

UNIVERSIDAD DEL VALLE
DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Excelencia que trasciende

Obtención de un sustituto para la parafina comercial, a partir de grasas vegetales fraccionadas y/o hidrogenadas presentes en la industria nacional.

Trabajo de graduación presentado por Marta Gabriela Salvatierra Méndez
para optar al grado académico de Ingeniería Química

Guatemala
2007

Obtención de un sustituto para la parafina comercial, a partir de grasas vegetales fraccionadas y/o hidrogenadas presentes en la industria nacional.

UNIVERSIDAD DEL VALLE
DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Excelencia que trasciende

Obtención de un sustituto para la parafina comercial, a partir de grasas vegetales fraccionadas y/o hidrogenadas presentes en la industria nacional.

Trabajo de graduación presentado por Marta Gabriela Salvatierra Méndez
para optar al grado académico de Ingeniería Química

Guatemala
2007

Vo. Bo.

(f)

Ing. Oliver Alejandro Lima Montenegro

Tribunal Examinador:

(f)

Ing. Gamaliel Giovanni Zambrano

(f)

Ing. Oscar Maldonado.

(f)

Ing. Oliver Alejandro Lima Montenegro

Fecha de aprobación: Guatemala 25 de enero del 2008

ÍNDICE

	Página
LISTA DE CUADROS.....	ix
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	x
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
A. Aceites y grasas.....	2
1. Ácidos grasos.....	2
2. Triglicéridos.....	2
B. Aceite de palma africana.....	3
1. Generalidades.....	3
2. Propiedades físicas y composición del aceite de palma	4
C. Hidrogenación.....	6
1. Catalizadores para hidrogenación.....	7
2. Concentración del catalizador.....	8
3. Temperatura y agitación.....	8
4. Presión.....	8
D. Fraccionamiento.....	9
1. Generalidades.....	9
E. La palma africana en Guatemala.....	9
1. Prevén crecimiento del cultivo de la palma africana en el país.....	9
2. Un aceite que se lleva las palmas.....	10
3. Palma africana supera metas.....	12

	Página
F. El petróleo.....	12
1. Composición química del petróleo.....	13
2. Clasificación del petróleo.....	14
a. Petróleo de base parafínicas.....	14
b. Petróleo de base asfáltica.....	15
c. Petróleo de base mixta.....	15
G. Parafina.....	14
H. Cera.....	15
1. Cera líquida.....	16
2. Historia de la cera.....	17
3. Descubrimiento de ceras de velas.....	17
I. Velas.....	18
1. Velas de parafina.....	18
2. Velas de soja.....	18
3. Velas de gel.....	18
4. Velas de cera de abeja.....	18
5. Clasificación de velas según su aplicación.....	18
J. El precio del petróleo.....	20
1. Alto consumo y guerras agravan crisis de petróleo.....	20
2. Diesel registra alza de Q1.30 por galón. Petróleo.....	21
III. JUSTIFICACIÓN.....	23
IV. OBJETIVOS.....	24
A. General.....	24
B. Específicos.....	24
V. PROBLEMA A RESOLVER.....	25
VI. METODOLOGÍA.....	26
VII. RESULTADOS.....	29

VIII. DISCUSIÓN.....	32
IX. CONCLUSIONES.....	37
X. RECOMENDACIONES.....	38
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	39
APÉNDICE.....	41
Apéndice A: Análisis estadístico.....	42
Apéndice B: Análisis varios de las muestras de grasa vegetal.....	43
Apéndice C: Observaciones de la elaboración de candelas.....	44
Apéndice D: Diagrama de actividades de la elaboración de candelas.....	45
Apéndice E: Fotos de candelas.....	46
Apéndice F: Diagramas de los productos extraídos de la palma africana	49
Apéndice G: Especificaciones de candelas	52
Apéndice H: Precios de la palma africana y el petróleo.....	53
Apéndice I: Método de punto de fusión para grasas.....	56
Apéndice J: Análisis de muestras.....	58

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Características del aceite de palma fraccionado.....	4
2. Composición del aceite de palma africana.....	5
3. Propiedades físicas del aceite de palma.....	5
4. Propiedades de la parafina	17
5. Clasificación de candelas I.....	18
6. Clasificación de candelas II.....	19
7. Sustitutos obtenidos de grasa vegetal fraccionada y/o hidrogenada de palma.....	29
8. Datos experimentales de calor de combustión y de intensidad de luz de la muestra de parafina y las 5 muestras de grasa vegetal.....	29
9. Datos experimentales de penetración y de punto de fusión de la muestra de parafina y las 5 muestras de grasa vegetal.....	29
10. Costo tonelada de grasa vegetal y parafina.....	30
11. Análisis estadístico para el calor de combustión MJ/kg.....	42
12. Análisis estadístico para penetración kg/cm^2	42
13. Análisis estadístico para la Intensidad de luz lux.....	42
14. Porcentaje de sólidos a diferentes temperaturas de los sustitutos de grasa vegetal.....	43
15. Análisis de grasas	43
16. Observaciones de la elaboración de candelas.....	45
17. Especificaciones de la cera de palma.....	52
18. Precios del aceite de palma.....	53
19. Precios a consumidor de combustibles en Centroamérica precios al 21 noviembre 2007.....	54

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico	Página
1. Diagrama de flujo de la pruebas realizadas a los sustituto fraccionados y/o hidrogenados.....	30
2. Diagrama de flujo de para nuevas muestras de grasas fraccionados y/o hidrogenadas	31
3. Candela de parafina.....	46
4. Candela de esterina III.....	46
5. Candela de esterina V.....	47
6. Candela de hidrogenado duro.....	47
7. Candela de esterina III e hidrogenado duro en una proporción de 75:25.....	48
8. Candela de carga hidrogenada.....	48
9. Diagrama de los productos extraídos de la palma No. 1.....	49
10. Diagrama de los productos extraídos de la palma No. 2.....	50
11. Diagrama de productos fraccionados de la palma africana.....	51
12. Precio de parafina alemana.....	53
13. Comportamiento de precios región Centroamericana, gasolina superior.....	54
14. Comportamiento de precios región Centroamericana, gasolina regular.....	55
15. Comportamiento de precios región Centroamericana, gasolina diesel.....	55

RESUMEN

En la actualidad existe un constante incremento en los precios del petróleo y derivados, como lo es el caso de la parafina que es un producto de la destilación del mismo. En este trabajo se realiza con el objetivo de obtener un sustituto para la parafina comercial, a partir de grasas vegetales.

Para ello se utilizó cinco muestras distintas del aceite de palma fraccionado y/o hidrogenado. Con el objetivo de comparar sus propiedades fisicoquímicas con la de la parafina, y poder establecer si pueden ser utilizadas como un suplente de la misma. Las muestras evaluadas fueron las siguientes, esterina III, esterina V, hidrogenado duro, carga hidrogenada, mezcla esterina III e hidrogenado duro en una proporción de 75:25.

Los parámetros de comparación utilizados fueron el punto de fusión, penetración, intensidad de luz emitida por las velas, y calor de combustión, siendo este último de vital importancia, ya que el poder calorífico de la parafina está contenido entre un rango entre 45.0843 - 45.8557 MJ/kg, por ser un hidrocarburo del petróleo. Sin embargo para la muestra de esterina V se obtuvo un calor de combustión de 39.53 MJ/kg y de manera similar con las demás muestras.

Por otra parte según La Asociación Latinoamericana de Fabricantes de Velas (ALAFAVE) se considera una cera a los materiales que contengan las siguientes características: material sólido a temperatura ambiente y líquido a elevadas temperaturas, estructura primaria de hidrocarburos, repelente al agua, textura lisa, baja toxicidad y baja reactividad, bajo olor y ser combustible. Por lo que se pudo concluir que las cinco muestras de grasa vegetal fraccionadas y/o hidrogenadas pueden ser consideradas como sustituto de la parafina.

I. INTRODUCCIÓN

La palma africana es un cultivo que a través del tiempo se ha incrementado, esto debido a que sus derivados (aceites, margarinas, mantecas, entre otras) son de bastante aceptación dentro de las poblaciones y que Guatemala cuenta con las características climatológicas correctas para su crecimiento. En la actualidad la palma se cultiva en los departamentos de San Marcos, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Izabal y Petén.

La palma africana tiene ventajas como por ejemplo que es renovable, no contamina el ambiente, al contrario de la parafina que es un alcano subproducto de la destilación del petróleo, el cual no es renovable y la tendencia en el precio se ha cuadruplicado en cinco años por efecto de las guerras, tensiones geopolíticas y su alto consumo.

Este trabajo tiene como objetivo principal obtener un sustituto que cumpla con las características fisicoquímicas de la parafina comercial a partir de grasas vegetales fraccionadas y/o hidrogenadas presentes en la industria nacional. El fraccionamiento se utiliza en el proceso de las grasas y aceites para separa por medio de filtración y enfriamiento la fracción líquida y la fracción sólida procedente del aceite de la palma y la hidrogenación consiste en llevar a cabo una reacción química en la cual se adicionan hidrógenos en los dobles enlaces que se encuentran en los aceites de forma natural.

Para poder llevarlo a cabo es necesario realizar análisis de penetración, intensidad de luz, punto de fusión y el calor específico a las cinco diferentes muestras de grasas obtenidas del fraccionador y/o del tanque de hidrogenación.

II. ANTECEDENTES

A. Aceites y grasas

1. **Ácidos grasos.** Nombre común de un grupo de ácidos orgánicos, con un único grupo carboxilo (COOH), entre los que se encuentran los ácidos saturados de cadena lineal producidos por la hidrólisis de las grasas. El grupo incluye todos los demás ácidos saturados de cadena lineal e incluso ácidos con cadena ramificada o estructura cíclica. Los ácidos grasos pueden ser también no saturados o insaturados, es decir, pueden presentar dobles enlaces. El ácido metanoico (fórmico), HCOOH, y el ácido etanoico (acético), CH₃COOH, son los ácidos grasos más simples. Ambos tienen sabor amargo, irritan la piel y tienen un olor penetrante. Otros ácidos grasos saturados con estructura más complicada son el butanoico, el hexanoico y el octanoico, todos con un olor desagradable. Los ácidos esteárico y palmítico presentes en el aceite de palma africana son materiales grasientos que tienen poco olor. Ejemplos de ácidos grasos insaturados son el ácido oleico y el linoleico, ambos líquidos oleosos, incoloros o amarillentos. (Richard, 1998)

El carácter de un ácido graso depende del largo de su cadena de carbonos, así como del lugar en donde por ausencia de átomos de hidrógeno, existan carbonos unidos por enlaces dobles. (Richard, 1998)

2. **Triglicéridos.** Grasas y aceites o Triglicéridos son un grupo de compuestos orgánicos existentes en la naturaleza que consiste en ésteres formados por tres moléculas de ácidos grasos y una molécula del alcohol glicerina. Son sustancias aceitosas, grasientas o cerosas, que en estado puro son normalmente incoloras, inodoras e insípidas. Las grasas y aceites son más ligeros que el agua e insolubles en ella; son poco solubles en alcohol y se disuelven fácilmente en éter y otros disolventes orgánicos. Las grasas son blandas y untuosas a temperaturas ordinarias, mientras que los aceites son líquidos. Algunas ceras, que son sólidos duros a temperaturas ordinarias, son químicamente similares a las grasas. (Richard, 1998)

Las grasas existen normalmente en los tejidos animales y vegetales como una mezcla de grasas puras y ácidos grasos libres. Las más comunes entre esas grasas son: la palmitina, que es el éster del ácido palmítico, la estearina o éster del ácido esteárico, y la oleína, éster del ácido oleico. Estos compuestos químicos puros existen en distintas proporciones en las grasas y aceites naturales, y determinan las características físicas de cada una de esas sustancias.

(Richard, 1998)

Las grasas se dividen en saturadas e insaturadas, dependiendo si los enlaces químicos entre los átomos de carbono de las moléculas contienen todos los átomos de hidrógeno que pueden tener (saturadas) o tienen capacidad para más átomos (insaturadas), debido a la presencia de enlaces dobles o triples. Generalmente, las grasas saturadas son sólidas a temperatura ambiente; las insaturadas y poliinsaturadas son líquidas. Las grasas insaturadas se pueden convertir en grasas saturadas añadiendo átomos de hidrógeno. (Richard, 1998)

Las grasas vegetales se obtienen normalmente extrayéndolas a presión de las semillas y frutos. Las grasas y aceites se consumen principalmente en alimentación. Algunos aceites no saturados, como el aceite de semilla de algodón y el de maní, se hidrogenan parcialmente para aumentar su punto de fusión y poder utilizarlos como grasas en pastelería y para cocinar. El sebo, que está formado por las grasas y aceites animales de las ovejas y el ganado vacuno, se usa para hacer velas y en algunas margarinas. Los aceites naturales que contienen ésteres de ácidos insaturados, se conocen como aceites secantes y poseen la propiedad de formar una película seca permanente cuando se les expone al aire. El aceite de linaza y otros aceites de este tipo se utilizan extensamente en la producción de pinturas. Las grasas sirven también como material en bruto para fabricar jabón. (Richard, 1998)

B. Aceite de palma africana

1. Generalidades. Aceite de palma, grasa vegetal que se obtiene a partir de los frutos y las semillas de la palma de Guinea o palma de aceite. (Richard, 1998) Esta palmera, *Elaeis guineensis*, pertenece a la familia Palmáceas. Es una planta de hasta 20 m de altura cuyo tronco termina en una corona de hojas pinnadas. Su área de distribución natural es la zona tropical del oeste de África, pero se ha aclimatado en las regiones sudamericanas con condiciones físicas similares. Precisa suelos fértiles y estaciones lluviosas que produzcan inundaciones. La importancia económica radica en sus frutos. Son drupas en las que, tanto el pericarpio del fruto, como la semilla, son oleaginosos. (Richard, 1998)

El aceite de palma clásico se obtiene por la decantación del pericarpio hervido en agua, aunque hay métodos industriales que facilitan la obtención del aceite también de la semilla. Es un aceite muy parecido al de coco. Su punto de fusión elevado indica un contenido alto de ácidos grasos saturados. (Richard, 1998)

A escala industrial se efectúa un fraccionamiento físico del aceite de palma blanqueado y desodorizado (palma RBD), del que se obtiene dos fracciones, de las cuales, a temperatura ambiente, una es líquida (la oleína) y otra es sólida (la estearina), la primera se produce en proporción más abundante que la segunda. La oleína es el éster del ácido oleico (trioleato de glicerina), mientras que la estearina es el éster del ácido esteárico (triestearato de glicerina). (Richard, 1998)

El fraccionamiento se logra con el uso de unidades de cristalización, en las que el aceite de palma es introducido a una temperatura relativamente alta, que se hace descender gradualmente y de forma automática para generar la adecuada enucleación, que permite obtener posteriormente, con el uso de un filtro hidráulico de tipo prensa (de placas), que trabaja a alta presión, las fracciones oleína y estearina, de tal modo que la oleína escapa a través de las placas del filtro y la estearina queda atrapada dentro de ellas. (Richard, 1998)

2. Propiedades físicas y composición del aceite de palma

Cuadro No.1 Características del aceite de palma fraccionado

Características	Aceite de palma fraccionado		
	Completo	Oleína	Esterina
Punto suavizadores, °C	3.0-38.8	19.0 - 24.0	44.0 - 56.0
Punto de dureza °C	42.0-46.0		46.0 - 54.0
Densidad a 50/25°C	0.892-0.893	0.909 - 0.903	
Densidad a 60/25°C			0.882 - 0.891
Valor de yodo	51.0-55.0	51.0 - 61.0	22.0- 49.9
Valor de saponificación	190-202	194 - 202	193 - 206
Punto de Nube		6.0 - 12.0	
Parámetro de insaponificación			0.1 - 1.0
Contenido de ácidos grasos			
A 10 °C	47-56	28 - 52	54 - 91
A 20 °C	20-27	3 - 9	31 - 87
A 30 °C	6 - 11	0	16 - 74
A 40 °C	1 - 6		7 - 57
A 50 °C			0 - 40
Composición de ácidos grasos			
Mirístico	1.0 - 1.5	1.0 - 1.5	1- 2
Palmitito	42 - 47	38 - 42	47- 74
Estearico	4- 5	4 - 5	4-6
Oleico	37-41	40 - 44	16 - 37
Linoleico	9-11	10-13	3-10

(Richard, 1998)

Cuadro No.2. Propiedades físicas del aceite de palma

	Típico	Rango
Gravedad específica, 5°C/25°C		0.8919 a 0.8932
Índice de refracción a 40 °C		1.4565 a 1.4585
Valor de yodo		46.0 a 56.0
Valor de saponificación		196 a 202
Materia no saponificable %		0.2 a 0.5
Título, °C		43.0 a 47.0
Rango de punto de fusión, °C		36.0 a 45.0
Contenido de caroteno, mg/kg		500 a 1600
Índice de grasa de los sólidos		
10.0 °C	94.5	30.0 a 39.0
21.1 °C	14	11.5 a 17.0
26.7 °C	11	8.0 a 14.0
33.3 °C	4.7	4.0 a 11.0
37.8 °C	5.6	2.5 a 9.0
40.0 °C	4.7	2.0 a 7.0
Punto de fusión de la materia	37.5	35.5 a 39.5

(Richard, 1998)

Cuadro No.3 Composición del aceite de palma africana

	Típico
Composición del ácido graso %	
Laurico	C-12:0 0.1
Myristico	C-14:0 1
Palmitico	C-16:0 44.3
Palmitoleico	C-16:1 0.15
Esteriatico	C-18:0 4.6
Oleico	C-18:1 38.7
Linolèico	C-18:2 10.5
Linolenico	C-18:3 0.3
Composición de triglicéridos	
Trisaturado, S3	7.9
Monoinsaturado, SUS	42.8
Monoinsaturado, SSU	6.6
Diinsaturado, SU2	35.7
Triinsaturado, U3	6.8

(Richard, 1998)

El aceite que se obtiene de la palma africana, tiene básicamente cuatro ácidos grasos principales. Dos de ellos son insaturados (ácidos oleicos y linoléico), constituyen el 49% del aceite y son líquidos a temperatura ambiente. Los otros dos, palmítico y esteárico, son ácidos grasos saturados y sólidos a temperatura ambiente, constituyendo el 51%, siendo el ácido palmítico el principal. (Richard, 1998)

C. Hidrogenación

La hidrogenación en aceites y grasas consiste en una reacción química en la cual el hidrógeno se adiciona a los dobles enlaces encontrados de forma natural en los triglicéridos presentes en aceites de origen vegetal y animal. La adición catalítica de hidrógeno a los dobles enlaces en las cadenas de ácidos grasos libres provee una manera efectiva de modificar las propiedades de los aceites y grasas. (Richard, 1998)

La hidrogenación es el único proceso utilizado en la manufactura de aceites y grasas que permite alterar la estructura molecular de ésteres de glicerol. La reacción química producida es complicada, debiéndose a varios factores, uno de ellos corresponde a la isomerización simultánea de los enlaces insaturados que ocasiona cambios en la configuración geométrica de la molécula en el espacio alrededor de las dobles uniones, la configuración natural cis se cambia a la posición trans. Cuando se hidrogenan aceites puros o mezclas de aceites con oleína de palma, el punto de fusión aumenta y disminuye el índice de yodo por efecto de la saturación de los dobles enlaces convirtiendo los aceites líquidos a sólidos. (Richard, 1998)

La hidrogenación catalítica de aceites y grasas como anteriormente se mencionó, es una reacción compleja que ocurre como resultado de reacciones simultáneas o de competencia, lo que incluye:

Hidrogenación: Saturación del doble enlace en las cadenas de ácidos grasos.

