

# Fraccionamiento múltiple seco: tendencias en productos y aplicaciones\*

## *Dry multiple fractionation: trends in products and applications*

ETIENNE DEFFENSE<sup>1</sup>

---

### RESUMEN

La tecnología de fraccionamiento seco de grasas y aceites ha avanzado mucho durante esta última década gracias a los desarrollos recientes en cristalización del material fundido y al uso de prensas con filtros de membrana. Este artículo muestra las posibilidades ofrecidas por el fraccionamiento múltiple seco cuando se opera con una cristalización altamente selectiva y una separación eficiente. El fraccionamiento en tres etapas del aceite de palma y de la grasa de leche anhidra se ofrecen como ejemplos, al igual que las características físico-químicas de los productos principales.

### SUMMARY

The dry fractionation technology of fats and oils has progressed much during this last decade thanks to the recent developments in melt crystallization and to the use of membrane filter presses. This article shows the possibilities offered by dry multiple fractionation when operating with a highly selective crystallization and an efficient separation. Triple-stage fractionation of palm oil and anhydrous milk fat are given as examples, as well as the physical and chemical characteristics of the main products.

---

**Palabras claves:** Aceite de palma, Fraccionamiento, Métodos, Propiedades físico-químicas, Oleína, Estearina.

### INTRODUCCIÓN

A principio de la década del 80, el fraccionamiento en una sola etapa del aceite de palma se hacía utilizando tres procesos comerciales diferentes: un proceso de detergente (Alfa Laval), un proceso de secado lento representado por Tirtiaux o el proceso de secado rápido propuesto por De Smet y CMB. En términos de la eficiencia de separación, el proceso de

detergente parecía ser el mejor, aunque la calidad de la oleína de palma proveniente del proceso de secado rápido era un poco mejor (Deffense 1985).

A partir de 1984 en Malasia, la prensa-filtro fue introducida equipada con placas de membrana donde se aplican presiones de compresión de 4 a 6 bar. Paralelamente, los resultados obtenidos del proceso de secado lento o del proceso Tirtiaux se han vuelto

\* Tomado de: Lipid Technology (Reino Unido) v.7 no.2, p.34-38. 1995. Traducido por Fedepalma.  
I. Gerente de Investigación y Desarrollo. SA Fractionnement Tirtiaux. Fleurus. Bélgica.

muy similares a aquellos del proceso de detergente. El porcentaje de líquido en la torta de estearina se ha disminuido del 60% con el florentino a casi 40-45% con el filtro de membrana. Por lo tanto, es comparable con el citado para el proceso de detergente en la gama de 35 a 50%.

En la actualidad predomina la combinación de la prensa con filtro de membrana con un proceso de fraccionamiento lento seco. Se reconocen grandes ventajas: bajo costo de inversión, bajo costo operacional, sin aditivos, sin tratamiento de efluentes y menos dependencia de la temperatura de separación.

### SELECTIVIDAD DE FRACCIONAMIENTO SECO

a supersaturación del material fundido, la cual es la fuerza impulsora de la cristalización seca, depende de muchos factores, tales como: el calor específico y el latente, la viscosidad, la intersolubilidad y formación de cristales mezclados, las formas polimórficas de los cristales. Sin embargo, si el enfriamiento se hace gradualmente, con unas condiciones específicas de inoculación del tanque digestor y bajo un control perfecto computarizado, los diferentes tipos de glicéridos se cristalizarán selectiva y sucesivamente según sus características físicas.

Por ejemplo, un fraccionamiento estándar ocurre sobre una línea a lo largo de la cual los triglicéridos disaturados (SUS) están en el mismo nivel tanto en la inoculación del tanque digestor como en el oleína simple. Del otro lado, todos los triglicéridos trisaturados desaparecen en la oleína.

