

Fraccionamiento en seco de los aceites de palma y de palmiste y usos de las fracciones

Dry Fractionation of Palm and Kernel Oils and Fraction Uses

Antonio E. Cadena G.¹

Resumen

A pesar de que desde los comienzos de la segunda mitad del siglo XIX ya se practicaba el fraccionamiento del sebo para obtener la "oleomargarina", y que en 1921 se patentó un proceso semicontinuo para separar los aceites de las estearinas usando separadoras centrífugas, el fraccionamiento de aceites y grasas sólo empezó a tener importancia industrial después de 1950 y especialmente a partir de 1970, gracias al auge en el cultivo de palma de aceite en países como Malasia e Indonesia. Los desarrollos que se han dado en otros sectores industriales, así como el advenimiento de técnicas analíticas como la cromatografía líquida de alta presión, la cromatografía bajo argenticación, la calorimetría, la microscopía por difracción de rayos X y la espectrometría por resonancia magnética nuclear, han permitido entender los factores que gobiernan este proceso, lo cual ha sido fundamental para optimizarlo y para obtener productos con mayor valor agregado. Los esfuerzos de los fabricantes de equipos se centran en optimizar el sistema de enfriamiento y mejorar la selectividad del proceso, para obtener productos que se adapten a múltiples necesidades de la industria de alimentos y, muy particularmente, que reemplacen a y compitan ventajosamente con la manteca de cacao. En Colombia se fracciona casi el 80% del aceite de palma que se consume (unas 320.000 toneladas anuales), pero sectores industriales, como el de jabones, podrían absorber unas 30.000 toneladas de estearinas al año; para satisfacer estas demandas, así como la que originaría el desarrollo de la oleoquímica, sería necesario fraccionar otras 250.000 toneladas anuales de aceites de palma y palmiste.

Summary

Even though since the beginning of the XIX Century second half, fat fractionation was practiced in order to obtain "oleomargarine" and that in 1921 a semi-continuous process to separate oils from stearins using centrifuge splitters was already patented, oils and fats fractionation only started to gain industrial importance after 1950, and especially from 1970 on, thanks to the palm oil boom in countries such as Malaysia and Indonesia. Developments in other industrial sectors and the advent of analytical techniques like high pressure liquid chromatography, chromatography under argentation, X-rays defraction microscopy, and nuclear magnetic resonance spectrometry, have made it possible to understand this process governing factors, which has been basic to optimize it and to get greater added value products. The efforts realized by the equipment manufacturers are focused in the optimization of cooling systems and in

Palabras Clave

Aceite de palma,
Aceite de palmiste,
Fraccionamiento,
Usos.

1. Ingeniero Químico, ex - gerente Técnico y General de Saceites S.A., Gerente de Desolq Ltda., Bucaramanga, Colombia. E-mail: antonioc@intercable.net.co

Nota: Este artículo se publica "sin editar", la responsabilidad de los textos es del autor.



improving the process selectivity to obtain products that adapt to the multiple needs of the food industry, and in particular, that will replace and compete with cocoa butter. In Colombia, approximately 80% of the palm oil consumed (about 320,000 annual tons) is fractionated, but industrial sectors like the soap one, very well absorb about 30.000 stearin tons per year; in order to satisfy that demand, as well as the one that could be originated by the development of the oleochemistry, it would be necessary to split another 250,000 tons of palm oil and palmiste oil per year.

Introducción

Aun cuando los principales procesos utilizados actualmente para modificar las propiedades físicas de los aceites y grasas (hidrogenación, interesterificación, fraccionamiento) se conocen desde finales del siglo XIX o comienzos del siglo XX, su utilización a gran escala sólo vino a darse en años posteriores a 1950, como consecuencia del gran desarrollo que a partir de dicho año tuvo el cultivo de palma de aceite, especialmente en Malasia y posteriormente en Indonesia, Costa de Marfil, Costa Rica, Ecuador y Colombia, entre otros.

Según Colom Virgili (1), el fraccionamiento del sebo tiene su origen en la investigación llevada a cabo por Mège-Mouriès a partir de 1869 para ganar el premio ofrecido por el gobierno francés “para el que preparase una materia grasa que pudiera sustituir a la manteca de vaca, que resultase a un precio inferior que ésta y que se conservase bien”; este investigador trabajó con sebo fresco de bovinos, el cual dejaba enfriar en recipientes de gran superficie y poca profundidad; el cuajo que se formaba al cabo de 24 horas lo envolvía en lienzos, dejaba escurrir la parte líquida y luego lo prensaba siempre a una temperatura entre 20 y 25°C; con la presión salía a través del lienzo la llamada oleomargarina, de consistencia y aspecto como de una pomada y más parecida a la grasa de leche que la grasa original; dentro del lienzo quedaba la llamada oleoestearina, que por su consistencia no encontró uso inmediato en la preparación de alimentos y se utilizaba para fabricar bujías.