Isomerización geométrica: Cambio de la forma cis a trans en los dobles enlaces de las cadenas de ácidos grasos.

Isomerización posicional: Rearreglo de las posiciones del doble enlace en las cadenas de ácidos grasos.

Conjugación: Formación de sistemas conjugados de doble enlace en las cadenas poliinsaturadas de ácidos grasos. (Richard, 1998)

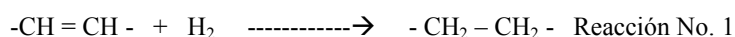
Sin catalizador la reacción de hidrogenación es muy lenta dado que la energía de activación requerida para activar complejos es muy alta. Existen dos formas de hidrogenación una selectiva y otra no selectiva, la hidrogenación selectiva es cuando se quiere saturar cierto ácido graso como por ejemplo el linoléico que es un ácido graso inestable que contiene el aceite de soya que es el que le da la reversión a olor pescado y se hidrogena selectivamente a linoleico. (Richard, 1998)

En presencia de un catalizador, dos reacciones son posibles, en el primer caso, el catalizador forma un complejo activado con el segundo enlace, el más alejado, el cual es atacado por la molécula de hidrógeno para formar un segundo compuesto activado. El segundo complejo es capaz de transferir hidrógeno al segundo enlace para dar un producto y catalizarse libremente. (Richard, 1998)

En el segundo caso, el segundo enlace y la molécula de hidrógeno interactúa simultáneamente con los sitios activados para formar dos complejos activados que reaccionan para formar un tercer complejo. El subsecuente rompimiento del tercer complejo produce los productos y la catalización libre. (Richard, 1998)

Reacción:

CATALIZADOR



1. **Catalizadores para hidrogenación.** El catalizador de níquel es el más usado en la industria, como los son, además, otros catalizadores de paladio y cromato de cobre. El metal níquel, se prepara a través de un proceso de reducción o por precipitación, es frecuentemente apoyado por la adición de tierra diatomácea o de blanqueo, o de otros materiales refractarios para formar las partículas del catalizador. (Richard, 1998)

El catalizador de níquel puede ser modificado para producir diferentes tamaños de poros y geometrías de superficie para obtener un mejor efecto en la selectividad, isomerización y la cinética del proceso de hidrogenación. También puede ser tratado con cantidades controladas de agentes sulfonados para producir un alto nivel de isomerización pero a expensas de una baja actividad. (Richard, 1998)

El tamaño del catalizador puede ser del orden de los 5µm para facilitar su filtración del aceite después de la hidrogenación. Los poros sólidos de las partículas son en el caso del níquel, de una superficie en el rango de 50-100 m²/g. (Richard, 1998)

Efectos de las variables en el proceso de hidrogenación.

Los parámetros que más afectan la hidrogenación son:

- a. Concentración del catalizador.
- b. Temperatura.
- c. Agitación.
- d. Presión de hidrogenación.

2. **Concentración del catalizador** A bajo nivel de concentración de catalizador, hay un incremento considerable de la cantidad de hidrógeno empleada. Como es típico, si una concentración mayor de catalizador es agregada, el punto es extender, en la medida de lo posible, la acción de la hidrogenación sin incrementar la cantidad de hidrógeno empleada. El aumento de la concentración de catalizador provoca, algunas veces, un escaso e insignificante descenso en la formación de la instauración del tipo trans y en la selectividad de la reacción. (Richard, 1998)

3. **Temperatura y agitación.** Un incremento en la temperatura acelera la hidrogenación. A altos niveles de agitación, el rango de temperatura aumenta de manera constante, indicando que la reacción está cinéticamente controlada. A bajos niveles de agitación, el efecto de la temperatura es menor y se hace más pronunciado negativamente, indicando, que este tipo de fenómeno de transporte afecta de manera directa la hidrogenación, por lo que debe ser cuidadosamente controlado. (Richard, 1998)

El incremento de temperatura aumenta la solubilidad del hidrógeno en el aceite y hace descender la viscosidad del aceite, lo que se ve favorecido con una buena agitación. Al mismo tiempo, una elevada temperatura, causa una reacción rápida sobre la superficie del catalizador. El aumento de la porción de hidrógeno agregada guarda relación directa con el aumento del avance de la reacción, por lo que la hidrogenación debe ser constante, para que sea correcta. (Richard, 1998)

Si la reacción de hidrogenación es muy rápida, la superficie del catalizador se ve reducida parcialmente en su efecto, provocando la subsecuente disminución de la isomerización, aunque se trabaje a buena temperatura. (Richard, 1998)

La principal función de la agitación es proporcionar la disolución del hidrógeno en la mayor fracción de superficie de catalizador. Por aparte, también ayuda a asegurar uniformidad de la temperatura, y hacer que todas las partículas estén suspendidas. El efecto de incrementar la agitación a baja temperatura, cuando el rango es alto, es poco perceptible como beneficio. Con respecto al efecto de aumentar la agitación, en la selectividad, a baja temperatura, se sabe que generalmente disminuye la isomerización. (Richard, 1998)

4. **Presión.** El efecto de la presión en la hidrogenación, es básicamente sobre la solubilidad del hidrógeno en el aceite. Altas presiones impulsan la acción del hidrógeno, incrementando su efecto. (Richard, 1998)

D. Fraccionamiento

1. **Generalidades.** El fraccionamiento es un proceso de separación física que consiste en un enfriamiento controlado de aceite de palma africana refinada físicamente con el objetivo de separar la fracción líquida de la fracción sólida por medio de filtración. En la industria comúnmente se le llama oleína a la fracción líquida, la cual es un aceite, y estearina a la fracción sólida, la cual es una manteca. (Richard, 1998)

El fraccionamiento se logra con el uso de unidades de cristalización, en las que el aceite de palma africana refinado físicamente es introducido a cierta temperatura, que se hace descender gradualmente y de forma automática para generar la adecuada enucleación, que permite obtener posteriormente, con el uso de un filtro hidráulico tipo prensa (de membrana), que trabaja a alta presión, las fracciones oleína y estearina, de tal modo que la oleína escapa a través de las placas del filtro y la estearina queda atrapada entre ellas. (Richard, 1998)

Las dos fracciones separadas son de alta pureza, además de ser materias primas que aportan excepcionales cualidades a las mezclas, ya sea de aceite o de manteca en las que se emplean, mejorando la calidad de los productos elaborados a partir de ellas, aumentando así la ventaja competitiva de la industria de grasas y aceites. (Richard, 1998)

E. La palma africana en Guatemala (Prensa Libre junio, 2007)

1. **Prevén crecimiento del cultivo de la palma africana en el país.** El atractivo que concita la generación de nuevos combustibles y el crecimiento en la demanda de aceites, ha movido a la industria nacional a masificar los cultivos de palma africana en el territorio nacional. La palma de aceite es el cultivo oleaginoso que produce grasa vegetal todo el año, a través del fruto. Una hectárea puede producir de 3 mil a 5 mil kilogramos de aceite, más de mil kilogramos de aceite de palmaste, que es el líquido grasoso que se importa. <<Los altos costos en la importación de aceites han provocado que algunos procesadores recurran a realizar fuertes inversiones en la siembra de palma africana>>, comenta Eduardo Castillo, director de aceites de la Gremial de Fabricantes de Alimentos (Grefal). (Quinto, 2007)

Una muestra de la expansión de la cual será testigo Guatemala, es que de las 65 mil hectáreas de palma africana que se cultivan en el país y que producen más de 150 mil toneladas de aceite anualmente, en 3 años habrá 100 mil hectáreas produciendo 250 mil toneladas por año. En la actualidad, el cultivo de palma de aceite se realiza en los departamentos de San Marcos, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Izabal, Petén y, próximamente, en la zona del Ixcán, en donde invertirá Green Herat, una empresa norteamericana que opera en Texas, Estados Unidos. Sin embargo, el último censo agropecuario 2002-2003, que realizó el

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), detalla que el país posee una potencialidad de 809 mil hectáreas para la siembra del cultivo de palma. De las 150 mil toneladas que Guatemala produce, 70 mil se consumen internamente y las 80 mil toneladas restantes se exportan como producto terminado a Centroamérica y a México. El cultivo de esta planta se ha presentado por empresarios y gobernantes como una alternativa económica y energética. Se dice, al mismo tiempo, que el aceite extraído de ella sirve para generar electricidad mediante métodos menos contaminantes. (Quinto, 2007)

La introducción de este cultivo abrirá oportunidades de empleo, construcción de infraestructura, educación y salud. <<Es posible que en 5 años lleguemos a tener más de 400 mil hectáreas en toda Centroamérica, principalmente en Costa Rica, Honduras y Guatemala>>, comenta Castillo. Pero el mismo Castillo descarta que la región se convierta en una potencia exportadora de aceite de palma, debido a que países como Malasia, Nigeria, Indonesia, Zaire y Costa de Marfil son los mayores productores y quienes aportan los más de 3 mil millones de toneladas que se producen al día de hoy.<<En los próximos años veremos un fuerte crecimiento en el cultivo de palma africana y también evidenciaremos una importante consolidación del sector azucarero, porque ambos cultivos están posicionados en los mercados commodities y son idóneos para la producción de biodiésel y etanol>>, concluye Bernardo López, Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (Quinto, 2007)

2. Un aceite que se lleva las palmas. (Prensa Libre Septiembre, 2005). Armado con un machete corvo de muy largo mango, don Pablo corta el fruto que crece en las copas de las palmas africanas de nueve metros de altura en el municipio de Tiquisate en Escuintla. (Hernández, 2005)

Él es un hombre de piel curtida por el sol que ronda los 60 años y mide cerca de 1.50 metros de estatura. Su faena en la finca Santa Rosa de Tiquisate, en medio del caluroso clima costero, comienza a las seis horas y termina a las dos de la tarde. Sabe que entre más racimos corte mejorará su ingreso. (Hernández, 2005)

En promedio, por cada racimo, que pesa entre 50 y 60 libras cada uno, don Pablo obtiene Q0.74 y puede cortar más de cien, lo que le representa unos Q74 por día. “Me sirve para sostener a mis dos hijos”, dice, mientras trabaja en la finca de 20 mil hectáreas. (Hernández, 2005)

Pero además, don Pablo sostiene, junto a miles de cortadores y otros integrantes de la cadena, la naciente y creciente industria del cultivo de la palma africana en el país, una especie originaria de Nueva Guinea. Y es que el fruto oleaginoso de estas frondosas plantas, que crecen en medio de cultivos de caña de azúcar, se han convertido en una alternativa para la industria de aceites y grasas. (Hernández, 2005)

La empresa Olmeca introdujo el cultivo a Guatemala en 1988, como una alternativa a la extracción de aceite de la semilla de algodón, de girasol, soya, canola y maíz. (Hernández, 2005)

Industria creciente: Luis Paz, Gerente General de Olmeca, explica que en la actualidad tienen 32 mil hectáreas cultivadas, con el cual abastecen de aceites, margarinas y manteca al mercado nacional y además exportan a Centroamérica. <<Las plantaciones de Olmeca dan trabajo a unos cinco mil 500 empleados, por lo que se fomenta el desarrollo en áreas rurales>>, opina Paz. (Hernández, 2005)

La palma ha demostrado ser un cultivo muy beneficioso para esta industria y otras conexas, explica el ejecutivo. <<De la pulpa del fruto se extrae el aceite y el bagazo, al quemarlo, genera energía eléctrica. De la semilla se saca el aceite de palmiste, que sirve para hacer jabones y la cáscara de la nuez se tritura y sirve para comida de animales; todo se aprovecha>>, asegura Luis Gómez, administrador de la planta de extracción. (Hernández, 2005)

Futuro y mercado. Paz cree que conforme avance los años otras empresas competidoras se inclinarán por buscar este cultivo <<debido a sus bondades para la industria y la salud de los clientes>>. (Hernández, 2005)

Este aceite, por ser de origen vegetal, no contiene colesterol y es una fuente natural de vitamina E. Evita los ácidos trans (que sí tienen los aceites de soya, girasol, canola y maíz) los cuales aumentan el riesgo de padecer cáncer. (Hernández, 2005)

De momento, el ejecutivo de Olmeca piensa que el mercado crecerá, por lo que el cultivo se incrementará en unas mil a dos mil hectáreas por año. El aceite de esta marca ocupa el segundo lugar en el mercado con el 40 por ciento, después del aceite Ideal. (Hernández, 2005)

En margarina también son segundo con 40 por ciento, detrás de Mirasol con 60 por ciento de las ventas. Pero son líderes en el mercado de mantecas industriales con el 55 por ciento del mercado. En todo caso, estas palmas también benefician el medio ambiente, al convertirse en bosques tropicales que producen 20 toneladas de oxígeno al día, explican. (Hernández, 2005)

Beneficio: Bueno Para la industria y la salud. El aceite de palma se usa para la elaboración de mantecas, margarinas y aceites: Se usa en panadería, repostería, confitería, chocolates, helados, frituras y usos domésticos. Según ejecutivos de Olmeca, este aceite no contiene colesterol y es una fuente natural de vitamina E y antioxidantes. No produce ácidos grasos trans, que aumentan el riesgo de cáncer e interfiere con el metabolismo de las grasas. Reduce la incidencia a la arteriosclerosis. (Hernández, 2005)

En cifras. 50 mil hectáreas del territorio nacional están sembradas con palma africana. De ellas, 32 mil son propiedad de la fábrica de aceites y margarinas Olmeca. En un futuro y con base en la demanda del mercado, la firma tiene previsto incrementar entre mil y dos mil hectáreas anuales el cultivo. (Hernández, 2005).

