya que la vida productiva puede durar más de 50 años, pero desde los 25 se dificulta su cosecha por la altura del tallo.

El procesamiento de los frutos de la palma de aceite se lleva a cabo en la planta de beneficio o planta extractora. Ahí se desarrolla el proceso de extracción del aceite crudo de palma y de las almendras o del palmiste. Este es un proceso simple que consiste en esterilizar los frutos, desgranarlos de racimo, macerarlos, extraer el aceite de la pulpa, clarificarlo y recuperar las almendras del bagazo resultante.

De la almendra se obtienen dos productos: el aceite de palmiste y la torta de palmiste que sirve para alimentos concentrados de animales.

Al fraccionar el aceite de palma se obtienen también dos productos: la oleína, que es líquida y sirve para mezclar con aceites de semillas oleaginosas, y la estearina que es más sólida y sirve para producir grasas, principalmente margarinas y jabones.

### ***II.4.3 LA PALMA DE ACEITE: UN CULTIVO VERDE***

Todas las partes de la palma se utilizan, por lo tanto no hay desperdicios que contaminen.

Dentro de los cultivos de semillas oleaginosas, la palma de aceite es la más eficiente en la conversión de energía. Los cultivos de palma de aceite son bosques protectores de los ecosistemas. La técnica de siembra de los cultivos de palma de aceite previene la erosión.

Además, esta palma requiere mucho menos fertilizante, pesticida y herbicida que cualquier otro cultivo oleaginoso, tal como la soya, el girasol y la colza.

Pero a pesar de los aparentes beneficios ambientales de la palma de aceite, la industria ha sido frecuentemente criticada por organizaciones ambientales. Los detalles son complejos y difieren de un país a otro, pero casi siempre incluyen problemas asociados con la pérdida de bosques naturales.

La pérdida de áreas de bosques amenaza a miles de especies de animales y plantas, muchas de ellas endémicas y ya en peligro de extinción.

### ***CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS***

- Suelo: Este cultivo requiere que existan suelos profundos y bien drenados, con pH de 4 a 7, como son los cambisoles, vertisoles y acrisoles.

- **Clima:** Debido a la temperatura y humedad que requiere este cultivo el clima propicio para su desarrollo es el Cálido Húmedo y Cálido Subhúmedo.
- **Precipitación:** Este es un cultivo que requiere de grandes cantidades de agua por lo que la precipitación pluvial idónea es de 1800mm, bien distribuidos durante todo el año.
- **Temperatura:** Lo ideal para este cultivo es una temperatura de 22° C a 28°C.
- **Altitud:** La altitud requerida por el cultivo es de hasta los 400 metros sobre el nivel del mar<sup>(6)</sup>.

### ***TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN***

La palma africana es la oleaginosa de mayor rendimiento de aceite por unidad de superficie.

Los cultivos como soya, girasol, cártamo, cocotero, algodón y ajonjolí, son las especies que más superficie ocupan y las que aportan la mayor proporción de la producción nacional de aceites.

Sin embargo, los rendimientos por unidad de superficie de estas especies apenas rebasan los 500 kilogramos de aceite por hectárea.

En la actualidad buscan incrementar este rendimiento de aceite por hectárea cultivada vía la aplicación de biotecnología. Por ejemplo, la utilización de materiales transgénicos de soya ha reducido en forma drástica los costos de producción, por lo que la soya y el aceite de soya proveniente de países productores se muestran como una amenaza para la competitividad de la palma mexicana. Por ello, no sólo contar con insumos tecnológicos que incorporen nuevos conocimientos, sino con materiales a precios competitivos, puede ser una contribución significativa para mejorar la competitividad del aceite de palma colombiano.

En la actualidad, la totalidad de la semilla que se utiliza para el desarrollo de plantaciones en México es de importación y esta se trae de ASD (Semillas y

Clones de Palma de Alto Rendimiento) de Costa Rica, en donde se contempla un paquete que incluye la capacitación de técnicos y productores en el manejo de la tecnología de producción del cultivo de palma de aceite, mediante cursos.

México, requiere de producir oleaginosas como la palma a bajo costo, que a la vez le permita a la industria nacional alcanzar la competitividad en la extracción y refinación de aceite. De otra forma, la producción nacional será sustituida por las importaciones más baratas.

Un factor relevante a considerar para alcanzar la competitividad en la extracción de aceite es la proporción de frutos en el racimo ya que es el principal determinante del contenido total de aceite en el racimo. De acuerdo a resultados de estudios publicados por FEDEPALMA (Federación de Cultivadores de Palma de Colombia), una de las posibles formas de mejorar la baja tasa de extracción industrial, en Coto entre febrero y abril, consistiría en incrementar la eficiencia de polinización en los meses de agosto a octubre.

Deben ampliarse las investigaciones sobre los aspectos que intervienen en la obtención de una polinización apropiada, tales como:

- ✓ Fluctuación anual del tamaño de la población de los insectos polinizadores.
- ✓ Patrón estacional de la producción, y viabilidad del polen.
- ✓ Aspectos nutricionales que afecten la composición del racimo.
- ✓ Las relaciones entre la tasa de extracción industrial y la cantidad de fruta fresca producida.