Una vez hayan desaparecido totalmente los triglicéridos trisaturados (SSS), sólo entonces los SUS comenzarán a disminuir la producción de la superoleína con un índice de yodo de 64-66 (el punto de nube de la AOCS de 4 a 30°C). El enriquecimiento adicional en triglicéridos no saturados (SUU/UUU), principalmente POO y POL, es responsable de la alta caída en el punto de nube observado para las oleínas con índices de yodo superiores de 70-72 (punto de nube de la AOCS -2°C).

La selectividad de la cristalización dependerá del proceso, el equipo y los parámetros utilizados. Si se compara la oleína A con la oleína B resultante del mismo aceite de palma

refinado, blanqueado y desodorizado (RBD), pero fraccionado en dos plantas diferentes, su índice de yodo y la composición de ácidos grasos va a ser bastante similar (Tabla 1). Sin embargo, la diferencia principal está en su composición de triglicéridos: la oleína B contiene más PLO/POO pero mucho menos PPP, el cual es responsable del aspecto nublado de la oleína. Como resultado, el punto de nube de la oleína B es 2,4°C más bajo.

Adicionalmente, y para ser completa, la selectividad también será altamente afectada por el tipo de aceite, su calidad inicial y por el proceso de refinación empleado.

### TENDENCIAS EN PRODUCTOS Y APLICACIONES

A partir de 1990, la oleína del fraccionamiento de una sola etapa se ha convertido en un producto primario muy barato, debido al exceso de capacidad de fraccionamiento de una sola etapa (con la aplicación del filtro de membrana) y a los bajos márgenes de rentabilidad en Malasia. Por lo tanto, la atención se ha concentrado en el fraccionamiento múltiple, para fabricar productos de mayor valor agregado, tales como oleínas con el más alto índice de yodo posible y la fracción media de palma (PMF) directamente apropiada para el equivalente de manteca de cacao (CBE).

### OLEÍNAS DE PALMA

En la actualidad, el fraccionamiento múltiple seco se ha convertido en una técnica de rutina (Fig. 1). Con una buena selectividad de cristalización y una separación eficiente, se puede obtener, en dos pasos, una superoleína con índice de yodo de 64-66. Esta superoleína con un punto de nube de la AOCS de 2 - 4°C se produce rutinariamente en diferentes plantas Tirtiaux en Malasia.

Paradójicamente, las primeras superoleínas con un punto de nube de 4 a 5°C producidas en el mundo fueron principalmente producidas con aceite de palma de baja calidad en América del Sur. El objetivo principal

Tabla 1. Fraccionamiento seco y selectividad de cristalización

| Tipo de Oleína | Índice de Yodo | PPP | POP  | PLO <sup>1</sup> | POO  | OOO | Punto de Nube <sup>2</sup> |
|----------------|----------------|-----|------|------------------|------|-----|----------------------------|
| Oleína A       | 55,3           | 1,3 | 32,5 | 9,3              | 27,0 | 3,8 | 10,6                       |
| Oleína B       | 55,6           | 0,7 | 32,4 | 9,9              | 27,5 | 3,8 | 8,2                        |

P = palmítico, L = linoleico, O = oleico; 2 Métodos de la AOCS.

era mezclar dicha superoleína con la menor cantidad posible de aceite de soya para así resistir el clima frío de los Andes y entonces reducir su balance comercial.

Debido a que la industria alimenticia en Europa, los Estados Unidos y Japón requiere oleínas más específicas para poder resistir sus climas templados, la oleína superior ha sido producida exitosamente con un índice de yodo mínimo de 70 y un punto de nube de la AOCS de  $-2^{\circ}\text{C}$ .

Un aceite para ensaladas de buena calidad debe permanecer claro, inclusive a temperaturas relativamente bajas en el invierno. Este requisito específico se refleja en una sencilla prueba de frío: el aceite debe permanecer claro después de 5,5 horas a  $0^{\circ}\text{C}$ . Las mezclas de aceite de soya con oleínas de palma indican que la cantidad de superoleína que puede agregarse al aceite de soya para mostrar una prueba de frío positiva a  $0^{\circ}\text{C}$  se limitaba a 30% para la superoleína con un índice de yodo de 65. Sin embargo, el 100% de las oleínas superiores (índice de yodo de 71) pueden pasar la prueba de frío e inclusive más de 24 horas a  $0^{\circ}\text{C}$ . Por lo tanto, la oleína superior puede ser utilizada para aceite de ensaladas en climas fríos y templados o para aderezos de ensalada que deben permanecer claros a temperaturas de la nevera.