3. **Palma africana supera metas** (Prensa Libre marzo, 2007) Dentro de los cultivos permanentes, la palma africana superó todos los pronósticos y registró en el período 2005-2006 una producción de 21.8 millones de quintales de fruto para procesar aceites. Para esa cosecha, los productores habían calculado obtener sólo 8.3 millones de quintales, ya que en 2004-2005 lograron 3.9 millones. Para 2006-2007 pronosticaron 28.4 millones. (Bolaños, 2007)

Uno de los productores, integrante de la Asociación de Extractores de Aceite de Centro América, refirió que los datos de producción nacional de la encuesta son similares a los que ellos manejan. Agregó que al procesar los frutos lograron obtener en 2005-2006, 190 mil toneladas de aceite. Aparte, estiman para 2007, unas 220 mil toneladas, y entre 2008 y 2010 superar las 300 mil anuales, al aumentar su área de cultivo. (Bolaños, 2007)

La palma africana es usada para producir aceite, mantecas y mantequillas para consumo local, así como de México y de varios países de Centro América, y su precio, tanto local como internacional, se registraba la semana pasada a Q 4720.1 por tonelada (US \$ 613 por tonelada). (Bolaños, 2007)

F. El petróleo

El petróleo es un líquido oleoso bituminoso (color oscuro) de origen natural compuesto por diferentes sustancias orgánicas (es una mezcla de hidrocarburos, aunque también suelen contener unos pocos compuestos de azufre y de oxígeno). Es, como el carbón, un combustible fósil. También recibe los nombres de petróleo crudo, crudo petrolífero o simplemente "crudo". Aunque se trata de un líquido aceitoso de color oscuro, es considerado una roca sedimentaria. (Bland, 1967)

El petróleo se forma a partir de restos de pequeños organismos marinos que viven en cantidades enormes en mares cálidos y poco profundos. Si al morir estos organismos son rápidamente enterrados por sedimentos, fermentarán. Pasados millones de años, bajo la presión de nuevas capas de sedimentos, los restos orgánicos se transformarán en petróleo. El proceso comenzó hace muchos millones de años, cuando surgieron los organismos vivos en grandes cantidades, y continúa hasta el presente. (Bland, 1967)

Se encuentra en grandes cantidades bajo la superficie terrestre, en los estratos superiores de la corteza terrestre. Esto se debe a que el petróleo tiende a escapar a zonas más altas en las que soporte menos presión. En este viaje, con frecuencia acaban encontrando un esquisto impermeable o una capa de roca densa y se acumula, ya que son determinadas zonas de las que no puede salir: son las trampas. En otras ocasiones consigue alcanzar la superficie. Cuando ocurre esto el petróleo se volatiliza dejando un residuo de asfalto y betún. No es de extrañar, por tanto, que fuese conocido ya por las antiguas civilizaciones. Los

egipcios utilizaban el betún para impermeabilizar los barcos y para embalsamar las momias. Sin embargo, tan sólo desde finales del siglo XIX viene utilizándose a gran escala como combustible. (Bland, 1967)

1. Composición química del petróleo. En una mezcla muy compleja de composición variable, de hidrocarburos de muchos puntos de ebullición y estados sólido, líquido y gaseoso, que se disuelven unos en otros para formar una solución de viscosidad variable.

Contiene:

- Hidrocarburos saturados o parafinas. fórmula general
- Hidrocarburos etilénicos u oleifinas.
- Hidrocarburos acetilénicos.
- Hidrocarburos cíclicos ciclánicos.
- Hidrocarburos bencénicos o aromáticos.
- Compuestos oxigenados (derivados de hidrocarburos etilénicos, por oxidación y polimerización)
- Compuestos sulfurados (tiofeno, etc.)
- Compuestos nitrogenados cíclicos (piridina, etc)

En el petróleo natural, además de hidrocarburos, existen nitrógeno, azufre, oxígeno, colessterina, productos derivados de la clorofila y de las heminas (porfirinas) y, como elementos, trazas, vanadio, níquel, cobalto y molibdeno. (Bland, 1967)

Como consecuencia de los compuestos orgánicos nombrados, el petróleo presenta polarización rotatoria, lo cual revela claramente que se trata de un compuesto de origen orgánico, formado a partir de restos animales y vegetales. (Bland, 1967)

La composición química del petróleo es muy variable, hasta el punto de que los cuatro tipos fundamentales de hidrocarburos: parafinas (hidrocarburos saturados), olefinas (hidrocarburos insaturados), naftenos (hidrocarburos cíclicos saturados o cicloalcanos,) e hidrocarburos aromáticos, no solamente son diferentes de un yacimiento a otro, sino también las diversas sustancias que es preciso eliminar más o menos completamente: gas, azufre (que junto con el sulfhídrico, mercaptanos y tioalcoholes pueden alcanzar un 3%), agua más o menos salada, compuestos oxigenados y nitrogenados, indicios o vestigios de metales etc. (Bland, 1967)

Un análisis en el laboratorio proporciona primeramente indicaciones sobre la cantidad y calidad de los productos acabados que se pueden extraer del petróleo crudo:

- alta tensión de vapor, revela la presencia de gas.
- alta densidad y viscosidad, indican una reducida proporción de gasolina o un contenido importante de betún o parafina.

2. Clasificación del petróleo

a. Petróleo de base parafínicas:

- 1) Predominan los hidrocarburos saturados o parafínicos.
- 2) Son muy fluidos de colores claros y bajo peso específico
- 3) Por destilación producen abundante parafina y poco asfalto.
- 4) Son los que proporcionan mayores porcentajes de nafta y aceite lubricante.

(Bland, 1967)

b. Petróleo de base asfáltica o nafténica:

- 1) Predominan los hidrocarburos etilénicos y diétilínicos, cíclicos ciclánicos (llamados nafténicos), y bencénicos o aromáticos.
- 2) Son muy viscosos, de coloración oscura y mayor peso específico (aproximadamente 0,950 kg/lit)
- 3) Por destilación producen un abundante residuo de asfalto. Las asfaltitas o rafealitas argentinas fueron originadas por yacimientos de este tipo, que al aflorar perdieron sus hidrocarburos volátiles y sufrieron la oxidación y polimerización de los etilénicos.

c. Petróleo de base mixta. De composición de bases intermedias, formados por toda clase de hidrocarburos: Saturados, no saturados (etilénicos y acetilénicos) y cíclicos (ciclánicos o nafténicos y bencénicos o aromáticos). La mayoría de los yacimientos mundiales son de este tipo. (Bland, 1967)

A su vez la composición de los hidrocarburos que integran el petróleo varía según su lugar de origen:

Petróleos americanos: hidrocarburos de cadena abierta o alifáticos.

Petróleos de Pensilvania: hidrocarburos saturados (alcanos de n° de C = 1 a 40)

Petróleos de Canadá: hidrocarburos no saturados.

Petróleos rusos: hidrocarburos cíclicos, con 3, 4, 5, ó 6 átomos de carbono en cadena abierta o cerrada. (Bland, 1967)

G. Parafina

Nombre común de un grupo de hidrocarburos alcanos de fórmula general C_nH_{2n+2} , donde n es el número de átomos de carbono. La molécula simple de la parafina proviene del metano, CH_4 , un gas a temperatura ambiente; en cambio, los miembros más pesados de la serie, como el octano C_8H_{18} , se presentan como

líquidos. Las formas sólidas de parafina, llamadas cera de parafina, provienen de las moléculas más pesadas C_{20} a C_{40} . La parafina fue identificada por Carl Reichenbach en esta forma, en 1830. (Bland, 1967)

Parafina, o hidrocarburo de parafina, es también el nombre técnico de un alcano en general, aunque en la mayoría de los casos se refiere específicamente a un alcano lineal o alcano normal — si posee ramificaciones, los isoalcanos también son llamados isoparafinas. (Bland, 1967)

El nombre se deriva del latín *parum* (= apenas) + *affinis* aquí utilizado con el significado de "falta de afinidad", o "falta de reactividad".

Generalmente se obtiene a partir del petróleo, de los esquistos bituminosos o del carbón. El proceso comienza con una destilación a temperatura elevada, para obtener aceites pesados, de los que por enfriamiento a 0°C , cristaliza la parafina, la cual es separada mediante filtración o centrifugación. El producto se purifica mediante recristalizaciones, lavados ácidos y alcalinos y decoloración.² Las refinerías de petróleo normalmente producen parafina. (Bland, 1967)

H. Cera

1. **Cera líquida.** La cera de parafina se encuentra por lo general como un sólido ceroso, blanco, inodoro, carente de sabor, con un punto de fusión típico entre 47°C a 64°C . Es insoluble en agua, aunque si es soluble en éter, benceno, y algunos ésteres. La parafina no es afectada por los reactivos químicos más comunes, pero se quema fácilmente. (14)

La cera pura de parafina es un aislante extremadamente bueno su resistividad eléctrica toma valores en el rango 10^{13} y 10^{17} ohm metro.³ Esto es mejor que la resistividad de la mayoría de los otros materiales excepto algunos plásticos (por ejemplo el teflón). Es un moderador de neutrones muy efectivo y fue utilizado por James Chadwick en los experimentos que realizó en 1932 para identificar al neutrón. (14)

La cera de parafina ($C_{25}H_{52}$) es un material excelente para almacenar calor, que tiene una capacidad calorífica de $2.14\text{--}2.9\text{ J g}^{-1}\text{ K}^{-1}$ y un calor de fusión de $200\text{--}220\text{ J/g}$.⁶ Esta característica se aprovecha en la modificación de placas de material de construcción, como las de cartón yeso; la parafina se vacía o inyecta en la placa, donde se derrite durante el día, absorbiendo calor, y se solidifica después, durante la noche, liberando calor. (14)

La cera se expande considerablemente cuando se derrite, y ello se utiliza en la fabricación de termostatos para uso industrial o doméstico y especialmente en automóviles. (14)

Para preparar los moldes para fundir piezas de metal y otros materiales, se usan "cubiertas de cera para fundición", en las cuales la parafina se combina con otros materiales para obtener las propiedades deseadas.

En general no se utiliza para hacer los moldes o modelos originales para fundición, pues es

relativamente frágil a temperatura ambiente y no puede ser tallada en frío sin que se produzcan fracturas. Las ceras suaves, flexibles tales como la cera de abejas son preferidas para estos propósitos.

En aplicaciones industriales, es práctica común modificar las características cristalinas de la cera de parafina, lo cual se consigue agregando algunas cadenas laterales a la cadena de carbón de la parafina. La modificación se realiza generalmente con aditivos, tales como goma EVA, cera microcristalina, o formas de polietileno. Así resulta una parafina modificada, con una alta viscosidad, una menor estructura cristalina y propiedades funcionales diferentes.

La parafina tiene varias otras aplicaciones. Se utiliza para fabricar papel parafinado para empacar alimentos y otros productos; para fabricar papel carbón; para impermeabilizar tapas de corcho o plástico, maderas, municiones; como aislante en conductores eléctricos; para fabricar lápices grasosos, bujías y múltiples artículos. (14)

Cuadro No. 4 Propiedades de la parafina

Propiedad	Valor	
Rango de cadena de carbonos C_nH_{2n+2}	19 - 36	
Promedio de cadena de carbonos C_nH_{2n+2}	23 - 25	
Peso molecular (promedio)	350- 420	kg/mol
Punto de fusión	48 - 68	°C
Punto de congelación	66 - 69	°C
Punto de flasheo	204 - 271	°C
Punto de combustión	238 - 263	°C
Punto de ebullición	350 - 430	°C
Contenido de aceite (promedio)	0.1 - 0.5	%
Contenido de aceite (máximo)	0.5 - 0.9	%
Densidad (temperatura ambiente)	865 - 913	kg/m ³
Densidad a 82 C	766 - 770	kg/m ³
Gravedad específica	0.82 - 0.92	
Viscosidad cinemática a 100 C	3.1 - 7.1	mm ² /s
Presión de vapor	2.67	kPa
Calor de combustión (neto)	43.1	MJ/kg
Calor de combustión	46.2	MJ/kg
Calor latente de fusión	0.147 - 0.163	kJ/g
Calor específico (sólido a 35 - 40 °C)	2.604	kJ/kgK
Calor específico (líquido a 60 - 63 °C)	2.981	kJ/kgK
Conductividad térmica a temperatura ambiente	0.23	W/m K
Temperatura de fusión de cera cerca de la mecha	82-85	°C
Temperatura de la llama (máxima)	1400	°C

(14)

2. Historia de cera A través del tiempo las ceras se han desarrollado de una gran variedad de materiales, como lo son las grasas, aceites, grasas de animales, insectos, plantas y rocas. (19)

Los científicos consideran cera a los materiales que tengan las siguientes características:

- a. Material sólido a temperatura ambiente y líquido a elevadas temperaturas.
- b. Estructura primaria de hidrocarburos
- c. Repelente al agua
- d. Textura lisa
- e. Baja toxicidad y baja reactividad
- f. Bajo olor
- g. Combustible

(19)

Las ceras se utilizan en una gran variedad de productos como lo son cosméticos, comida, adhesivos, crayones, velas, embalaje, bastidores, tintas, entre otros. (19)

3. Descubrimiento de ceras de velas. En las civilizaciones antiguas las materias primas utilizadas en la elaboración de velas fueron elaboradas a mano. Los egipcios y los romanos utilizaron el sebo de animales para su elaboración. En china, a partir de (618 - 907 A.D.) fue utilizada la cera de abejas. A partir del Siglo XII se utilizó la cera derivada del insecto llamado pella de coccos. Los extractos del árbol de nuez fueron utilizados para elaborar ceras en Japón, mientras que en la India se utilizó el extracto del fruto del árbol de canela. La cera de abeja fue introducida en la edad media pero no era muy utilizada debido a su elevado costo. (19)

El sebo era la cera más utilizada en Europa y América hasta el siglo XVIII, cuando la industria de pesca de ballena empezó a desarrollar un nuevo tipo de cera para su utilización. Esta cera derivada del esperma de la ballena, tenía características de un quemado limpio, bajo en olor. Pero fue en 1800 cuando la cera de esterina y la parafina fueron desarrolladas, a partir del ácido esteárico de los ácidos grasos de los animales y esta tuvo gran desarrollo en toda Europa. (19)

La cera de parafina fue desarrollada a partir de la refinación del petróleo y se convirtió en una cera estándar en todo el hemisferio occidental. Durante la mitad del Siglo XX empieza a darse las variaciones de lo sintético y las químicamente sintetizadas, ya que se empiezan a desarrollar las ceras de soya y las ceras de palma, que son de origen vegetal. Éstas se empiezan a obtener a partir de la hidrogenación de las mismas. En la actualidad se utilizan la cera de soya, cera de palma, geles, ceras sintéticas, al igual que una gran variedad de mezclas para obtener los requisitos necesarios para ser clasificada como cera. (19)

I. Velas

1. Velas de parafina La vela más común en el supermercado es la parafina sin olor,

que es un subproducto del petróleo. Las velas de parafina tienen la ventaja de ser más baratas y de fácil elaboración. Son fácilmente reconocidas por tener una menor cantidad de color y ser translúcidas. (14)

2. **Velas de soja.** Producidas a partir de la soja, estas tienen la característica de quemarse por más tiempo, a su vez ésta emite menos hollín en el aire. Tienen un tiempo de quemado de 25% a 50% mayor que la parafina. Entre las ventajas de la utilización de estas velas es que son menos dañinas para la salud, ayudan a la economía de la agricultura, es un material biodegradable en comparación con la parafina y a su vez puede limpiarse fácilmente con agua y jabón.



(14)

3. **Velas de gel.** Estas velas son populares debido a que son cristalinas y tienen una mayor capacidad de incorporar color y fragancia. El origen de la cera de gel es el aceite de petróleo que se transforma en líquido. (14)

4. **Velas de cera de abeja.** Las velas de cera de abeja, como el nombre lo implica se deriva de las ceras de abeja, que es una sustancia que es emitida por ellas para sellar la miel en el panal. Esta cera tiene un aroma levemente dulce y es un color amarillento, también tiene como característica que el quemado de estas velas es más limpio y también son más caras. (14)


5. Clasificación de velas según su aplicación

Cuadro No.6: Clasificación de velas I

Tipo de vela	Descripción	Ejemplo
CANDELAS FLOTANTES	Se diseñan para que puedan flotar en el agua, y de perfil bajo. Varían su forma en diseños simples, lisos y formas reales.	
CANDELAS ESPECIALES	Se pueden encontrar en cualquier forma tridimensional imaginables. Pueden ser moldeadas o esculpidas a mano y están sobre todo para el uso decorativo.	

(14)

Cuadro No.5 Clasificación de velas II

Tipo de vela	Descripción	Ejemplo
TAPER:	Es una vela delgada con una altura de 15.24cm (6plg) a 45.72cm (18plg). También son llamadas velas de cena. Tienen un diámetro de 1.905cm (3/4 plg) a 2.54cm (1plg)	
PILAR	Tienen un diámetro de 7.62 cm (3plg) y puede tener uno o más mechas. Tienen la característica que se sostiene por ellas mismas. Su forma generalmente es circular, pero pueden encontrarse en forma rectangular, hexagonal, cuadrada entre otros.	
CONTENEDOR O VELAS PARA LLENAR	Este tipo de velas son vertidas en materiales que puedan soportar el llenado a altas temperaturas como los son los envases metálicos, vidrio o cerámica entre otros. Dependiendo el tamaño éstas pueden llevar más de una mecha para obtener mejor área de quemado.	
VOTIVE:	Vela cilíndrica pequeña, que su diámetro es de 3.81 cm (1.5plg) y una altura de 5 cm (2plg) o 6.36 (2.5plg) Se queman con seguridad en envases pequeños, a prueba de calor, de cristal para controlar la cera.	
DE GEL	Vela generalmente transparente que es elaborada con gel mineral. Es suave y es vertida en un recipiente para mantener la consistencia. Son utilizadas como decoración. Se utiliza variedad de recipientes y con frecuencia se agregan diferentes diseños para hacer más atractiva esta vela.	
TEALIGHT:	Vela de 3.81 cm (1.5 plg) y una altura de 1.9 cm (0.75 plg) son vertidas en un recipiente de metal.	

