

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E
INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS**



**FRACCIONAMIENTO DE ESTEARINA DE PALMA A NIVEL DE
PLANTA PILOTO EN LA EMPRESA INDUSTRIAS DEL ESPINO
S.A.**

INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

Para optar al título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

ZONIA MELISSA, CALVO RENGIFO

PROMOCIÓN 2003

**Tingo María - Perú
2010**



Q01

C18

Calvo Rengifo, Zonia Melissa

Fraccionamiento de Estearina de Palma a nivel de Planta Piloto en la empresa
Industrias del Espino S.A. Tingo María, 2010

77 páginas; 14 cuadros; 15 fgrs.; 28 ref.; 30 cm.

Informe experiencia laboral (Ingeniero en Industrias Alimentarias) Universidad
Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Ingeniería en Industrias
Alimentarias.

- | | | |
|-------------------|---------------------------|---------------------|
| 1. PALMA | 2. FRACCIONAMIENTO | 3. ESTEARINA |
| 4. MANTECA | 5. CRISTALIZACIÓN | 6. FILTRADO |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Av. Universitaria s/n. Teléfono (062) 561385 – Fax (062) 561156
Apart. Postal 156 Tingo María E.mail: fia@unas.edu.pe

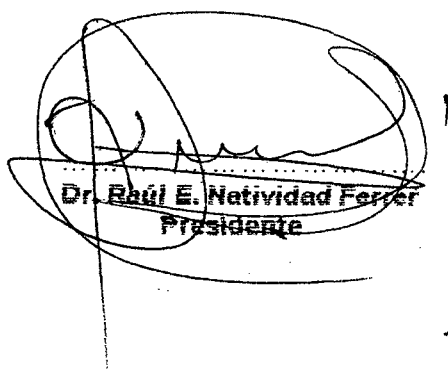
ACTA DE SUSTENTACIÓN POR EXPERIENCIA PROFESIONAL

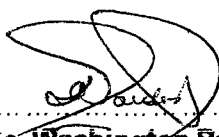
Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 26 de Mayo de 2010, a horas 7:30 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar el Informe de Ingeniería presentado por la modalidad de Titulación por Experiencia Profesional por la Bach. **CALVO RENGIFO, Zonia Melissa**, titulado:

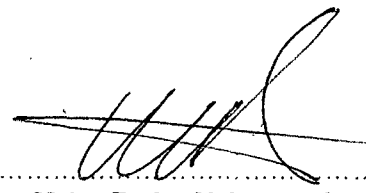
“FRACCIONAMIENTO DE ESTEARINA DE PALMA A NIVEL DE PLANTA PILOTO EN LA EMPRESA INDUSTRIAS DEL ESPINO S.A.”

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**, en consecuencia el Bachiller, queda apto para proseguir el trámite para la obtención del título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 22º de la Ley Universitaria 23733; los artículos 51º y 52º del Estatuto Actualizado y el Reglamento de Otorgamiento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 11 de Junio de 2010


.....
Dr. Raúl E. Netividad Ferrer
Presidente


.....
Ing. MSc. Washington Paredes Pereda
Miembro


.....
Ing. M.Sc. Pedro Vejarano Jara
Miembro

DEDICATORIA

A DIOS

Ser omnipotente; por ser mi guía en
cada acción de mi vida.

A MI MARIA MARCELA

El ángel de mi guarda, que Dios me
permitió conocer por unos días.
Q.P.D y D.D.G

A MIS PADRES

Edison y Melita por el hogar
brindado lleno de respeto, alegría y
amor incondicional.

A MIS HERMANOS

Carlos Ramón, Edison Pedro,
Karem Ysela y Dafne América por
todo el apoyo brindado en cada
instante de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Mi Alma Mater que me brindó la formación básica para mi desarrollo profesional, por intermedio de cada docente dispuesto a compartir sus sabios conocimientos.

A LA EMPRESA INDUSTRIAS DEL ESPINO S.A.

Por darme la oportunidad de formar parte de su staff profesional.

AL INGENIERO JORGE FERMÍN LOZÁN LUYO

Por ser un maestro en el día a día de mi desarrollo laboral, instando a la responsabilidad, la proactividad, el liderazgo, identificación con nuestras actividades; como características claves de un profesional competente.

A LA DRA. ELIZABETH ORDOÑEZ GÓMEZ.

Por la orientación, el seguimiento constante para el desarrollo satisfactorio de esta etapa profesional.

A MIS AMIGOS.

Que me faltaría espacio para nombrarlos, dado que día a día se presentan a mi vida para aportar un granito en mi desarrollo personal.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN LITERARIA.....	4
A. ASPECTOS GENERALES DE LOS ACEITES Y GRASAS.....	4
1. Definición.....	4
2. Componentes.....	4
3. Estearina.....	6
4. Polimorfismo	6
5. Propiedades fisicoquímicas de aceites y grasas	10
5.1 Punto de fusión	10
5.2 Valor de yodo ó índice de yodo	10
5.3 Contenido de grasa sólida (SFC)	11
B. GENERALIDADES DEL ACEITE DE PALMA	12
1. Industrialización del aceite de palma	12
1.1 Aceite crudo	14
1.2 Aceite refinado	14
2. Obtención de la estearina de palma	14
3. Composición química del aceite de palma	15
4. Composición química de la estearina de palma	18
C. FRACCIONAMIENTO DE ACEITES	19
1. Definición	19
2. Sistemas de fraccionamiento	19
2.1 Fraccionamiento con solvente	19
2.2 Fraccionamiento mediante el uso de detergente	20
2.3 Fraccionamiento en seco	20
3. Proceso de fraccionamiento en seco	20
3.1 Cristalización	21
3.1.1 Formación de núcleos	21
3.1.2 Crecimiento del cristal	22

3.1.3 Aglomeración	23
3.1.4 Morfología	23
3.2 Separación	23
4. Fraccionamiento en seco del aceite de palma	25
4.1 Comportamiento de la cristalización del aceite de palma	28
4.2. Condiciones de la reacción para la cristalización	30
5. Usos del aceite de palma y sus fracciones	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	33
A. Lugar de ejecución	33
1. Ubicación geográfica	33
B. Materiales	33
1. Materia prima	33
2. Materiales, equipos y reactivos	34
2.1 Materiales	34
2.2 Equipos	35
2.3 Reactivos	36
C. Métodos de análisis	36
D. Metodología experimental	37
1. Fraccionamiento de la estearina de palma	37
1.1 Caracterización de la estearina de palma	37
1.2 Evaluación del efecto del fraccionamiento de la estearina de palma	37
1.3 Evaluación del rendimiento del proceso de fraccionamiento	40
2. Evaluación del efecto del fraccionamiento de la estearina blanda EB1	41
3. Comparación de las estearinas estudiadas con productos comerciales	43
3.1 Comparación de las estearinas blandas EB1 y EB2 con mantecas comerciales	43

3.2	Comparación de la estearina super ES3 con manteca culinarios en desarrollo	44
4.	Aplicación de los productos obtenidos	44
5.	Fraccionamiento de otros productos	45
IV.	RESULTADOS	46
1.	Fraccionamiento de la estearina de palma	46
1.1	Caracterización de la estearina de palma	46
1.2	Evaluación del efecto del fraccionamiento de la estearina de palma	47
1.3	Evaluación del rendimiento del proceso de fraccionamiento	49
2.	Evaluación del efecto del fraccionamiento de la estearina blanda EB1	49
3.	Comparación de las estearinas estudiadas con productos comerciales	51
3.1	Comparación de las estearinas blandas EB1 y EB2 con mantecas comerciales	51
3.2	Comparación de la estearina super ES3 con manteca culinarios en desarrollo	53
4.	Aplicación de los productos obtenidos	55
5.	Fraccionamiento de otros productos	57
5.1	Fraccionamiento del aceite de palmiste	57
5.2	Obtención de Manteca Cocoa Butter Equivalentents (CBE)	57
5.3	Obtención de oleína de palma con menor punto nube	59
V.	DISCUSIÓN.....	60
VI.	CONCLUSIONES.....	70
VII.	RECOMENDACIONES.....	72
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	74
	ANEXO.....	78

RESUMEN

Del fraccionamiento de aceite de palma se obtiene 70% de oleína (fracción líquida) y 30% de estearina (fracción sólida); variando las condiciones del proceso se pueden obtener productos de diferentes características lo cual hace posible varios grados de oleínas, estearinas y fracciones medias, que son empleadas en la elaboración de mantecas y jabones. El objetivo principal fue desarrollar los parámetros de proceso para el fraccionamiento de estearina de palma con punto de fusión de 49,4°C a nivel de planta piloto en el área de investigación y desarrollo de la empresa Industrias del Espino S.A., estableciendo dos protocolos de cristalización basado en la variación de la temperatura final de cristalización, 49°C y 52°C; obteniendo dos tipos de grasas con características diferentes: estearinas blandas (EB1 y EB2) con punto de fusión de 38,9°C y 41,8°C respectivamente y estearinas super (ES1 y ES2) con punto de fusión de 58,4°C y 59°C respectivamente. Las estearinas blandas cumplen parcialmente con las características fisicoquímicas de dos mantecas comerciales tales como la manteca Mangal y Kraft Verano respectivamente. Así mismo, la estearina blanda 2 (EB2) es una grasa adecuada para su aplicación en panificación. Las estearinas super (ES1 y ES2), son adecuadas para la elaboración de jabones y como insumo para la preparación de alimento balanceado. Del fraccionamiento de la estearina blanda de menor punto de fusión (38,9°C) se obtuvo la estearina super 3 (ES3) punto de fusión de 49° C que cumple parcialmente con las características fisicoquímicas de la manteca para culinarios y una estearina blanda 3 (ES3) de punto de fusión de 28,3°C que puede ser empleada en mezclas de grasas para mantecas.

I. INTRODUCCIÓN

El fraccionamiento de aceites y grasas empezó a tener importancia industrial después de 1950 y especialmente a partir de 1970, gracias al auge en el cultivo de palma en países como Malasia e Indonesia; los desarrollos que se han dado en otros sectores industriales, así como el advenimiento de técnicas analíticas han permitido entender los factores que gobiernan este proceso, lo cual ha sido fundamental para optimizarlo y para obtener productos con mayor valor agregado. Muchos de los aceites y grasas naturales tienen una aplicación limitada en su forma original como consecuencia de su composición química específica.

Del fraccionamiento de aceite de palma se obtiene la oleína (fracción líquida) y la estearina (fracción sólida); variando las condiciones del proceso de fraccionamiento se pueden obtener productos de diferentes características, modificando los rendimientos relativos de las dos fracciones lo cual hace posible comercialmente varios grados de oleínas, estearinas y fracciones medias dependiendo de la grasa empleada como materia prima; permitiendo así a los fabricantes de alimentos seleccionar las propiedades que requieren en particular.

Industrias del Espino S.A. (INDESA), entidad privada del grupo Romero desde 1979 industrializa la palma aceitera (RFF: racimo de fruto

fresco) (CHANDRASEKHARAN Y SUNDRAM, 1999); mediante los procesos de extracción, refinación física y fraccionamiento, obteniendo como producto terminado aceites, mantecas, coberturas de chocolate, jabones y alimento para vacuno.

INDESA en el proceso de fraccionamiento en seco obtiene un rendimiento de 70% de oleína, empleada para la elaboración de aceites y mantecas y un 30% de estearina que es empleada en la elaboración de mantecas y jabones en determinadas proporciones. Por otro lado cuenta con el área de Investigación y Desarrollo orientado a obtener productos que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente, mediante la innovación y desarrollo aplicado a aceites, mantecas, chocolates, jabones y nuevos productos.

Siendo uno de los propósitos dar valor agregado a la estearina de palma mediante la obtención de una fracción media, utilizando el proceso de fraccionamiento en seco, en la planta piloto de fraccionamiento orientada a establecer condiciones de proceso que permiten obtener productos con diferentes características fisicoquímicas y diferente funcionalidad, lo que conlleva a obtener nuevos productos y/o mejorar los productos en línea de proceso.

En tal sentido, el presente informe tuvo los siguientes objetivos:

Objetivo general

Desarrollar los parámetros de proceso, para el fraccionamiento de estearina de palma a nivel de planta piloto en INDESA.

Objetivos específicos

1. Caracterizar la estearina de palma.
2. Evaluar dos protocolos de cristalización (temperatura final de cristalización) y los productos del fraccionamiento de la estearina de palma.
3. Evaluar el fraccionamiento de la estearina blanda.
4. Comparar las características de las estearinas blandas del fraccionamiento de estearina de palma con productos comerciales.
5. Comparar las características de la estearina super del fraccionamiento de la estearina blanda con producto comercial.
6. Evaluar su funcionalidad de las estearinas blandas obtenidas.

II. REVISIÓN LITERARIA

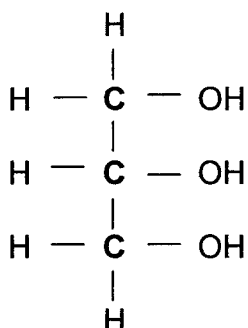
A. ASPECTOS GENERALES DE LOS ACEITES Y GRASAS

1. Definición.

Las grasas y aceites son predominantemente triésteres de ácidos grasos y glicerol, llamados comúnmente triglicéridos. Son insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos. Son menos densos que el agua y a temperatura ambiente varían de consistencia desde líquidos a sólidos (ZILLER, 1996).

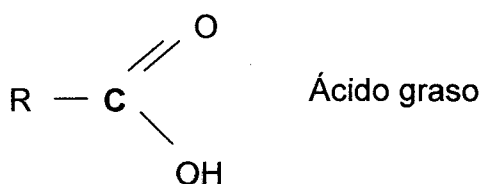
2. Componentes.

Glicerol o glicerina, es un alcohol triple simétrico (propano-1,2,3-triol) que participa en la formación de cada molécula de grasa (BOCKISCH, 2008 Y CHARLEY, 1995).



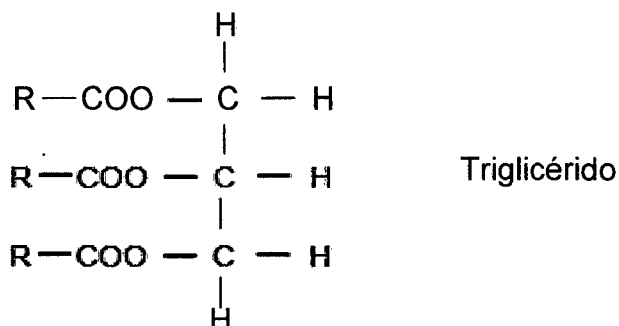
Glicerol

Los ácidos grasos, son ácidos monocarboxílicos. Todos los ácidos grasos predominantes de los aceites y grasa comestibles pertenecen a las familias de los alcanos y alquenos. La estructura de los ácidos grasos ejerce una gran influencia sobre sus propiedades físicas, se pueden presentar diferencias estructurales solo en la posición del enlace doble o en su configuración (cis o trans) (BOCKISCH, 2008).



Glicéridos, son la combinación química de la glicerina con ácidos grasos, eliminando una, dos o tres moléculas de agua según su grado de combinación (BERNARDINI, 1981).

Triglicéridos, son ésteres del glicerol con tres moléculas de ácidos grasos, de los cuales cada uno puede contener distinto número de átomos de carbono y grados de insaturación y ramificación (GIRAUDIO *et al.*, 2008).



3. Estearina.

El término estearina se utiliza para las fracciones sólidas de muchos aceites y grasas. Esto incluye la estearina de sebo de carne de res, la estearina de manteca de cacao, la estearina de palmiste y la estearina de palma (CHANDRASEKHARAN Y SUNDRAM, 1999).

El ácido palmítico se encuentra en todas las grasas vegetales y animales, en cantidad de por lo menos un 6 – 8 % y es el principal constituyente de la manteca de cerdo, sebo, aceite de palma, manteca de cacao y otras mantecas vegetales. El ácido esteárico se halla también ampliamente distribuido; muchos aceites vegetales lo contienen en proporción de alrededor del 1 – 3 % y la manteca de cerdo, sebo y manteca de cacao contienen un 8, 17 y 35 %. (BAILEY, 1951).

4. Polimorfismo.

En los triglicéridos pueden existir tres formas cristalinas, denominadas forma alfa (α), beta (β) y beta prima (β'). También existe una forma amorfa vítrea que se origina por enfriamiento a partir de grasas fundidas. Ésta se conoce con el nombre de modificación gamma (γ) (BOCKISCH, 2008); esta forma también se denomina sub α ó β^2 (CADENA, 2004).

A partir de allí se alcanza la forma α , pasando a β' y β . La transición entre las formas cristalinas es irreversible debido a que los puntos de fusión son muy distintos, tal como se muestra en el Cuadro 1 (BOCKISCH, 2008).