### FRACCIONES MEDIAS DE PALMA (PMF)

El aceite de palma es un producto primario muy importante como fuente para la fracción POP o para PMF. El aceite tiene que fraccionarse dos veces para producir una fracción media de alta calidad rica en triglicéridos POP.

La producción de una PMF dura mediante el fraccionamiento seco requiere tres pasos selectivos de fraccionamiento, tal como se muestra en la Figura 1. Comenzando con el aceite de palma, el primer paso de fraccionamiento elimina los triglicéridos trisaturados (SSS) o la estearina de

palma. La oleína de palma resultante se divide en una superoleína y en una PMF suave con enriquecimiento considerable en SUS (aproximadamente un 73%).

El refraccionamiento de esta PMF suave produce una excelente PMF dura, tan buena como la que se obtiene mediante el fraccionamiento con solvente. La proporción de SUS a SUU va de 9 a 12, y el índice de yodo de 33 a 36. Una fracción media de componente de alimentación se emplea para la producción del equivalente de manteca de cacao (CBE) y es esencial que tenga un bajo contenido de diglicéridos, ya que los diglicéridos tienen gran influencia sobre la suavidad del equivalente de manteca de cacao. El análisis también muestra que los diglicéridos se remueven selectivamente para dejar menos del 2% durante la tercera etapa del fraccionamiento.