J. El precio del petróleo, (Prensa Libre noviembre, 2007)

1. Alto consumo y guerras agravan crisis de petróleo. El barril de petróleo llegó al borde de los US \$ 100, un precio que se ha cuadruplicado en cinco años por efecto de las guerras, tensiones geopolíticas en algunos países productores, incremento de la especulación y el desenfrenado consumo energético mundial, principalmente de China e India. (1)

Hace sólo cinco años, los precios del crudo oscilaban entre US\$22 y US\$28 dentro de un abanico definido por la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). (1)

La invasión estadounidense de Irak hizo saltar la chispa en los mercados del llamado oro negro, y eso conllevó numerosos ataques contra instalaciones petrolíferas. (1)

Hoy en día, la eventualidad de una incursión turca para luchar contra lo que ellos llaman la insurrección del partido kurdo PKK en el norte de Irak, región petrolera, echa más leña al fuego. (1)

Las tensiones políticas en otros países productores importantes también han contribuido al nerviosismo del mercado del crudo. (1)

La producción de Venezuela nunca se ha recuperado de la huelga que paralizó su sector petrolero entre el 2002 y el 2003, y la nigeriana ha disminuido mucho por los ataques recurrentes contra las infraestructuras del sector y los secuestros de trabajadores extranjeros por separatistas o criminales. (1)

Durante el verano del 2006, el conflicto entre Israel y Líbano provocó una subida febril de los precios del crudo. (1)

De forma paralela, el mundo vive desde hace cinco años un crecimiento muy alto, más espectacular si cabe en gigantes emergentes como China o India, que genera una demanda petrolera desenfrenada. (1)

La Agencia Internacional de la Energía mostró su preocupación, porque a medida que el precio del barril de petróleo se acerca al umbral psicológico de los US\$100, se ha ido intensificando la especulación. - AFP. (1)

El petróleo caro afecta los países menos adelantados o no productores, que se ven obligados a importar todo su petróleo, lo cual repercute en los precios de los carburantes, la amenaza de parálisis económica y entorpece sus esfuerzos para reducir la pobreza. (1)

Los sectores que ya se quejan son las compañías aéreas y transportistas en general, cuya factura energética sube, como la industria pesada, la pesca y la agricultura en general. Los automovilistas ven que llenar el depósito de gasolina pesa cada vez más en su presupuesto. (1)

Producción, Los ministros de Petróleo saudí y kuwaití afirmaron ayer que la OPEP examinará la posibilidad de un aumento de la producción, si es necesario, con el fin de frenar el aumento de los precios del crudo. Los países miembros de la OPEP se reunirán el 17 y 18 de noviembre en Riad, Arabia Saudí. (1)

2. Diesel registra alza de Q1.30 por galón. Petróleo. (Prensa Libre Noviembre 2007). La cotización del petróleo en el mercado internacional parece encaminada a rebasar la nueva barrera psicológica de los US\$100 por barril, una tendencia que ya comenzó a reflejarse en el mercado nacional, con un alza de Q1.30 por galón de diésel. (Hernández, 2007)

Ayer, el precio de este combustible en las bombas de las estaciones de servicio se situaba entre los Q24.59 y Q25.29 (en servicio completo). A esta alza se suma la de Q1 por galón que registró a partir del 25 de octubre. (Hernández, 2007)

En tanto, el precio de las gasolinas superior (95 octanos) y regular (88 octanos) subió Q0.30, para establecerse en Q27.19 y Q26.19, respectivamente, según Enrique Meléndez, Gerente de la Asociación Guatemalteca de Expendedores de Combustibles. (Hernández, 2007)

Se trata de nuevos movimientos en las tablas de precios de las gasolineras, las cuales trasladan el comportamiento del mercado de refinado del petróleo. (Hernández, 2007)

Petróleo, con récord. En el New York Mercantile Exchange, el barril de light sweet crude, para entregar en diciembre, ganó US\$2.72 y cerró con un precio récord de US\$96.70. Durante la sesión de ayer, la cotización alcanzó los US\$97.10, es decir, una marca absoluta. (Hernández, 2007)

En Londres, el barril de Brent también estableció un nuevo récord, al romper la barra simbólica de US\$93 y situarse en US\$93.26. (Hernández, 2007)

Los precios del “oro negro” se orientan ahora hacia los US\$100 el barril, techo que podrían tocar antes de fin de año, según analistas. (Hernández, 2007)

El récord absoluto del crudo, alcanzado en abril de 1980, un año después del triunfo de la Revolución islámica en Irán, podría situarse en US\$101.70 si se ajusta con la inflación, según Ben Tscocanos, analista de Standard and Poor's. (Hernandez, 2007)

Desde el 11 de octubre recién pasado, cuando comenzó la escalada de los precios, el barril de crudo ganó cerca de US\$12, tanto en Nueva York como en Londres, o casi 20 por ciento. (Hernandez, 2007)

Las causas. Analistas especulaban ayer con la posible baja de las reservas estadounidenses de combustibles, un informe que será divulgado hoy por las autoridades energéticas de EE.UU. (Hernandez, 2007)

El Departamento de Energía de ese país da cuenta de la evolución de las reservas de crudo y carburantes y, si se cumplen las previsiones, hoy se informará que el inventario de crudo acumulado en la semana cerrada el pasado 2 de noviembre podría ser hasta 1.6 millones de barriles inferior al registrado un año antes. (Hernandez, 2007)

Expertos atribuyen en parte esa posible reducción al recorte de las importaciones de crudo de México, después del accidente que afrontó la estatal Pémex, el 23 de octubre último, en una de sus plataformas marítimas, lo que causó la muerte de 21 empleados y ocasionó el vertido de miles de barriles en aguas del Golfo de México. (Hernandez, 2007)

Juan Ángel Díaz, Presidente de la Gremial de Energía e Hidrocarburos, que aglutina a varias de las importadoras de combustibles, analiza la situación del mercado nacional y su previsible impacto en el bolsillo de los guatemaltecos. (Hernandez, 2007)

III. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala se está dando una expansión en la siembra de palma africana para la producción de grasas y aceites. Un ejemplo de ello es que actualmente se calcula que la siembra es de 65 mil hectáreas de palma africana de donde se producen 150 mil toneladas de aceite anualmente, se estima que en 3 años habrá 100 mil hectáreas produciendo 250 mil toneladas por año.

Al tener altas expectativas del crecimiento de la producción de palma pueden buscarse nuevas aplicaciones. Una de éstas es obtener un sustituto vegetal de la parafina, que es un producto derivado del petróleo que no es renovable.

Al contrario de la parafina, subproducto del petróleo, la palma africana es un recurso renovable y las plantaciones son bosques protectores de los ecosistemas y es no contaminante ya que se utiliza en su totalidad en la producción de grasas y aceites. De la semilla se extrae el aceite y el bagazo se utiliza como combustible para las calderas que generan el vapor al proceso.

La industria de la fabricación de grasas y aceites cuenta con equipo especializado, de donde se pueden obtener varios niveles de saturación del aceite para encontrar el sustituto vegetal de la parafina. Pero esto requeriría atrasar los planes de producción en la fabricación actual de grasas y aceites. Este estudio se realizará con las condiciones actuales de la producción de grasas vegetales fraccionadas y/o hidrogenadas presentes en la industria nacional.

IV. OBJETIVOS

A. GENERALES

1. Realizar formulaciones y obtener un sustituto de la parafina comercial, a partir de las grasas provenientes del aceite de palma obtenidos por los métodos de hidrogenación y/o fraccionamiento.

B. ESPECÍFICOS

1. Obtener las formulaciones para la elaboración del sustituto vegetal utilizando la hidrogenación y/o fraccionamiento del aceite de palma.
2. Comparar parámetros fisicoquímicos, punto de fusión, penetración y capacidad calorífica de las grasas vegetales fraccionadas y/o hidrogenada contra la parafina comercial.
3. Comparar parámetros de intensidad de luz por medio de un luxómetro de las candelas de grasas vegetales fraccionadas y/o hidrogenada contra las candelas de parafina comercial.
4. Comparar el costo de la fabricación del sustituto de grasas vegetales fraccionadas y/o hidrogenadas contra el de la parafina

V. PROBLEMA A RESOLVER

La materia prima utilizada para la fabricación de velas es principalmente la parafina, un derivado del petróleo, que es un recurso no renovable por ser un combustible fósil. Este estudio se realiza con el objetivo de elaborar velas mediante un método distinto, el fraccionamiento y/o hidrogenación del aceite de palma.

VI. METODOLOGÍA

A. Secuencia de actividades:

1. Obtener parafina comercial.
2. Obtener dos productos hidrogenados con distintos puntos de fusión, una muestra de esterina III, una muestra de esterina V y una mezcla de esterina III: producto hidrogenado duro en proporción de 75:25.
3. Realizar las siguientes pruebas: punto de fusión, penetración, capacidad calorífica e intensidad de luz a la parafina así como también a las cinco muestras obtenidos del fraccionamiento y/o hidrogenación del aceite de la palma africana.
4. Elaborar candelas de las cinco muestras obtenidos del fraccionamiento y/o hidrogenación del aceite de la palma africana y de parafina. Ver diagrama de operaciones (Ver apéndice D)
5. Comparar parámetros fisicoquímicos y establecer cual de las muestras obtenidas puede ser considerado como un sustituto de la parafina.

B. Pruebas realizadas:

1. Punto de fusión:
 - a. Parafina:
 - 1) Materiales y equipo a utilizar:
 - 2) Estufa y agitador:
 - a) Marca: Cornig
 - 3) Agitador magnético
 - 4) Soporte universal
 - 5) Pinzas universales
 - a) Marca: Precisión
 - 6) Tubo de ensayo
 - a) Marca: Pyrex
 - 7) Beaker
 - a) Marca: Pyrex
 - b) Tolerancia : 5%
 - c) Capacidad: 2000 mL

8) Termómetro

- a) Marca: HB U.S.A VWR 61016-026
- b) Tolerancia : 1 %
- c) Rango: 0 – 100 °C

9) Procedimiento

- a) Conectar la estufa
- b) Colocar beaker de 2000 mL con 1000 mL de agua
- c) Agregar en tubo de ensayo la muestra a fundir
- d) Calentar en un baño de maría y medir la temperatura de fundición

10) Método oficial: ASTM D 87.

b. Grasas vegetales:

- 1) Método oficial: AOAC Cc 2-30; realizado en el laboratorio de control de Calidad de OLMECA S.A.

2) Penetración:

a Parafina y grasas vegetales:

1) Materiales y equipo a utilizar:

a) Candelas

i. Medidas:

- a. Diámetro 7.4 cm ; Alto: 4 cm

b) Penetrómetro

i. Marca: Eijkelkamp

ii. Precisión: $\pm 0.25 \text{ kg/cm}^2$ iii. Rango: 0 – 15 kg/cm^2

2) Procedimiento:

- a) Verificar que el penetrómetro se encuentre en cero
- b) Aplicar la fuerza y hacer lectura.

3) Método oficial: ASTM D-1321

3) Capacidad calorífica:

a Parafina y grasas vegetales :

- 1) Método oficial: ASTM D 240; realizado por el Ministerio de Energía y Minas.

4) Intensidad de la luz:

a Candelas de parafina y grasas vegetales:

- 1) Materiales y equipo a utilizar:

a) Candelas

i. Medidas:

- a. Diámetro 7.4 cm ; Alto: 4 cm

b) Luxómetro

i. Marca: Greenlee

ii. Precisión: ± 0.1 luxes

iii. Rango: 0.1 – 50,000 luxes

- 2) Procedimiento:

a) Verificar que el luxómetro se encuentre en cero

- b) Hacer lectura a una distancia aproximada de 3.5 cm de la fuente de luz. Se debe realizar en un ambiente donde no haya otro tipo de iluminación que afecte la lectura.

VII. RESULTADOS

Cuadro No.7: Sustitutos obtenidos de grasa vegetal fraccionada y/o hidrogenada de palma africana

Sustitutos
Hidrogenado duro
Carga hidrogenado
Esterina V
Esterina III
Mezcla esterina III e hidrogenado duro en proporción 75:25

Cuadro No.8: Datos experimentales de calor de combustión y de intensidad de Luz de la muestra de parafina y las cinco muestras de grasa vegetal

Muestra	Calor de combustión MJ/kg	Intensidad de Luz lux \pm 0.1 lux
Parafina	Rango 45.0843 - 45.8557	Rango 271.805 - 382.195
Parafina	45.47	327
Hidrogenado duro	39.37	215
Carga hidrogenado	39.37	196
Esterina V	39.53	215
Esterina III	39.28	333
Mezcla	39.11	216

Cuadro No.9: Datos experimentales de penetración y de punto de fusión de la muestra parafina y las cinco muestras de grasa vegetal

Muestra	Penetración Kg/cm ² \pm 0.25 Kg/cm ²	Punto de fusión ° C
Parafina	Rango 4.68 - 15.32	Rango 48 - 68
Parafina	10.0	56.0
Hidrogenado duro	6.0	61.6
Carga hidrogenado	7.0	53.5
Esterina V	4.5	53.4
Esterina III	1.75	50.4
Mezcla	3.5	45.6

Cuadro No.10: Costo tonelada de grasa vegetal y parafina

		Costo Q/ton	Costo US \$/ton
Grasa vegetal	Palma cruda	7,546.00	980.00
	Refinamiento	269.50	35.00
	Fraccionamiento	92.40	12.00
	Total	7907.90*	1,027.00
Parafina	Producto final	15,400.00**	2,000.00

*Fuente: Olmeca,S.A. Noviembre de 2007/**Fuente: Almacen y cereria Guatemala

Gráfico No. 1: Diagrama de flujo de la pruebas realizadas a los sustituto fraccionados y/o hidrogenados

Diagrama de flujo

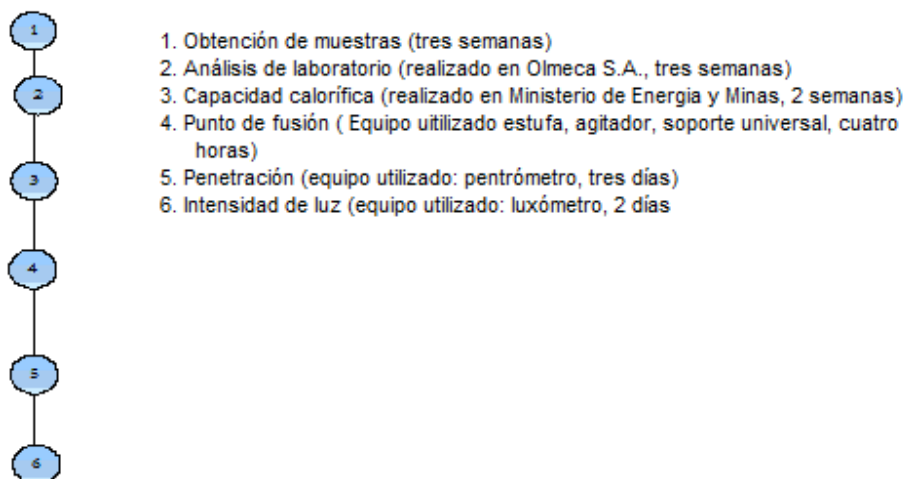
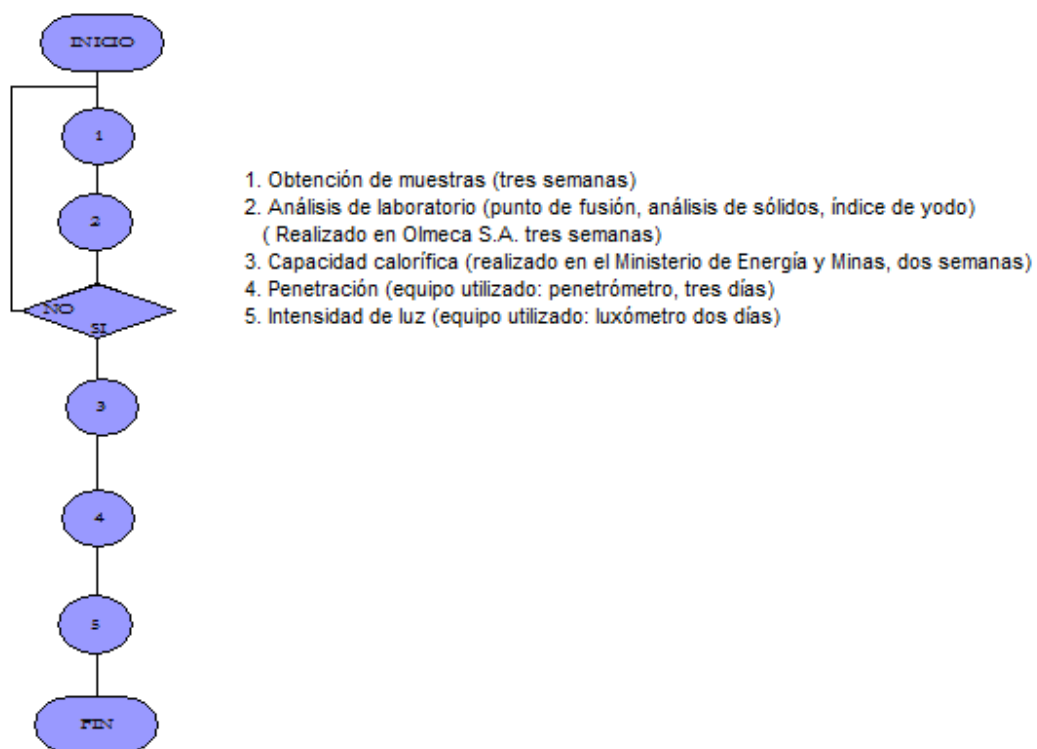


Gráfico No. 2: Diagrama de flujo de para nuevas muestras de grasas fraccionados y/o hidrogenadas.