Las tablas muestran que no sólo disminuyen en forma absoluta las diferencias en los puntos de fusión en la secuencia α , β' , β , sino también disminuyen relativamente entre sí a medida que se incrementa el largo de la cadena. La modificación respectiva influye en el comportamiento de la cristalización, por ejemplo en la velocidad de nucleación y el crecimiento de los cristales (BOCKISCH, 2008).

Forma α , menos estable y con el punto de cristalización más bajo, se obtiene por enfriamientos rápidos a temperaturas inferiores de su punto de fusión, espontáneamente evoluciona a otras formas de cristalización. Forma β' (cristales pequeños en forma de aguja), de punto de cristalización más alto, es la preferida por los tecnólogos y los consumidores pues mejora la plasticidad de la grasa, le dan una textura uniforme. Forma β (de cristales granulares grandes), con el punto de cristalización más alto, aporta una textura arenosa y hacen quebradizos a los productos acabados (GRACIANI, 2006).

Un enfriamiento muy rápido del aceite líquido conduce a la forma sub α , la cual, por calentamiento, se transforma en forma α ; un enfriamiento más lento conduce a la forma α , la cual por calentamiento, se convierte en la forma β' ; enfriando a una temperatura por encima del punto de fusión de la forma α , se obtiene el polimorfo β' ; la forma β se obtiene por calentamiento de la forma β' , o por un enfriamiento lento (CADENA, 2004). Este fenómeno se muestra en la Figura 1.

Cuadro 1. Puntos de fusión para las distintas formas cristalinas de triglicéridos saturados con un solo ácido GA3.(*)

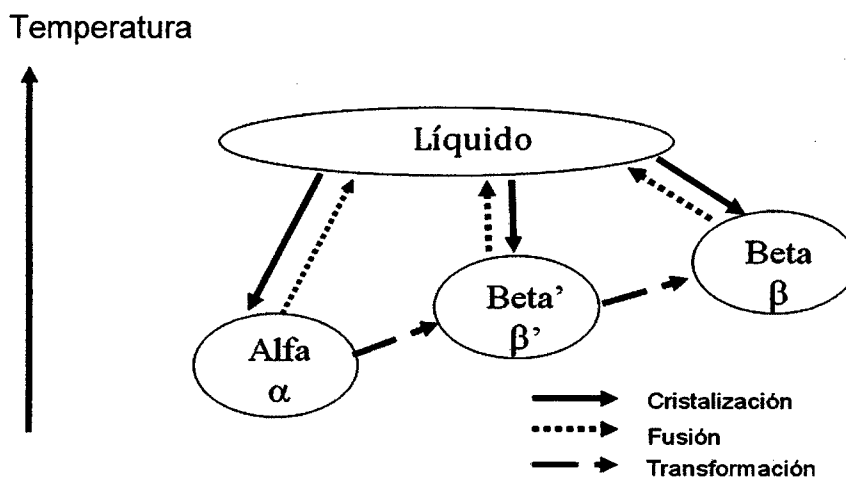
Ácido graso	Punto de fusión de la forma cristalina en °C			
	A	α	β'	β
C8:0			-21	8,3
C10:0		-15	18	31,5
C12:0		15	35	46,5
C14:0		33	46,5	58
C16:0		45	56,5	63,5
C18:0		55	65	73,1
C18:1		-32	-12	4,9
C18:2		-45	-13	-13
C18:3		-44,6	-	-24
C20:0		62	69	78
C22:1		17	25	30

Fuente: BOCKISCH (2008).

(*) GA3: Triglicérido con tres ácidos grasos iguales; A: Ácido graso.

Usando las condiciones adecuadas de enfriamiento, los polimorfos pasarán a través de transformaciones irreversibles, de las formas menos estables a las más estables, es decir $\alpha < \alpha' < \beta' < \beta$ (CADENA, 2004).

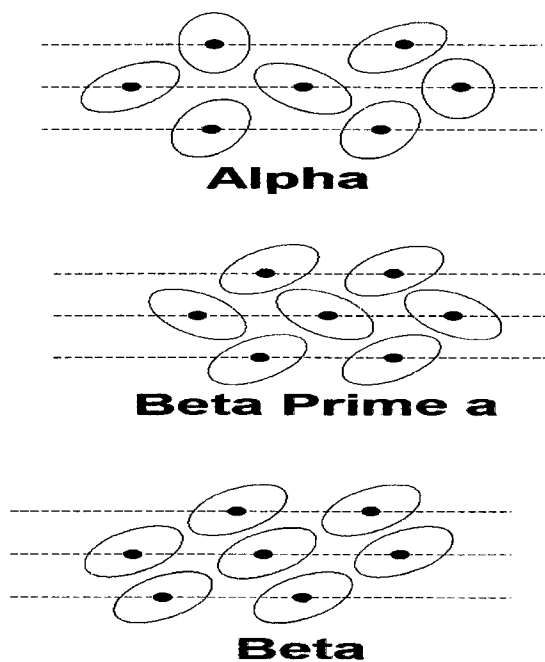
En la Figura 2 se muestra la sección transversal de la estructura cristalina.



Fuente: LEISSNER (1991).

Figura 1. Transformaciones polimórficas

Cross – Sectional Structures of Tryglicerides



Fuente: NAPOLITANO (2009).

Figura 2. Sección transversal de la estructura cristalina

5. Propiedades fisicoquímicas de aceites y grasas.

Las características físicas influyen de manera considerable sobre las propiedades relacionadas con el uso de los aceites y grasas; mientras que las características químicas presentan una menor importancia debido a que son más significativas para la estabilidad de los mismos. Los puntos de fusión y la forma y distribución de los cristales influyen sobre el fraccionamiento (BOCKISCH, 2008).

5.1 Punto de fusión.

Según CHARLEY (1995), el punto de fusión de una grasa es una medida de la fuerza de sus enlaces entre los radicales del ácido graso dentro de los cristales. Entre mayor sea la atracción entre las moléculas, menos necesario se hace enfriarla para que cristalice. Las grasas que contienen dichas moléculas tienen altos puntos de fusión. Los puntos de fusión de los triglicéridos que forman una grasa determinan si la grasa será un líquido, un sólido plástico o que sea dura o quebradiza a temperatura ambiente.

El punto de fusión de una sustancia pura, sin polimorfismo es la temperatura en la que se encuentra en equilibrio el estado sólido y líquido, a la presión de una atmósfera. Teóricamente los puntos de fusión y solidificación son iguales, aunque los valores obtenidos en una determinación no son exactamente iguales. Las grasas son mezclas de diversos componentes, no se funden bruscamente y casi siempre hay una diferencia entre la temperatura de solidificación y fusión, debido al

tiempo de ablandamiento en la fase de transición de sólido a líquido (TAN, 1993).

5.2 Valor de yodo ó índice de yodo.

Una propiedad distintiva de los compuestos de carbono no saturados es la de adicionar halógenos, que se emplea para la estimación cuantitativa de la insaturación. El valor de yodo mide el contenido de insaturación o enlaces dobles capaz de reaccionar con halógenos. Es definido como el porcentaje de yodo absorbido por el aceite bajo condiciones de prueba. El método más usado es el de Wijs, su exactitud es influenciado por la inestabilidad del reactivo de Wijs y de la solución de tiosulfato (TAN, 1993).

5.3 Contenido de grasa sólida (SFC).

La Resonancia Magnética Nuclear (RMN) de baja resolución se está utilizando para la determinación del contenido de grasa sólida en grasa líquida o del porcentaje de sólidos en una grasa plástica en función de la temperatura; conocimiento de gran importancia en la formulación de este tipo de alimentos. Más modernamente, y con este mismo fin, se han desarrollado aparatos basados en la RMN de pulsos (GRACIANI, 2006).

Una carga en movimiento genera un campo magnético. Los protones tienen "giro" y actuarán como barras de imanes diminutos que tienden a encuadrarse en la dirección de un campo magnético fuerte y

estable en el instrumento NMR y se procesan a una frecuencia angular específica. Después de introducir la energía por medio de una fuerte radio frecuencia de pulso, el ángulo de precesión se cambia por 90° .

Esto induce una señal en la bobina del receptor del instrumento, proporcional al número de protones presentes en la actual fase sólida ó líquida. Cuando la energía cesa, cierta relajación procesa la salida y el sistema regresa a su estado inicial. Existen 2 formas de relajación, la giro – lattice y la giro – giro, esta última es significativa en la determinación de SFC. En este caso, la energía se distribuye a los protones en la misma molécula, y los diferentes tiempos de relajación ocurren dependiendo del entorno nuclear. En esta base, los protones en la fase sólida se relajan mucho más rápido que aquéllos en la fase líquida, debido a que la distribución neta de los sólidos es más denso y más rígido (LEISSNER, 1991).

B. GENERALIDADES DEL ACEITE DE PALMA

1. Industrialización del aceite de palma.

El proceso industrial al que se somete el fruto de palma, para su aprovechamiento tiene tres etapas: extracción, refinación y fraccionamiento (MINAG, 2000), obteniendo el aceite crudo, el aceite refinado y las fracciones líquidas (oleínas) y sólidas (estearinas) consecutivamente, tal como se muestra en la Figura 3.

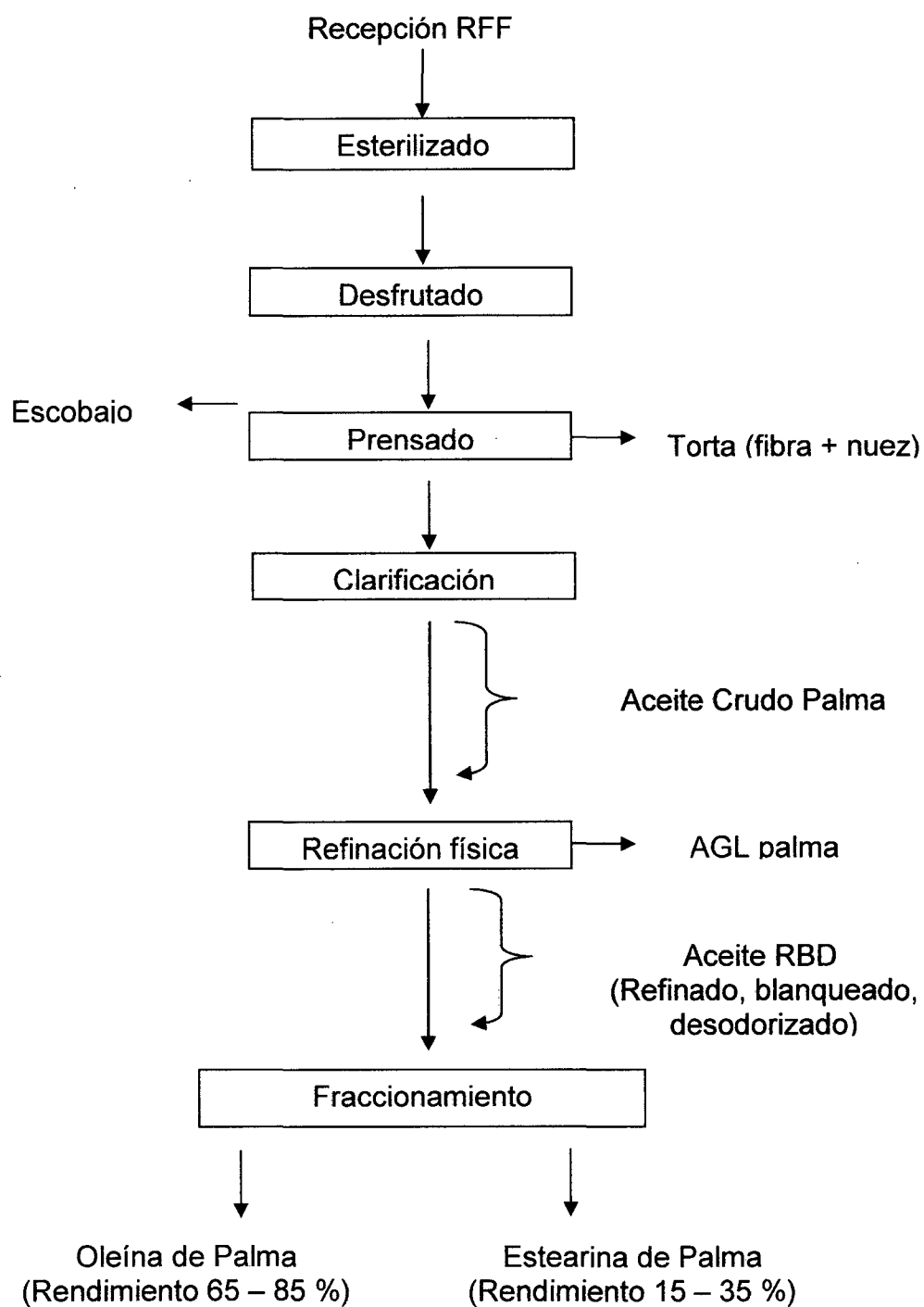


Figura 3. Diagrama de flujo de Procesamiento del aceite de palma.

1.1 Aceite crudo.

Es el aceite extraído del mesocarpio del fruto de la palma aceitera, por métodos físicos o químicos, sometidos o no a tratamientos térmicos (ITINTEC, 1983).

ZILLER (1996), menciona que el aceite crudo es obtenido directamente por extracción, conteniendo aún pequeñas cantidades de componentes no glicéridos, que serán eliminados a lo largo del proceso.

1.2 Aceite refinado.

Es el aceite crudo sometido a operaciones de desgomado, blanqueado y desodorizado; consiguiendo un producto final estable y comestible, con color, aspecto, sabor, olor y estabilidad aceptable, apto para el consumo humano (ASAGA, 2000).

Es un producto semisólido, que requiere ser sometido a un proceso de fraccionamiento a través del cual se separa la fracción líquida (oleína) de la fracción sólida (estearina) (MINAG, 2000).

2. Obtención de la estearina de palma.

La estearina de palma es la parte más sólida obtenida mediante el proceso de fraccionamiento, el cual involucra el enfriamiento del aceite de palma bajo condiciones controladas para formar cristales de grasa y la separación de los cristales (estearina de palma) de la fase líquida (oleína de palma) utilizando técnicas de filtrado (CHANDRASEKHARAN Y SUNDRAM, 1999).

3. Composición química del aceite de palma.

El aceite de palma obtenido de los frutos de *Elaeis guineensis Jacq.*, contiene 41–51 % de ácidos grasos saturados, 49-59 % de ácidos grasos insaturados, 600–1000 ppm. de vitamina E y en su forma cruda es la fuente natural más rica de carotenos con 500–700 ppm. (MORA, 2000). En el Cuadro 2, se muestra los ácidos grasos en porcentaje presentes en el mesocarpio.

Cuadro 2. Composición de los ácidos grasos del aceite del mesocarpio.

Ácido Graso	Tipo	Mesocarpio (%)
Cáprico	-	-
Caprílico	-	-
Laúrico	S	-
Linoleíco	NS	7 – 11
Mirístico	S	1,1 – 2,5
Oleíco	NS	39 - 45
Palmítico	S	40 - 46
Estearíco	S	3,6 – 4,7

Donde: S= saturado, NS= no saturado

Fuente: CENIPALMA (1996).

En el Cuadro 3, se observa el grado de saturación los ácidos grasos en porcentaje del aceite de palma.

Cuadro 3. Grado de saturación y ácidos grasos del aceite de palma.

Grado de saturación	Ácido graso	N° de carbonos	%
Saturado	Palmitico	16	44
	Estearico	18	5
Mono insaturado	Oleico	18	39
Poli insaturado	Linoleico	18	11
	Otros		1

Fuente: COTTREL (1991).

En el Cuadro 4 se muestra la composición en triglicéridos del aceite de palma, determinada por HPLC bajo argentación (CADENA, 2004).

Cuadro 4. Composición en triglicéridos del aceite de palma.

Tipo de triglicérido	Estado físico a Temp. ambiente	Aplicación	% (*)	
SSS				
MPP	Sólido	Producción de ácidos grasos	0,1	
PPP			2,0	
PPS		Coberturas duras	0,7	
PSS			0,6	
SSS			0,2	
SUS				
POP	Semisólido	Chocolatería	28,7	
POS			4,2	
SOS			0,2	
PLP			11,0	
SUU				
POO	Semilíquido	Margarinas	23,7	
SOO			1,8	
PLO			10,9	
PLL			3,6	
UUU				
OOO	Líquido	Aceites para ensalada	3,3	
OOL			Y para freír	1,8
OLL				0,5
MG/DG			6,7	

Fuente: CADENA (2004).

(*)Aceite de palma de Malasia

Donde: **S**: Saturado; **U**: Insaturado; **MG**: Monoglicéridos;

DG: Diglicéridos. M:Mirístico, P:Palmitico, S:Estearico, O:Oleico, L: Linoleico.

4. Composición química de la estearina de palma.

Al variar las condiciones del enfriamiento y los métodos de separación, se puede producir una gama de estearinas de palma con diferentes propiedades químicas y físicas.

En el Cuadro 5 se muestra el rango de las características de la estearina de palma.

Cuadro 5. Composición de la estearina de palma.