Este procedimiento se continuó utilizando hasta mediados del siglo XX, pero ya en 1921 Cyrus Howard Hapgood (The De Laval Separator Company) (2) patentó en Estados Unidos el primer proceso para la “separación de aceite y estearina de las grasas”, utilizando separadoras centrífugas; en su solicitud de patente, Hapgood indica que la grasa debe enfriarse lentamente desde 60°C hasta 32°C en un tanque con agitación y establece la necesidad de controlar

en forma muy precisa esta última temperatura para que la separación sea eficiente.

Aun cuando el señor Hapgood no menciona qué tipo de grasas utilizó, ni qué rendimientos obtuvo, ni las características de las fracciones obtenidas, no hay duda de que contribuyó enormemente a los que hoy se consideran métodos modernos de fraccionamiento de grasas.

El fraccionamiento de aceites se ha visto favorecido por otros desarrollos industriales en empresas afines o diferentes al sector de aceites comestibles, entre los cuales vale la pena destacar el cristizador esbelto, patentado en los Estados Unidos por Frank R. Shuman y Chester Springs, de la Sun Oil Company (empresa petrolera) en 1959 para cristalizar las parafinas (3) y separarlas del petróleo; el filtro rotatorio bajo vacío, patentado en 1959 por Frank William Young (4); el filtro de cinta (floreentino), patentado por Sark Pashaian y James Morrison Stewart (5) en 1967, y el filtro de membrana patentado por Kataoka Atsushi en 1991 (6).

Paralelamente a estos desarrollos, la producción de aceite de palma se hizo cada vez más importante y en 1972 la firma Tirtiaux, originalmente dedicada a la producción de margarinas en Fleurs (Bélgica), vendió su primera planta para fraccionar aceite de palma a una empresa en Costa de Marfil, aplicando una tecnología desarrollada por ellos desde 1950 y que había comercializado en Australia (1965) y Colombia (1967) para fraccionar sebo; en estas plantas se utilizaban cristalizadores verticales de gran capacidad en donde el aceite se enfriaba lentamente (8 horas) bajo agitación, así como filtro - prensas de tornillo para efectuar la separación de las fracciones.

Las investigaciones que se adelantan desde hace más de cincuenta años sobre las características de los aceites de palma y palmiste y el advenimiento de técnicas como la cromatografía líquida a alta presión (HPLC), la cromatografía bajo

argentación, la microscopía electrónica por difracción de rayos X, la calorimetría y la determinación del contenido de sólidos en grasas mediante resonancia magnética nuclear, han permitido esclarecer los factores que tienen mayor importancia en el proceso de cristalización, lo cual ha sido básico para desarrollar procesos más eficientes, menos costosos, así como productos con mayor valor agregado.

Fraccionamiento en seco de aceite de palma

El aceite de palma está 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 triacil glicerol que pueden formar estos ácidos, sólo seis de ellos juegan un importante papel en el fraccionamiento de este aceite (POP=23,7%; POS=5,7%; PPO=4,4% y POO=20,3%; PLP=6,5%; St00=2,4%) (7); 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. En la Tabla 1 se muestra la composición del aceite de palma en términos de la insaturación de las moléculas, determinada por HPLC bajo argentación; los aceites duros tienen altos niveles de triacilglicerol de los tipos SSS, SOS y SSO, mientras que los aceites blandos son ricos en triacil glicerol 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 y dependiendo del tipo de fracciones que se quieran obtener, se deben buscar condiciones que permitan obtener una adecuada selectividad.

La mezcla de triacilglicerol 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 triacilglicerol SSS es de 60°C, el del POP es 38°C y el del OOO es 4°C; lo anterior se hace evidente al estudiar el perfil de fusión determinado por Espectrometría NMR (Fig. 1) y es gracias a ello que este aceite es especialmente apto para ser sometido a fraccionamiento.

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 triacil glicerol 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 (filtración, prensado, centrifugación).

Tabla 1 Composición en triglicéridos del aceite de palma, según su grado de insaturación

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

* Aceite de palma de Malasia.