### ***CULTIVO O MANTENIMIENTO***

Para darle mantenimiento a las plantaciones de Palma de Aceite se consideran los siguientes rubros:

1. Control de Maleza

2. Fertilización

### 3. Control de Plagas

### 4. Restablecimiento de nuevas plantaciones

El mantenimiento de la plantación madura va desde el cuarto año hasta el año 25, donde la fertilización constituye el mayor costo.

## **FERTILIZACIÓN**

Uno de los componentes tecnológicos que requiere de atención específica a cada una de las áreas de producción, es el manejo y aplicación de fertilizantes, ya que por las propias condiciones ambientales tanto de clima y suelo, las necesidades de aplicación son diferentes y la respuesta de la planta igualmente diferente.

## **COSECHA**

Se divide en mano de obra y costos de transporte. El costo de cosecha es alto por el salario de mano de obra. El alto costo del transporte de los frutos a las plantas extractoras es otro de los factores que afectan los costos de producción que han llegado a representar cerca del 40% del precio final. Además, debido a las condiciones climáticas, los caminos para sacar el producto, los puentes y los drenes, sufren un continuo deterioro y, las autoridades no cuentan con los recursos necesarios para mantenerlos en condiciones funcionales<sup>(7)</sup>.

## II.5 INDUSTRIA DEL ACEITE DE PALMA

El aceite de palma se extrae de la porción pulposa de la fruta mediante varias operaciones. Se afloja la fruta de los racimos utilizando esterilización a vapor. Luego los separadores dividen las hojas y los racimos vacíos de la fruta. Después, se transporta la fruta a los digestores, donde se la calienta para convertirla en pulpa. El aceite libre se drena de la pulpa digerida, y luego ésta se exprime y se centrifuga para extraer el aceite crudo restante. Es necesario filtrar y clarificar el líquido para obtener el aceite purificado. Los residuos de la extracción, con las nueces rotas y las cáscaras. Entonces es necesario secar las pepas de la palma, y colocarlas en las bolsas para su almacenamiento y extracción posterior, algo que, generalmente, se realiza en otro lugar.

El procesamiento del aceite de palma produce grandes cantidades de desperdicios sólidos, en la forma de hojas, racimos vacíos, fibras cáscaras y residuos de la extracción. Los racimos contienen muchos alimentos recuperables, y pueden causar molestias y problemas, al tratar de desecharlos. Normalmente, las fibras, cáscaras y otros residuos sólidos se queman como combustible, para producir vapor. La quema incontrolada de los desechos sólidos, y el escape del aire utilizado para separar las cáscaras de las pepas, causan contaminación atmosférica<sup>(8)</sup>.

Los desperdicios líquidos se producen, principalmente, en los esterilizadores, y en el clarificador del aceite. Las causas principales de contaminación son las siguientes:

- La demanda de oxígeno bioquímico y químico,
- Los sólidos en suspensión,
- El aceite y la grasa

- El nitrógeno y
- Ceniza orgánica.

### **II.5.1 USOS COMESTIBLES**

Actualmente, el aceite de palma es el segundo aceite más consumido en el mundo y se emplea como aceite de cocina y para elaborar productos de panadería, pastelería, confitería, heladería, sopas instantáneas, salsas, diversos platos congelados y deshidratados, cremas no lácteas para mezclar con el café. El contenido de sólidos grasos del aceite de palma le da a algunos productos como margarinas y shortenings una consistencia sólida/semisólida sin necesidad de hidrogenación.

En un proceso de hidrogenación parcial se forman ácidos grasos trans, que tienen un efecto negativo en la salud.

Al igual que otros aceites y grasas comestibles, el aceite de palma y sus derivados, por ejemplo, la oleína de palma y la estearina de palma, son fácilmente absorbidos y utilizados normalmente por el proceso metabólico.

Cada gramo de aceite concentrado tiene una densidad de energía que equivale a nueve calorías y por ese motivo es una fuente alimenticia útil que satisface las exigencias de energías diarias.

La composición de ácidos grasos es de aproximadamente un 51% no saturados y un 49% saturados en el aceite de palma, mientras que en la oleína de palma es de hasta más del 56% no saturados.

Esta composición del aceite contiene el 11% de ácido linoléico y provee nuestra exigencia de ácido graso esencial. Considerando que es un aceite comestible de origen vegetal, está esencialmente libre de colesterol. Su composición natural de ácidos grasos también requiere un cambio mínimo en su composición química para su utilización en una gran variedad de formulaciones alimenticias. Ello es una ventaja en comparación con los otros aceites líquidos comestibles que requieren hidrogenación

(resultando en la formación de ácidos grasos trans), siendo este hecho de potencial perjuicio para la salud humana.



Figura 4. Productos con aceite de palma

### **II.5.2 COMPONENTES DEL ACEITE DE PALMA Y SUS SIGNIFICADOS NUTRICIONALES**

La parte de los ácidos grasos del aceite de palma y de sus componentes secundarios son inigualables en propiedades nutricionales. Los más importantes de estos, son la vitamina E de la palma (tocoferol y tocotrienoles) y el carotenoide (principalmente alfa y beta-caroteno). Se ha presentado un informe de que la vitamina E de la palma actúa como antioxidante biológico que protege contra la oxidación acentuada y contra el proceso de arteriosclerosis.