Diagrama de flujo



VIII. DISCUSIÓN

Buscar un sustituto a la parafina a partir de grasas vegetales, en este caso de la Palma Africana *Elaeis guineensis*, trae una idea innovadora y a su vez ventajas sobre la producción de velas a partir de la parafina que se obtiene del petróleo.

Las ventajas que presenta es que la palma se usa en su totalidad ya que el bagazo puede ser utilizado como combustible para la generación de energía eléctrica, del fruto a nivel industrial por medio del proceso de fraccionamiento físico se obtienen dos productos, la oleína y la esterina. A temperatura ambiente, el primero se encuentra en estado líquido y el segundo en estado sólido, siendo la oleína un aceite y la esterina una grasa, obteniendo una mayor producción del primero mencionado. También el aceite de palmiste se utiliza para elaborar jabones y la cáscara de la nuez triturada se emplea como alimento para animales.

Otra ventaja que se puede mencionar es que en la actualidad Guatemala es productor de la palma y se tiene siembra en los departamentos de San Marcos, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Izabal y Petén ya que éstos tienen las características óptimas para su producción, como un clima tropical, suelos fértiles y estaciones lluviosas. Lo que hace que Guatemala, según el censo realizado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), tenga un potencial de 809 mil hectáreas para la siembra del cultivo de palma. (Quinto, 2007)

Por otra parte el petróleo es un producto que se obtiene a partir de los restos fósiles, lo cual lo hace que sea un producto no biodegradable es ahí donde buscar otras fuentes para obtener sustitutos toma una mayor importancia. Por ejemplo, el buscar sustitutos a la parafina que proviene del petróleo, es de gran importancia y las grasas vegetales pueden ser utilizadas para este propósito, pues tiene propiedades similares que logran igualar la textura y la función de una vela de parafina.

Estudios recientes han demostrado que el precio del barril de petróleo se ha cuadruplicado en cinco años por efectos de las guerras y tensiones geopolíticas, ya que en el 2001 el precio oscilaba en Q 161.70 y Q 169.40 (\$ 21.00 - \$ 22.00) y en la actualidad el barril tiene un precio aproximado de Q 770.00, lo cual hace necesario buscar sustitutos para los derivados del petróleo como lo es la parafina. El precio de la palma se registró en junio del 2007 a Q 4,720.10 por tonelada (US \$ 613 por tonelada), por lo que al comparar los precios, la palma tiene un costo de Q 4.720 por kilogramo (US \$ 0.613 por kilogramo) y el petróleo de Q 5.698 por kilogramo (US \$ 0.740 por kilogramo), por lo que la palma africana es un 20.72% más barata que el kilogramo de petróleo (Hernandez, 2007)

El precio del petróleo contra el de la palma africana tiene diferentes comportamientos a lo largo de la historia. El petróleo se ha cuadruplicado en 5 años mientras que el segundo ni siquiera duplica su precio a lo largo de 6 años (ver cuadro No. 17, apéndice H) Ahora bien al comparar el precio de la parafina (Q 15,400.00 por tonelada), contra el costo de producción de la Esterina (Q 7907.90 por tonelada), se tiene que la parafina es aproximadamente 50% más cara que la grasa vegetal. Esta diferencia de precios hace que se tenga otro valor agregado para utilizar como sustituto las grasas vegetales (ver cuadro No.9).

Para realizar el estudio se obtuvo cinco muestras diferentes de grasa vegetal las cuales son esterina III, esterina V, mezcla esterina III e hidrogenado duro en una proporción de 75:25, hidrogenado duro y carga hidrogenada. A las cuales fue necesario realizar varias pruebas experimentales con el objetivo de comparar sus propiedades fisicoquímicas con la parafina.

Es importante mencionar que las muestras seleccionadas provienen del fraccionamiento de la palma en donde se logra inducir a la nucleación de los sólidos presentes en el aceite con lo que se obtienen productos con mayor firmeza, la cual es necesaria para la elaboración de velas. De igual manera sucede con las muestras hidrógenas que son modificadas químicamente para aumentar su punto de fusión, como es el caso de la muestra de hidrogenado duro y carga hidrogenada.

Entre las pruebas realizadas se encuentra el punto de fusión, que indica la temperatura en la que el material pasa del estado sólido al estado líquido (Levine,2004) en donde según datos encontrados en la literatura las parafinas tienen un rango de punto de fusión de 48 a 68°C. El cual es bastante amplio considerando que dependiendo el tipo de vela a realizar las características de la misma cambian. Según datos experimentales realizados se determinó que la vela de parafina tiene un punto de fusión de 56 ± 0.5 °C.

Los datos de punto de fusión de las muestras obtenidas de grasa de palma fueron de 61.6 °C para la grasa hidrogenado duro, 53.4 °C para la esterina V, 50.8 °C para la esterina III y 53.8°C para la carga hidrogenada. Por lo que comparado con el rango de 48 °C a 68°C de la cera de parafina se encuentra dentro del rango encontrado en la literatura. Al comparar las muestras se determinó que todas se encuentran dentro del rango del punto de fusión de las parafinas.

Además se realizó la prueba de intensidad de luz, la cual indica la cantidad de iluminación que incide sobre cada área de una superficie, donde su unidad en el sistema internacional es el lux y esta depende de la distancia con que se haga la medición (por lo que para realizar las pruebas se utilizó una distancia de tres centímetros y medio en un cuarto sin penetración de luz externa. Se obtuvo los siguientes resultados, para la parafina $327 \text{ lux} \pm 0.1 \text{ lux}$, hidrogenado duro de $184 \text{ lux} \pm 0.1 \text{ lux}$, carga hidrogenada de $196 \text{ lux} \pm 0.1$

lux, esterina V de $154 \text{ lux} \pm 0.1 \text{ lux}$, esterina III de $182 \text{ lux} \pm 0.1 \text{ lux}$ y la mezcla esterina III y duro en proporción 75:25 de $181 \text{ lux} \pm 0.1 \text{ lux}$.

Al haber determinado los valores de intensidad de luz obtenido de la parafina se determinó los límites superiores e inferiores con un 95 % de aceptación, y se obtuvo que las muestras no se encuentran dentro del rango de los valores para las parafinas. Esto indica que la parafina tiene una mayor intensidad de la llama al quemarse respecto a las cinco muestras obtenidas de la grasa vegetal, lo cual significa que éstas sí alumbran pero no con la misma intensidad que la muestra de candela de parafina. . (Ver cuadro No. 7)

También se realizó el análisis del calor de combustión superior que indica la cantidad cuantitativa de calor liberado durante la combustión, en otras palabras es la cantidad de calor que cede al quemarse totalmente un cuerpo. Desde el punto de vista de enlaces de los compuestos es el resultado de romper enlaces y de formar nuevos en una reacción de combustión, y que como resultado de esto se obtiene la energía liberada que se conoce como calor de combustión. (Levine, 2004)

Los calores de combustión experimentales obtenidos en estos análisis fueron para la parafina 45.47 MJ/kg, hidrogenado duro y carga hidrogenada 39.37 MJ/kg, esterina V de 39.53 MJ/kg, esterina III de 39.28 MJ/kg y la mezcla esterina III y duro en proporción 75:25 de 39.11 MJ/kg. En donde al obtener los rangos inferiores y superiores de la parafina, con un 95 % de aceptación, los valores de las cinco muestras no se encuentran dentro de rango. Es importante aclarar que aunque estos valores no se encuentren dentro de los rangos de aceptación de una parafina, no quiere decir que no liberen calor y no sean funcionales.

Es importante resaltar, sobre los calores de combustión, que mientras aumente este valor indica que el material libera una mayor cantidad de calor por kilogramo quemado. Por lo tanto se puede determinar que la parafina libera aproximadamente un 14 % más de calor respecto al promedio de los calores de combustión de las cinco muestras de grasa vegetal.

Por último se realizó el análisis de penetración en kg/cm^2 de las 5 muestras de grasa vegetal y de la parafina. En donde la penetración indica la dureza de los sólidos En las muestras analizadas la parafina tiene una penetración de $10 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.25 \text{ kg/cm}^2$, el hidrogenado duro $6 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.25 \text{ kg/cm}^2$, carga hidrogenado $7 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.25 \text{ kg/cm}^2$, esterina V de $4.5 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.25 \text{ kg/cm}^2$, esterina III de $1.5 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.25 \text{ kg/cm}^2$ y por último la mezcla esterina III y duro en proporción 75:25 de $3.5 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.25 \text{ kg/cm}^2$.

Las seis muestras fueron sometidas a baño de maría hasta que se alcanzó su punto de fusión, lo que significa que cambiaron a estado líquido. Por ejemplo la esterina III los puntos de fusión se encuentran entre 46° C - 50° C y la esterina, V tiene un punto de fusión de aproximadamente 54° C lo cual indica que la esterina V necesita de mayor tiempo de calentamiento, considerando un proceso adiabático. Esto se debe a que la esterina III es el producto del primer fraccionamiento del aceite de palma, por lo que en su

estructura tiene menor número de enlaces saturados comparado con la esterina V que es procedente de un segundo fraccionamiento de la palma.

Al aumentar el punto de fusión existe una mayor saturación, teniendo una menor cantidad de enlaces simples en la estructura molecular lo cual repercute en la dureza de la candela. Tal es el caso de la muestra hidrogenado duro que tiene una penetración de $6 \text{ Kg/cm}^2 \pm 0.25 \text{ Kg/cm}^2$ y un punto de fusión de 61.6° C mientras que la esterina V con un punto de fusión de 53.4° C y una penetración de $4.5 \text{ Kg/cm}^2 \pm 0.25 \text{ Kg/cm}^2$. Se puede observar que al tener un punto de fusión menor la dureza de la candela disminuye (Ver cuadro No. 8)

Según La Asociación Latino Americana de Fabricantes de Velas (ALAFAVE) se considera una cera a los materiales que contengan las siguientes características: material sólido a temperatura ambiente y líquido a elevadas temperaturas, estructura primaria de hidrocarburos, repelente al agua, textura lisa, baja toxicidad y baja reactividad, bajo olor y ser combustible.

Las cinco muestras de grasa vegetal extraídas de la palma africana, cumple con las características mencionadas por ALAFAVE ya que se encuentran en estado sólido a temperatura ambiente y cambian a estado líquido al elevar sus temperaturas entre un rango de aproximadamente de 45° C a 62° C . Son insolubles en agua debido a que sólo son solubles en compuestos apolares, y el agua es un compuesto polar.

También se determinó el calor de combustión de las muestras de grasa vegetal el cual es aproximadamente de 39 MJ/kg con lo cual se comprueba que es un material combustible, por último son consideradas inoloras debido a que pasan por el proceso de refinado, blanqueado y desodorizado (RBD)

Como se explicó con anteriormente las muestras analizadas de grasa vegetal cuentan con las características necesarias, para ser consideradas como ceras. La parafina cumple con todas estas características mencionadas por la ALAFAVE por lo que pueden considerarse las grasas vegetales fraccionadas y/o hidrogenadas como un sustituto de la misma.

Después de realizar todos los análisis mencionados con anterioridad se determinó que todas pueden ser considerarse como sustitutos de la parafina aunque no todas las muestras se encuentren dentro de los rangos de aceptación de una parafina. Los sustitutos cumplen su función principal que es elaborar una candela y que ésta pueda generar luz. Es importante aclarar que los valores experimentales obtenidos son de suma importancia pues se crean parámetros de cada una de las grasas utilizadas y con esto se puede estandarizar los tipos de candelas que se generan a partir de las grasas vegetales de palma africana.

Por último es importante mencionar que las muestras obtenidas, pueden tener varios problemas como lo son: rajaduras en el material, quemarse el pabilo antes de finalizarse el sustituto, lo cual puede provocar incidentes como quemaduras, desperdicio de material, aspecto desagradable, entre otros. También se debe tener precaución al agregar colorantes pues estos deben tener un punto de fusión mayor al de la materia prima utilizada.

IX. CONCLUSIONES

1. Las cinco muestras obtenidas, esterina III, esterina V, hidrogenado duro, carga hidrogenada y la mezcla 75:25 de esterina III: hidrogenado duro, pueden ser consideradas como sustitutos de la parafina.
2. Los valores de punto de fusión de las muestras obtenidas de grasa de palma, fueron de 61.6 °C para la grasa hidrogenado duro, 53.4 °C para la esterina V, 50.8 °C para la esterina III, 53.5 °C para la carga hidrogenada y para la mezcla 75:25 de esterina III: hidrogenado duro 45.9 °C
3. Los resultados para la intensidad de la luz fueron para la parafina 327 lux \pm 0.1 lux, hidrogenado duro de 184 lux \pm 0.1 lux, carga hidrogenado de 196 lux \pm 0.1 lux, esterina V de 154 lux \pm 0.1 lux, esterina III de 182 lux \pm 0.1 lux y la mezcla esterina III y duro en proporción 75:25 de 181 lux \pm 0.1 lux.
4. Los calores de combustión experimentales obtenidos en estos análisis fueron para la parafina 45.47 MJ/kg, hidrogenado duro y carga hidrogenada 39.37 MJ/kg, esterina V de 39.53 MJ/kg, esterina III de 39.28 MJ/kg y la mezcla esterina III y Duro en proporción 75:25 de 39.11 MJ/kg.
5. En las muestras analizadas la parafina tiene una penetración de 10 kg/cm² \pm 0.25 kg/cm², el hidrogenado duro 6 kg/cm² \pm 0.25 kg/cm², carga hidrogenado 7 kg/cm² \pm 0.25 kg/cm², esterina V de 4.5 kg/cm² \pm 0.25 kg/cm², esterina III de 1.5 kg/cm² \pm 0.25 kg/cm² y por último la mezcla esterina III y duro en proporción 75:25 de 3.5 kg/cm² \pm 0.25 kg/cm²
6. El costo de la grasa vegetal es de Q 7907.90 por tonelada mientras que el de la parafina es de Q 15,400.00 por tonelada.

X. RECOMENDACIONES

En el alcance de este trabajo no se realizaron pruebas de coloración y olor a las cinco muestras obtenidas del fraccionamiento e hidrogenación de las grasas obtenidas a partir de la palma africana, por lo que se recomienda realizar este análisis y verificar el funcionamiento de las mismas.

Se recomienda determinar el tiempo de quemado de las velas de sustituto de la grasa vegetal contra las velas de parafina con el fin de establecer que tipo de vela cuenta con una mayor eficiencia.

Además se recomienda realizar pruebas utilizando aditivos tales como goma EVA, cera microcristalina, o formas de polietileno, para obtener una cera modificada, con una alta viscosidad, una menor estructura cristalina y mejores propiedades funcionales. Al tener estas muestras deben realizarse las pruebas de penetración, tiempo de combustión, intensidad de luz y punto de fusión con el fin de concluir cual de los dos tipos tiene mayor funcional.