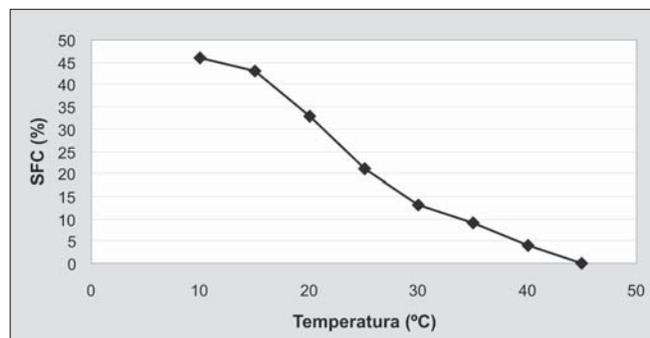


Figura 1 Perfil de fusión del aceite de palma

Los estudios calorimétricos (DSC) han permitido comprobar que aun cuando en el aceite de palma hay seis principales triacil gliceroles diferentes por su grado de insaturación, el termograma correspondiente sólo presenta dos grupos de picos diferenciables tanto durante el enfriamiento como durante el calentamiento, los cuales representan, claramente, los dos grupos de fracciones (líquidas y sólidas) que se pueden separar.

Otro elemento de análisis tiene que ver con las formas cristalinas de los triglicéridos; tradicionalmente se ha considerado que los triglicéridos adoptan tres formas cristalinas o polimorfos. Estos polimorfos, en orden creciente de estabilidad termodinámica y punto de fusión, se denominan como α , β' y β ; adicionalmente, en varios triglicéridos se ha encontrado una nueva forma denominada sub α o $\beta'2$; el aceite de palma presenta todas estas formas cristalinas, aun cuando tradicionalmente se ha dicho que lo hace en la forma β' , por cuanto es relativamente estable en dicha forma.

Un enfriamiento muy rápido del aceite líquido conduce a la forma sub α , la cual, por calentamiento, se transforma en la 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.

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, sub $\alpha < \alpha < \beta' < \beta$.

El comportamiento polimórfico, las características de cristalización y fusión específicas del aceite de palma se deben al comportamiento de fases determinado por los triacilgliceroles que lo componen y cada triacilglicérol actúa de manera diferente con los demás; algunos TAG en el estado líquido pueden actuar como solventes de TAG que estén en estado sólido, y algunos diagramas binarios de dos TAG presentan puntos eutécticos y peritéticos; POP muestra, con PPP, un comportamiento monotético con una solución parcial de sólido.

El alto contenido en los TAG 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 β , pero debido a las interacciones entre TAG, la forma que predomina es la $\beta'1-2$.

Estudios recientes (8) muestran que 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.

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

El aceite de palma, usualmente RBD (aun cuando puede fraccionarse crudo) se calienta a una temperatura suficientemente alta (usualmente 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; existen dos técnicas ligeramente diferentes, de acuerdo a los equipos que se utilicen, la principal diferencia entre ellas radica en la velocidad de enfriamiento: mientras que Extraction De Smet, CMB, Oilteck y Krupp producen equipos que producen un enfriamiento rápido, Tirtiaux usa una cristalización lenta, lo cual parece ofrece una mejor separación de las fases (estearina y oleína).

Algunos desarrollos efectuados para mejorar la eficiencia del enfriamiento tienen que ver con la utilización de serpentines internos a través de los cuales circula el medio refrigerante (Oilteck), o con serpentines verticales que giran dentro del cristizador (Krupp).

El aceite se somete a sucesivas etapas de enfriamiento y retención, con agitación constante 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).

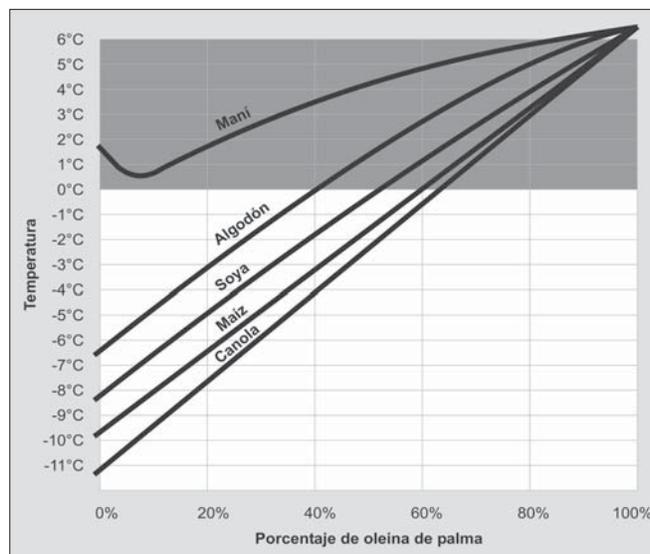
La separación de las fracciones se puede hacer por varios medios: filtro rotatorio bajo vacío, filtro de cinta continua (florentino), filtro prensa de placas o filtro de membrana.