Se han reportado a los tocotrienoles como reguladores de colesterol en la sangre y que también podrían ayudar a explicar la neutralidad del aceite de palma en el enriquecimiento de las dietas. Se están investigando también los tocotrienoles de forma activa, principalmente en las propiedades anti cancerígenas sobre el cáncer mamario. El aceite de palma crudo es la fuente más rica de la naturaleza en carotenoides con concentraciones alrededor de 700-1000 ppm. Por ejemplo, se trata de aproximadamente 15 veces más que aquél presente en las zanahorias.

El principal carotenoide en el aceite de palma es el beta-caroteno (un 55%), alfa-caroteno (un 35%), y porcentajes menores de licopeno, fitoeno y zeocarotenos. Este carotenoide de palma natural tiene propiedades antioxidantes y anticancerígenas, como se ha demostrado en varios modelos animales.

La propiedad más interesante es la provitamina A. Reconociendo esta ventaja natural, la industria desarrolló un nuevo producto, el aceite de palma rojo, que preserva los carotenoides.

Este producto ha ganado mucha prominencia como terapia dietética natural, superando a la vitamina A contra la ceguera inducida, que es un mal para millones de niños por el mundo y, principalmente, en África donde Malasia mantiene un programa de combate a la deficiencia de la vitamina A en el organismo a través del consumo de aceite de palma rojo en forma de bizcochos.

### ***II.5.3 ASPECTOS NUTRICIONALES DEL ACEITE DE PALMA***

#### ***Registro de uso seguro***

Por cientos de años, el aceite de palma ha sido una fuente segura y nutritiva de aceite comestible para humanos saludables.

#### ***Consumo Mundial***

El aceite de palma y su derivado líquido, oleína de palma, se consume mundialmente como aceite de cocina y como componente de margarinas y mantecas (grasas especiales). Estos aceites también están incorporados en mezclas de grasas utilizadas en la fabricación de una variedad de productos alimenticios como también en la preparación de alimentos domésticos.

### Excelente fuente de energía dietética

Como cualquier otra grasa y aceite comestible, el aceite de palma se digiere fácilmente, es absorbido y utilizado en procesos metabólicos normales. Más precisamente, tienen un papel muy útil por reunir energía y ácido graso, esencial en muchas regiones del mundo.

### Rico en carotenoides

El aceite rojo de palma (no procesado) y el aceite de palma rojo o dorado (principalmente refinado), son aceites utilizados en el arte culinaria en algunos de los principales países del mundo porque son fuentes ricas en beta-caroteno, antioxidantes, precursores de la vitamina A y tocotrienoles.



Figura 5. Platillo preparado con aceite de palma

### ***Vitamina E antioxidantes***

El aceite de palma y los productos del aceite de palma son fuentes naturales de compuestos que constituyen la vitamina E, tocoferoles y tocotrienoles. Estos antioxidantes naturales destruyen a los radicales libres y desarrollan un papel protector en contra del envejecimiento celular, arteriosclerosis y cáncer.

### ***Composición balanceada en ácidos grasos***

La oleína de palma contiene una mezcla de ácidos grasos poliinsaturados, monoinsaturados y saturados. Las respectivas concentraciones son de: el 44% de ácido oleico, el 10% de ácido linoléico, el 40% de ácido palmítico y el 15% de ácido esteárico. Las concentraciones de palmítico y de ácidos oleicos se invierten en el aceite de palma no fraccionado, es decir, el 44% y el 40% respectivamente.

### ***Provisión de ácido linoléico***

Los triglicéridos del aceite de palma, que son ácidos grasos esenciales, llevan predominantemente el ácido linoléico en la posición-2, que favorece la absorción y la disponibilidad para su utilización en el organismo.

### ***El aceite de palma no es aceite de palmiste***

El aceite del fruto de la palma es física y químicamente distinto al aceite de la almendra de la palma (palmiste), el cual es derivado de la semilla y del aceite de coco que son altamente saturados.



Figura 6. Aplicaciones del aceite de palma en panadería

### No trombótico

Un estudio de laboratorio mostró que la dieta enriquecida con el aceite de palma tiene la tendencia de reducir la coagulación en la sangre.

### ***Inhibidor del crecimiento del cáncer***

La oleína roja de palma es la mayor fuente de carotenoides que inhiben efectivamente algunos tipos de cáncer.

Una dieta que contiene aceite de palma, comparada a dietas basadas en otros aceites que proveen la misma cantidad de calorías, efectivamente inhibió el desarrollo y la incidencia del cáncer de pecho experimentalmente inducido.

Para esto, también se mostró que los tocotrienoles presentes en el aceite de palma inhiben las células de crecimiento del cáncer “in vivo” como también “in vitro”.

### ***Estudios en química, Tecnología y usos finales***

Los estudios sobre las propiedades químicas y físicas del aceite están innovando las técnicas de procesamiento y mejorando las aplicaciones en el uso final del aceite de palma y sus derivados.

Tomándose en cuenta que más del 85% de la producción del aceite de palma se utiliza como alimento, se consideran como prioridades los estudios en formulaciones alimenticias, procesos y aplicaciones.

Normalmente los productos del aceite de palma se procesan para alcanzar una variedad de propiedades, lo que hace posible su uso en la mayoría de las formulaciones que requieren un componente graso.