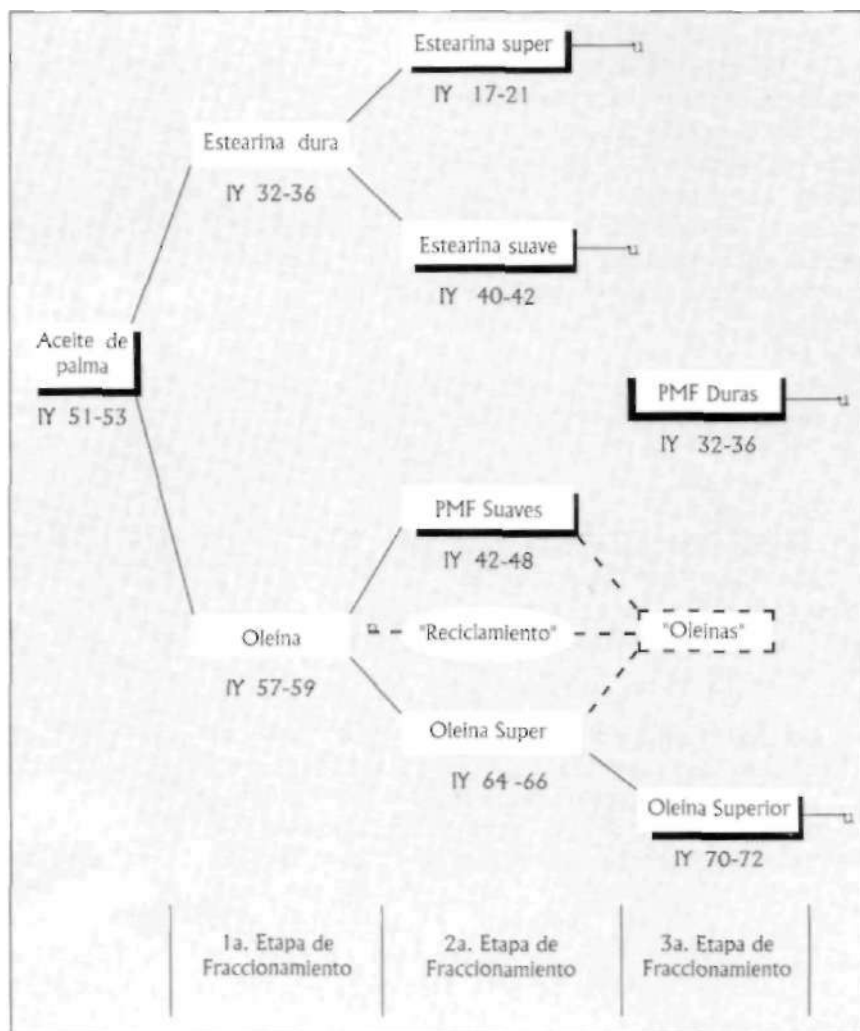


Figura 1. Fraccionamiento múltiple del aceite de palma.

En la Figura 2 se muestra un conjunto de curvas SFC que se obtienen del fraccionamiento del aceite de palma. Las fracciones medias de palma (PMF) se midieron mediante NMR según el método IUPAC. Si se compara con la PMF suave, la PMF dura se caracteriza por una curva de fusión particularmente inclinada por debajo de la temperatura del cuerpo. Los perfiles SFC de otras fracciones medidas por NMR según el método estándar también han sido incluidos en la figura para fines comparativos.

### ESTEARINAS DE PALMA

Tal como lo muestra la Figura 1, la estearina dura obtenida mediante la filtración de membrana estándar se puede separar en una super estearina y en una estearina suave. Tal super estearina actúa como un componente de alimentación en reemplazo del aceite hidrogenado - puede mezclarse con otros aceites o puede mezclarse al azar con otros aceites, cuando se quiere evitar la presencia de ácidos grasos *trans*.

Las Tablas 2, 3 y 4 muestran la composición de los ácidos grasos, el porcentaje del total de los ácidos grasos saturados, el punto de nube, el punto de goteo y el contenido de grasa sólida de todas las fracciones de aceite de palma.

Aunque el valor del punto de nube de la AOCS se toma como un estándar internacional, también se puede utilizar el punto de nube Mettler. Sin embargo, existe una gran diferencia entre ambos valores. Por ejemplo, el punto de nube Mettler de 1,3°C es igual al punto de nube de 3,0°C de la AOCS. Ya que existe una correlación excelente, un punto de nube exacto de la AOCS se puede obtener rápidamente mediante extrapolación del punto de nube Mettler determinado automáticamente.