Características	Estearina de palma
Punto de fusión (°C)	44,5 – 56,2
Índice de yodo (%)	21,6 – 49,4
Ácido Graso (%):	
C 14:0 Mirístico	1,1 – 1,9
C 16:0 Palmítico	47,2 – 73,8
C 18:0 Esteárico	4,4 – 5,6
C 18:1 Oleíco	15,6 – 37,0
C 18:2 Linoleíco	3,2 – 9,8
C 18:3 Linolénico	3,2 – 9,8

Fuente: BERGER (1992).

C. FRACCIONAMIENTO DE ACEITES

1. Definición.

Según ORTHOEFER Y LIST (2008), el fraccionamiento consiste en la separación de los triglicéridos con elevado punto de derretimiento de los componentes con menor punto de fusión.

Según KELLENS (1995), el fraccionamiento es un proceso de separación donde una parte de la materia grasa, generalmente un aceite o una grasa, se cristaliza de un modo selectivo, luego del cual la fase líquida que permanece se separa de la sólida mediante filtración o centrifugación.

2. Sistemas de fraccionamiento.

Según KELLENS (1995), existen tres principios de fraccionamiento diferentes: el fraccionamiento en seco, el fraccionamiento con solventes y el fraccionamiento con uso de detergentes.

2.1 Fraccionamiento con solvente; la cristalización se realiza en soluciones diluidas utilizando principalmente acetona o hexano como solvente, con el objeto de reducir la viscosidad. En una solución diluida, como en este caso, la porción líquida consiste de una considerable cantidad de solvente, la cual, luego de la separación se evapora, dejando una cantidad mucho menor de aceite líquido en la fase sólida.

2.2 Fraccionamiento mediante el uso de detergente; se desarrolló para facilitar la separación de la fase cristalizada del líquido restante mediante el agregado de una solución de detergente acuosa en el aceite cristalizado. La separación de la fase acuosa del aceite líquido restante se realiza mediante el centrifugado.

2.3 Fraccionamiento en seco; el aceite como tal se cristaliza parcialmente mediante el enfriamiento del aceite fundido en un modo controlado, a la temperatura final deseada luego de lo cual el líquido restante se filtra en un filtro de prensa de tipo membrana o en un filtro a vacío.

3. Proceso de fraccionamiento en seco.

El fraccionamiento en seco está compuesto por dos operaciones fundamentales: el enfriamiento y la separación de las fracciones (CADENA, 2004).

El proceso de fraccionamiento puede dividirse en dos etapas consecutivas, en la primera el aceite es parcialmente cristalizado mediante un enfriamiento controlado hasta la temperatura final adecuada. En la segunda etapa la parte líquida remanente es separada de la parte sólida (KELLENS *et al.*, 1998).

3.1 Cristalización.

La cristalización de las grasas se pueden dividir con fines didácticos en tres fases: sub enfriamiento, nucleación y crecimiento de cristales (GIRAUDIO *et al.*, 2008).

Los cristales no permanecen simples, sino que tienden a aglomerarse. Tanto la forma del cristal y la distribución del tamaño del mismo, son determinadas por la forma en que el aceite es enfriado y agitado (KELLENS *et al.*, 1998).

Normalmente con anterioridad a la cristalización, el aceite se calienta a una temperatura superior al punto de fusión final del mismo, con el objeto de destruir en forma completa los cristales presentes en dicha fase. El punto clave del fraccionamiento es la selectividad de la cristalización, la cual es determinada por el modo en el que se enfría el aceite (KELLENS, 1995).

3.1.1 Formación de núcleos.

La nucleación es la formación de núcleos cristalinos estables por colisiones de las moléculas y posterior asociación. Se considera que estos núcleos forman clusters de moléculas grasas que dan pequeños cristallitos ordenados obtenidos por la colisión de las moléculas grasas (GIRAUDIO *et al.*, 2008).

Se puede presentar tres tipos de fenómenos de formación de núcleos:

- La nucleación homogénea sólo se produce en condiciones controladas en el laboratorio, tiene lugar en la mayor parte de la fase madre (HERRERA, 1995 Y KELLENS, 1995).
- La nucleación heterogénea es la forma habitual en la práctica, en este caso los núcleos se forman en las paredes del recipiente en el que está contenido el líquido o sobre partículas extrañas. Esto disminuye el grado de sobre enfriamiento necesario para formar núcleos (HERRERA, 1995).
- La nucleación secundaria tienen lugar cuando se quitan pequeños cristales de la superficie de cristales ya existentes, los cristales a su vez actúan como nuevos núcleos (KELLENS, 1995).

3.1.2 Crecimiento del cristal.

Una vez que los núcleos están formados, los mismos crecen rápidamente. La velocidad a la cual ellos se desarrollan depende no sólo de factores externos sino también de factores internos.

La velocidad de crecimiento es proporcional al super enfriamiento e inversamente proporcional a la viscosidad. Cuando mayor es la viscosidad, más difícil es el intercambio de material entre la fase pesada y la superficie del cristal y más lento el crecimiento de éste último. Para permitir una cristalización continua y uniforme, la materia grasa necesita ser mantenida como homogénea, esto requiere una agitación intensa pero no destructiva (KELLENS, 1995).

3.1.3 Aglomeración.

Debido a interacciones de atracción entre los cristales, los mismos suelen formar grupos. Los cristales de gran tamaño están generalmente compuestos de pequeños cristales diferentes que se encuentran unidos por enlaces débiles. Sin embargo puede originar una eficiencia inferior debido a un mayor transporte de líquido dentro de los grupos (KELLENS, 1995).

3.1.4 Morfología.

La morfología del cristal se encuentra determinada por las condiciones internas y externas. El tamaño de la forma de los últimos cristales depende de la relación entre dos factores: velocidad de formación de núcleos y velocidad a la cual estos centros de cristalización crecen. Generalmente el enfriamiento lento origina grandes cristales, mientras que el enfriamiento rápido produce cristales más pequeños. El tamaño óptimo del cristal se encuentra determinado en gran parte por la técnica de separación. Más importante que el tamaño es la uniformidad de éste último y la forma del cristal (KELLENS, 1995).

3.2 Separación.

Existen dos técnicas distintas de filtración: por filtro rotativo (al vacío) o por filtro prensa de membrana. En la actualidad, está comprobado que la filtración mediante filtro prensa de membrana es la técnica más eficaz de fraccionamiento en seco (KELLENS *et al.*, 1998).

El filtro prensa de tipo membrana consiste de una serie de placas filtrantes que se mantienen juntas mediante un cilindro hidráulico. Es un proceso semicontínuo; puede ser dividido en dos secuencias: filtración y estrujado. Al llenar el filtro, la lechada es presionada dentro de las cámaras del mismo, lo que permite que una gran parte de la oleína libre se separe de la lechada. En el segundo paso los cristales concentrados son estrujados mecánicamente entre las membranas, con el objeto de extraer parte de la oleína que se encuentra retenida dentro de la masa sólida. Posteriormente se abre el filtro y se descarga por gravitación (KELLENS, 1995).

La separación de las fracciones, debería ser posible separar totalmente en dos; sin embargo, la separación puede ser una etapa difícil de efectuar, pues la estructura de los cristales es tal que dentro de ellos puede quedar ocluida oleína y adicionalmente dependiendo de la forma y tamaño de los cristales también quedará oleína atrapada entre ellos (CADENA, 2004).

Los filtros prensa de membrana operan normalmente a presión máxima de 4 a 8 bar, siendo esta presión más que suficiente en la mayoría de los casos (KELLENS *et al.*, 1998).

En los últimos años, se han desarrollado nuevos procesos con filtro prensas de membranas de alta presión para trabajar con presiones de hasta 30 bar. Las presiones elevadas son necesarias en el caso de la fabricación de grasas especiales para alcanzar las características

requeridas. En el caso de que la fracción sólida sea el producto principal, la ventaja de la utilización de una presión elevada se refleja en un mayor rendimiento de la fase líquida, y por consiguiente, en un contenido de oleína residual menor en la torta de estearina. Esto a su vez, tiene un efecto positivo en la calidad de la estearina, es decir un índice de yodo menor, punto de fusión más alto y un perfil de curva de sólidos, con mayor pendiente (KELLENS *et al.*, 1998). En algunos casos las presiones elevadas no pueden ser aplicadas debido a la fragilidad de la estructura del cristal, ya que la estearina pasa total o parcialmente a través de las membranas del filtro. En este caso se puede encontrar una solución reduciéndole tamaño del espesor de las cámaras y sometiendo a unas presiones más bajas (KELLENS *et al.*, 1998).

4. Fraccionamiento en seco del aceite de palma.

El aceite de palma se fracciona generalmente en componentes de oleína de bajo punto de fusión y estearinas de elevado punto de fusión. Mediante el fraccionamiento se hacen posibles comercialmente varios grados de oleína y estearina (ORTHOEFER Y LIST, 2008).

Además del desarrollo del proceso de fraccionamiento de simple etapa, existe la tendencia al doble fraccionamiento y al fraccionamiento en tres etapas para obtener fracciones con características específicas. Las fracciones posteriores pueden obtenerse de diversas maneras; por refraccionamiento de las oleínas con bajo II (Índice de yodo) o de la fracción de estearina, tal como se muestra en la Figura 4.

El aceite de palma, usualmente refinado, blanqueado y deodorizado (RBD) se calienta a una temperatura de 70 – 80 °C con el fin de fundir toda la grasa sólida y remover los núcleos de cristales, lo cual garantiza que la cristalización es controlable y reproducible.

El aceite se somete a sucesivas etapas de enfriamiento y retención, con agitación o no, hasta alcanzar la temperatura óptima para que los cristales formados crezcan y sean fáciles de separar de la fase que permanece líquida (5 – 8 horas) (CADENA, 2004).

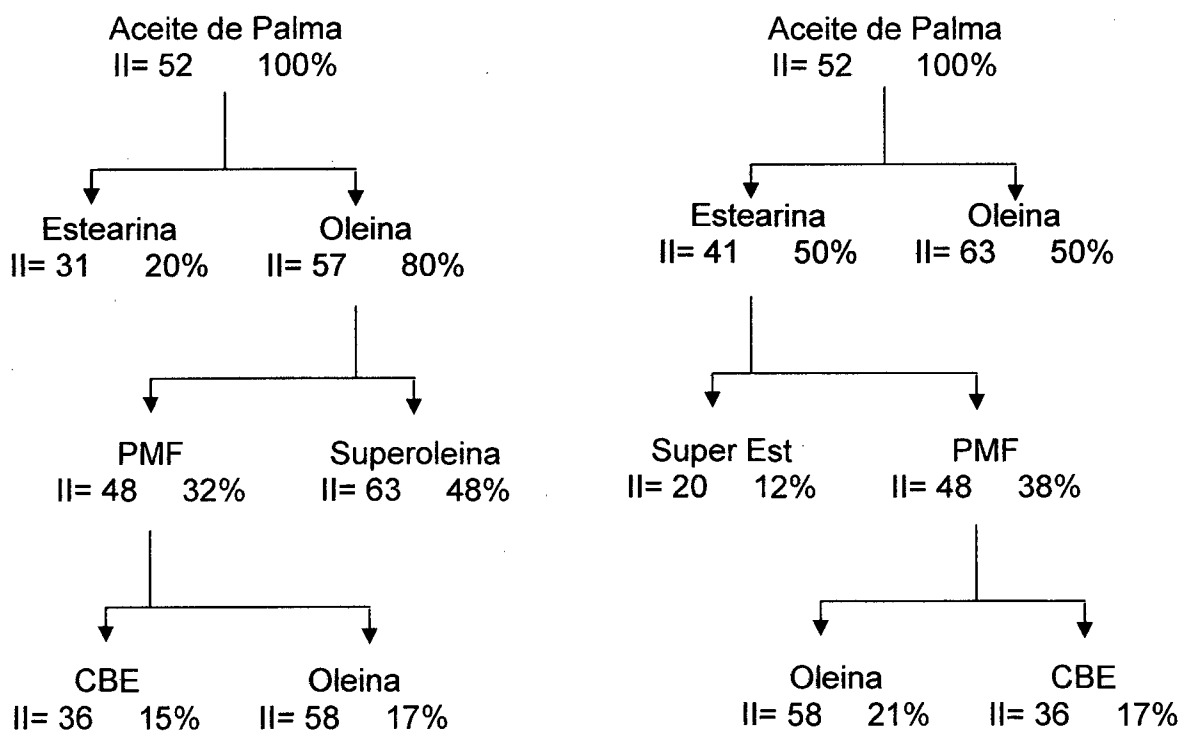


Figura 4. Obtención de fracciones a partir de oleína y estearina.

Fuente: KELLENS *et al.*, (1998)

Un fraccionamiento estándar tiene lugar en una línea a lo largo de la cual los triglicéridos disaturados (SUS) se encuentran en el mismo nivel en la materia prima al igual que en la oleína simple. Por otro lado los triglicéridos trisaturados (SSS) desaparecen en forma completa en la oleína, una vez que SSS han desaparecido en forma completa, sólo entonces los SUS comenzarán a disminuir para producir la super oleína con valor de yodo de 64-66 (DEFFENSE, 1995).

En el caso del aceite de palma el interés se centra fundamentalmente en el rendimiento y calidad de la oleína obtenida, aún cuando en años recientes la obtención de grasas especiales para chocolatería y shortenings a partir de la estearina han hecho que también se preste atención a esta fracción (CADENA, 2004).

Con una selectividad de la cristalización y una eficiencia de separación apropiada, una super oleína con un valor de yodo de 64-66 se puede obtener en dos etapas (DEFFENSE, 1995). En estos refraccionamientos de la oleína se obtiene una fracción intermedia conocida como Palm Mild Fraction (PMF), la cual encuentra aplicación en la elaboración de shortenings y CBE (Cocoa Butter Sústitutes) (CADENA, 2004).

En el caso de partirse de la estearina, un primer fraccionamiento permitirá separar una estearina dura rica en tri palmitina (PPP) (CADENA, 2004). Esta estearina dura obtenida se puede separar en estearina super y estearina blanda. La super estearina actúa como base en el lugar del aceite hidrogenado, la misma se puede mezclar con otros

aceites, cuando se quiere evitar la presencia de ácidos grasos trans (DEFFENSE, 1995).

La estearina dura de palma (índice de yodo < 20) se puede utilizar para reemplazar aceites hidrogenados en shortenings y margarinas como las que se requiere para la elaboración de pastas de hojaldre (puff pastry) y encuentran también aplicaciones en usos industriales como la obtención de jabones, ácido esteárico, estereatos de glicerilo así como metilésteres alfa sulfonados, los cuales pueden reemplazar eficientemente a los derivados del ácido bencen-sulfónico lineal en la fabricación de detergentes en polvo, jabones en barra y cremas lava loza (CADENA, 2004).

4.1 Comportamiento de la cristalización del aceite de palma.

El aceite de palma esta compuesto fundamentalmente por ácido palmítico (42 – 46 %) y ácido oleico (36 – 41 %), así como por cantidades menores de los ácidos linoleico, linolénico y mirístico; a pesar de la gran cantidad de triacilgliceroles que pueden formar estos ácidos; solo seis de ellos juegan un importante papel en el fraccionamiento de este aceite (P:palmitico, O: oleico, St o S:esteárico, L:linoleíco; POP= 23,7 %; POST= 5,7 %; PPO= 4,4 % y POO= 20,3 %; PLP= 6,5 %; StOO= 2,4 %); los tres primeros son los que le comunican al aceite de palma su naturaleza sólida mientras que los otros tres son los responsables de su naturaleza líquida.

Los aceites duros tienen altos niveles de triacilglicérols de los tipos SSS, SOS y SSO, mientras que los aceites blandos son ricos en triacilglicérols de los tipos SLS y SOO. Debido a las diferencias entre los puntos de fusión de estos grupos, el aceite de palma puede ser fácilmente fraccionado en términos de ellos; sin embargo, dependiendo del tipo de fracciones que se quieran obtener, se deben buscar condiciones que permitan obtener una adecuada selectividad.

La mezcla de triacilglicérols presentes en el aceite de palma hace que éste no tenga realmente un punto de fusión definido, sino un rango que es bastante amplio, pues mientras el punto de fusión del triacilglicérol SSS es de 60 °C, el de POP es de 38 °C y el del OOO es 4 °C.

Esta misma mezcla es responsable de que el aceite de palma no cristalice a una determinada temperatura; a medida que se reduce la temperatura desde la máxima de fusión, empezarán a cristalizar los triacilglicérols trisaturados, luego los disaturados, luego los monosaturados, y si se controla adecuadamente la temperatura, se podrá lograr que aquellos que lo hacen a temperaturas inferiores permanezcan líquidos, pudiéndose entonces separar por algún método físico.

El alto contenido en los triglicéridos PPP, POP y POO del aceite de palma conduce a la presencia de una mezcla eutéctica con dos fases de soluciones sólidas; la fase de alto punto de fusión está compuesta por POP y PPP, mientras que la fase de bajo punto de fusión contiene

principalmente POO; tanto POP como PPP son estables en la forma beta, pero debido a las interacciones entre triacilglicéridos la forma que predomina es la beta prima (β') 1 – 2.