La utilización de varios procesos tecnológicos, incluyendo el fraccionamiento, mezcla, interesterificación e hidrogenación le permiten al refinador hacer productos bajo encargo con el fin de satisfacer las exigencias de las fabricantes de productos alimenticios para consumo final, como margarinas, bizcochos, grasas para helados, chocolates y otros. Las características de estos productos pueden cambiar de forma significativa, a medida que haya un mayor intercambio entre la mayoría de las materias primas utilizadas en la industria de los aceites y grasas.

### ***Cocinando con aceite de palma***

La oleína, fracción líquida del aceite de palma, es un excelente aceite doméstico de uso general y muy popular en muchos países tropicales y subtropicales. Es extremadamente estable a altas temperaturas durante la fritura, tiene menos tendencia a hacer humo, espuma o formar polímeros pegajosos insalubres. Considerando que el propio aceite es suave, ayuda a quitar el aroma del cocimiento del alimento y esto ayuda a mantener las preferencias y gustos tradicionales. La oleína de palma también es un buen auxiliar para mezclarse con otros aceites vegetales y grasas.

### ***Grasa para fritura industrial***

La oleína de palma ha servido, en la mayoría de la veces, para este propósito y se utiliza en cadenas de “fast food” para fritura de pollo y aperitivos. En la preparación de estos alimentos, para fritura en inmersión, se emplean condiciones rigurosas a altas temperaturas. Bajo esas condiciones, el aceite líquido no saturado es inadecuado, a menos que sea hidrogenado para aumentar su estabilidad a la oxidación.

Es preferible utilizar la oleína de palma porque tiene buenas propiedades físicas y mayor estabilidad a la oxidación debido a su composición de ácidos grasos y antioxidantes naturales (vitamina E). También es más económica.



Figura 7. Frituras industriales

### ***Margarina***

El aceite de palma es un ingrediente ideal para la fabricación de margarina. Su amplia tasa de contenido de grasas sólidas, juntamente con la capacidad de los refinadores para producir distintos tipos de productos, convierte al aceite de palma en una materia prima muy versátil para la producción de margarina. Al contrario de los aceites líquidos,

el aceite de palma proporciona el contenido de sólidos y la textura exigida, sin necesitar ser hidrogenado, evitándose con ello la producción de los dañinos ácidos grasos trans.

### ***Shortenings***

Se producen shortenings de excelente calidad y amplia aplicación con el aceite de palma y sus derivados. Estas shortenings a base de derivados de la palma son adecuadas para hacer panes, tortas, masas, cremas y otros productos de panificación. Nuevamente, casi no se requiere hidrogenación cuando el aceite de palma y sus derivados hacen parte como ingrediente principal. La aplicación del producto puede ser aún más extensa al utilizarse el aceite de palma combinado a las estearinas de palma con características de punto de fusión distintas.

### ***Grasa para confitería***

A través de la optimización de las condiciones de fraccionamiento se pueden producir varios niveles de fracciones intermedias de aceite de palma con distinto contenido graso sólido y distintas características de punto de fusión. Se aplican a la industria de confitería, en la cual sustituyen parcial o integralmente la manteca de cacao, con una muy buena aceptación.

### ***Helado***

El aceite de palma es actualmente un ingrediente corriente para la fabricación de helados. La grasa de la leche, un ingrediente tradicional del helado, se sustituye por el aceite de palma unido al aceite de palmiste. Por medio de esta sustitución, se produce fácilmente un helado cremoso con excelentes calidades de sabor.

### ***Cremas no lácticas***

Una mezcla de grasas que incluyen el aceite de palma, aceite de palmiste y otras grasas se utilizan para sustituir la grasa de la leche en las cremas no lácticas o “coffee-whiteners”. Ello también ofrece ventajas respecto a su caducidad en los estantes (mayor duración a la oxidación)<sup>(9)</sup>.

### ***USOS NO COMESTIBLES***

El aceite de palma es una materia prima que se utiliza ampliamente en jabones y detergentes, en la elaboración de grasas lubricantes y secadores metálicos, destinados a la producción de pintura, barnices y tintas. Además, se usa como materia prima en la producción de Biodiesel.

### ***PROBLEMAS AMBIENTALES***

En la actualidad, el cultivo de la palma de aceite está asociado a graves problemas sociales y ambientales, que no son causados por el árbol en sí mismo, sino por el modo en el que está siendo implantado. En este sentido, el boom del aceite de palma a gran escala a nivel mundial tiene serias repercusiones sobre los bosques tropicales, sus habitantes y su biodiversidad.

Efectos tales como: la tala de bosques, envenenamiento de suelos, agua y aire por medio de venenos agrícolas, así como conflictos de tierra y empobrecimiento de las poblaciones afectadas son algunas de las consecuencias. Las plantaciones de palma también afectan a la tierra provocando una sequía excesiva.

Entre otros usos, el aceite de palma, al igual la caña de azúcar o la soya, sirve para la producción de biocombustible. Por ello, muchas empresas están extendiendo sus plantaciones de palma, afectando a comunidades locales que denuncian invasión de sus tierras, daños al medio ambiente y violaciones de los

derechos humanos que incluyen asesinatos, desapariciones, torturas y desplazamiento forzado.