Idealmente, debería ser posible separar totalmente las dos fracciones; 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; normalmente, el filtro rotatorio hace que quede mayor cantidad de oleína retenida por la torta de estearina, que el filtro florentino o el filtro de membrana; la dureza de la estearina dependerá entonces de la cantidad de oleína retenida. El rendimiento de oleína y la suavidad o dureza de la estearina dependerá del sistema de separación que se use, a iguales condiciones de enfriamiento.

En el caso del aceite de palma el interés se centra fundamentalmente en el rendimiento y calidad de la oleína obtenida, aun 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.

Respecto a la oleína, se busca no sólo obtener rendimientos que lleguen hasta el 80%, sino puntos de nube (*cloud point*) lo más bajos posibles para poderla utilizar como aceite para freír o de ensalada; normalmente en una sola etapa de fraccionamiento es posible obtener oleínas con un punto de nube de hasta 4,5–5°C, las cuales, sin embargo, no cumplen satisfactoriamente el *Cold Test* (5,5 horas a 0°C), por lo cual se hace necesario mezclarla en diferentes proporciones con aceites más insaturados como los de soya, maíz, canola, etc., pudiéndose diseñar diferentes formulaciones, como se indica en la Figura 2.

Otra alternativa para mejorar el punto de nube y la estabilidad frente al frío de la oleína, consiste en someterla a nuevos fraccionamientos, pudiéndose obtener superoleínas con puntos de nube del orden de 2°C o las llamadas *top oleins*, las cuales se pueden utilizar sin mezclar para la preparación de ensaladas pues cumplen satisfactoriamente el *Cold Test*. En estos refraccionamientos de la oleína se obtiene una



Fuente: www.mpop.gov.my

Figura 2 Punto de nube de mezclas de oleína de palma con otros aceites

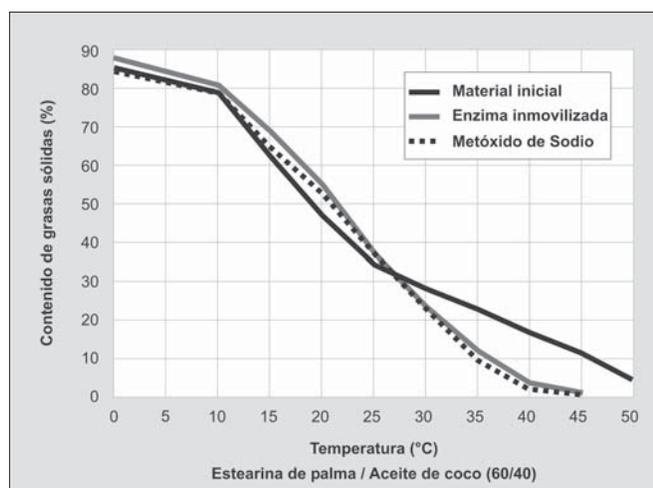
fracción intermedia conocida como *palm mild fraction* (PMF), la cual encuentra aplicación en la elaboración de *shortenings*, margarinas y equivalentes de la manteca de cacao (CBE).

Igualmente, se ha comprobado que si se parte de un aceite de palma neutralizado y desgomado y la oleína se somete a fraccionamiento múltiple, el betacaroteno se va concentrando progresivamente en la fracción de oleína, pudiéndose obtener una *top olein* con un contenido de betacarotenos superior a 800 ppm, lo cual la convierte en un producto de alto valor agregado (*golden olein*).

En algunas ocasiones, especialmente cuando se desea obtener grasas especiales para *shortenings*, margarinas o chocolatería, es importante recurrir a las fracciones intermedias o *palm mild fractions*, tanto a partir de la oleína como a partir de la estearina; para la producción de equivalentes de la manteca de cacao es particularmente deseable utilizar las PMF, las que, hasta hace unos años, debían obtenerse mediante fraccionamiento húmedo o con ayuda de solventes. En el caso de partirse de la estearina, un primer fraccionamiento permitirá separar una estearina dura rica en PPP, así como una oleína que, sometida a un nuevo fraccionamiento, producirá una segunda estearina rica en POP.