Para obtener el punto de fusión y la penetración de los sustitutos se recomienda hacer uso de los métodos ASTM D 87. y ASTM D-1321 respectivamente.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. *Alto consumo y guerras agravan crisis de petróleo* 2007. Prensa Libre [Guatemala], 12 de noviembre.
2. ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS, 1992 [Philadelphia] Volume 06.03 <<paint- fatty oils and acids, solvents, miscellaneous; aromatic Hydrocarbons>> Pags 260-262 y Pags 279-280
3. ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS, 1992 [Philadelphia] Volume 05.02 D1949-D3601 << petroleum products, lubricants, and fossil Fuels Petroleum Products and lubricants (II)>> Pags 150-158
4. ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS, 1992 [Philadelphia] Volume 05.01 D56-D1947<<petroleum products, lubricants, and fossil Fuel>> Pags 18-19; Pags 234-239; Pags 462-466; Pags 487-489
5. Bland, William. R. Davidson. 1967. *Petroleum processing handbook*.. New York, USA. McGraw-Hill.
6. Bolaños, Rosa 2007. *Cosechas y áreas de cultivo* Encuesta: ENA refleja cambios en el mapa agropecuario Prensa Libre [Guatemala], 19 marzo.
7. Hernández, Herberth, 2005. *Un aceite que se lleva las palmas Cultivo: Industria local apuesta al cultivo de palma africana*. Prensa Libre [Guatemala], 5 septiembre.
8. Hernández, Herberth, 2007. *Un Diésel registra alza de Q1.30 por galón*. Prensa Libre [Guatemala], 7 de noviembre.
9. Levine, 2004 *Fisicoquímica*,Mc Graw Hill España Volumen 1. páginas 500.
10. Nelson, W. 1958 *Petroleum Refinery Engineering*. New York, USA. 4 ed. McGraw-Hill. págs. 960.
11. O'Brien, Richard. 1998. *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*. Pennsylvania, Lancaster. Technomic. págs. 667

12. Quinto, Ricardo 2007 *Prevén crecimiento del cultivo de la palma africana en el país Guatemala*. elPeriódico [Guatemala], 23 junio
13. *Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives*. International Union of Pure and Applied Chemistry. 7th edition, Blackwell Scientific Publications. IUPAC Method 2.205. (USA): 1987
14. Asociación Latino Americana de Fabricantes de Velas, 1999 << ALAFAVE >>, [en línea] <http://alafave.org>
15. Hase Petroleum, <<Precios del combustible en Centro América>> [en línea] <http://www.hp wax.com/>
16. Hamins, Anthony. M. *Bundy Characterization of candles flames* [en línea] www.fire.nist.gov/bfrlpubs/fire05/PDF/f05141.pdf
17. Ministerio de Energía y Minas, <<Precios del combustible en Centro América>> [en línea] <http://www.mem.gob.gt/Portal/Documents/ImgLinks/200711/494/PRECIOS%20CENTROAMERICA.pdf>
18. Nacional Candle Association <<waxes; elements of candles>> [en línea] www.candles.org/elements_wax.html
19. Palmeras el chao, C.A. [en línea] www.elchao.com
20. Subgerencia de desarrollo Agropecuario <<Servicio de Información de Mercados>> [en línea] http://www.mercanet.cnp.go.cr/SIM/Frutas_y_Vegetales/Precios_Internacionales/Precios_Internacionales_aceite_palma.htm
21. The cozy heart and home collection, <<Types of candles >> [en línea] <http://www.cozyhearthandhome.com/>

XII. APÉNDICE

Apéndice A: Análisis estadístico

Se utilizó el método estadístico de dispersión por rango móvil con 95% de confianza encontrando así los límite inferior de confianza (LIC) y el límite superior de confianza (LSC)

Cuadro No.11 Análisis estadístico para el calor de combustión MJ/kg

Muestra	Calor combustion MJ/kg	Δ	Δ mobil
Parafina	45.47	----	-----
Hidrogenado duro	39.37	6.1	-----
Carga hidrogenado	39.37	6.1	0
Esterina V	39.53	5.94	0.16
Esterina III	39.28	6.19	0.25
Mezcla	39.11	6.36	0.17
Promedio	39.332	Δ prom	0.145

Límite inferior 45.0843 MJ/kg

Límite superior 45.8557 MJ/kg

Cuadro No.12 Análisis estadístico para penetración kg/cm²

Muestra	Penetración kg/cm ² ± 0.25 kg/cm ²	Δ	Δ mobil
Parafina	10	----	-----
Hidrogenado duro	6	4	-----
Carga hidrogenado	7	3	1
Esterina V	4.5	5.5	2.5
Esterina III	1.75	8.25	2.75
Mezcla	3.5	6.5	1.75
		Δ prom	2

Límite inferior 4.68 kg/cm²

Límite superior 15.32 kg/cm²

Cuadro No.13 Análisis estadístico para la intensidad de luz lux

Muestra	Intensidad de Luz lux ± 0.1 lux	Δ	Δ mobil
Parafina	327	----	-----
Hidrogenado duro	184	143	-----
Carga hidrogenado	196	131	12
Esterina V	154	173	42
Esterina III	182	145	28
Mezcla	181	146	1
		Δ prom	20.75

Límite inferior 271.805 Lux

Límite superior 382.195 Lux

Apéndice B: Análisis varios de las muestras de grasa vegetal

Cuadro No.14: Porcentaje de sólidos a diferentes temperaturas de los sustitutos de grasa vegetal

% de sólidos	Hidrogenado duro	Mezcla 75:25 (Esterina:Hidrogenado duro)	Esterina V	Esterina III	Carga hidrogenada
% de solidos a 10.0 °C	98.96	90.49	84.9	75.98	95.25
% de solidos a 21.1 °C	98.91	79.77	68.78	55.08	94.05
% de solidos a 26.7 °C	98.79	71.54	58.26	40.38	88.61
% de solidos a 33.3 °C	98.66	59.18	45.55	25.08	75.77
% de solidos a 40.6 °C	98.4	46.05	29.44	14.30	51.00

Análisis realizados en el laboratorio de control de calidad de OLMECA S.A.

Cuadro No.14 Análisis de grasas

Prueba	Hidrogenado Duro	Mezcla 75:25 (Esterina:Hidrogenado duro)	Esterina V	Esterina III	Carga hidrogenada
ACIDEZ (% FF)	-----	55.6	0.05	0.006	
PUNTO DE FUSIÓN: Wiley (° C)	61.6 °C	45.6	53.4	50.8	53.8
PUNTO DE CONGELACIÓN (° C)	51.6 °C	32.83	-----	----	44.0
INDICE DE YODO (Wijs)	4.99	----	32.31	37.5	40.60

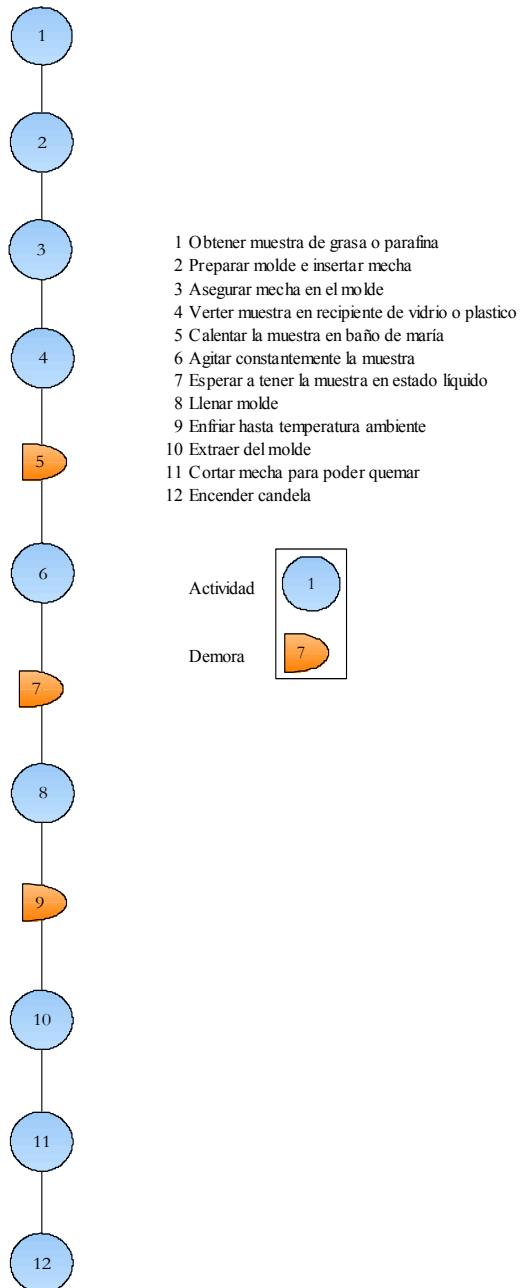
Análisis realizados en el laboratorio de control de calidad de OLMECA S.A.

Apéndice C: Observaciones de la elaboración de velas

Cuadro No.16: Observaciones de la elaboración de velas

Tipo de Grasa	Observaciones
Hidrogenado duro	<ul style="list-style-type: none"> • MOLDE: no se queda adherido al molde, se extrajo sin dificultad • APARIENCIA: lisa, quebradizo y rajaduras. • QUEMADO: Sí
Mezcla 75:25 (Esterina:Duro)	<ul style="list-style-type: none"> • MOLDE: Se tuvo dificultad al extraerla, • APARIENCIA: lisa, no se raja • QUEMADO: Sí
Esterina V	<ul style="list-style-type: none"> • MOLDE: se tuvo dificultad para extraerla, por lo que se utilizó un baño de María. • APARIENCIA: Lisa, brillo, • QUEMADO: Sí
Esterina III	<ul style="list-style-type: none"> • MOLDE: se tuvo dificultad para extraerla, por lo que se utilizó un baño de María. • APARIENCIA: lisa, tiene brillo • QUEMADO: Sí
Carga hidrogenada	<ul style="list-style-type: none"> • MOLDE: • APARIENCIA: Color oscuro, aspecto poco presentable, liso • QUEMADO: Sí
Parafina	<ul style="list-style-type: none"> • MOLDE: no se queda adherido al molde, se extrajo sin dificultad • APARIENCIA: Lisa • QUEMADO: Sí

Apéndice D: Diagrama de actividades de la elaboración de velas



Apéndice E: Fotos de candelas

Gráfico No.3 Candela de parafina



Gráfico No.4 Candela de esterina III



Gráfico No.5 Candela de esterina V



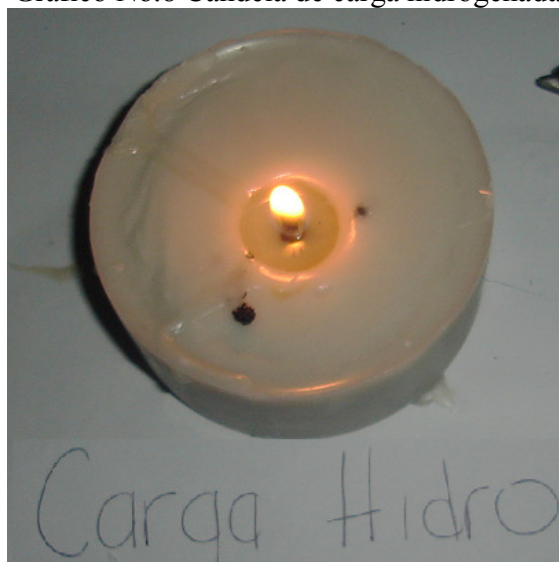
Gráfico No.6 Candela de hidrogenado duro



Gráfico No.7 Candela de esterina III e hidrogenado duro en una proporción de 75:25

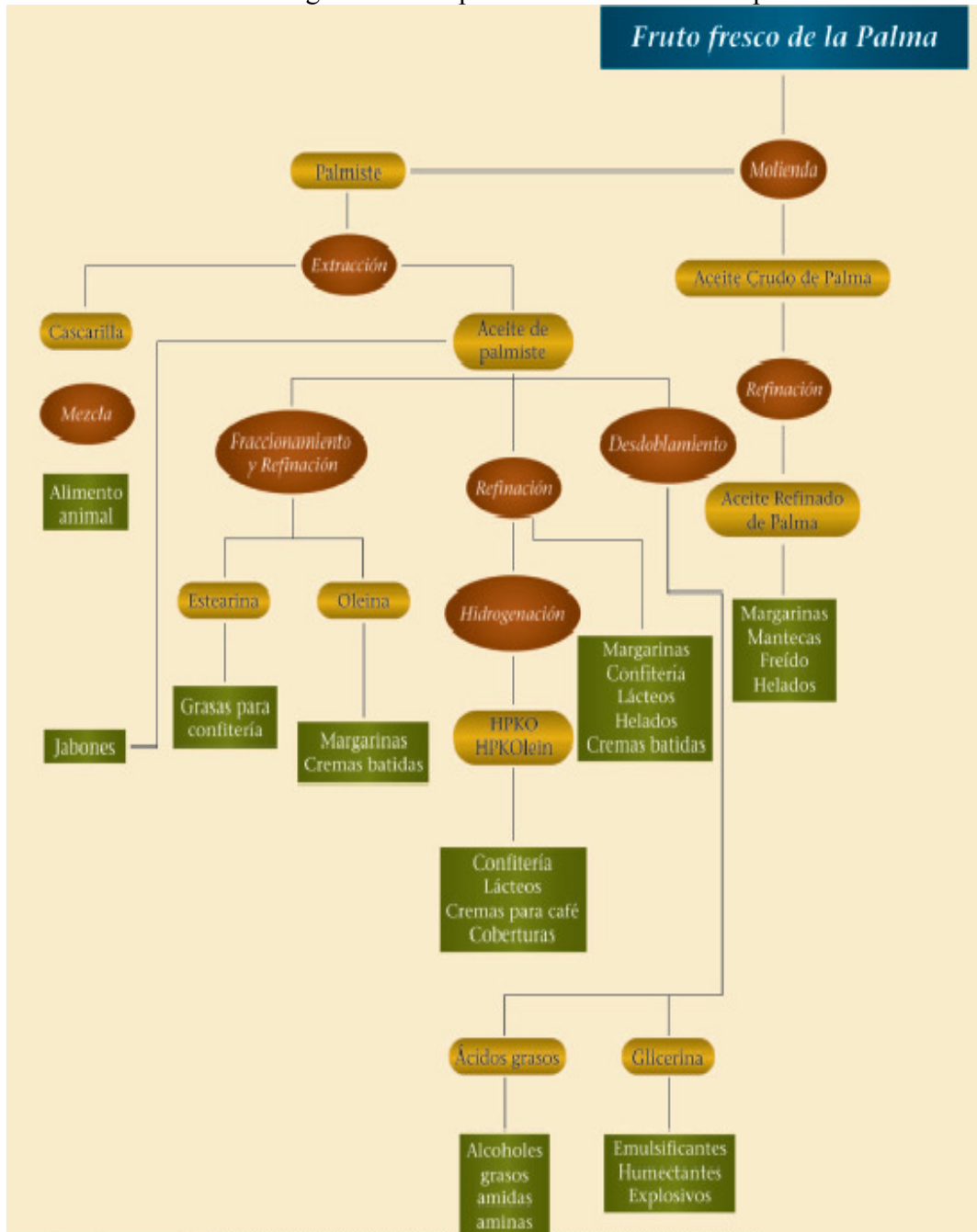


Gráfico No.8 Candela de carga hidrogenada



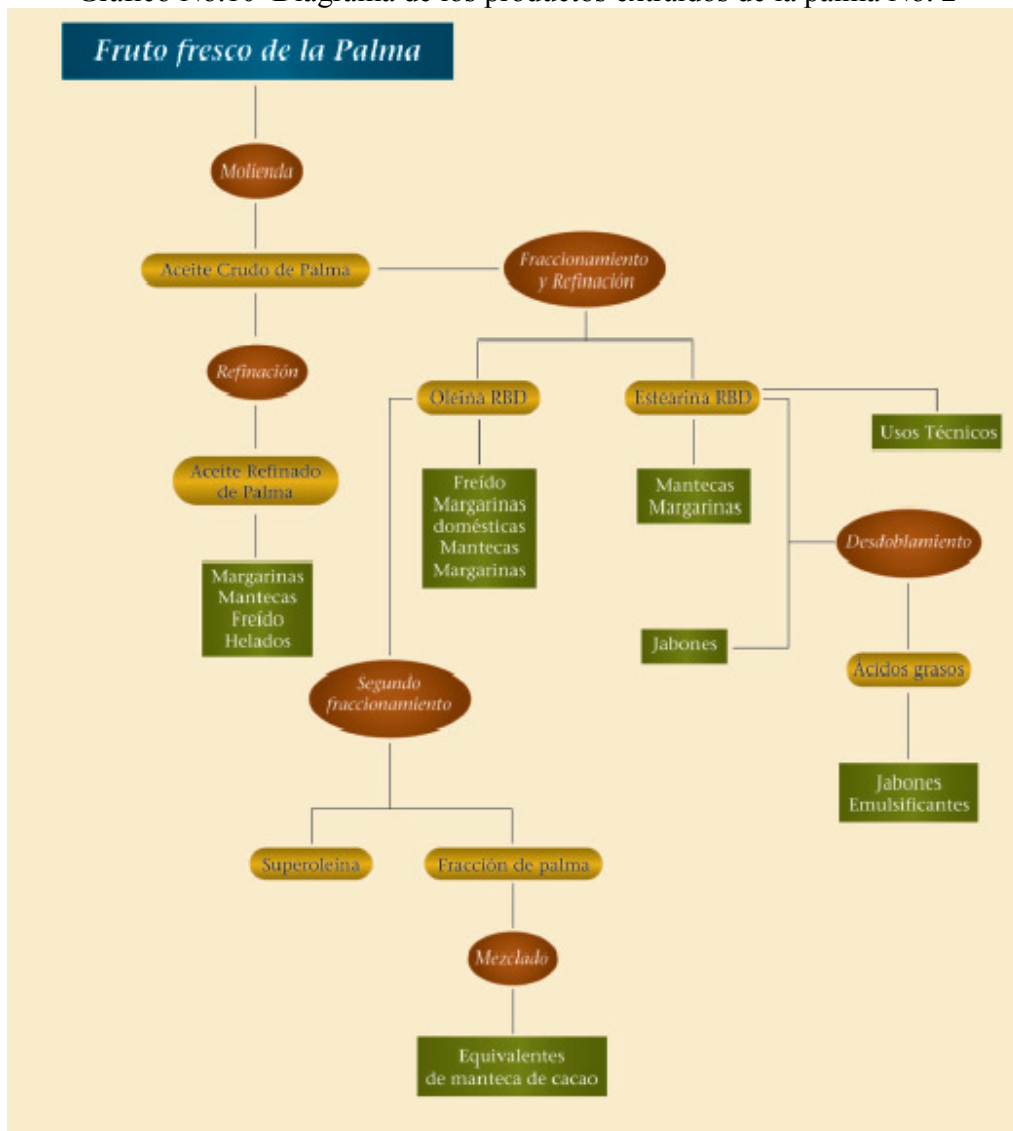
Apéndice F: Diagramas de los productos extraídos de la Palma Africana