Las plantaciones de palma aceitera se están implantando principalmente en las regiones tropicales. En las últimas décadas se produjeron gigantescos incendios forestales en Indonesia, causados por grandes empresas palmicultoras, que prefirieron quemar extensas áreas antes que utilizar tierras ya destinadas a la agricultura. Las plantaciones de palma aceitera se expanden a expensas de las selvas y territorios de poblaciones indígenas y otras comunidades tradicionales de Colombia, Ecuador y otros países, crecientemente orientados a la producción de biodiesel<sup>(10)</sup>.

### III. METODOLOGÍA

#### III.1 FRACCIONAMIENTO DE PALMISTE

A continuación se muestra un diagrama de flujo del procesamiento de palma.

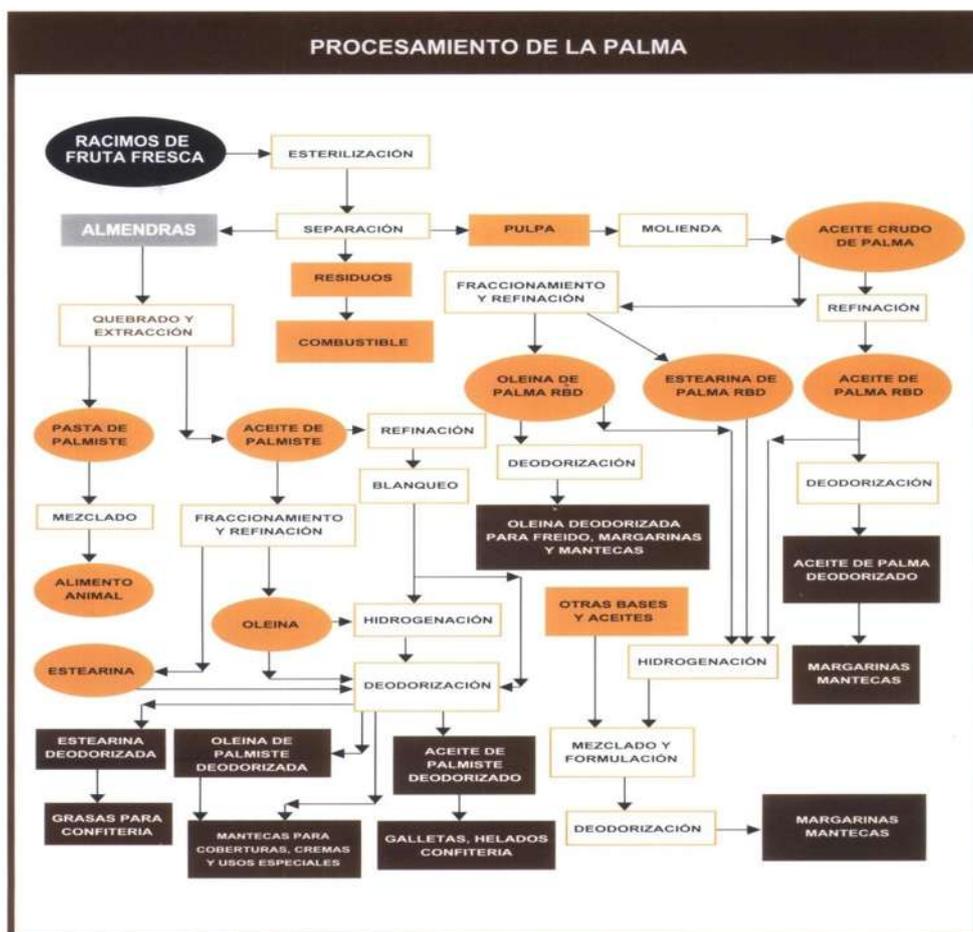


Figura 8. Diagrama de flujo del procesamiento de palma<sup>(11)</sup>

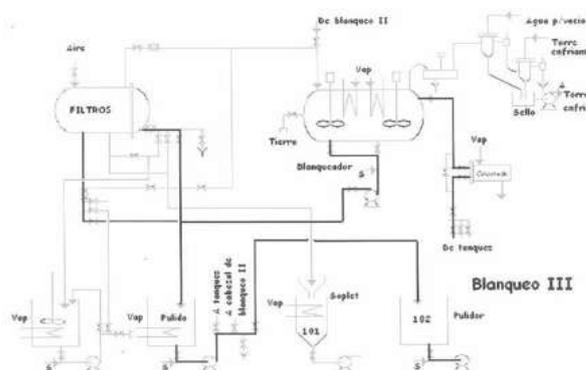
La principal función del fraccionamiento de palmiste es la obtención de estearina de palmiste (PKS) sustituto de la manteca de cacao, derivado de este proceso se obtiene como subproducto la oleína de palmiste (PKE).

El proceso se lleva de acabo de la siguiente manera:

El palmiste es blanqueo y desodorizado ó también llamado refinación física de grasa este proceso están basado en la teoría de la destilación de los ácidos grasos, y por lo tanto, están condicionado por los siguientes parámetros:

- PRESIÓN
- TEMPERATURA
- CANTIDAD DE VAPOR DE INYECCIÓN.

El producto pasa por el blanqueo donde se utiliza temperatura entre 95-110 °c y con un sistema de vació en este paso eliminamos en muy pequeñas cantidades de ácidos grasos libres, fosfolipidos, así como los que le generan color a la grasa como son los pigmentos (clorofila). Paso siguiente el producto es alimentado a la torre de destilación eliminando en este paso la mayor parte de ácidos grasos libres, radicales libres, sustancias volátiles, etc. Una vez que el producto cumple con la calidad requerida se pasa al proceso de fraccionamiento.