La presencia de 1-2 y 1-3 digliceroles, los cuales se forman debido a la hidrólisis que sufre el aceite antes de ser refinado, pueden afectar la cristalización del aceite de palma, lo cual se ha comprobado indirectamente mediante la determinación del contenido de grasa sólida (SFC) en muestras a las cuales se les han añadido cantidades predefinidas de tales digliceroles (CADENA, 2004).

4.2 Condiciones de la reacción para la cristalización.

Las condiciones suaves que se aplican durante el fraccionamiento, así como la ausencia de reactivos químicos o de otros aditivos, hacen innecesaria la pos-refinación. Además el proceso es completamente reversible y no ocasiona pérdidas de aceite. En el Cuadro 6 se muestra algunas condiciones típicas de fraccionamiento.

Cuadro 6. Condiciones para el fraccionamiento

CONDICIONES	FRACCIONAMIENTO
Temperatura de Trabajo	0 a 75 °C
Ciclo de tiempo de cristalización	Incluido, llenado y drenaje de 3 a 24 h
Reacción Natural	Completamente reversible
Catalizador / aditivos	No
Pos-refinación	No
Pérdida de aceite	No

Fuente: KELLENS *et al.*, (1998)

5. Usos del aceite de palma y sus fracciones

Los aspectos nutricionales de las grasas y los aceites se han convertido en un tema importante. El viejo temor a las grasas saturadas ha sido reemplazado por la preocupación con respecto a los ácidos grasos trans, por lo que la hidrogenación parcial está siendo reemplazado por la mezcla de aceites líquidos con grasas naturalmente saturadas (el aceite de palma) o con grasas totalmente hidrogenadas, combinadas con la interesterificación y fraccionamiento (PRZYLBYLSKI Y ESKIN, 2007).

En el caso del aceite de palma el interés se centra fundamentalmente en el rendimiento y calidad de la oleína obtenida, en años recientes la obtención de grasas especiales para chocolatería y

shortenings a partir de la estearina han hecho que también se preste atención a esta fracción.

Las oleínas pueden utilizarse como aceites de freír o ensalada; la fracción media conocida como palm mild fraction (PMF) encuentra su aplicación en la elaboración de shortenings, margarinas y mantecas equivalentes de cacao (CBE).

La estearina dura de palma se puede utilizar para reemplazar aceites hidrogenados en shortenings y margarinas y también encuentra su aplicación en usos industriales como la obtención de jabones, ácido esteárico, entre otros (CADENA, 2004).

El aceite de palmiste y sus productos hidrogenados y fraccionados se utiliza ampliamente, ya sea solos o en mezcla con otros aceites para la elaboración de sustitutos de manteca de cacao y otras grasas de confitería , masa y cremas de relleno para galletitas, cobertura de tortas, helado crema batida, crema de fácil derretimiento, margarinas de mesa y muchos otros productos alimenticios (PANTZARIS Y AHMAD, 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LUGAR DE EJECUCIÓN

1. Ubicación geográfica

Industrias del Espino S.A. (INDESA) esta ubicada a 3 Km del poblado menor de Santa Lucia, Distrito de Uchiza, Provincia de Tocache, Departamento de San Martín; a una altitud de 544 msnm, con una temperatura promedio de 30 – 32 °C y una humedad relativa de 92 %.

B. MATERIALES

1. Materia Prima.

La producción anual de RBD de Palma es de 40 – 41 TM, del proceso de fraccionamiento se obtiene 27 TM (67,5 %) de oleína y 13 TM (32,5 %) de estearina.

En INDESA se obtiene una estearina con las siguientes características:

Punto de fusión de 44 – 51 °C

Índice de yodo de 38 – 45 % Yodo Abs

Contenido de grasa Sólida (SFC) a 10 °C, 67 % - 76 %; 20 °C, 46 % - 60 %; 25 °C, 31 % - 49 %; 30 °C, 21 % - 38 %; 35 °C, 15 % - 30 %; 40 °C, 10 % – 25 %.

2. Materiales, equipos y reactivos.

2.1 Materiales.

- Tubos capilares de vidrio de 0,8 – 1,10 mm de diámetro interior, longitud 100 mm.
- Termómetro, especificación H 6-40 o H 7-45
- Vaso pirex de 600 ml.
- Frascos erlenmeyer de 500 ml boca esmerilada
- Pipeta de 4 ml.
- Pipeta de 15 ml.
- Pipeta de 20 ml.
- Pipeta de 25 ml.
- Papel filtro Whatman N° 42 ó equivalente.
- Dispensador volumétrico de 50 ml, 25 ml y 2 ml. Para agua destilada, solución de yoduro de potasio al 15 % y solución de almidón al 1 %.
- Pipeta repetidora, con frasco de llenado de 20 ml para Ciclohexano.
- Papel filtro Whatman 41 o equivalente.
- Vasos de precipitación de 50 ml.
- Cronómetro
- Termómetro de –2 a 68 °C y de –2 a 150 °C.
- Toalla transparente (blanco)

- Tubos de ensayo de vidrio diámetro exterior: $10,0 \pm 0,13$ mm, espesor de la pared: 0,6 mm.

2.2 Equipos.

- Balanza analítica de 0-210 g Marca Mettler Toledo Modelo AB204 exactitud a 0,0001 g.
- Agitador magnético.
- Agitador eléctrico
- Plancha de calentamiento termostática para control de la temperatura de 5 – 540 °C Marca Cimarec
- Equipo de Resonancia Magnética Nuclear (NMR) Marca Broker Optik Modelo Minispec mq 20 equipo para determinación de contenido de grasa sólida.
- Baños secos termostatos de temperatura constante de 0 – 50 °C Marca ILS Duratech Modelo TCON 2000.
- Planta piloto de fraccionamiento de D'SMET PAL D-3264, conectado a un sistema PLC (Programmable Logic Controller) y consta de lo siguiente:

Cristalizador : Cilindro de acero inoxidable con chaqueta, de capacidad máxima de 200 litros, trabaja con una resistencia para el calentamiento del agua que circula por la chaqueta e ingreso de agua helada para el enfriamiento; controlado por un PLC para obtener una adecuada cristalización.

Filtro de membrana: Marca WELDERS Modelo SGFP – 470 con capacidad de 50 – 100 L de torta de estearina, con 30 bar de presión máxima para cámaras de 25 mm de espesor y 16 bar de presión máxima para cámaras de 50 mm de espesor.

2.3 Reactivos.

- Solución Wijs ($C(I_2)$) Laboratorio Merck.
- Solución de yoduro de potasio (KI) al 10 %.
- Ciclohexano (C_6H_{12}) p.a.
- Ácido acético glacial (CH_3COOH) p.a.
- Almidón soluble al 1 %.
- Ácido clorhídrico concentrado (HCl), p.a., sp g. 1,19
- Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) – standard grado primario
- Solución de tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3 \cdot H_2O$) 0,1 N.

C. MÉTODOS DE ANÁLISIS

Para la caracterización de la estearina de palma y los productos obtenidos del fraccionamiento de ésta, se realizarán los siguientes análisis:

1. Punto de fusión (PF), método AOCS official method Cc3-25 (1997).
2. Índice de yodo, método AOCS official method Cd 1d - 92 (1997).
3. Contenido de grasa sólida (SFC) AOCS official method Cd16 - 81 (1997).

D. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

1. Fraccionamiento de la estearina de palma.

1.1 Caracterización de la estearina de palma.

La estearina de palma es obtenida en planta de fraccionamiento de INDESA (tanque stock N° 23); para poder realizar el fraccionamiento primero se realizó la caracterización en base al punto de fusión, índice de yodo y contenido de grasa sólida (%).

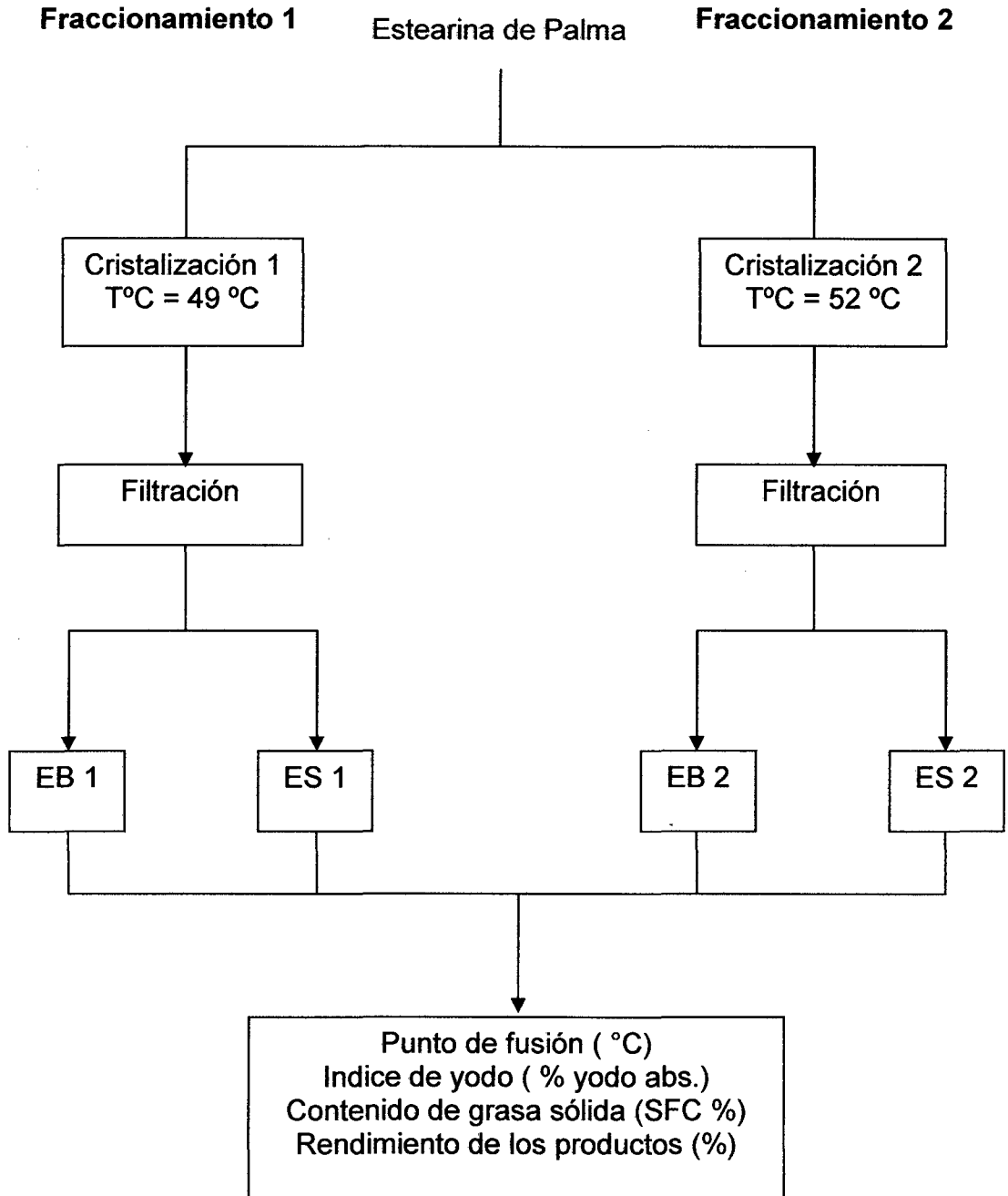
1.2 Evaluación del efecto del fraccionamiento de la estearina de palma.

La estearina ya caracterizada fue sometida a dos sistemas de fraccionamiento tal como se muestra en el diseño experimental en la figura 3, este proceso de fraccionamiento fue en seco, distribuido en las etapas de cristalización y filtración. Cada proceso de fraccionamiento se describe en la Figura 5.

Proceso de fraccionamiento 1:

La **cristalización 1** consta de un calentamiento inicial hasta que la estearina alcance los 70 °C; para luego dar inicio a la cristalización controlada, que consiste de un enfriamiento hasta conseguir la formación de cristales para luego culminar con una temperatura final de

cristalización (calentamiento) de **49 °C / 120 minutos**, temperatura que definirá las características de los productos finales.



Donde: EB: Estearina Blanda; ES: Estearina Super

Figura 5. Diseño experimental del fraccionamiento de estearina de palma.

La filtración se realiza empleando un filtro prensa, previa verificación del estado de las placas, según lo siguiente:

Verificar que las placas estén debidamente enfriadas según el propósito a emplear; que las llaves de ingreso de agua helada para su enfriamiento estén cerradas. Adaptar la capacidad del filtro al volumen requerido, reposicionando la placa final y la placa con la conexión del soplado, luego se cierra el pistón hidráulico.

Cuando el aceite está cristalizado listo para filtrar, verificar que las llaves de salida de aceite del filtro prensa estén abiertas; abrir la llave que conecta al cristizador con el filtro prensa, la presión del cristizador debe iniciar con 0,25 bar, aumentando en una relación aproximada de 0,25 bar / min hasta lograr los 2 bar.

Mantener la presión del cristizador hasta que no haya flujo constante de oleína por las llaves de salida de aceite del cristizador. Cerrar las llaves de ingreso de aceite cristalizado al cristizador y quitar la presión del cristizador.

Se inicia con el presurizado (presión del prensado) arrancando una bomba de presión de aire hacia las membranas, a través de un regulador de incremento de presión; la presión máxima a emplear se establece de acuerdo al espesor de las placas y al producto a obtener; para este caso se trabajará hasta 12 bar de presión.

Una vez culminado el presurizado, eliminar cuidadosamente la presión de las placas, luego abrir el filtro prensa para la descarga de las tortas de estearinas en la bandeja de descarga ubicada debajo del filtro. Los análisis a determinar de los productos son el punto de fusión, índice de yodo y el SFC tal como se señala en el método de análisis.

Proceso de fraccionamiento 2:

La **crystalización 2** consta de un calentamiento inicial hasta que la estearina alcance los 70 °C; para luego dar inicio a la cristalización controlada que consiste de un enfriamiento hasta conseguir la formación de cristales para luego culminar con una temperatura final de cristalización (calentamiento) de **52 °C / 120 minutos**, temperatura que definirá las características de los productos finales. La filtración se realiza de manera similar a lo que se describe en el proceso de fraccionamiento 1.

Como resultado de los procesos aplicados; en cada uno se realizó la caracterización de la estearina como de los productos obtenidos, estearina blanda (EB) y estearina dura (ES); basado en el punto de fusión, índice de yodo y contenido de grasa sólida (SFC).

1.3 Evaluación del rendimiento del proceso de fraccionamiento.

Para poder determinar el rendimiento del proceso de fraccionamiento se realizó un balance del proceso, teniendo en cuenta la cantidad de los productos.

2. Evaluación del efecto del fraccionamiento de la estearina blanda

EB1.

La EB 1 es obtenida del proceso de fraccionamiento 1 de estearina a nivel piloto en INDESA; este proceso se realiza por fraccionamiento en seco, distribuido en las etapas de cristalización y filtración, los parámetros en este proceso de fraccionamiento 3 fueron:

La cristalización consta de un calentamiento inicial hasta que la EB1 alcance los 70 °C, para luego dar inicio a la cristalización controlada, tal como se muestra en el Cuadro 7.

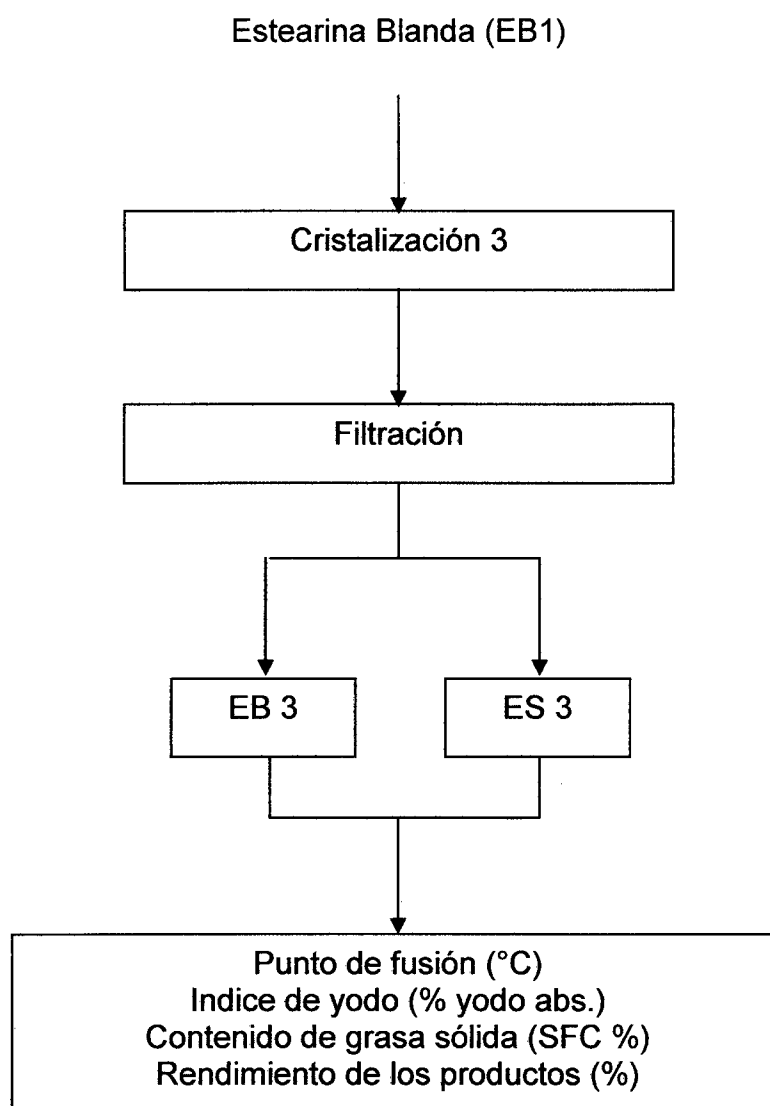
Cuadro 7: Protocolo de cristalización N° 03.