Tabla 2 Interesterificación de estearinas de palma con grasas exóticas

	Monosaturados				Monoinsaturados					Diinsaturados					Polinsaturados					
	PPP	PPS	PSP	TOT	POM	POP	POS	SOS	SOA	TOT	POO	SOO	PLIP	PLIS	SLIS	TOT	OOO	PLIO	SLIO	TOT
Manteca de cacao	Tr	Tr		Tr	0,5	16	36	30	2	84,5	2	3,5	2,5	4	1,5	13,5	0,4	0,9	0,3	1,6
PMF	1,5	Tr	-	1,5	2,3	42	8	0,7	-	53	18,4	1,9	11,3	Tr	Tr	31,6	2,9	9,3	-	12,2
Mango Fat				0,9		9,5	51,7	3,7	65,8	1,2	22,7		0,9		24,8	3,4	2,9	0,4	6,7	
Illipe Fat					7,1	31,4	49,9	2,4	90,8	1,5	3,1	0,4	1,2	0,8	7	7	0,8	0,6	8,4	
Shea stearine					1,4	9,9	65,5	3,9	80,7	0,6	7,4		1,6	8	17,6	0,8		1,2	2	



Fuente: www.novozymes.com

Figura 3 Perfil de fusión de estearina de palma interesterificada con aceite de coco

Estas estearinas, con un índice de yodo entre 34 y 36 presentan a temperaturas bajas un contenido de sólidos muy similar al de la manteca de cacao, pero a temperaturas de 37–38°C presentan un contenido mayor, lo cual es un demérito cuando se trata de utilizarlas para reemplazar la manteca de cacao; para obviar esta diferencia, se puede recurrir a la interesterificación con aceites líquidos o con aceite de coco o de palmiste, con lo cual y como se muestra en la Figura 3, se mejora sustancialmente este aspecto. Sin embargo, la mezcla o interesterificación con grasas láuricas puede disminuir la compatibilidad con la manteca de cacao.

Para obviar lo anterior, se han obtenido buenos resultados mezclando o interesterificando estas estearinas con algunas grasas exóticas como las obtenidas de *shea*, *illipe*, *salt* o mango, las cuales, por su alto contenido de POP, mejoran notable-

mente el desempeño, pues permiten mezclarlas con manteca de cacao en todas las proporciones (Tabla 2) (9).

La estearina dura de palma ($IV < 20$) se puede utilizar para reemplazar aceites hidrogenados en *shortenings* y margarinas como las que se requieren para la elaboración de pastas de hojaldre (*puff pastry*) y encuentra también aplicaciones en usos industriales como la obtención de jabones, ácido esteárico, estearatos 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.

Fraccionamiento en seco de aceite de palmiste

A diferencia del aceite de palma, que contiene cantidades casi iguales de ácidos grasos saturados e insaturados, el aceite de palmiste está conformado fundamentalmente por ácidos grasos saturados (mirístico, láurico, palmítico y esteárico), los cuales representan hasta el 75–83% de todos los ácidos grasos en él presentes; como ácidos grasos insaturados están presentes el ácido oleico (14–16%) y el ácido linoleico (2–4%) (10).

El análisis por HPLC muestra también una alta concentración de triacilgliceroles trisaturados y diinsaturados, y el análisis calorimétrico muestra que si bien se forman dos grupos de picos tanto durante el enfriamiento como durante el calentamiento, éstos aparecen casi superpuestos; por último, el perfil de sólidos (SFC) muestra que el paso de la fase sólida a la fase líquida ocurre en un rango de temperatura muy pequeño (Fig. 4).

Lo anterior constituye una gran dificultad para someterlo a fraccionamiento en seco, por lo que

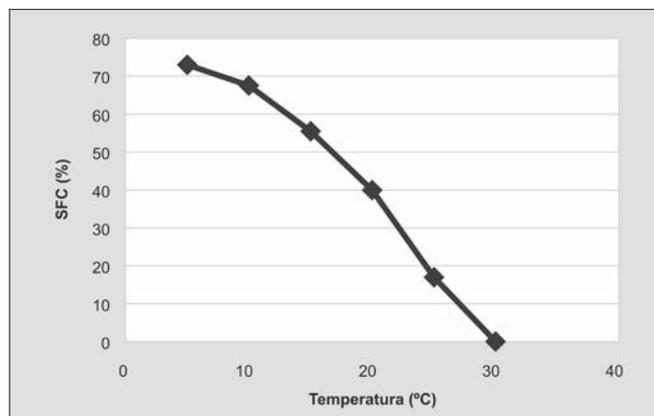


Figura 4 Perfil de fusión del aceite de palmiste

generalmente se acostumbra enfriarlo en bandejas de poca profundidad hasta temperaturas de 22–25°C, envolver la masa cristalizada en lonas y someterlo a prensado en prensa tipo vertical; este proceso es bastante intensivo en mano de obra pero no requiere de equipos muy sofisticados y puede producir aproximadamente un 45% de estearina, dependiendo de la temperatura de enfriamiento y de la presión aplicada.