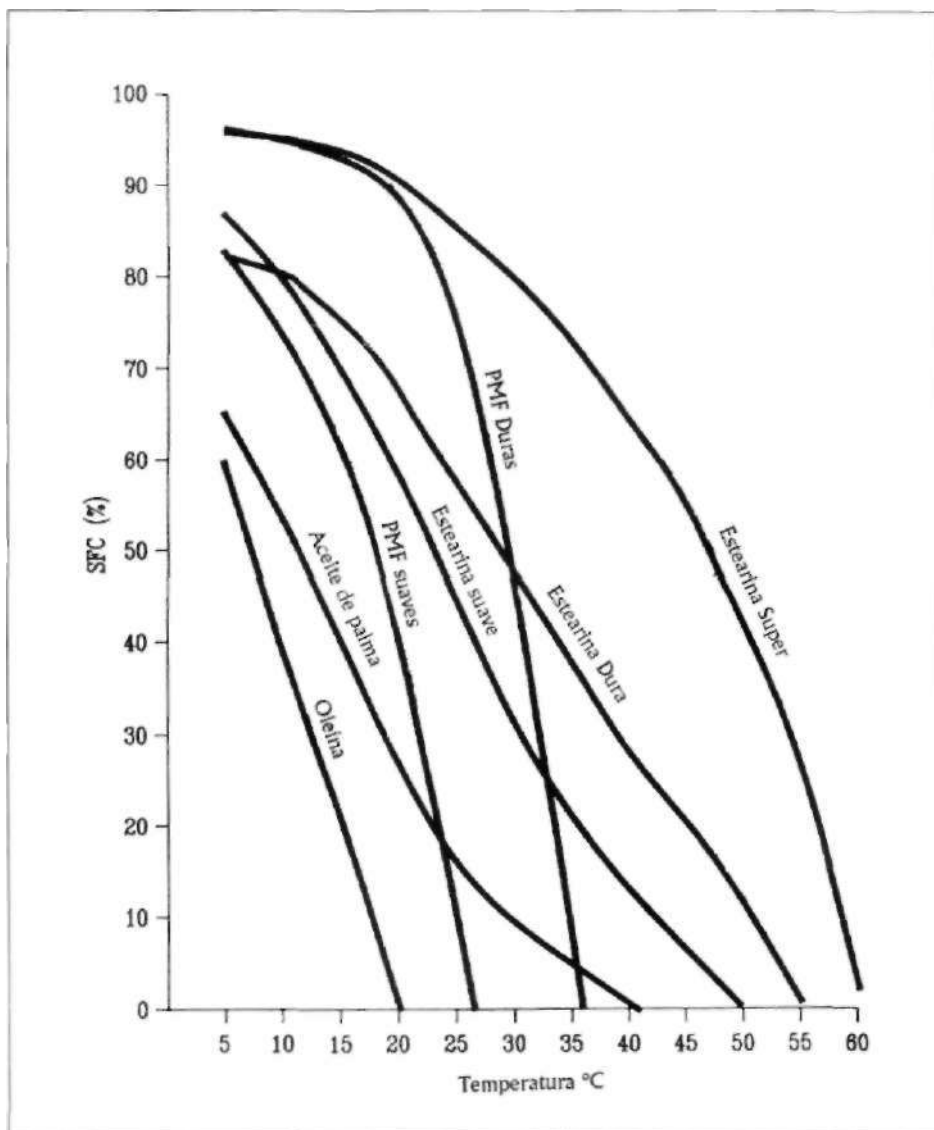


Figura 2. Contenido de grasa calida de las fracciones de aceite de palma por NMR

Punto de nube de la AOCS (Cc6-25)/Punto de nube Mettler (celda FP81)

$$(AOCS) = 0.85895(\text{Mettler}) + 1,8745$$

Coefficiente de Correlación: 0,988

### OLEÍNA SUPERIOR DE LA GRASA DE LA LECHE ANHIDRA

El uso de las fracciones de la grasa de la leche se ha aumentado desde su introducción en 1972 a aproximadamente 50.000 t/año o aproximadamente el

# FRACCIONAMIENTO MULTIPLE SECO: TENDENCIA

Tabla 2. Rango de fracciones obtenidas por el proceso de fraccionamiento seco: características físico-químicas.

|                         | Esterinas |       |       | Aceite de Palma | Oleína | Oleínas |          | PMF   |       |
|-------------------------|-----------|-------|-------|-----------------|--------|---------|----------|-------|-------|
|                         | Super     | Dura  | Suave |                 |        | Super   | Superior | Suave | Dura  |
| Índice de Yodo          | 17-21     | 32-36 | 40-42 | 51-53           | 57-59  | 64-66   | 70-72    | 42-48 | 32-36 |
| Punto de Goteo          | 61-63     | 54-56 | 48-50 | 37-39           | 18     | -       | -        | 26-30 | 32-37 |
| Punto de Nube [AOCS]    | -         | -     | -     | -               | 6-9    | 2-4     | -2       | -     | -     |
| Punto de Nube [Mettler] | -         | -     | -     | -               | 5-8    | 0,5-2   | -4,5     | -     | -     |

Tabla 3. Rango de fracciones obtenidas mediante el proceso de fraccionamiento seco: composición de ácidos grasos. (Expresado como ésteres metílicos del ácido graso, %).