PASO	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (min)	AGITACION (rpm)
1	75	60	45
2	60	20	40
3	50	20	40
4	32	30	40
5	14	80	35
6	16	180	35
Tiempo Total		390	

Fuente: Registros de Investigación y Desarrollo INDESA (2009).

La **filtración** se realiza tal como se describe en la metodología del proceso de fraccionamiento de la estearina. De este proceso de

fraccionamiento se obtuvo una estearina blanda (EB3) y una estearina super (ES3), a estos productos obtenidos se realizó la caracterización, tal como se señala en el método de análisis, así mismo se realizó el cálculo del rendimiento de proceso. El diseño experimental de la estearina blanda se presenta en la Figura 6.



Donde: EB: Estearina Blanda, ES: Estearina Super

Figura 6. Diseño experimental del refraccionamiento de la estearina blanda (EB1).

3. Comparación de las estearinas estudiadas con productos comerciales.

3.1 Comparación de las estearinas blandas EB1 y EB2 con mantecas comerciales.

Para poder considerar los fraccionamientos realizados a nivel piloto como proceso industrial para la empresa se procedió a realizar la comparación de las estearinas obtenidas EB1 y EB2 con dos productos comerciales tal como se presenta en la Figura 7.

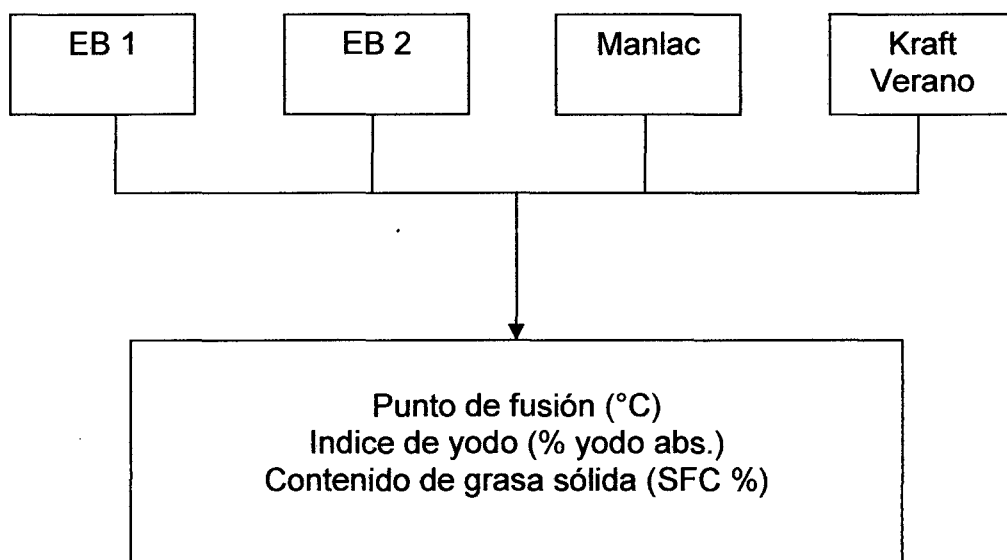


Figura 7. Esquema experimental de comparación de estearinas con mantecas comerciales.

3.2 Comparación de la estearina super ES3 con manteca culinarios en desarrollo.

Para poder considerar el fraccionamiento realizados a nivel piloto como proceso industrial para la empresa se procedió a realizar la comparación de las estearina obtenida EB3 con la manteca en desarrollo culinarios tal como se presenta en la Figura 8.

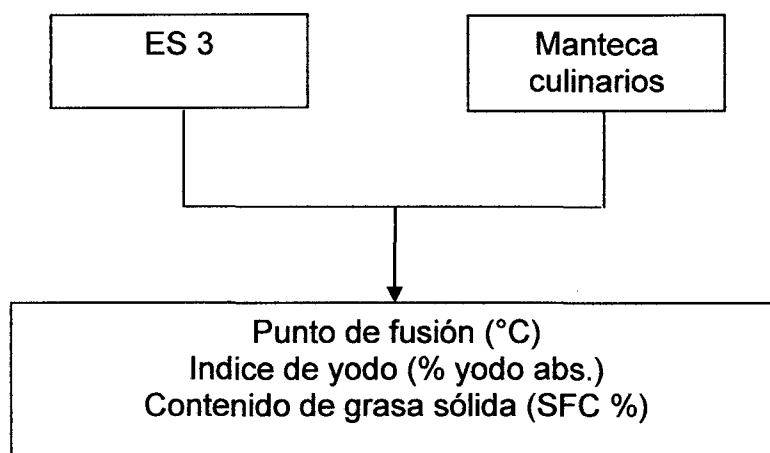


Figura 8. Esquema experimental de comparación de estearina super (ES3) con manteca culinarios.

4. Aplicación de los productos obtenidos.

Para evaluar su funcionalidad de las estearinas blandas EB1 y EB2 se realizó pruebas en panificación en la panadería "Santa Lucía" ubicada en el pueblo menor Santa Lucía; se evaluó el comportamiento de la grasa durante su preparación y características del producto final. Para las estearinas super (ES1 y ES2) se realizó pruebas en elaboración de

jabón de lavar y se compara con especificación técnica de una grasa para alimento animal.

Para la estearina blanda 3, se evalúa características para determinar su aplicación; y para la estearina dura 3 se compara con especificación técnica de una manteca para cubitos sazonadores.

5. Fraccionamiento de otros productos.

Se compila una lista de desarrollos ejecutados a partir del fraccionamiento de aceite de palma y derivados a nivel piloto.

IV. RESULTADOS

1. Fraccionamiento de la estearina de palma.

1.1 Caracterización de la estearina de palma.

En el Cuadro 8 se presenta los resultados de la caracterización de la estearina de palma en base al punto de fusión, índice de yodo y el contenido de grasa sólida (SFC %).

Cuadro 8. Caracterización de la estearina de palma

CARACTERÍSTICAS	ESTEARINA
Punto de fusión (°C)	49,4
Índice de yodo (%)	41,46
SFC (%)	
10°C	75,5
20°C	58,1
25°C	47,3
30°C	36,5
35°C	28,8
40°C	21,5

Fuente: Registros del laboratorio INDESA (2009).

1.2 Evaluación del efecto del fraccionamiento de la estearina de palma.

Del fraccionamiento de estearina de palma se obtuvo la estearina blanda y la estearina dura. Los resultados de las estearinas blandas (EB1 y EB2) se presentan en el Cuadro 9 y Figura 9 y los resultados de la estearina super (ES1 y ES2) se presentan en el Cuadro 10 y Figura 10.

Cuadro 9. Estearinas blandas (EBs) del fraccionamiento 1 y 2.

CARACTERÍSTICAS	EB 1	EB 2
Punto de fusión (°C)	38.9	41.8
Índice de yodo (%)	48.06	44.62
SFC (%)		
10°C	56.8	65.2
20°C	32.9	41.3
25°C	19.1	28.2
30°C	11.5	18.3
35°C	6.5	12.4
40°C	1.5	7.1

Fuente: Registros del laboratorio INDESA (2009).

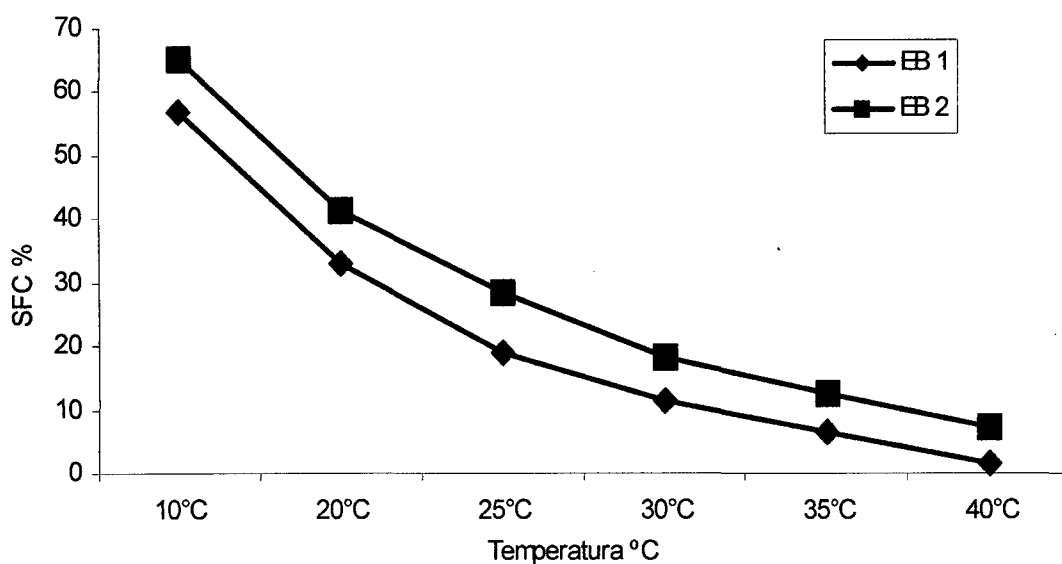


Figura 9. Curva del contenido de grasa sólida (SFC) de las estearinas blandas (EB1 y EB2).

Cuadro 10. Estearinas super (ESs) del fraccionamiento 1 y 2.

CARACTERÍSTICAS	ES 1	ES 2
Punto de fusión (°C)	58,4	59
Índice de yodo (%)	14,17	13,73
SFC (%)		
10°C	90,9	94,7
20°C	87,8	91,9
25°C	85,3	89,1
30°C	82,5	84,3
35°C	78,3	81,2
40°C	71,9	75,0

Fuente: Registros del laboratorio INDESA (2009).

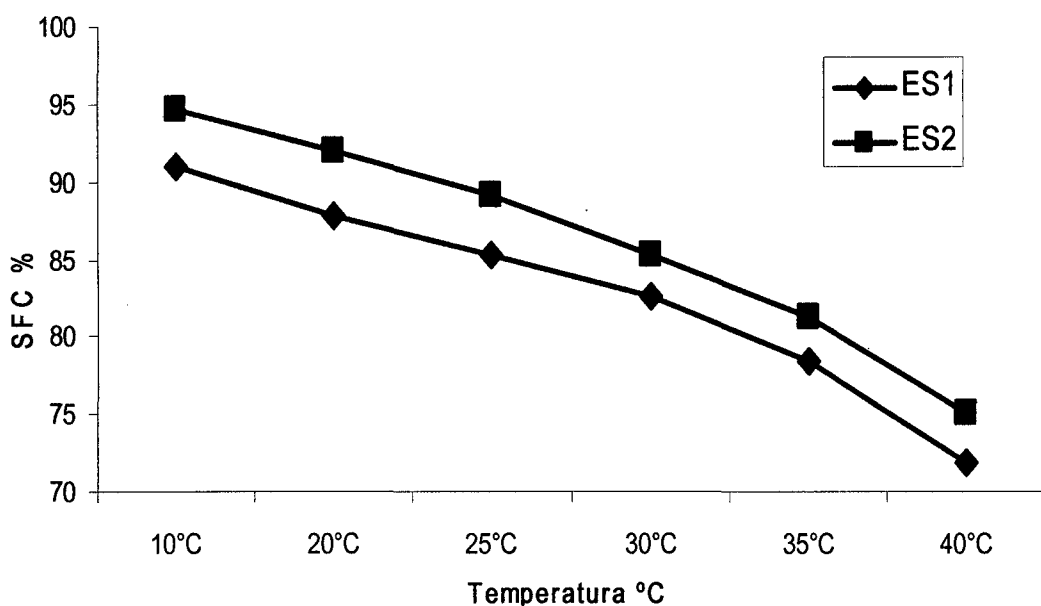


Figura 10. Curva del contenido de grasa sólida (SFC) de las estearinas super (ES1 y ES2).

1.3 Evaluación del rendimiento del proceso de fraccionamiento.

Los resultados del rendimiento del proceso de fraccionamiento de la estearina en los dos sistemas se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Rendimiento de los productos obtenidos del fraccionamiento.

RENDIMIENTO (%)	EB	ES
Fraccionamiento 1	70,4	29,6
Fraccionamiento 2	79,2	20,8

Fuente: Registros de Investigación y Desarrollo INDESA (2009).

2. Evaluación del efecto del fraccionamiento de la estearina blanda EB1.

El resultado del fraccionamiento 3 de la EB 1 se presenta en el Cuadro 12 y Figura 11.

Cuadro 12. Resultado del fraccionamiento 3

CARACTERÍSTICAS	EB 3	ES 3
Punto de fusión (°C)	28,3	49,0
Índice de yodo (%)	54,13	30,87
SFC (%)		
10°C	51,7	89,7
20°C	15,2	77,9
25°C	4,9	66,9
30°C	1,7	53,9
35°C	0	40,6
40°C	0	31,0
Rendimiento (%)	79,3	20,7

Fuente: Registros del laboratorio INDESA (2009).

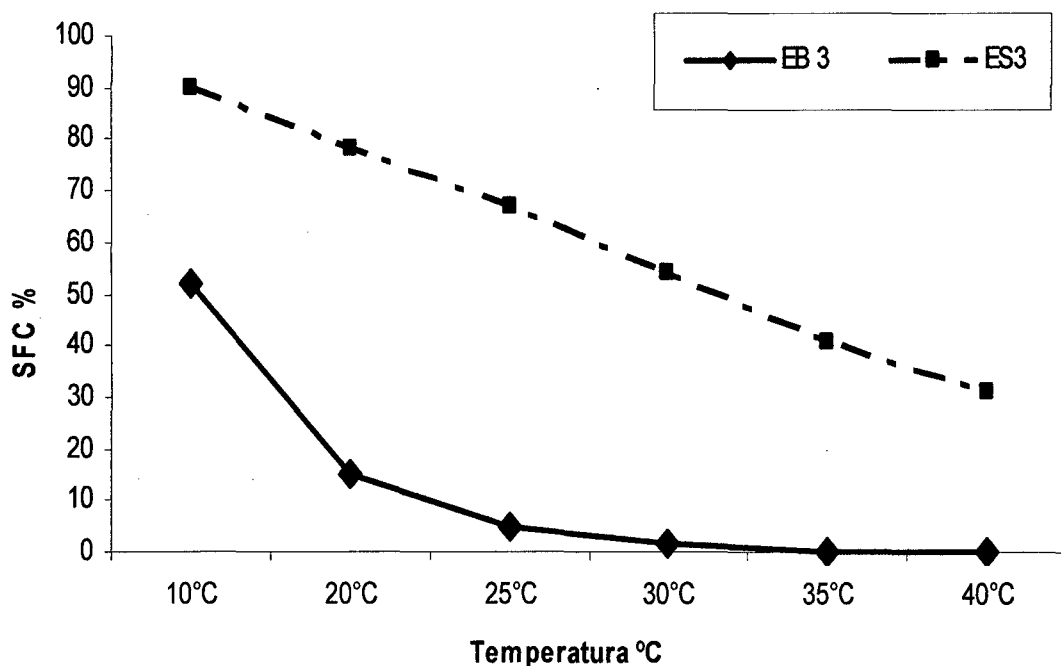


Figura 11. Curva del contenido de grasa sólida (SFC) de los productos obtenidos del fraccionamiento 3.

3. Comparación de las estearinas estudiadas con productos comerciales.

3.1 Comparación de las estearinas blandas (EB1 y EB2) con mantecas comerciales.

En el Cuadro 13 se presenta el comparativo de las estearinas blandas (EB1 y EB2) con mantecas comerciales de INDESA.

En las Figuras 12 y 13 se ilustra la curva del contenido de grasa sólida (SFC) de las estearinas blandas (EB1 y EB2) con mantecas comerciales de INDESA.