Alternativamente, se pueden utilizar solventes (acetona) o detergentes (lauril sulfato de sodio) para disminuir la relación sólido-líquido de la masa cristalizada, disminuir la tensión interfasial y facilitar la filtración; en ambos métodos se acostumbra también recircular parte de la oleína para disminuir la relación sólido-líquido; estos dos sistemas son costosos, exigen equipos más sofisticados con medios para separar el solvente o el detergente de las fracciones separadas, pero permiten obtener una mejor separación de las fases y mayor selectividad.

En el fraccionamiento del aceite de palmiste la fracción de interés es la estearina, por presentar un perfil de fusión muy similar al de la manteca de cacao, lo cual la hace especialmente atractiva para reemplazarla en productos de chocolatería, confitería, rellenos dulces y coberturas de helado; sin embargo, este producto no es compatible con la manteca de cacao y debe utilizarse sólo como sustituto total.

Tanto el aceite entero como sus fracciones se utilizan para disminuir el contenido de sólidos a

temperaturas entre 35 y 38°C de *shortenings* y margarinas para untar, mediante interesterificación con estearinas duras obtenidas por fraccionamiento de aceite de palma. La gran ventaja de estos productos frente a los elaborados a partir de aceites parcialmente hidrogenados es su casi nulo contenido de isómeros *trans*, los cuales han sido cuestionados por su posible incidencia sobre las enfermedades coronarias.

En Europa se acostumbra además hidrogenar tanto la estearina como la oleína de palmiste hasta índices de yodo inferiores a uno, existiendo una gran variedad de productos de este tipo diseñados para diferentes aplicaciones y climas.

Con todo, vale la pena comentar que el aceite de palmiste encuentra su mayor aplicación en la elaboración de jabones por su capacidad detergente y espumante, así como en la elaboración de una gran cantidad de derivados oleoquímicos como el alcohol laurílico y diversos lauril-sulfatos de gran importancia en la elaboración de productos de limpieza y cuidado personal.

Desarrollos recientes

Como se comentó anteriormente, el fraccionamiento del aceite de palmiste presenta serias dificultades por el estrecho margen de temperatura dentro del cual se mantiene líquido; de igual manera, se presentan dificultades en el refraccionamiento de las estearinas de palma, por la alta viscosidad de la masa cristalizada, lo cual dificulta su transporte hasta la estación de filtrado.

Dos empresas, una japonesa -Fuji Oil Company- (11) dedicada a la producción de aceites, y otra belga - De Smet Engineering N.V. - (12), fabricante de equipos, han patentado por separado un método para obviar este problema, el cual consiste en cristalizar muy lentamente la masa de aceite previamente fundida dentro de recipientes de poco espesor (horizontal o vertical), usando como medio refrigerante aire o agua y sometiendo luego la masa cristalizada a una fuerza de corte mecánico (trituration, batido), con lo cual la masa cristalizada se vuelve fluida, pudiéndose bombear hacia un filtro prensa (mecánico o tipo membrana) en donde se realiza la separación de las fracciones.

Mientras los investigadores japoneses restringen el uso de la técnica a aceites con bajo contenido de ácido láurico y utilizan aire como medio refrigerante, los belgas no los excluyen, y por el contrario, manifiestan haber obtenido estearinas de palmiste con un índice de yodo bastante bajo y utilizan agua como medio refrigerante.

Las principales etapas del proceso patentado por De Smet se resumen así:

1. Fusión del aceite a temperaturas suficientemente altas para garantizar la destrucción de todos los cristales
2. Precristalización del aceite en cristalizadores convencionales (hasta alcanzar, por ejemplo, un 1% de sólidos)
3. Cristalización lenta de la masa dentro de un conjunto de bandejas verticales de no más de 10 cm de espesor, por entre cuyas paredes fluye un medio refrigerante, mantenidas herméticas mediante un sistema de presión similar al de un filtro-prensa (Figura 5), durante 4-6 horas