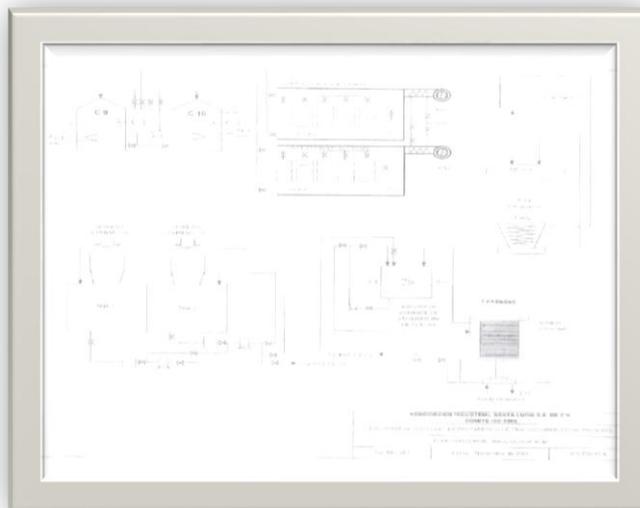


Figura 9. Proceso blanqueo (refinación física)

### III.2 PROCESO DE DESTILACIÓN

Este producto se almacena en un tanque donde es atemperado alrededor de 30 ° c el producto es bombeado hacia la cámara de refrigeración.



Figura 10. Cámara de refrigeración a)

Donde se llenan las charolas que se encuentran en la cámara de enfriamiento esta debe alcanzar una temperatura de 12°C a 14°C una vez llegado a estas condiciones se mantiene por alrededor de 24 hrs al termino de este tiempo se desmolda el producto y se envuelve el producto en una lona, se llena una prensa donde se activa el proceso de recirculación de PKE a través de los platos a una temperatura de 35°C. Se inicia con una presión de sistema de 50 Kg/cm<sup>2</sup> durante los primeros 15 minutos. Controlando la presión de vapor en el cabezal principal en 4-5 Kg/cm<sup>2</sup>, la presión se empieza a incrementar paulatinamente hasta 90Kgs, En los siguientes 45 Min. Para la recirculación de aceite, posteriormente se sigue subiendo la presión hasta alcanzar los 150Kg/cm<sup>2</sup>.se debe llevar a cabo entre 60 y 70 min. De tal forma que el ciclo de prensado se lleve a cabo de 120-135 minutos.



Figura 10. Cámara de refrigeración b)



Figura 11. Prensa de extracción de aceite

Una vez pasado este tiempo la presión se libera para que quede el producto libre y pueda ser retirado de la prensa lo que queda en las lonas es la estearina de palmiste, esta es vaciada a una tina de fundición donde posteriormente es enviado a un tanque de almacenamiento.

La oleína de palmiste queda en parte inferior ó fosa de recuperación el producto es bombeado al tanque de almacenamiento.

Se identifico que el producto final del palmiste (PKO)

Estearina de Palmiste (PKS). – Los resultados fisicoquímicos son los esperados y la necesidad del mercado se satisfacían con la producción.

Oleína de palmiste (PKE).- El problema principal es que a diferencia del pks este sud producto se estaba comercializando menos y por lo tanto se esta ocasionando un problema de almacenamiento por lo tanto se propone volver a fraccionar con este obtener un producto con característica más de acuerdo para ser utilizado en diferentes productos.

### IV. RESULTADOS

A continuación se describe el proceso con sus modificaciones, obteniendo los resultados del prensado de la oleína de palmiste mostrándose en la tabla 4.

Las variaciones de operación para fraccionar la oleína de palmiste se modificaron puesto que su perfil fisicoquímico es diferente al del palmiste (PKO).

El producto es atemperado a 30°C en un TQ. De almacenamiento, se llenan las charolas la temperatura de la cámara se mantiene de entre 12°C a 14°C , se mantiene por alrededor de 24 hrs, se obtiene buenos resultados en la cristalización del producto para poder formar los paquetes de cada una de las charolas las cuales se pasan al las prensas donde se cambia los parámetro de prensado se corta la recirculación se regula la presión a 60Kg/cm2 por una hora y media de esta manera se obtuvo una parte dura en las lonas que denominamos estearina de oleína de palmiste ( PKES ) con valores de iodo menor, sólidos más alto y punto de fusión más alto. La parte liquida que nombramos como oleína de oleína de palmiste (PKEE) con valores de más bajos de solido, punto de fusión y valor de lodo más alto.

Tabla 3. Resultados obtenidos a partir del procedimiento ante descrito del fraccionamiento de palmiste.