Cuadro 13. Comparación de las estearinas blandas con Mantecas Manlac y Kraft Verano

CARACTERÍSTICAS	EB 1	EB 2	Manlac	Kraft Verano
Punto de fusión (°C)	38,9	41,8	38,5 – 39,5	41,0 – 41,5
Índice de yodo (%)	48,06	44,62	45,0 Mínimo	43,2 Mínimo
SFC (%)				
10°C	56,8	65,2	45,55 – 57,36	60,45 – 66,50
20°C	32,9	41,3	21,75 – 32,78	37,50 – 44,45
25°C	19,1	28,2	12,73 – 22,22	24,50 – 32,50
30°C	11,5	18,3	7,78 – 15,49	16,10 – 22,45
35°C	6,5	12,4	4., 3 – 10,65	10,20 – 16,50
40°C	1,5	7,1	1,58 – 7,26	5,00 – 11,50

Fuente: Registros del laboratorio INDESA (2009).

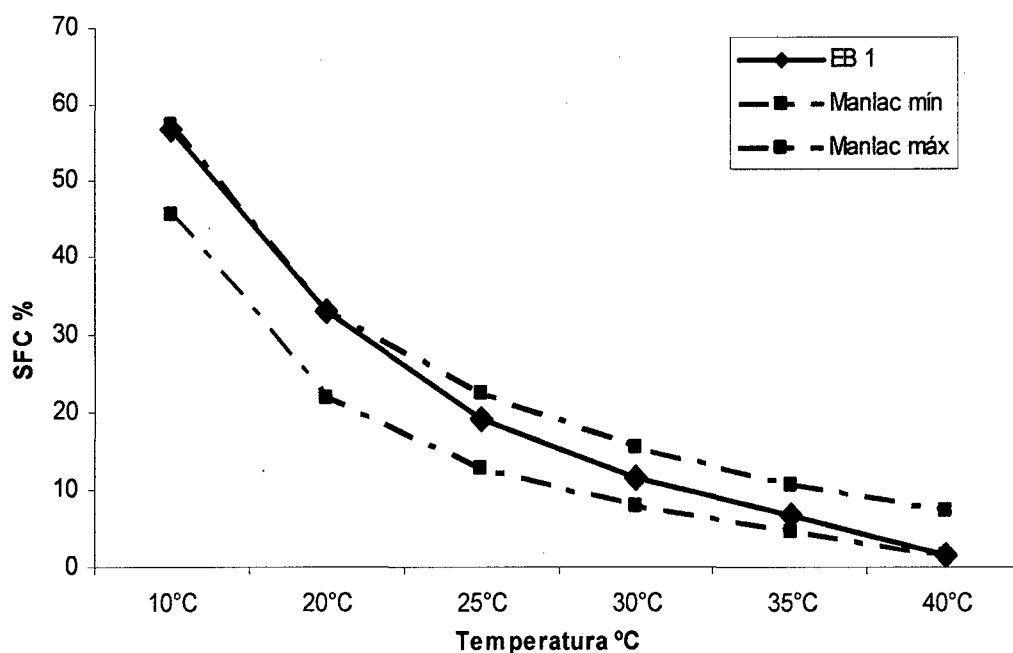


Figura 12. Curva del contenido de grasa sólida (SFC) de la estearina blanda (EB1) y la manteca Manlac

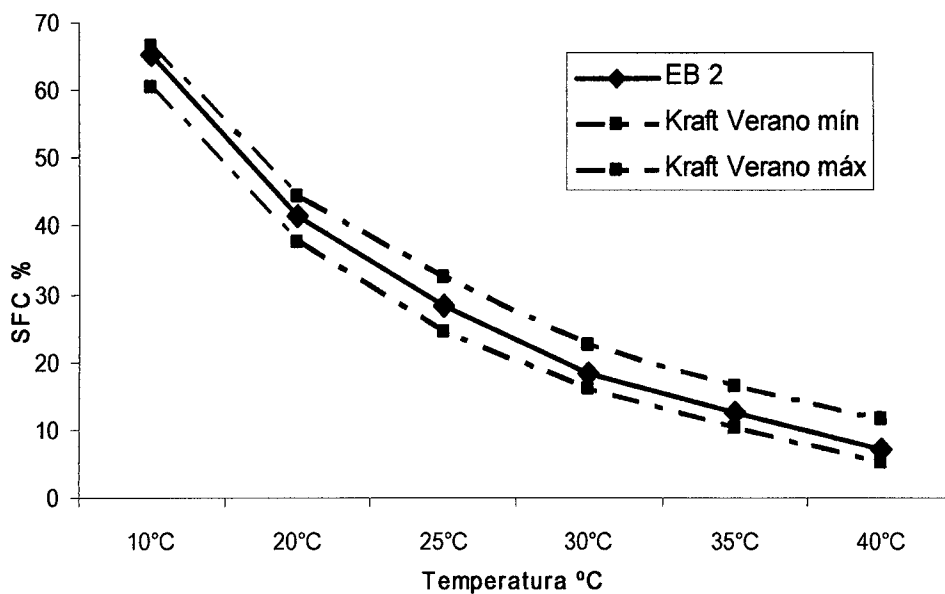


Figura 13. Curva del contenido de grasa sólida (SFC) de la estearina blanda (EB2) y la manteca Kraft Veran

3.2 Comparación de la estearina super ES3 con la manteca culinarios en desarrollo.

En el Cuadro14 y la Figura14 se presenta el comparativo de la estearina super (ES3) con la manteca culinario (desarrollo).

Cuadro 14. Comparación de la estearina super (ES3) con la manteca culinaria (desarrollo)

CARACTERÍSTICAS	ES 3	Manteca Culinarios
Punto de fusión (°C)	49,0	49,0
Índice de yodo (%)	30,87	25 – 33
SFC (%)		
10°C	89,65	
20°C	77,91	76 – 84
25°C	66,98	
30°C	53,90	55 – 62
35°C	40,59	
40°C	31,04	32 – 39

Fuente: Registros del laboratorio INDESA (2009).

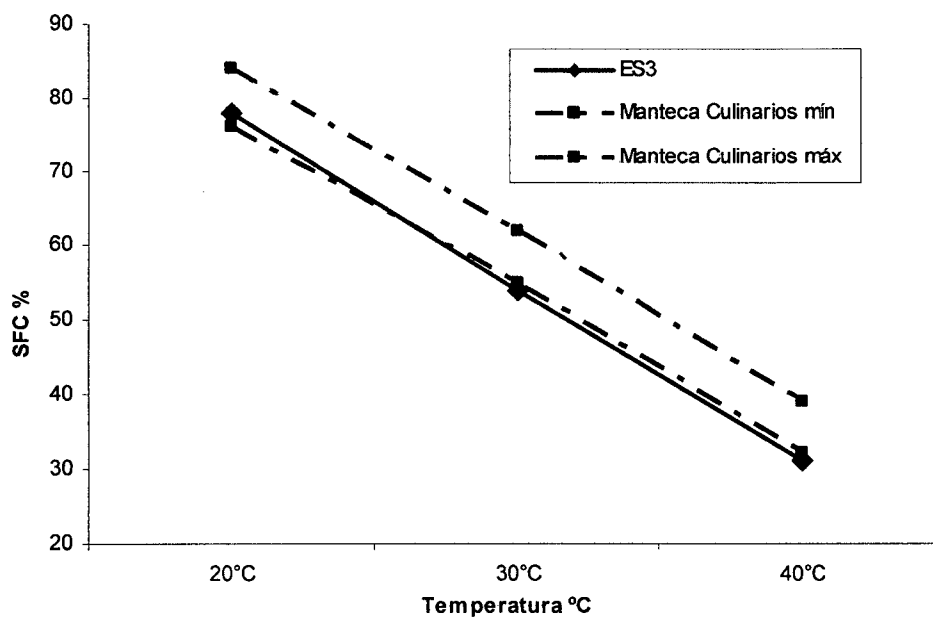


Figura 14. Curva del contenido de grasa sólida (SFC) de la estearina super (ES3) con la manteca culinarios.

4. Aplicación de los productos obtenidos.

Como resultado de la prueba de aplicación en panificación se tiene:

Estearina blanda 1 (EB1).

En el proceso de elaboración, la grasa se funde al contacto con la temperatura del cuerpo, rápida incorporación en la mezcla, aporta mayor suavidad a la masa presentando defectos a la hora de moldear, la masa se pega en la mesa; como producto final durante el enfriamiento del pan se observa exudación, producto grasoso, presenta sabor residual a aceite.

Estearina blanda 2 (EB2)

En el proceso de elaboración la grasa mantiene su consistencia a la temperatura del cuerpo, se incorpora bien en la mezcla, brinda buena consistencia a la masa de moldear, la masa no se pega en la mesa; como producto final durante el enfriamiento del pan no presenta exudación, buen enfriado, buena apariencia.

Estearinas super (ES 1 y ES 2)

Las estearinas super con punto de fusión mayor de 58°C se asemejan a una grasa empleada para preparación de alimento de animales y las estearinas super con punto de fusión menor de 58°C se emplean para la elaboración de jabones de lavar ropa.

Estearina blanda 3 (EB3)

Según las características esta estearina blanda 3 presenta una consistencia suave, podría ser empleada en mezclas para mantecas lácteas, para cremas y batidos.

Estearina super 3 (ES3)

Según las características esta estearina super cumple con las características de una grasa empleada en la elaboración de cubitos sazonadores.

A continuación se presentan una lista de productos obtenidos a partir del fraccionamiento de estearina de palma:

- Manteca Tropical Mancina Premium
- Manteca Tropical Palma Rellenos
- Manteca Tropical Panetonera
- Manteca Tropical Manpan

Y algunos productos en desarrollo:

- Grasa láctea
- Grasa para chocolate de taza

5. Fraccionamiento de otros productos.

5.1 Fraccionamiento del aceite de palmiste.

Se inició con el fraccionamiento del aceite blanqueado de palmiste, posteriormente se realizó el fraccionamiento de aceite RBD (refinado, blanqueado , desodorizado) de palmiste de punto de fusión de 28 °C; de este proceso se obtuvo la oleína de palmiste con punto de fusión de 25.6 °C, con un rendimiento de 81 % y la estearina de palmiste con punto de fusión de 32.8 °C, con un rendimiento de 19 %.

De la evaluación de su funcionalidad de los productos obtenidos se obtuvo los siguientes desarrollos:

- Cobertura de helados Bitter, Leche y Blanca, 40 – 45 % de oleína de palmiste.
- Mantecas, 5 – 10 % de oleína de palmiste.
- Aceites, 5 – 10 % de oleína de palmiste.
- Cobertura repostera Bitter, Leche y Blanca, 30 – 35 % de estearina de palmiste.

5.2 Obtención de manteca Cocoa Butter Equivalentents (CBE)

La manteca CBE se obtuvo a partir de la estearina de palma mediante dos etapas de fraccionamiento; la primera etapa consiste en el fraccionamiento de la estearina de palma con un punto de fusión de 49 -

50 °C, obteniendo la fracción liviana (EB) de punto nube de 8 °C e IY de 55.34 % y la fracción sólida (ES) con punto de fusión de 56 – 57 °C.

La segunda etapa consiste en el refraccionamiento de la EB, obteniendo la fracción liviana (EBB) con punto nube de 4 – 5 °C y la fracción sólida (EBS - Manteca CBE) con punto de fusión de 35 -36 °C. A continuación se presenta la Figura 15 con los rendimientos obtenidos.

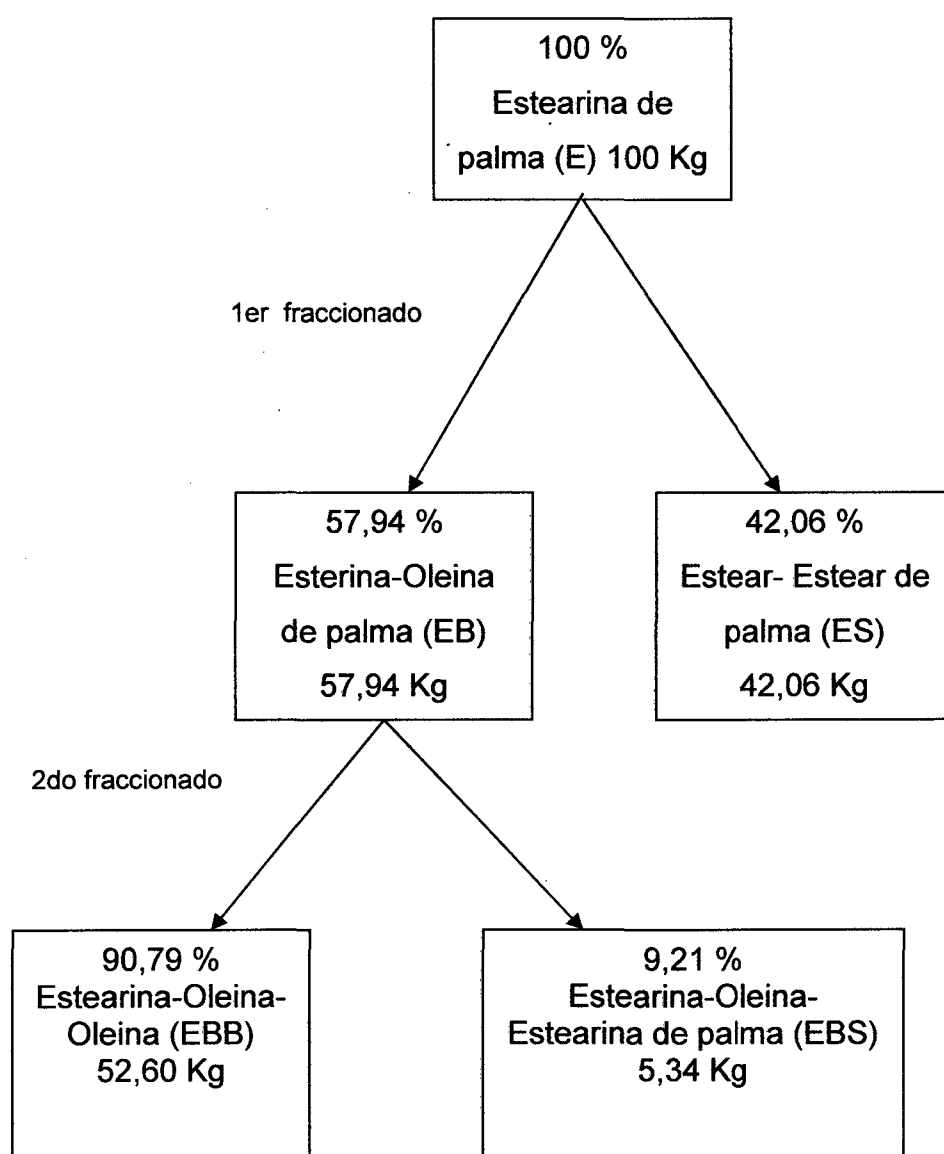


Figura 15: Rendimientos de la obtención de la manteca CBE (EBS)

5.3 Obtención de oleína de palma con menor punto nube.

Para la obtención de una oleína de menor punto nube se elaboró un diseño experimental, teniendo como variable la temperatura y tiempo final de un protocolo de enfriamiento, tal como se muestra a continuación:

V01: Disminuir 60 minutos en el paso 8

V02: Disminuir 120 minutos en el paso 8

V03: Incrementar la temperatura a 10 °C en el paso 9 y disminuir 60 minutos.

V04: Disminuir 60 minutos en el paso 8 y 30 minutos en el paso 9.

V05: Incrementar la temperatura a 10 °C en el paso 9.

Donde:

V01, V02.....= variables en los protocolos.

De estos ensayos se obtuvieron oleínas con punto nube de 2,2; 2,7; 2,8; 2,4 y 2,8°C consecutivamente y rendimiento de oleína de 48,7; 50,3; 53,6; 52,8 y 53,9 % consecutivamente. Lo que permitió estandarizar un nuevo protocolo para mejorar la calidad del aceite.

V. DISCUSIÓN

1. Fraccionamiento de la estearina de palma.

1.1 Caracterización de la estearina de palma.

En el cuadro 8 se muestra el resultado de la caracterización de la estearina de palma empleada para el fraccionamiento, cuyo punto de fusión es de 49,4 °C e índice de yodo de 41,46 %, BERGER (1992) describe que la estearina de palma tiene un punto de fusión de 44,5 – 56,2 °C e índice de yodo de 21,6 – 49,4 %. El contenido de grasa sólida presenta los valores siguientes: a 10 °C 75,5 %; 20 °C 58,1 %; 25 °C 47,3 %; 30 °C 36,5 %; 35 °C 28,8 % y a 40 °C 21,5 %, para DEFFENSE (1995) se aproxima a una estearina blanda con índice de yodo de 41.46 % cuyo contenido de grasa sólida es el siguiente: a 10 °C 80,9 %; 20 °C 59,6 %; 25 °C 45,4 %; 30 °C 31,2 % y a 40 °C 20,4 %.

1.2 Evaluación del efecto del fraccionamiento de la estearina de palma.

En el cuadro 9 se muestran los resultados de las estearinas blandas EBs (fracciones livianas ó líquidas) obtenidas del fraccionamiento de estearina 1 y 2 (EB1 y EB2).