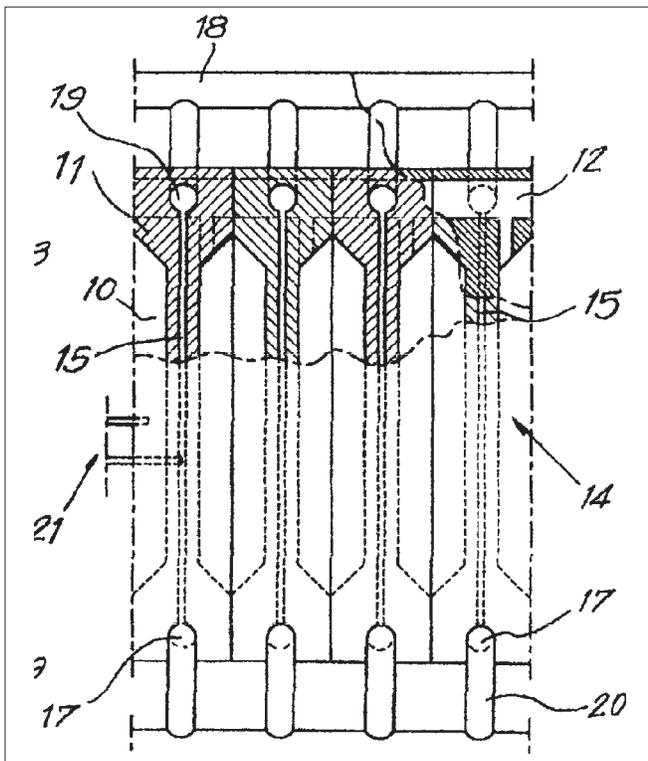


Figura 5
Cristalizador de placas De Smet (Patente EP I 281 749 AI)

4. Apertura de las cámaras y descarga de los bloques cristalizados dentro de una tolva que los conduce a un triturador
5. Trituración de los bloques, con lo cual el producto adquiere fluidez, pudiéndose enviar usando una bomba de tornillo al separador
6. Separación de las fracciones usando filtro de membrana a una presión de 25-28 bars.

Algunos de los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3
Fraccionamiento de aceite de palmiste de acuerdo a la patente EP I 281 749 AI

Período de cristalización (horas)	2,0	3,5	5,0
Temperatura del agua de enfriamiento (°)	18	20	22
SFC del material cristalizado	24	23	23
Rendimiento de estearina	38	35	31
SFC calculado para la estearina	63	66	64
Índice de yodo de la estearina	8,9	5,2	4,4

Aun cuando esta tecnología es aparentemente un regreso a los comienzos del proceso y requiere grandes instalaciones por la baja capacidad de cada una de las celdas de enfriamiento, hace un aporte significativo al fraccionamiento del aceite de palmiste y al refraccionamiento de estearinas, permitiendo la fluidización de la masa cristalizada y la liberación de las oleínas sin destruir los cristales, facilitando así la separación de las fracciones.

Potencial del fraccionamiento de aceites de palma y de palmiste en Colombia

En Colombia se consumen anualmente unas 450.000 toneladas de aceite de palma (13) de las cuales se fracciona aproximadamente el 80% (360.000 toneladas), así como 21.000 toneladas de palmiste, del cual no se tiene información sobre su fraccionamiento.

El objetivo principal del proceso en el país es la producción de oleínas con puntos de nube entre 4,5 y 5,5°C, las cuales se mezclan en diferentes proporciones con aceite de soya para producir aceites de mesa y cocina, o se comercializan sin mezclar para freído en zonas cálidas.

Las estearinas, cuyo índice de yodo oscila entre 44-48 se utilizan fundamentalmente para

producir mantecas vegetales y margarinas, mezclándolas con aceite de palma entero o con aceite de palmiste, sin interesterificar; una pequeña cantidad se dedica a la producción de jabones y ácido esteárico.

Hasta donde se sabe, ninguna empresa realiza refraccionamientos de oleína y estearina en gran escala y posiblemente sólo una ha hecho ensayos de interesterificación para producir equivalentes de la manteca de cacao.

En cuanto al aceite de palmiste, una pequeña cantidad se utiliza en la elaboración de mantecas vegetales, margarinas de mesa y cocina, así como margarinas de panificación; el resto se utiliza principalmente para aplicaciones industriales (jabonería).

Un estudio reciente (14) muestra que en el país existe una demanda potencial de unas 30.000 toneladas anuales de estearina por parte de las empresas del sector de productos de aseo, así como unas 5.000 toneladas de mezclas de estearina de palma con aceites de palma y palmiste. Para satisfacer esta demanda sería necesario fraccionar unas 130.000 toneladas anuales adicionales de aceite de palma, generándose, igualmente, 100.000 toneladas anuales de oleína.

Existe, por lo tanto, un potencial interesante por desarrollar, para lo cual sería conveniente realizar estudios tanto a nivel país como a nivel de las diferentes regiones palmeras, con el fin de determinar las alternativas más favorables para atender esta demanda, lo cual conduciría a un importante incremento del consumo interno.