<b>PKO RBD DE ALIMENTACION</b>	<b>PKE Tina 1/1</b>	<b>PKE Tina 1/2</b>	<b>PKS Tina 2/1</b>	<b>PKS Tina2/2</b>
V.I. = 18.15	23.89	24.08	6.48	7.01
SFC.				
10= 71.65	52.42	52.98	93.48	94.12
20= 40.98	12.74	12.12	89.14	88.98
30= 0.28	0	0	30.54	30.45
35= 0	0	0	0.24	0.54
40= 0	0	0	0	0

### **RESULTADOS DEL FRACCIONAMIENTO DE OLEINA DE PALMISTE**

Tabla 4. Comparación de resultados de estearina de oleína vs especificación interna de aak de palmiste rbd

<b>Espec. Del PKO RBD</b>	<b>Tina 1/1</b>	<b>Tina 1/2</b>	<b>Tina 1/3</b>	<b>Tina1/4</b>
Valor de lodo = 7 – 19	16.84	17.01	17.23	18.50
SFC.				
10= 68 – 72	72.82	69.92	69.70	67.85
20= 37 – 42	42.82	40.69	40.56	36.08
30= 0	0	0.25	0.56	0.18
35= 0	0	0	0	0
40= 0	0	0	0	0

<b>Espec. Del PKO RBD</b>	<b>Tina 1/5</b>	<b>Tina 1/6</b>	<b>Tina 1/7</b>	<b>Tina1/8</b>
Valor de lodo = 7 – 19 SFC.	18.03	14.79	13.65	14.48
10= 68 – 72	68.84	74.46	78.95	73.75
20= 37 – 42	38.19	50.25	57.02	48.37
30= 0	0.60	0.15	0.2	0.34
35= 0	0.33	0.03	0	0
40= 0	0	0	0	0

<b>Espec. Del PKO RBD</b>	<b>Tina 1/9</b>	<b>Tina 1/10</b>	<b>Tina 1/11</b>	<b>Tina 1/12</b>
Valor de lodo = 7 – 19 SFC.	16.15	16.78	16.99	14.14
10= 68 – 72	67.34	71.62	71.34	69.19
20= 37 – 42	31.94	43.14	43.33	37.80
30= 0	0.2	0	0.88	0.48
35= 0	0	0	0.75	0.41
40= 0	0	0	0.62	0.31

<b>Espec. Del PKO RBD</b>	<b>Tina 1/13</b>	<b>Tina 1/14</b>	<b>Tina 1/15</b>	<b>Tina1/16</b>
Valor de lodo = 7 – 19 SFC.	17.02	19.46	19.44	19.21
10= 68 – 72	65.53	65.21	67.17	67.01
20= 37 – 42	32.35	31.04	32.35	31.04
30= 0	0	0.17	0.16	0.13
35= 0	0	0	0	0
40= 0	0	0	0	0

<b>Espec. Del PKO RBD</b>	<b>Tina 1/17</b>	<b>Tina 1/18</b>	<b>Tina 1/19</b>	<b>Tina1/20</b>
Valor de lodo = 7 – 19 SFC.	20.43	19.06	19.37	19.79
10= 68 – 72	64.15	66.08	63.88	65.19
20= 37 – 42	29.51	33.05	32.66	31.61
30= 0	0	0	0	0
35= 0	0	0	0	0
40= 0	0	0	0	0

<b>Espec. Del PKO RBD</b>	<b>Tina 1/21</b>	<b>Tina 1/22</b>	<b>Tina 1/23</b>	<b>Tina 1/24</b>
Valor de lodo = 7 – 19 SFC.	19.10	19.91	19.53	19.09
10= 68 – 72	64.08	66.90	66.10	66.90
20= 37 – 42	30.14	33.53	32.16	32.95
30= 0	0	0	0	0
35= 0	0	0	0	0
40= 0	0	0	0	0

Tabla 5. Comparación de la composición típica cromatográfico del aceite de palmiste vs estearian de oleína de palmiste

Ácidos grasos	PKO	PKES
Caproico ( 6:0 )	0.17	0.09
Caprilico ( 8:0)	2.68	3.14
Cáprico (10:0)	3.19	3.51
Laurico (12:0)	47.66	48.78
Mirístico ( 14:0 )	16.32	15.86
Palmítico (16:0)	8.81	8.54
Esteárico (18:0)	2.77	2.14
Oleico (18:1)	15.83	15.41
Linoleico (18:2)	2.46	2.3

Con estos resultados de PKES se decide hidrogenar para obtener productos semejantes a los obtenidos con la hidrogenación de PKO.

Tabla 6. Resultados de la hidrogenación de estearina de oleína de palmiste

Espec. Del AH PKO	Reactor 1/1	Reactor 1/2	Reactor 1/3	Reactor 1/4
Valor de Iodo = 2 Max. SFC.	0.93	0.39	0.31	0.15
10= 95 - 97	93.94	94.63	94.84	94.75
20= 85 - 87	84.82	86.11	86.74	86.98
30= 33 - 39	27.17	31.71	30.12	31.11
35= 10 - 15	8.61	12.02	11.65	11.61
40= 3 - 8	3.44	5.78	5.9	5.37

Espec. Del AH PKO	Reactor 1/5	Reactor 1/6	Reactor 1/7	Reactor 1/8
Valor de Iodo = 2 Max. SFC.	0.89	0.1	0.55	0.78
10= 95 - 97	95.19	94.12	94.41	93.69
20= 85 - 87	86.29	86.99	83.99	82.03
30= 33 - 39	27.08	34.97	33.00	30.11
35= 10 - 15	9.38	12.8	14.17	12.37
40= 3 - 8	3.77	5.60	6.92	5.64