|              | Esterinas |      |       | Aceite de Palma | Oleína | Oleínas |          | PMF   |      |
|--------------|-----------|------|-------|-----------------|--------|---------|----------|-------|------|
|              | Super     | Dura | Suave |                 |        | Super   | Superior | Suave | Dura |
| 14:0         | 1,1       | 1,3  | 1,3   | 1,1             | 1,0    | 1,1     | 1,0      | 0,8   | 0,8  |
| 16:0         | 77,4      | 60,8 | 54,0  | 43,7            | 38,8   | 33,0    | 28,8     | 47,9  | 54,3 |
| 16:1         | 0,1       | 0,1  | 0,3   | 0,2             | 0,2    | 0,3     | 0,3      | 0,1   | -    |
| 18:0         | 4,7       | 5,4  | 5,0   | 4,4             | 4,1    | 3,6     | 2,5      | 5,2   | 5,5  |
| 18:1         | 13,4      | 26,1 | 31,3  | 39,9            | 43,8   | 46,4    | 52,0     | 37,8  | 34,5 |
| 18:2         | 2,9       | 5,4  | 7,2   | 9,7             | 10,8   | 14,2    | 14,6     | 7,3   | 4,1  |
| 18:3         | -         | 0,1  | 0,1   | 0,2             | 0,2    | 0,3     | 0,4      | 0,1   | -    |
| 20:0         | 0,3       | 0,4  | 0,3   | 0,4             | 0,4    | 0,3     | 0,2      | 0,3   | 0,3  |
| Saturados(%) | 83        | 68   | 60    | 50              | 45     | 38      | 31       | 54    | 61   |

Tabla 4. Rango de fracciones obtenidas mediante el proceso de fraccionamiento seco: contenido de grasa sólida por NMR (%).

| Temperatura [°C] | Esterinas |      |       | Aceite de palma | Oleína | PMF   |      |
|------------------|-----------|------|-------|-----------------|--------|-------|------|
|                  | Super     | Dura | Suave |                 |        | Suave | Dura |
| 5                | 95,4      | 82,0 | 87,0  | 65,2            | 60,0   | 83,0  | 96,0 |
| 10               | 95,0      | 80,5 | 80,9  | 54,3            | 40,0   | 75,0  | 95,0 |
| 15               | 94,0      | 75,4 | 70,7  | 41,0            | 22,0   | 64,0  | 93,0 |
| 20               | 90,8      | 68,7 | 59,6  | 27,2            | 2,0    | 45,0  | 90,0 |
| 25               | 85,3      | 59,6 | 45,4  | 15,6            |        | 11,0  | 78,0 |
| 30               | 79,8      | 48,7 | 31,2  | 9,4             |        |       | 47,0 |
| 35               | 73,4      | 37,4 | 21,1  | 5,1             |        |       | 6,0  |
| 40               | 64,2      | 27,1 | 12,9  |                 |        |       |      |
| 45               | 56,5      | 20,4 | 7,0   |                 |        |       |      |
| 50               | 45,8      | 12,0 | 0,3   |                 |        |       |      |
| 55               | 29,0      | 0,5  |       |                 |        |       |      |
| 60               | 2,1       |      |       |                 |        |       |      |

20% del mercado de la grasa de la leche. Entre las aplicaciones más recientes se puede mencionar la manteca para untar, la cual resulta del desarrollo de un fraccionamiento múltiple seco de la grasa de la leche (Deffense 1993).

Estas mantecas para untar se producen utilizando dos métodos diferentes. El primero es mezclando la crema con oleína superior seguido de un proceso de batido. De esta manera, la estrategia adoptada consiste

en la combinación del efecto del tratamiento de temperatura de la crema y la utilización de la oleína superior como lubricante, los glóbulos de la grasa de la leche son lubricados por el aceite líquido, al igual que se lubrican las balineras en una máquina.

La segunda posibilidad, reconocida a principios de la década del 70, fue la de recombinar las fracciones de fusión más altas y más bajas, es decir, la estearina dura y la oleína superior. La estrategia para esta segunda

ruta es similar a aquella de la margarina para untar producida con aceite vegetal líquido y aceite hidrogenado.

Ambos enfoques requieren una oleína superior obtenida mediante un fraccionamiento múltiple seco con alta selectividad y eficiencia. En la Figura 3 se muestra, como un ejemplo, un fraccionamiento en tres etapas de la grasa de la leche.