La EB1 tiene un punto de fusión de 38,9 °C y la EB2 de 41,8 °C, siendo la EB2 mayor en 2,9 °C que la EB1 lo que indica que la EB2 tiene componentes de mayor punto de fusión, evidenciando así que la temperatura final de cristalización influye en forma directa proporcional al punto de fusión ya que a mayor temperatura mayor será la fundición de los componentes de mayor punto de fusión y/o no cristalizarán, los cuales pasarán a formar parte de la fracción liviana, GIRAUDIO *et al.*, (2008) menciona que si el aceite se enfría lentamente, el triglicérido de mayor punto de fusión cristalizará primero, mientras que los de menor punto de fusión cristalarán a posteriori formando cristales mixtos que son heterogéneos y contienen algunas regiones ricas en triglicéridos de alto punto de fusión y otras regiones donde faltan dichos triglicéridos.

CADENA (2004) menciona que el aceite de palma no tiene un punto de fusión definido, pues mientras el punto de fusión del triacilglicerol SSS es de 60 °C, el del POP es 38 °C y el del OOO es 4 °C, es gracias a ello que este aceite es especialmente apto para ser sometido a fraccionamiento.

La EB1 tiene un índice de yodo de 48,06 % y la EB2 de 44,62 %, siendo la EB1 mayor en 3,44 % lo que indica que tiene mayor contenido de grasa insaturada, evidenciando así que la temperatura final de cristalización influye en forma inversa en el índice de yodo, ya que a mayor temperatura se fundirán las grasas saturadas que pasarán a ser parte de la fracción liviana disminuyendo así el porcentaje de grasa insaturada de ésta. CADENA (2004), menciona que a medida que se reduce la temperatura

desde la máxima de fusión, empezarán a cristalizar los triacilgliceroles trisaturados, luego los disaturados, luego los monosaturados y si se controla adecuadamente la temperatura, se podrá lograr que aquellos que lo hacen a temperaturas inferiores permanezcan líquidos, pudiéndose entonces separar por algún método físico.

En la figura 9 se grafica mediante una curva el contenido de grasa sólida (SFC %) observando que la EB1 presenta menor contenido de grasa sólida haciendo que sea menos consistente que la EB2, guardando relación directa con la temperatura final de cristalización, ya que a menor temperatura final de cristalización, menor será la fundición de los componentes duros de la grasa, componentes que aportarán al incremento del contenido de grasa sólida. CIMA *et al.*, (2001) menciona que el contenido de grasa sólida es utilizado para especificar las aplicaciones más indicadas de una grasa o mezclas de grasas de un determinado producto y se relaciona con la consistencia de la grasa.

En el cuadro 10 se muestran los resultados de las estearinas super (fracciones duras ó sólidas) obtenidas del fraccionamiento de estearina 1 y 2 (ES1 y ES2).

La ES1 presenta un punto de fusión de 58.4 °C, mientras que la ES2 es mayor en 0,6 °C logrando tener un punto de fusión de 59 °C lo que indica que la ES2 tiene componentes de mayor punto de fusión, evidenciando así que la temperatura final de cristalización influye en forma directa al punto de fusión ya que a mayor temperatura mayor será la fundición de los componentes de punto de fusión intermedio que

incrementan el punto de fusión de la fracción liviana y disminuyen el punto de fusión de la fracción sólida, y que al no quedar como grasa cristalizada incrementan el punto de fusión de la fracción sólida.

El índice de yodo de la ES1 es de 14,17 %, mientras que la ES2 tiene un índice de yodo menor en 0,42 % siendo este 13,73 %, lo que indica que la ES1 tiene mayor contenido de grasa insaturada, evidenciando así que la temperatura final de cristalización influye en forma inversa en el índice de yodo, ya que a menor temperatura no habrá fundición de componentes saturados que aportan a la disminución del índice de yodo quedando como grasa cristalizada en la fracción sólida.

El contenido de grasa sólida se representa en la figura 10, donde se observa que la ES1 tiene menor contenido de grasa sólida que la hace menos consistente que la ES2 guardando relación directa con la temperatura final de cristalización, ya que a menor temperatura final de cristalización, menor será la eliminación de los componentes intermedios que incrementan la dureza a la fracción liviana y disminuyen la dureza a la fracción sólida, debido a que la temperatura de aplicación no es la indicada para su fundición, haciendo que se mantenga como grasa cristalizada que luego se quedan con la fracción sólida.

En conjunto del proceso de fraccionamiento se obtuvo la estearina blanda y la estearina super evidenciando así que las estearinas duras obtenidas mediante el uso de filtros prensa tipo membrana estándar, se puede separar en estearina super y estearina blanda tal como lo menciona DEFFENSE (1995).

A mayor temperatura final de cristalización mayor será la fundición de los componentes saturados ya cristalizados, pasando a formar parte de la fracción líquida o liviana y que por sus características incrementaran el punto de fusión y los valores del contenido de grasa sólida, disminuyendo el grado de insaturación lo que se refleja en la disminución del índice de yodo. CADENA (2004), menciona que los aceites duros tienen altos niveles de triacilglicérolos de los tipos SSS, SOS y SSO, mientras que los aceites blandos son ricos en triacilglicérolos de los tipos SLS y SOO; sin embargo y dependiendo del tipo de fracciones que se quieran obtener, se deben buscar condiciones que permitan obtener una adecuada selectividad. En el caso de partirse de la estearina, un primer fraccionamiento permitirá separar una estearina dura rica en PPP.

1.3 Evaluación del rendimiento del proceso de fraccionamiento.

En el cuadro 11, se tiene los rendimientos de los procesos de fraccionamiento 1 y 2, del fraccionamiento 1 se tiene un 70,4 % de EB1 y 29,6% de ES1, del fraccionamiento 2 se tiene un 79,2 % de EB2 y 20,8 % de ES2; siendo de mayor rendimiento la EB2 del fraccionamiento 2 en 8,8 % que la EB1 del fraccionamiento 1, lo que indica que la temperatura final de cristalización tiene una relación directamente proporcional con el rendimiento de la estearina blanda, ya que a mayor temperatura habrá mayor fundición de componentes duros o no habrá cristalización de los mismos, los que se unirán a la fracción liviana ó líquida incrementando el porcentaje de ésta.

En forma conjunta las estearinas blandas tienen mayor rendimiento que las estearinas super. KELLENS *et al.*, (1998), reportan un rendimiento de 76 % para la estearina blanda con índice de yodo de 48 % y un 24 % para la estearina dura con índice de yodo de 20 %, a partir del fraccionamiento de una estearina de índice de yodo de 41 %. Siendo este rendimiento un valor intermedio al obtenido en el fraccionamiento 1 y 2.

2. Evaluación del fraccionamiento de la estearina blanda (EB1).

En el cuadro 12 se muestra el resultado del fraccionamiento de la EB1, obteniendo una estearina blanda (EB3) y una estearina super (ES3).

La EB3 tiene un punto de fusión de 28,3 y la ES3 un punto de fusión de 49 °C, la diferencia de los puntos de fusión de la EB3 con la ES3 se debe a la separación de triglicéridos de menor punto de fusión de los de mayor punto de fusión seleccionados durante la cristalización. Esto indica que en este proceso los triglicéridos de menor punto de fusión pasaron a formar parte de las estearinas blandas y los de mayor punto de fusión pasaron a formar parte de la estearinas super, tal como lo menciona KELLENS *et al.*, (1998), el objetivo del fraccionamiento es la obtención de dos fracciones con diferentes características físicas, un triglicérido con alto punto de fusión, estearinas y un triglicérido con bajo punto de fusión oleinas.

Respecto al índice de yodo la EB3 tiene un 54,13 % y la ES3 un 30,87 %, siendo la EB3 mayor en 23,26 %, lo que indica que la EB3 tiene mayor contenido de grasa insaturada que la ES3. BERNARDINI (1981)

menciona que la fracción líquida está esencialmente constituida por glicéridos que poseen mayor cantidad de ácidos grasos insaturados mientras que la fracción sólida contiene sobre todo glicéridos con alto nivel de ácidos grasos saturados.

El rendimiento del fraccionamiento 3 muestra un 79,3 % para la EB3 y un 20,7 % para la ES3; KELLENS *et al.*, (1998), reportan un rendimiento de 55,2 % de oleina con índice de yodo de 58 % y 44,7 % de CBE (Cocoa Butter Equivalent) con índice de yodo de 48 %, obtenidas del fraccionamiento de PMF (Palm Media Fraction) con índice de yodo de 48 %; lo que equivale al índice de yodo de la EB1. Esta diferencia de valores reportados se debe a que los productos obtenidos del fraccionamiento 3 son diferentes a los reportados por KELLENS *et al.*, (1998) presentan índice de yodo de 54,13 % para la EB3 y 30,87 % para la ES3.

En la figura 11 se muestra la curva del contenido de grasa sólida donde se observa que la EB3 presenta menor curva de sólidos y diferente comportamiento que la ES3, lo que hace que tengamos una EB3 de menor consistencia y una ES3 de mayor consistencia.

3. Comparación de las estearinas estudiadas con productos comerciales.

3.1 Comparación de las estearinas (EB1 y EB2) con mantecas comerciales.

En el cuadro 13 se observa que la EB1 con punto de fusión de 38.9 °C está dentro del rango del punto de fusión de la manteca manlac 38,5 –

39,5 °C y que el índice de yodo con 48,06% también es superior al valor mínimo de la manteca manlac 45 % mínimo. Para la EB2 con punto de fusión de 41,8 °C tenemos que no cumple con el rango de fusión de la manteca Kraft Verano, supera en 0,3 °C al rango superior (41,0 °C – 41,5 °C), mientras que tiene un índice de yodo de 44,62 % el cuál es superior al valor mínimo de la manteca kraft verano 43,2 % mínimo.

En la figura 12 se muestra la curva del contenido de grasa sólida de la EB1 frente al rango de la manteca manlac, donde se observa que la curva del contenido de grasa sólida de la EB1 cumple parcialmente con el rango establecido ya que a 20 °C es mayor en 0,12 % al rango superior y a 40 °C es 0,08 % menor al rango inferior, lo cual se manifiesta mostrando una curva perpendicular al rango de la manteca manlac ya que a las temperaturas menores (10 °C a 25 °C) se aproxima al rango máximo, mientras que a las temperaturas mayores (30 °C a 40 °C) se aproxima al rango mínimo.

En la figura 13 se muestra la curva del contenido de grasa sólida de la EB2 frente al rango de la manteca kraft verano, observando que la curva del contenido de grasa sólida de la EB2 se encuentra dentro del rango establecido y tiene un comportamiento similar a la manteca kraft verano.

3.2 Comparación de la estearina super (ES3) con la manteca culinarios en desarrollo.

Del cuadro 14 se tiene que la ES3 con punto de fusión de 49 °C é índice de yodo de 30,87 % cumple con los valores de la manteca culinarios 49°C y 25 – 33 % respectivamente.

En la figura 14 se muestra la curva del contenido de grasa sólida de la ES3 frente al rango de la manteca culinarios, donde se observa que la ES3 sólo cumple a 20 °C con 77,91 %, mientras que a 30 °C tiene 53,9 % valor menor en 1,1 % al rango inferior y a 40 °C tiene 31,04 % valor menor en 0,96 % al rango inferior de la manteca culinarios, por lo que a pesar de tener comportamiento similar que la manteca culinarios se encuentra en el rango inferior.

4. Aplicación de los productos obtenidos.

La EB1 es un producto muy suave para ser empleada en la línea de panificación, mientras que la EB2 es un producto que presenta características adecuadas para ser empleada en este rubro.

Las estearinas super (ES1 y ES2) se pueden emplear para la elaboración de jabones de lavar. La estearina super 3 es adecuada para la elaboración de cubitos sazonadores y su estearina blanda que presenta una consistencia muy suave se deriva para ensayos en mezclas para cremas, batidos.

5. Fraccionamiento de otros productos.

Del fraccionamiento del aceite de palmiste se obtuvo oleína de palmiste con características apropiadas para su uso en aceites y mantecas; y una estearina de palmiste para la elaboración de coberturas.

De la obtención de la Cocoa Butter Equivalents, se obtiene una grasa apropiada para la elaboración de coberturas que necesitan atemperado, con un rendimiento de 5,34 % a partir de la estearina de palma con índice de yodo de 41,46 %. KELLENS *et al.*, (1998) presenta una CBE con rendimiento de 17 % a partir de la estearina de palma con índice de yodo de 41 %; esta diferencia es debido a que las estearinas iniciales obtenidas son diferentes ya que vienen de rendimiento de 30 % y 50 %.

De la obtención de oleína con menor punto nube, se obtuvo una oleína de palma con punto nube de 2,2 y rendimiento de 48,7 % en una sola etapa de fraccionamiento. KELLENS *et al.*, (1998) presenta una Super oleina con rendimiento de 48 %, en 2 etapas de fraccionamiento. ORTHOEFER Y LIST (2008), mencionan que el aceite de palma se fracciona generalmente en componentes de oleína de bajo punto de fusión y estearinas de elevado punto de fusión. Mediante el fraccionamiento se hacen posibles comercialmente varios grados de oleína y estearina.

VI. CONCLUSIONES

- Se desarrolló los parámetros de proceso para el fraccionamiento de estearina de palma a nivel piloto en INDESA.
- Las características de la estearina de palma fueron punto de fusión de 49,4 °C, índice de yodo de 41,46 % y contenido de grasa sólida a 10 °C 75,5 %; 20 °C 58,1 %; 25 °C 47,3 %; 30 °C 36,5 %; 35 °C 28,8 % y 40 °C 21,5 %.
- Cada protocolo basado en la variación de la temperatura final de cristalización permitió obtener dos tipos de grasas con características diferentes, evidenciando el efecto de la temperatura final de cristalización, concluyendo que el punto de fusión, el SFC, de los productos obtenidos: estearinas blandas (EBs) y estearinas super (ESs); y el rendimiento de las EBs son directamente proporcional al incremento de temperatura final de la cristalización, mientras que los valores del índice de yodo de la EBs y ESs, y el rendimiento de las ESs son inversamente proporcional. La EB1 (estearina blanda 1) tuvo el menor punto de fusión de 38,9 °C, se obtuvo la ES3 índice de yodo de 48,06 % y contenido de grasa sólida a 10 °C 56.8 %; 20 °C 32,9 %; 25 °C 19,1 %; 30 °C 11,5 %; 35 °C 6,5 % y 40 °C 1,5 %.

- Producto del fraccionamiento de la estearina blanda se obtuvo la ES3 (estearina super 3), con punto de fusión de 49 °C, índice de yodo de 30,87 % y contenido de grasa sólida a 10 °C 89,65 %; 20 °C 77,91 %; 25 °C 66,98 %; 30 °C 53,90 %; 35 °C 40,59 % y 40 °C 31,04 %.

- Las estearinas blandas obtenidas del fraccionamiento de estearina de palma cumplen parcialmente con las características fisicoquímicas de dos mantecas comerciales de INDESA; la EB1 cumple con el punto de fusión, el índice de yodo y el SFC de la manteca Manlac, sin embargo se observa que el SFC tiene un perfil de diferente comportamiento (cruza la curva del SFC establecido); la EB2 cumple con el SFC é índice de yodo pero no con el punto de fusión de la manteca Kraft Verano.

- La estearina super 3 obtenida del fraccionamiento de la estearina blanda (EB1) cumple parcialmente con las características fisicoquímicas de la manteca culinarios.

- La estearina blanda 2 (EB2) es una grasa adecuada para su aplicación en panificación. Las estearinas super (ES1 y ES2), son adecuadas para la elaboración de jabones y sirven como materia prima para preparación de alimento balanceados para animales.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar fraccionamiento de estearina de palma con temperatura final de cristalización de 30 y 35 °C, caracterizar sus fracciones y evaluar su funcionalidad de cada uno de ellos.
- Evaluar la aplicación de las estearinas blandas en línea de panificación del fraccionamiento de estearina de palma.
- Evaluar la estabilidad oxidativa de las estearinas blandas y la estearina super 3.
- Realizar fraccionamientos simple, doble y triple a nivel piloto a partir del RBD de palma con la finalidad de caracterizar sus fracciones y evaluar su funcionalidad de cada uno de ellos.

FRACTIONATION OF PALM STEARIN PILOT PLANT LEVEL IN THE COMPANY INDUSTRIAS DEL ESPINO S.A.