<b>Espec. Del AH PKO</b>	<b>Reactor 1/9</b>	<b>Reactor 1/10</b>	<b>Reactor 1/11</b>	<b>Reactor 1/14</b>
Valor de lodo = 2 Max. SFC.	0.43	0.32	0.38	0.82
10= 95 - 97	94.48	94.12	93.28	93.44
20= 85 - 87	87.94	83.23	82.81	82.63
30= 33 - 39	34.73	33.94	33.70	32.12
35= 10 - 15	13.25	14.81	14.69	14.13
40= 3 - 8	6.00	2.5	7.11	6.42

Tabla 7. Resultados de oleína de palmiste vs oleína de oleína de palmiste

<b>OLEINA DE PALMISTE( PKE)</b>	<b>TQ 1</b>	<b>TQ2</b>	<b>TQ3</b>	<b>TQ4</b>
Valor de lodo = 22 - 29. SFC.	28.01	27.48	25.87	24.23
10= 50 - 54	49.86	51.89	52.48	52.58
20= 11 -14	12.40	11.54	12.89	12.97
30= 0	0	0	0	0.12
35= 0	0	0	0	0
40= 0	0	0	0	0

Tabla 8. Comparativa de oleína de palmiste hidrogenado vs oleína de oleína hidrogenado

<b>OLEINA DE PALMISTE HIDROGENADO</b>	<b>R1/ 0 1</b>	<b>R1 /02</b>	<b>R1/03</b>	<b>R1/04</b>
Valor de lodo = 10Max SFC.	2.02	1.54	2.45	0.12
10= 90 - 96	95.12	95.87	95.02	95.45
20= 74 -80	74.59	75.84	74.32	76.45
30= 33 - 37	34.25	35.98	33.45	36.15
35= 13 - 18	14.48	14.05	13.78	16.87
40= 5 - 9	5.15	6.14	5.02	7.87

## V. CONCLUSIONES

- Se obtuvo un rendimiento de del 48% de estearina de la oleína de palmiste del proceso de fraccionamiento de la oleína de palmiste.
- La oleína de palmiste hidrogenada obtenida se utiliza para cobertura de chocolate económico con mejores márgenes de ganancia.
- Se obtiene el 62% de oleína de oleína con esto se cubre el porcentaje que se está vendiendo actualmente,
- Los resultados de la hidrogenación del PKES son satisfactorios y se aprovecha para formular diferentes productos utilizados para línea de cremas tipo batidas.

## VI. APORTACIONES

- Se desarrollo un nuevo método para el aprovechamiento de oleína de palmiste.
- La reducción del almacenamiento de la oleína de palmiste.
- Disminución del costo que genera el almacenamiento de la oleína de palmiste
- Se logra tener mejor margen de ganancia de nuevo proceso de fraccionamiento de oleína de palmiste.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) BERNAL, F. 2001. El cultivo de palma de aceite y su beneficio: Guía general para el nuevo palmicultor. Ed. FEDEPALMA. Bogotá.
- 2) <http://apps.fao.org/faostat> Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Palma Aceitera y Aceite de Palma
- 3) The first choice for value added vegetable oil solutions. AAK 2012.
- 4) G. Devore, E. Muñoz Mena. Química Orgánica. Vigésima Reimpresión, 1992.
- 5) [http://es.wikipedia.org/wiki/Aceite\\_de\\_palma](http://es.wikipedia.org/wiki/Aceite_de_palma)
- 6) [www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx) Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera
- 7) [www.oeidrus-veracruz.gob.mx](http://www.oeidrus-veracruz.gob.mx) Datos de producción de palma de aceite.
- 8) SIAP, SIACON, SAGARPA. Consulta de Indicadores de Producción Nacional de Palma Africana o Aceitera
- 9) Malaysian Palm Oil Promotion Council, Malasia. Noviembre / Diciembre 2004.
- 10) <http://www.agrochiapas.gob.mx/PalmaAceite.pdf>
- 11) Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas Comestibles A.C. (aniame). Año XXVI, Vol. 16, Número 77, Julio/Septiembre 2012.

## REFERENCIAS PARA LOS ANALISIS.

- 12) Determinación de sólidos. -Método IUPAC 2.150 ex 2.323. Determinación de sólidos en grasas por NMR manual de operación del minispec bruker.
- 13) Determinación de punto de fusión capilar. -AOCS Edición 2009. Método Cc1-25 y Cc3-25
- 14) PREPARACIÓN DE ESTERES METILICOS PARA ANALISIS CROMATOGRAFICO. -Anal Chem 38: 514 (1966) - J. Chromatog. 247:63(1982)
- 15) Métodos Estándar para análisis de grasas, aceites y derivados de la Unión Internacional de química Pura y Aplicada.
- 16) CROMATOGRAFIA CAPILAR PARA GRASAS Y ACEITES. -Método AOCS Ce- 1f-96-ISO 6353. Reactivos para Análisis Químico. Parte 2 (1983) y (1987) Especificaciones. -ISO 3696. Agua para uso en el Laboratorio analítico. Especificaciones y métodos de prueba (1987).
- 17) Duchateau, G.S.M.J.E., H.J. van Oosten, and M.A. Vaconcelos, Análisis de isómeros de Ácidos grasos cis y trans con Cromatografo de columna capilar en aceites vegetales refinados e hidrogenados. J Am Oil Chem. Soc. 73:275 (1996)
- 18) IUPAC. Métodos estándar para análisis de aceites, grasas y derivados, publicaciones Blackwell Scientific; IUPAC Método 2.301. J. Am Oil Chem. Soc 58;662 (1981)