### FRACCIONES INTERMEDIAS

Las fracciones intermedias se han denominado "oleínas" debido a su similitud con la oleína inicial. Luego, ellas son recicladas en la oleína para aumentar el rendimiento general en oleínas superiores así como también en las fracciones medias de palma (PMF) (Fig. 1 y 3).

### CONCLUSIONES

Como una tecnología de modificación natural, el fraccionamiento seco está adquiriendo mucha importancia. Él ofrece un amplio rango de posibilidades, pero, el fraccionamiento múltiple seco operado con alta selectividad y eficiencia ofrece productos más específicos a bajo costo.

La producción de la PMF dura no necesariamente requiere el uso de solvente o filtración a presión por encima de 50 bar, lo cual, de otra manera, haría muy costoso el proceso. Las oleínas superiores proporcionan una gran variedad de aplicaciones.

### BIBLIOGRAFIA

- DEFFENSE. E. 1985. American Oil Chemist's Society. Journal (Estados Unidos) v.62. p.376.
- DEFFENSE. E. 1993. American Oil Chemist's Society. Journal (Estados Unidos) v.70, p.1193.

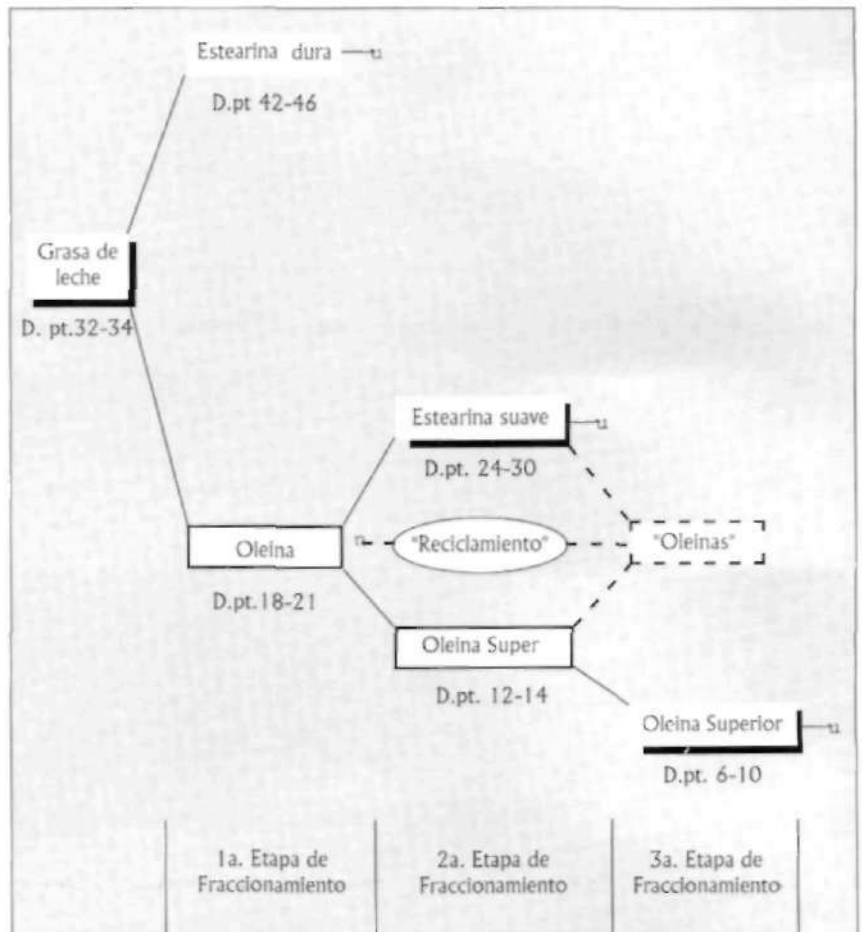


Figura 3. Fraccionamiento múltiple seco de grasa de leche de ahnindra.