Gráfico No. 9 Diagrama de los productos extraídos de la palma No. 1



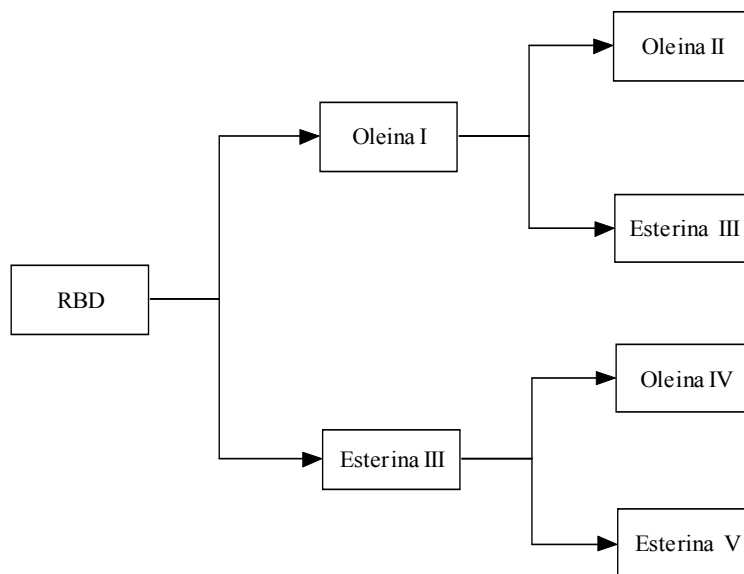
(19)

Gráfico No.10 Diagrama de los productos extraídos de la palma No. 2



(19)

Gráfico No. 11 Diagrama de productos fraccionados de la Palma Africana



Apéndice G: Especificaciones de velas

Cuadro No.17 Especificaciones de la cera de palma

Analisis	Candelas tipo pilar/votive cera de palma					Tipo de contenedor de cera de palma
USA (Producto #)	5801-A (98/0595)	5701-A (98/4060)	5601-A (98/3070)	5501-A (37/1090)	5401 - C	50574045
Valor de acidez	201-215	125-135	145-165	175-200	160-175	205-211
Humedad e impurezas	0.25 max	0.25 max	0.25 max	0.25 max	0.25 max	---
Valor de yodo	3.0 max.	9.0 max.	8.0 max.	3.0 max	7.5 max	0.5 max
Color	5 rojo max	5 Red max	5 Red max	5 Red max	5 Red max	5 Red max
Punto de fusión	58-65	55-60	56-62	52-58	60-66	54-56

(14)

Cuadro No.19 Precios a consumidor de combustibles en Centroamérica
Precios al 21 noviembre 2007

PRODUCTO		 /1 GUATEMALA US\$/GAL	 /2 EL SALVADOR US\$/GAL	 /3 HONDURAS US\$/GAL	 /4 NICARAGUA US\$/GAL	 /5 COSTA RICA US\$/GAL
SUPERIOR	CON IMPUESTOS	3.71	3.85	3.70	4.14	3.98
	SIN IMPUESTOS	2.85	3.13	2.55	3.44	2.95
REGULAR	CON IMPUESTOS	3.59	3.63	3.48	4.00	3.89
	SIN IMPUESTOS	2.74	2.92	2.49	3.30	2.90
DIESEL	CON IMPUESTOS	3.31	3.48	3.13	3.66	3.53
	SIN IMPUESTOS	2.89	2.96	2.52	3.12	2.97

(17)

/1 Precios vigentes al 21/11/07

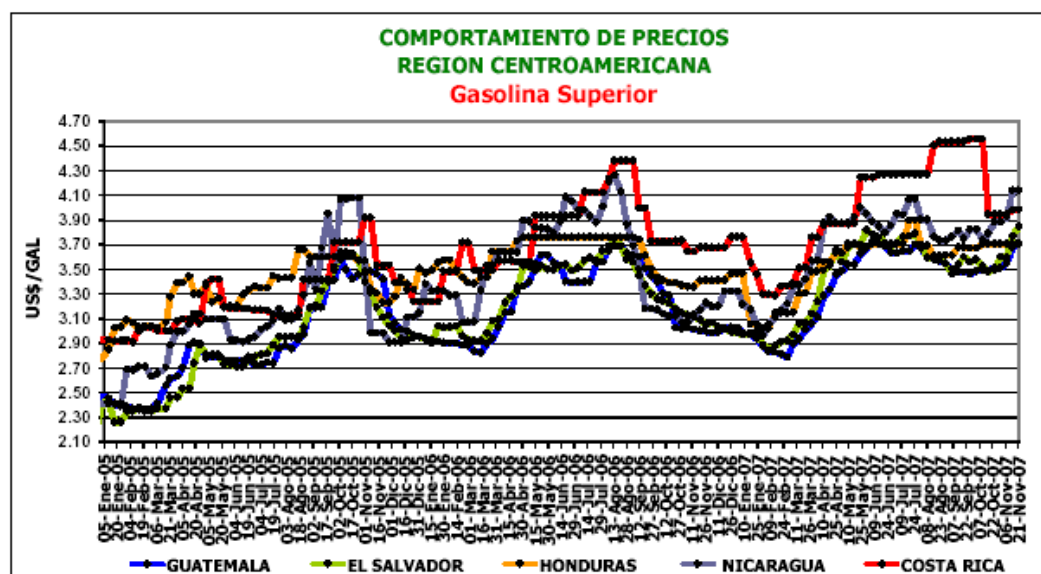
/2 Precios vigentes al 15/11/07

/3 Precios vigentes al 21/10/07

/4 Precios vigentes al 12/11/07

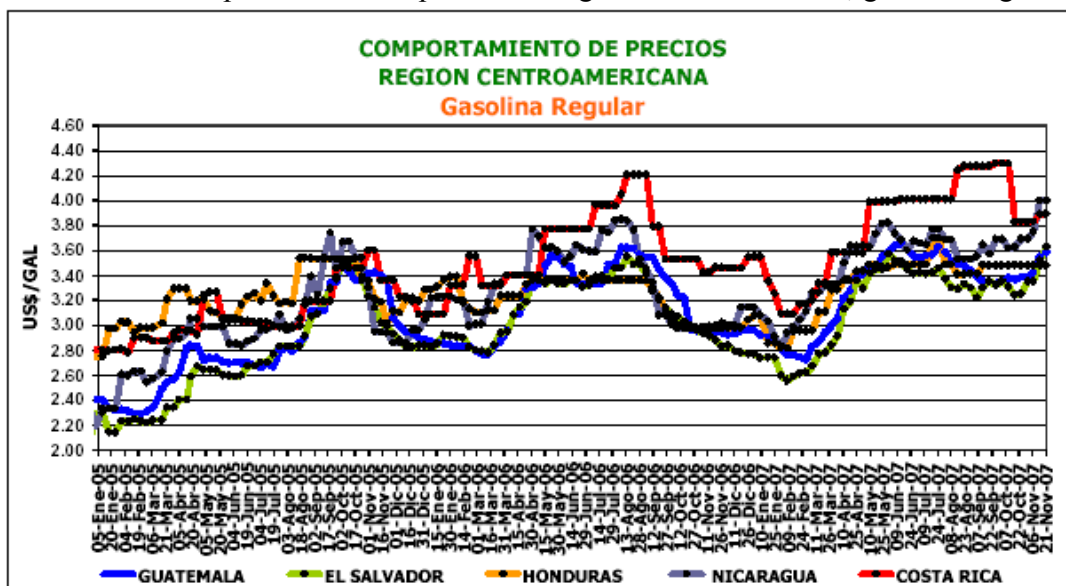
/5 Precios vigentes al 17/11/07

Gráfico No.13 Comportamiento de precios de región centroamericana, gasolina superior



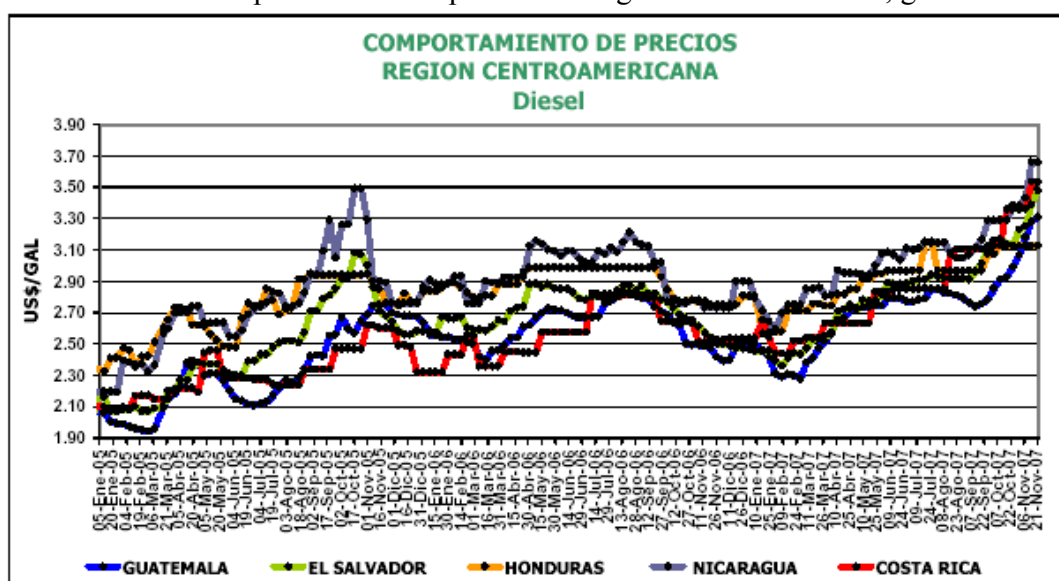
(17)

Gráfico No.14 Comportamiento de precios de región centroamericana, gasolina regular



(17)

Gráfico No. 15 Comportamiento de precios de región centroamericana, gasolina diesel



(17)

Apéndice I: Método de punto de fusión para grasas

1. METODO OFICIAL AOCS Cc 2-38 MODIFICACION AOAC

2. GENERALIDADES

- Definición: El Punto de Fusión Wiley es la temperatura, bajo las condiciones de esta prueba, a la que la muestra de disco asume una forma esférica y está, nos da un índice de la temperatura a que la muestra funde. Este método es aplicable a todo tipo de grasa normal, pero el método no es conveniente para grasas fritas. El método del punto pendiente, AOCS método oficial Cc 18-80, puede usarse como un método alternativo para todo tipo de grasa normal, pero los resultados diferirían ligeramente de los obtenidos por el método de punto de fusión Wiley. Es la intención de la AOCS Uniforms Methods Committee declarar el método punto de fusión Wiley obsoleto (i.e., "sobrante") en 1994.

3. MATERIALES Y EQUIPO

3.1 Cristalería

- Tubos de la prueba: Exacta longitud de aproximadamente 300 mm, i.d. 35-38 mm
- Beaker de vidrio : Altura aproximadamente 200 mm, diámetro aproximadamente 85 mm.

3.2 Equipo

- Aparato Enfriador : Si esta a la disposición un refrigerador de 8-10 C, Si un refrigerador no esta disponible, usar un baño enfriador y construirlo de acuerdo con las especificaciones mostradas en la figura 1.
- Usar un plato de acero aproximadamente 10 mm de espesor y 150 mm por lado para enfriar la muestra. Los lados planos de este plato son la superficie, de modo que ellos se nivelen con el lado plano del plato perforado de aluminio. Construir de acuerdo con las especificaciones mostradas en la figura 2
- Termómetro: rango 2-68 C ó 2-80 C (AOCS Especificación H 6-40 o H 7-45, respectivamente), que se debe calibrar contra National Institute of Testing traceable thermometer.

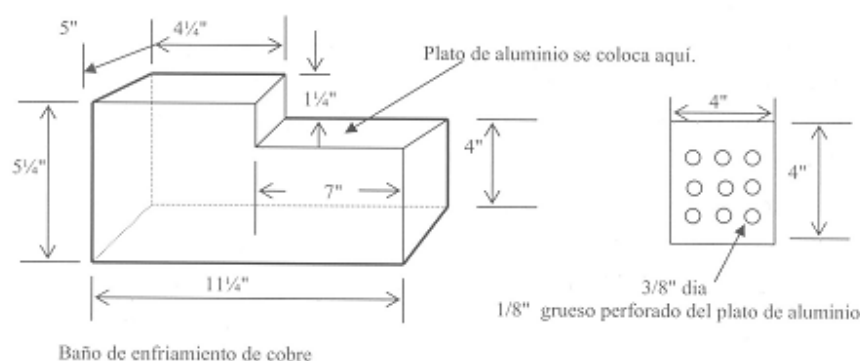


Figura 1

Figura 2

4. REACTIVOS Y SOLUCIONES

4.1 Soluciones

- Alcohol etílico
- Agua

5. PROCEDIMIENTO

- Preparar una mezcla del alcohol-agua con densidad exactamente igual como la de la muestra. Llevar a ebullición, separadamente, agua destilada y 95% alcohol etílico por 10 minutos para eliminar gases disueltos.
- Llenar el tubo largo de la prueba medio-lleno con el agua caliente y después agregar alcohol caliente, vertiendo el alcohol por los lados del tubo para evitar la mezcla excesiva. La adición de alcohol después del agua se ha enfriado puede dar como resultado en la formación de burbujas de gas y hacer que la mezcla sea inconveniente de usar. Si el plato de acero se va a usar, se debe poner en el refrigerador para que este completamente frío cuando se use. Si se requiere del baño, este se debe llenar con hielo y agua antes de usar. Coloque el plato de aluminio encima del plato de acero o en el lugar que se indica en el baño.
- Fundir la muestra y filtrarla con papel del filtro, para remover cualquier impurezas y el último rastro de humedad. Es esencial que la muestra este seca completamente. Coloque la muestra en los agujeros en el plato de aluminio y que permanezca en el refrigerador o en contacto con el baño por lo menos 2 horas.
- Corte lo que excede de la muestra sobre el nivel del plato de aluminio, remover el disco y trasladar a una mezcla del alcohol-agua en el largo tubo de la prueba, el cual ha sido enfriado previamente (e.g., en un baño de hielo) a por lo menos 10 C abajo del punto de fusión de la muestra. El disco llegara a un punto donde su densidad es equivalente a la de la mezcla líquida.
- Coloque el tubo de la prueba en una beaker que contenga agua fría. Inserte el termómetro debajo de la burbuja, es justamente debajo del disco graso. Rotar el termómetro despacio alrededor del disco para mantener una temperatura uniforme mientras el calor es aplicado debajo del Beaker. Caliente el agua despacio y continuamente agitar con el aire presente.
- Como la temperatura de la mezcla del alcohol-agua se incrementa, el disco graso cambiará gradualmente de forma. Cuando empieza a hacer esto, bajar el termómetro hasta el centro de la burbuja y dejar así.
- Continuar rotando el termómetro y regular el calor para que aproximadamente se requieran de 10 minutos para subir 2 C de temperatura.
- Observar la temperatura mientras el disco graso llega a ser completamente esférico. Éste es el punto de fusión Wiley. A este punto la temperatura del baño del agua no debe estar a más de 1.5 C sobre el punto de fusión de la muestra.
- La primera determinación es exploratoria, establece el rango del punto de fundición. La prueba inicial debe ser estrechamente seguida por dos pruebas y sus resultados deben de ser cercanos (± 1 C), acuerdo estricto determinado con lo establecido por el procedimiento.