Es importante tener en cuenta que se pueden explorar muchas alternativas, tales como la producción de superoleínas u oleínas *top*, así como oleínas ricas en vitamina E y beta caroteno, y fracciones intermedias y sustitutos o equivalentes de mantecas de cacao con destino al mercado externo, existiendo muchos modelos para analizar, partiendo de la ecuación básica de costos de producción, en la cual se asigna un costo a una de las fracciones y se calcula el de la otra mediante la expresión

$$SC = \frac{\$A + (\$mo + \$if) - X * (\$B)/}{100 \quad 1 - X/100}$$

en donde

\$A = costo del aceite a fraccionar (\$/kg)

\$mo = costo mano de obra del proceso (\$/kg)

\$if = costos indirectos de fabricación del proceso

X = rendimiento de la fracción B (%)

\$B = costo asignado a la fracción B

\$C = costo de la fracción C

Dependiendo entonces de cómo se valore una de las fracciones se calculará el costo de la otra, como se ilustra en la Figura 6, suponiendo que los costos y rendimientos de proceso se mantienen constantes; si, por ejemplo la fracción B es una PMF que pueda comercializarse a un precio elevado, se le podrá asignar un costo mayor y entonces, la superoleína correspondiente podrá costar menos que la oleína de la cual proviene.

El establecimiento de nuevas instalaciones de fraccionamiento de los aceites de palma y palmiste en el país, o la optimización de las actualmente instaladas, es una opción que vale la pena analizarse y evaluarse, pues hasta ahora los industriales se han concentrado básicamente en el fraccionamiento primario y existen muchas alternativas para desarrollar productos con mayor valor agregado, tanto para el mercado doméstico como de exportación, que contribuirían a una mayor absorción de la producción nacional de estos aceites.

Para que tales desarrollos se materialicen, es necesario que se fortalezcan las relaciones entre

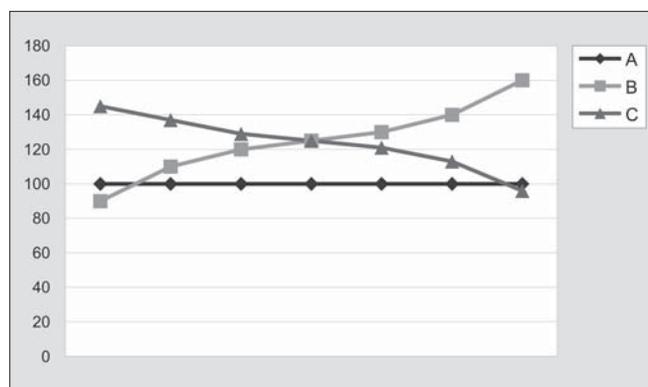


Figura 6 Costo relativo de fracciones

los eslabones de esta cadena agroindustrial para acometer, conjuntamente, proyectos de riesgo y beneficios compartidos. ☼

Bibliografía

- 1 COLOM VIRGILI, R.; BLASI MORA, F. 1.950. Las Industrias Derivadas de los Aceites y Grasas, Editorial Tip. Cats, Barcelona, p.91-92.
- 2 HAPGOOD, C.H. US PATENT 1.381.705, Junio 14, 1921.
- 3 SHUMAN, F.R.; SPRINGS, CH. US PATENT 2.903.411, enero 14, 1957.
- 4 YOUNG, F.W. BR. PATENT 814.142, mayo 27, 1959.
- 5 PASHAIAN, S. *et al.* US PATENT 3.307.704, mayo 1, 1964.
- 6 ATSUSHI, K. JP PATENT 3.258.313, noviembre 18, 1991.
- 7 GARTI, N.; SATO, K. 2001. Crystallization Process in Fats and Lipid systems, Marcel Decker Inc., New York, p.357-378.
- 8 SIEW, L. 2001. Understanding the interactions of Diacylglycerols with oils for better product performances, 2001 PIPOC International Palm Oil Congress, Chemical and Technical Conference, Kuala Lumpur, Malasya, agosto 20-23.
- 9 SHUKLA, V.K.S. 1990. Confectionery Fats. World Conference Proceedings, Edible Fats and Oils Processing, AOCS Press, Champaign, p.228-232.
- 10 CHONG, C.L.; SIEW, W.L. 1994. Chemical and Physical Properties of Palm Kernel Oil. Proceedings of the World Conference on lauric oils, AOCS press, Champaign, p.79-83.
- 11 YUGI KUWWABARA, W. *et al.* US PATENT 5.045.243, septiembre 3, 1991.
- 12 HENDRIX, M.; KELLERS, M.E. PATENT 1.281.749 A1, febrero 5, 2003.
- 13 FEDEPALMA. 2002. Anuario Estadístico.
- 14 CADENA G., A.E. 2.003. Estudio sobre la posibilidad de incrementar el consumo de los aceites de palma y palmiste a través de la utilización de sus fracciones y/o sus mezclas por parte de la industria nacional, Fedepalma, julio 10.