ABSTRACT

Fractionation of palm oil gets 70 % (liquid fraction) and 30 % stearin (solid fraction), varying the process conditions can produce products with different characteristics which makes possible various degrees of olein, stearin and fractions stockings, which are used in the production of fats and soaps. The main objective was to develop the process parameters for the fractionation of palm stearin with a melting point of 49.4 °C at pilot plant level, establishing two crystallization protocols based on the variation of the final temperature of crystallization, 49 °C and 52 °C, obtaining two types of fats with different characteristics: soft stearines (EB1 and EB2) with a melting point of 38.9 °C and 41.8 °C respectively and stearines super (ES1 and ES2) with point fusion of 58.4 °C and 59 °C respectively. The soft stearines partially met with the physicochemical characteristics of two commercial shortenings such as butter and Kraft Summer Mangal respectively. Likewise, soft stearin 2 (EB2) is a suitable grease for use in baking. The stearines super (ES1 and ES2), are suitable for the manufacture of soaps and as an input for the preparation of feed. Fractionation of soft stearin lower melting point (38.9 °C) was obtained super stearin 3 (ES3) melting point of 49 °C that partially meets the physicochemical characteristics of butter for cooking and a soft stearin 3 (ES3) melting point of 28.3 °C which can be used in mixtures of butter fat.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- ASAGA. 2000. Publicación trimestral de la Asociación Argentina de Grasa y Aceites. Secado de granos. Refinación de aceites vegetales. pp 381-390.
- BAILEY, A. 1951. Aceites y Grasas Industriales. Edit Reverté. Buenos Aires-Argentina. 741p.
- BERNARDINI, E. 1981. Tecnología de Aceites y Grasas. Edit Alhambra. Madrid-España. 490p.
- BERGER, K. 1992. Usos Alimenticios del Aceite de Palma. Consejo de promoción de aceite de palma en Malasia. 23p.
- BOCKISCH, M. 2008. Composición, estructura, datos físicos y reacciones químicas de las grasas y los aceites, sus derivados y productos asociados. Parte I. A&G N° 70. pp 152 - 165.
- BOCKISCH, M. 2008. Composición, estructura, datos físicos y reacciones químicas de las grasas y los aceites, sus derivados y productos asociados. Parte II. A&G N° 71. pp 332 - 349.
- CADENA, A. 2004. Fraccionamiento en seco de los aceites de palma y palmiste y sus fracciones. PALMAS Vol 25. pp 482-491.

- CENIPALMA.1996. Primer curso Internacional de Palma de Bogotá. Colombia. 434p.
- CIMA, R.; GIOIELLI, L.; D'AGOSTINI, D. y SOTERO. 2001. Contenido de grasas sólidas de las mezclas binarias y ternarias de aceite de palma, aceite de semilla de palma y triacilglicérols de cadena media. ALIMENTARIA N° 324. pp 47 – 54.
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=133927>
- COTTREL, R. 1991. Nutricional aspects of palm oil. American Journal of Clinical Nutrition (Estados Unidos) V. 53, p 889s-1009s.
- CHANDRASEKHARAN, N. y SUNDRAM, K. 1999. Aspectos Nutricionales y de salud de la estearina de palma: percepciones y hechos. PALMAS Vol 20. pp. 75 – 85.
- CHARLEY, H.1995. Tecnología de Alimentos. Procesos físicos y químicos en la preparación de alimentos. Edit Limusa SA de CV. México. pp 305 – 335.
- DEFFENSE, E. 1995. Fraccionamiento múltiple seco: tendencias en productos y aplicaciones. A&G N° 20. pp 281 – 286.
- GIRAUDIO, M.; ALDERETE, J; MONTESANO, J.; GARCIA, D. y MENENDEZ, J. 2008. Integrantes de emulsiones alimenticias. Parte II. Aceites y grasas. A&G N°70. pp 172 – 183.

- GRACIANI, E. 2006. Los aceites y grasas: Composición y Propiedades. AMV Ediciones. Sevilla-España. 316p.
- HERRERA, M. 1995. Cristalización de triglicéridos en aceites vegetales hidrogenados. A&G N° 18. pp 60 - 67.
- ITINTEC, 1983. Aceite crudo de Palma. Norma Técnica Nacional. Lima. 32p.
- LEISSNER , R., 1991. Cocoa Butter Alternatives. Karlshamn.137p.
- KELLENS, M. 1995. Desarrollos en la tecnología de Fraccionamiento. Parte I. A&G N° 20. pp 266 – 279.
- KELLENS, M.; HENDRIX, M. y MELO, J. 1998. Desarrollos en la modificación de grasas: Interesterificación y fraccionamiento. Características y beneficios. Parte II. A&G N° 33. pp 549 - 567.
- MINAG, 2000. PLAN NACIONAL DE PROMOCION DE LA PALMA ACEITERA. 2000-2010. PERU. impreso por FIMARTS.A.C. 74p.
- MORA, G, O. 2000. Aceite de Palma, salud y nutrición humana. FEDEPALMA Volumen 21 N° 4
- PANTZARIS, T.; AHMAD, M. 2002. Aceites vegetales no tradicionales. Aspectos económicos – tecnológicos del aceite de palmiste. Tomo XII. Vol, 03. A&G N° 48. pp 370 -381.
- PRZYLBYSKI, R.; ESKIN, M. 2007. Propiedades y características fisicoquímicas de las grasas y aceites. Componentes menores y su

relación con la estabilidad de los aceites vegetales. Tomo XVII. Vol, 02.

A&G N° 48. pp 310 - 313.

TAN, Y. A. 1993. Techniques in Palm and Palm Kernel oil specifications..

Malasia.

ZILLER, S. 1996. Grasas y aceites alimentarios. Edit. Acribia. Zaragoza-

España. 71 p.

IX. ANEXO

A-I. Determinación del punto de fusión.

Referencia: AOCS official method, Cc 3 – 25

Slip Melting Point AOCS Standard Open Tube Melting Point. Fifth Edition

Reapproved 1997

Definición: El punto de fusión desliz o “punto de ablandamiento” indica el índice de la temperatura a la cual la grasa se ablanda o llega a ser suficientemente fluida para deslizarse en un tubo de capilar abierto.

Principio del Método: Consiste en introducir una muestra de grasa, en un baño de agua acondicionado, 10°C menos sobre su punto de fusión, en un termómetro con el incremento de temperatura a la cual la grasa comienza a deslizar.

Materiales:

- Tubos capilares de vidrio de 0.8 – 1.10 mm de diámetro interior, longitud 100 mm.
- Termómetro , especificación H 6-40 o H 7-45
- Vaso pirex de 600 ml.
- Agitador eléctrico
- Plancha de calentamiento termostática para control de la temperatura de 5 – 540 °C Marca Cimarec.

Procedimiento:

Fundir la muestra y filtrarlo. Introducir por lo menos 3 tubos capilares dentro de la muestra en estado líquido de manera que la grasa alcance alrededor de 10 mm de altura dentro de los tubos.

Enfriar la muestra in mediatamente, manteniendo los extremos del tubo que contiene la muestra presionados contra un trozo de hielo hasta que la grasa se solidifique.

Colocar los tubos en un recipiente con tapa bien ajustada y mantenerlos en el refrigerador de 4 a 10 °C durante 15 minutos.

Retirar los tubos del refrigerador y asegurarlos con una cinta adhesiva u otro medio adecuado al termómetro al mismo nivel del extremo inferior del bulbo de mercurio.

Suspender el termómetro con los tubos capilares al centro de un vaso pyrex de 600 ml, que contiene agua destilada, asegurándose que el termómetro quede sumergido en el agua a una profundidad de aproximadamente 30 mm.

La temperatura inicial del baño debe estar de 8 – 10 °C por debajo del punto de ablandamiento del muestra.

Agitar el baño de agua con una pequeña burbujeo de aire o plancha magnética y calentar de manera que haya un incremento del baño a razón de 1 °C por minuto bajando a 0.5 °C por minuto a medida que se va alcanzando el punto de ablandamiento o “ Slip Melting Point”.

Continuar calentando hasta que la grasa comienza a deslizar, o levante y calcular el promedio de los tubos, dar como resultado del punto de ablandamiento o Slip Melting Point.

A-II. Determinación del índice de yodo.

Referencia: AOCS official methods, Cd 1d – 92

Iodine Value of Fats and Oils, Ciclohexano - Acetic Acid Method - Fifth

Edition Reapproved 1997

Definición: El índice de yodo es una medida de la insaturación de grasas y aceites y es expresado en términos del número de centígramos de yodo absorbido por gramo de muestra (%yodo absorbido).

Principio del método: Los átomos de carbono insaturados de los ácidos, absorben yodo de acuerdo a la siguiente reacción:



La determinación del valor de yodo corresponde a la adición de halógenos en la presencia de Yoduro de Potasio y la titulación con tiosulfato de sodio usando solución de almidón como indicador.

Materiales:

- Frascos erlenmeyer de 500 ml boca esmerilada
- Frascos volumétricos con tapas esmeriladas de 1000ml, para la preparación de la solución estándar.
- Pipeta- Papel filtro Whatman N° 42 ó equivalente.
- Dispensador volumétrico de 50 ml, 25 ml y 2 ml. Para agua destilada, solución de yoduro de potasio al 15 % y solución de almidón.
- Pipeta repetidora, con frasco de llenado, de 20 ml, para Ciclohexano.
- Balanza analítica, exactitud a 0.0001 gr.
- Agitador magnético.
- Papel filtro Whatman 41 o equivalente.

- Vasos – 50 ml.
- Cronómetro

Reactivos:

- Solución Wijs ($C(ICI)$) Laboratorio Merck.
- Solución de ioduro de potasio (KI) al 10 %.
- Ciclohexano (C_6H_{12}) grado reactivo.
- Ácido acético glacial (CH_3COOH) grado reactivo.
- Almidón soluble al 1%.
- Ácido clorhídrico concentrado (HCl), grado reactivo, sp g. 1.19
- Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) – standard grado primario
- Solución de tosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3 \cdot H_2O$) 0.1 N.

Procedimiento:

- **Solución de ioduro de potasio (KI) al 10 %** , pesar 10g de reactivo de ioduro de potasio, enrasar en 100 ml de agua destilada
- **Almidón soluble al 1 %**, examinado por sensibilidad, se hace una pasta con 1g de almidón y una pequeña cantidad de agua destilada fría y luego se agrega con agitación 100 ml de agua destilada hirviendo.

Test de sensibilidad: Colocar 5 ml de la solución de almidón en 100 ml de agua destilada y agregar 0.05 ml de solución 0.1 N de KI preparada recientemente y agregar una gota de solución de Cloro de 50 ppm hecha diluyendo 1 ml de una solución comercial de Hipoclorito de Sodio al 5 %

(NaOCl) a 100 ml. El color azul producido debe ser decolorado por 0.05 ml, de Tiosulfato de Sodio al 0.1 N.

- **Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) – standard grado primario**, el dicromato de potasio debe estar finamente molido, secado a 105°C por espacio de 2 horas y enfriado en un desecador antes de su uso.
- **Solución de tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3 \cdot H_2O$) 0.1 N**, disolver 24.818 g de tiosulfato de sódio y luego enrasar em 1Lt de água destilada.

Si la muestra no esta líquida, fundir la muestra (la temperatura durante la fusión no debe exceder más de 10 °C sobre el punto de fusión) y filtrar a través de papel filtro. La filtración puede ser llevada en una estufa de 100 °C, por 5 minutos \pm 30 segundos.

Después de la filtración, calentar la muestra.

Una vez que la muestra este a la temperatura de 68 – 71 \pm 1 °C, pesar la muestra en un frasco Erlenmeyer de 500 ml, usando los pesos del cuadro 1.

Agregar 15 ml de Ciclohexano sobre la muestra y agitar para asegurarse que la muestra esté disuelta.

Dispensar 25 ml de solución Wijs dentro del frasco conteniendo la muestra, tapar el frasco y agitar hasta homogenizar. Inmediatamente setear el cronómetro por 1 – 2 horas, dependiendo del valor de yodo de la muestra:

VI < 150 x 1.0 Hr

VI > 150 x 2.0 Hr

Preparar y llevar a cabo por lo menos una determinación en blanco en simultáneo con cada grupo de muestra.

Guardar los frascos en la oscuridad por espacio de 1 hora a temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Remover los frascos de la oscuridad y agregar 20 ml de solución de KI seguido por 100 ml. de agua destilada.

Titular con solución de Tiosulfato de Sodio al 0.1 N, agregando gradualmente y agitando constante y vigorosamente. Continuar la agitación hasta que el color amarillo haya casi desaparecido. Agregar 1 – 2 ml de solución indicadora de almidón y continuar la titulación hasta que el color azul haya justo desaparecido.

Cálculos:

$$\text{Valor de Yodo} = \frac{(B - S) \times N \times 12.69}{\text{Peso de muestra}}$$

Donde:

B = Titulación de la prueba en blanco

S = Titulación de la muestra

N = Normalidad de la solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Cuadro 1:

Valor Iodo	PESO DE MUESTRA		
	150 % exceso gr	100 % exceso gr	Exactitud de Peso gr
< 3	10	10	0.001
3	8.4613	10.5760	0.005
5	5.0770	6.3460	0.0005
10	2.5384	3.1730	0.0002
20	0.8461	1.5865	0.0002
40	0.6346	0.7935	0.0002
60	0.4321	0.5288	0.0002
80	0.3173	0.3966	0.0001
100	0.2538	0.3173	0.0001
120	0.2115	0.2644	0.0001
140	0.1813	0.2266	0.0001
160	0.1587	0.1983	0.0001
180	0.1410	0.1762	0.0001
200	0.1269	0.1586	0.0001

Fuente: AOCS official methods, Cd 1d – 92

A-III. Determinación del contenido de grasa sólida.

Referencia: AOCS official method, Cd 16 – 81 Solid Fat Content (SFC) by Low – Resolution. Nuclear Magnetic Resonance, Fifth Edition, Reapproved 1997

Definición: Es la concentración expresada en porcentaje de materia sólida en una muestra de grasa, a temperaturas establecidas.

Principio del Método: Se basa en la técnica de NMR. Mediante pulsos de radio frecuencia se magnetiza los núcleos de hidrógeno de la muestra. El tiempo que toman estos núcleos para volver a su estado energético original es el principio de cualificación, ya que los sólidos lo hacen en un tiempo afectado por un factor de 10 veces más rápido que los líquido. El sistema cuantifica la materia soluble, proporcional a la diferencia entre las señales captadas provenientes de la muestra total y la fracción líquida.

Materiales:

- Equipo de Resonancia Magnética Nuclear (NMR) Marca Broker Optik Modelo Minispec mq 20 equipo para determinación de contenido de grasa sólida.
- Baños secos termostatos de temperatura constante de 0 – 50 °C Marca ILS Duratech Modelo TCON 2000.
- Termómetro, de –2 a 68 °C.
- Termómetro, de –2 a 150 °C.
- Toalla transparente (blanco)
- Tubos de ensayo de vidrio diámetro exterior: 10.0 ± 0.13 mm, espesor de la pared: 0.6 mm.

Procedimiento:

Fundir las muestras calentándolas a 80 – 90 °C, homogeneizar y filtrarlas con un papel de filtro en vasos identificados de 100 o 250 ml, recibiendo aproximadamente 50 ml de muestra filtrado.

Por cada temperatura de medición, llenar un tubo (previamente identificado) con la muestra caliente (80 °C) hasta una altura de 3 a 4 cm desde el fondo del tubo. Colocar cada tubo en un portatubo y luego llevar al baño de 60 °C y mantenerlo por lo menos durante 5 a 10 minutos.

Transferir los tubos al baño de 0 °C y mantenerlo durante 60 minutos.

Retirar los tubos del baño de 0 °C, introducir cada tubo en los baños acondicionados a diferentes temperaturas (requeridas). Mantener los tubos durante 30 minutos.

Retirar los tubos de la muestra de cada baño, introducirlos en el equipo MINISPEC, efectuando la medición de cada uno de las muestras correspondientes de los diferentes baños de acondicionamientos. Registrar la lectura de la pantalla.

Terminadas las lecturas, salir del PC, y tapar la medición de la lectura de SFC.

Cálculo:

Lectura directa, expresado en porcentaje.

A-IV. Prueba de aplicación de las estearinas blandas en panificación



INDUSTRIAS DEL ESPINO S.A.

PRUEBA DE APLICACIÓN DE LAS ESTEARINAS BLANDAS EN PANIFICACIÓN

a. OBJETIVO:

Evaluar la aplicación de las estearinas duras en panificación.

b. MATERIALES Y PROCEDIMIENTO

1. Materiales

Estearina blanda 01

Estearina blanda 02

2. Procedimiento

Elaborar pan de yema, pan de cebolla, empleando las dos estearinas blandas de diferente punto de fusión.

Evaluar el comportamiento durante la preparación.

Evaluar la característica del producto final.

c. RESULTADO

Estearina blanda 01:

Se funde al contacto con la temperatura del cuerpo

Se incorporó bien en la mezcla

Aporta mucha suavidad a la masa, presentando defectos a la hora de moldear

La masa se pega a la mesa

En el enfriamiento exhuda

Producto grasoso

Sabor residual a aceite

Estearina blanda 02:

No se funde a la temperatura corporal

Buena incorporación en la mezcla

Brinda buena consistencia a la masa en el moldear

No se pega a la mesa

No exhuda

Buen secado

Buena apariencia