6. RECOMENDACIONES

- Los tubos de la prueba deben ser hechos a medida.
- Si el disco graso toca los lados del tubo de la prueba, la prueba debe ser repetida

Apéndice J: Análisis de muestras

1. Calor de combustión de parafina

LABORATORIO TECNICO	MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS REPUBLICA DE GUATEMALA	MEM PAGINA 1 DE (1) LAB-REP-1282-07 ORDEN No. L-583-07 GUATEMALA, 23-11-07	
RESULTADOS DE ANALISIS			
<p>MUESTRA: Parafina PRESENTADA POR: Marta Salvatierra RESPONSABLE DEL MUESTREO: Marta Salvatierra PROCEDENCIA: UVG/Marta Salvatierra LOCALIZACION: Lote 6, manzana B, sector 3A, Km. 16.5, Carretera a El Salvador FECHA DE MUESTREO: Desconocida FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA Y PAPELERIA: 12-11-07 FECHA DE ANALISIS: del 20 al 23-11-07 PRECIO DE ANALISIS: \$ 12.00 ANALISTA: Julio Villalinda</p>			
DESCRIPCION	METODO DE ANALISIS	ESPECIFICACION (a)	RESULTADOS (b)
CALOR DE COMBUSTION SUPERIOR, MJ/kg	ASTM D-240	-----	(c) 45.47
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>a) En el Acuerdo Ministerial No. 192-2006, no existen especificaciones para este producto b) El resultado es válido solo para la cantidad de muestra presentada en este laboratorio c) 45.47 MJ/Kg es equivalente a 10861 Kcal/kg y a 19549 Btu/lb.</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  Ing. Julio Villalinda SECCION DE HIDROCARBUROS </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  Vo. Bo. Ing. Mayra Villatoro COORDINADORA LABORATORIOS TECNICOS </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">   </div>			

2. Calor de combustión de hidrogenado duro

LABORATORIO TECNICO	MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS REPUBLICA DE GUATEMALA		MEM PAGINA 1 DE (1) LAB-REP-1288-07 ORDEN No. L-583-07 GUATEMALA, 26-11-07
RESULTADOS DE ANALISIS			
MUESTRA: Duro PRESENTADA POR: Marta Salvatierra RESPONSABLE DEL MUESTREO: Marta Salvatierra PROCEDENCIA: UVG/Marta Salvatierra LOCALIZACION: Lote 6, manzana B, sector 3A, Km. 16.5, Carretera a El Salvador FECHA DE MUESTREO: Desconocida FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA Y PAPELERIA: 12-11-07 FECHA DE ANALISIS: del 20 al 23-11-07 PRECIO DE ANALISIS: \$ 12.00 ANALISTA: Julio Villacinda			
DESCRIPCION	METODO DE ANALISIS	ESPECIFICACION (a)	RESULTADOS (b)
CALOR DE COMBUSTION SUPERIOR, MJ/kg	ASTM D-240	-----	(c) 39.33
OBSERVACIONES: <p>a) En el Acuerdo Ministerial No. 192-2006, no existen especificaciones para este producto</p> <p>b) El resultado es válido solo para la cantidad de muestra presentada en este laboratorio</p> <p>c) 39.37 MJ/Kg es equivalente a 9393 Kcal/kg y a 16907 Btu/lb.</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  Ing. Julio Villacinda SECCION DE HIDROCARBUROS </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">   Vo. Bo. Ing. Mayra Villatoro COORDINADORA LABORATORIOS TECNICOS </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  </div>			

3. Calor de combustión de carga hidrogenada

LABORATORIO TECNICO	MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS REPUBLICA DE GUATEMALA	MEM PAGINA 1 DE (1) LAB-REP-1281-07 ORDEN No. L-583-07 GUATEMALA, 23-11-07
RESULTADOS DE ANALISIS		
<p>MUESTRA: Carga Hidro PRESENTADA POR: Marta Salvatierra RESPONSABLE DEL MUESTREO: Marta Salvatierra PROCEDENCIA: UVG/Marta Salvatierra LOCALIZACION: Lote 6, manzana B, sector 3A, Km. 16.5, Carretera a El Salvador FECHA DE MUESTREO: Desconocida FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA Y PAPELERIA: 12-11-07 FECHA DE ANALISIS: del 20 al 23-11-07 PRECIO DE ANALISIS: \$ 12.00 ANALISTA: Julio Villacinda</p>		
DESCRIPCION	METODO DE ANALISIS	ESPECIFICACION (a)
CALOR DE COMBUSTION SUPERIOR, MJ/kg	ASTM D-240	(c) 39.37
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>a) En el Acuerdo Ministerial No. 192-2006, no existen especificaciones para este producto b) El resultado es válido solo para la cantidad de muestra presentada en este laboratorio c) 39.37 MJ/Kg es equivalente a 9404 Kcal/kg y a 16927 Btu/lb.</p>		
 Ing. Julio Villacinda SECCION DE HIDROCARBUROS   Vo. Bo. Ing. Mayra Villatoro COORDINADORA LABORATORIOS TECNICOS 		

4. Calor de combustión de esterina III

LABORATORIO TECNICO	MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS REPUBLICA DE GUATEMALA	MEM PAGINA 1 DE (1) LAB-REP-1280-07 ORDEN No. L-583-07 GUATEMALA, 23-11-07	
<p align="center">RESULTADOS DE ANALISIS</p> <p>MUESTRA: Super Esterina T1003 PRESENTADA POR: Marta Salvatierra RESPONSABLE DEL MUESTREO: Marta Salvatierra PROCEDENCIA: UVG/Marta Salvatierra LOCALIZACION: Lote 6, manzana B, sector 3A, Km. 16.5, Carretera a El Salvador FECHA DE MUESTREO: Desconocida FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA Y PAPELERIA: 12-11-07 FECHA DE ANALISIS: del 20 al 23-11-07 PRECIO DE ANALISIS: \$ 12.00 ANALISTA: Julio Villacinda</p>			
DESCRIPCION CALOR DE COMBUSTION SUPERIOR, MJ/kg	METODO DE ANALISIS ASTM D-240	ESPECIFICACION (a) -----	RESULTADOS (b) (c) 39.28
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>a) En el Acuerdo Ministerial No. 192-2006, no existen especificaciones para este producto b) El resultado es válido solo para el volumen de muestra presentada en este laboratorio c) 39.28 MJ/Kg es equivalente a 9382 Kcal/kg y a 16887 Btu/lb. Como referencia se calculó el poder calorífico inferior utilizando una gráfica (disponible en el laboratorio) y es de 40 MJ/kg</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  Ing. Julio Villacinda SECCION DE HIDROCARBUROS </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  Vo. Bo. Ing. Mayra Villacinda COORDINADORA LABORATORIOS TECNICOS </div>			


5. Calor de combustión de esterina V

LABORATORIO TECNICO	 MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS REPUBLICA DE GUATEMALA	MEM PAGINA 1 DE (1) LAB-REP-1278-07 ORDEN No. L-583-07 GUATEMALA, 23-11-07	
RESULTADOS DE ANALISIS			
MUESTRA: Esterina PRESENTADA POR: Marta Salvatierra RESPONSABLE DEL MUESTREO: Marta Salvatierra PROCEDENCIA: UVG/Marta Salvatierra LOCALIZACION: Lote 6, manzana B, sector 3A, Km. 16.5, Carretera a El Salvador FECHA DE MUESTREO: Desconocida FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA Y PAPELERIA: 12-11-07 FECHA DE ANALISIS: del 20 al 23-11-07 PRECIO DE ANALISIS: \$ 12.00 ANALISTA: Julio Villacinda			
DESCRIPCION	METODO DE ANALISIS	ESPECIFICACION (a)	RESULTADOS (b)
CALOR DE COMBUSTION SUPERIOR, MJ/kg	ASTM D-240	_____	(c) 39.53
OBSERVACIONES: <p>a) En el Acuerdo Ministerial No. 192-2006, no existen especificaciones para este producto b) El resultado es válido solo para la cantidad de muestra presentada en este laboratorio c) 39.53 MJ/Kg es equivalente a 9441 Kcal/kg y a 16994 Btu/lb.</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  Ing. Julio Villacinda SECCION DE HIDROCARBUROS </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  Vo. Bo. Ing. Mayra Villatoro COORDINADORA LABORATORIOS TECNICOS </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">   </div>			

6. Calor de combustión de mezcla, esterina III e hidrogenado duro en proporción 75:25

<p>LABORATORIO TECNICO</p>	<p>MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS REPUBLICA DE GUATEMALA</p>	<p>MEM PAGINA 1 DE (1) LAB-REP-1279-07 ORDEN No. L-583-07 GUATEMALA, 23-11-07</p>	
<p align="center">RESULTADOS DE ANALISIS</p> <p>MUESTRA: Mezcla A. PF. PRESENTADA POR: Marta Salvatierra RESPONSABLE DEL MUESTREO: Marta Salvatierra PROCEDENCIA: UVG/Marta Salvatierra LOCALIZACION: Lote 6, manzana B, sector 3A, Km. 16.5, Carretera a El Salvador FECHA DE MUESTREO: Desconocida FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA Y PAPELERIA: 12-11-07 FECHA DE ANALISIS: del 20 al 23-11-07 PRECIO DE ANALISIS: \$ 12.00 ANALISTA: Julio Villacinda</p>			
<p>DESCRIPCION</p>	<p>METODO DE ANALISIS</p>	<p>ESPECIFICACION (a)</p>	<p>RESULTADOS (b)</p>
<p>CALOR DE COMBUSTION SUPERIOR, MJ/kg</p>	<p>ASTM D-240</p>	<p>-----</p>	<p>(c) 39.11</p>
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>a) En el Acuerdo Ministerial No. 192-2006, no existen especificaciones para este producto b) El resultado es válido solo para la cantidad de muestra presentada en este laboratorio c) 39.11 MJ/Kg es equivalente a 9341 Kcal/kg y a 16814 Btu/lb.</p> <p align="center">  Ing. Julio Villacinda SECCION DE HIDROCARBUROS </p> <p align="center">  </p> <p align="center">  Vo. Bo. Ing. Meyra Villacinda COORDINADORA LABORATORIO TECNICO </p> <p align="center">  </p>			

7. Análisis de laboratorio de hidrogenado duro

 Nº 22861

REPORTE DE ANÁLISIS
LABORATORIO, CONTROL DE CALIDAD Carg. 33

MUESTRA: 112 Duro F32 Convertida 2
FECHA: 24/06/07 HORA DE REPORTE: 09:40

CONTENIDO DE GRASA SÓLIDA (N.M.R)

% DE SÓLIDOS A 10.0 °C	<u>98.96</u>
% DE SÓLIDOS A 21.1 °C	<u>98.91</u> <u>Alto</u>
% DE SÓLIDOS A 26.7 °C	<u>98.79</u> <u>Alto</u>
% DE SÓLIDOS A 33.3 °C	<u>98.66</u> <u>Alto</u>
% DE SÓLIDOS A 40.6 °C	<u>98.40</u> <u>Alto</u>

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO (AOCS)

COLOR: Espectrofotómetro: Lovibond

PEROXIDO (meq/kg): _____

ACIDEZ (%FF): _____

PUNTO DE FUSIÓN: Wiley (°C): 64.6 Capilar (°C): _____

PUNTO DE CONGELACIÓN (°C): 51.6

ÍNDICE DE YODO (Wijs): 4.99

PUNTO DE NUBLAMIENTO (°C): _____

OTROS: _____

ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

SABOR: _____

OLOR: _____

IMPUREZAS VISIBLES: _____

OTROS: _____

FORMULACION


MATERIA PRIMA	PORCENTAJE
<u>CS + 3</u>	<u>100%</u>

OBSERVACIONES: Sólidos no cumplen

LABORATORISTA

PLANTA Y BODEGA CENTRAL:
Km. 16.5 Carretera a El Salvador, Frajanes, Guatemala, C.A. 01901
TELEFAX: (502) 6634-1946 - 6634-1948, Atención al Cliente: (502) 6637-1780

8. Análisis de laboratorio de carga hidrogenada

 Nº 28040

REPORTE DE ANÁLISIS
LABORATORIO, CONTROL DE CALIDAD

MUESTRA: Carga 481 F3Lab Don 1 Qob 40
FECHA: 07-11-007 HORA DE REPORTE: 220

CONTENIDO DE GRASA SÓLIDA (N.M.R)

% DE SÓLIDOS A 10.0 °C	<u>95.25</u>	
% DE SÓLIDOS A 21.1 °C	<u>94.05</u>	<u>Sólidos</u>
% DE SÓLIDOS A 26.7 °C	<u>55.61</u>	<u>altos.</u>
% DE SÓLIDOS A 33.3 °C	<u>75.77</u>	
% DE SÓLIDOS A 40.6 °C	<u>51.00</u>	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO (AOCS)

COLOR: Espectrofotómetro: Lovibond
PEROXIDO (meq/kg): _____
ACIDEZ (%FF): _____
PUNTO DE FUSION: Wilely (°C): 53.5 Capilar (°C) 53.8
PUNTO DE CONGELACIÓN (°C): 44.0
ÍNDICE DE YODO (Wijis): 40.60
PUNTO DE NUBLAMIENTO (°C): _____
OTROS: _____

ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

SABOR: _____
OLOR: _____
IMPUREZAS VISIBLES: _____
OTROS: _____

FORMULACION

MATERIA PRIMA	PORCENTAJE
<u>Grasa 4</u>	<u>95.25</u>
<u>Grasa</u>	<u>W/Suf.</u>

OBSERVACIONES: Sólidos y fusión W
completan el 2

LABORATORISTA

PLANTA Y BODEGA CENTRAL:
Km. 16.5 Carretera a El Salvador, Fraijanes, Guatemala, C.A. 01901
TELEFAX: (502) 6634-1946 - 6634-1948, Atención al Cliente: (502) 6637-1780

9. Análisis de laboratorio de esterina III

Nº 28034

OLMECA

REPORTE DE ANÁLISIS
LABORATORIO, CONTROL DE CALIDAD

MUESTRA: Super Est. 5 Fraccionador
 FECHA: 06-11-001 HORA DE REPORTE: 18:30

CONTENIDO DE GRASA SÓLIDA (N.M.R)

% DE SÓLIDOS A 10.0 °C	<u>75.98</u>
% DE SÓLIDOS A 21.1 °C	<u>55.05</u>
% DE SÓLIDOS A 26.7 °C	<u>40.37</u>
% DE SÓLIDOS A 33.3 °C	<u>25.04</u>
% DE SÓLIDOS A 40.6 °C	<u>14.30</u>

ANÁLISIS FISIQUÍMICO (AOCS)

COLOR: Espectrofotómetro: _____ Lovibond 28.0
 PEROXIDO (meq/kg): _____
 ACIDEZ (%FF): _____ 0060
 PUNTO DE FUSION: Wiley (°C): 50.7 Capilar (°C) _____
 PUNTO DE CONGELACIÓN (°C): _____
 ÍNDICE DE YODO (Wij): 37.50
 PUNTO DE NUBLAMIENTO (°C): _____
 OTROS: _____

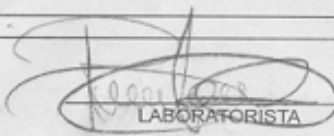
ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

SABOR: _____
 OLOR: _____
 IMPUREZAS VISIBLES: pos
 OTROS: _____

FORMULACION

MATERIA PRIMA	PORCENTAJE
<u>01.4</u>	<u>100%</u>

OBSERVACIONES _____


LABORATORISTA

PLANTA Y BODEGA CENTRAL:
 Km. 16.5 Carretera a El Salvador, Frajanes, Guatemala, C.A. 01901
 TELEFAX: (502) 6634-1946 - 6634-1948, Atención al Cliente: (502) 6637-1760

10. Análisis de laboratorio de esterina V

Nº 24680

OLMECA

REPORTE DE ANÁLISIS
LABORATORIO, CONTROL DE CALIDAD

MUESTRA: Esterina S 7313
FECHA: 26.06.07 HORA DE REPORTE: 15:00

CONTENIDO DE GRASA SÓLIDA (N.M.R)

% DE SÓLIDOS A 10.0 °C	<u>61.90</u>
% DE SÓLIDOS A 21.1 °C	<u>68.78</u>
% DE SÓLIDOS A 25.7 °C	<u>58.26</u>
% DE SÓLIDOS A 33.3 °C	<u>42.55</u> alto 2
% DE SÓLIDOS A 40.6 °C	<u>29.44</u> alto 4

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO (AOCS)

COLOR: Espectrofotómetro: 30.0
Lovibond 3.0

PEROXIDO (meq/kg): _____

ACIDEZ (%FF): 0.050

PUNTO DE FUSIÓN: Wiley (°C): 53.4 Capilar (°C) _____

PUNTO DE CONGELACIÓN (°C): _____

ÍNDICE DE YODO (W/s): 32.31

PUNTO DE NUBLAMIENTO (°C): _____

OTROS: _____

ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

SABOR: _____

OLOR: _____

IMPUREZAS VISIBLES: _____

OTROS: _____

FORMULACION

MATERIA PRIMA	PORCENTAJE
<u>Est S</u>	<u>100%</u>

OBSERVACIONES: Sólidos a 33.3 y 40.6 altos.

LABORATORISTA

PLANTA Y BODEGA CENTRAL:
Km. 16.5 Carretera a El Salvador, Frío, Guatemala, C.A. 01501
TELEFAX: (502) 6634-1945 - 6634-1948, Atención al Cliente: (502) 6637-1780

11. Análisis de laboratorio de mezcla, esterina III e hidrogenado duro en proporción 75:25

Nº 24701

OLMECA

REPORTE DE ANÁLISIS
LABORATORIO, CONTROL DE CALIDAD

MUESTRA: 91954 A.P.F T 412
FECHA: 27-06-00 HORA DE REPORTE: 01:00

CONTENIDO DE GRASA SÓLIDA (N.M.R)

% DE SÓLIDOS A 10.0 °C	<u>90.49</u> KALTO
% DE SÓLIDOS A 21.1 °C	<u>79.77</u> KALTO
% DE SÓLIDOS A 26.7 °C	<u>71.54</u> KALTO
% DE SÓLIDOS A 33.3 °C	<u>59.18</u> KALTO
% DE SÓLIDOS A 40.6 °C	<u>46.05</u> KALTO

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO (AOCS)

COLOR: Espectrofotómetro: _____ Lovibond _____
PEROXIDO (meq/kg): _____
ACIDEZ (%FF): 55.6
PUNTO DE FUSION: Wiley (°C): 45.6 Capilar (°C): _____
PUNTO DE CONGELACIÓN (°C): 32.83
INDICE DE YODO (Wija): _____
PUNTO DE NUBLAMIENTO (°C): _____
OTROS: _____


ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

SABOR: _____
OLOR: _____
IMPUREZAS VISIBLES: _____
OTROS: _____

FORMULACION

MATERIA PRIMA	PORCENTAJE
<u>ESTS</u>	<u>75%</u>
<u>ARDuro</u>	<u>25%</u>

OBSERVACIONES Sólidos y fusión no cumplen (A)


LABORATORISTA

PLANTA Y BODEGA CENTRAL:
Km. 16.5 Carretera a El Salvador, Frajanes, Guatemala, C.A. 01901
TELEFAX: (502) 6634-1946 - 6634-1948, Atención al Cliente: (502) 6637-1760