

Fraccionamiento de la grasa abdominal de pollo

Por Chiu Chih Ming, Luiz Antonio Gioielli* y Victor Sotero Solis

Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica - Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo - Avenida Professor Lineu Prestes, n° 580, Bloco 16 - CEP 05508-900 - São Paulo, SP, Brasil.
e-mail: lagio@usp.br

RESUMEN

Fraccionamiento de la grasa abdominal de pollo.

En este trabajo, se realizó la evaluación de las propiedades físicas y químicas de los productos del fraccionamiento de la grasa abdominal de pollo. Los análisis realizados fueron: punto de fusión, consistencia, contenido de grasa sólida, composición de los ácidos grasos e índices de iodo y de saponificación. De acuerdo a los resultados se observa que la grasa de pollo presenta 67.2% de ácidos grasos insaturados. La grasa de pollo se presentó plástica y de buen esparcimiento a la temperatura de 10°C. Se obtuvo una relación lineal entre la consistencia y el contenido de grasa sólida. La alta concentración de oleínas (>84%) sugiere la posibilidad de su aplicación como aceite de fritura. La estearina podría ser usada como base en la preparación de margarinas para pastelería.

PALABRAS-CLAVE: *Estearina - Fraccionamiento - Grasa abdominal de pollo - Oleína.*

SUMMARY

Abdominal chicken fat fractionation.

The objective of this study was to determine physical and chemical properties of the products from the abdominal chicken fat fractionation. Melting point, consistency, solid fat content, fatty acid composition, iodine and saponification values were determined. Results showed that chicken fat has 67.2% of unsaturated fatty acids. Chicken fat at 10°C was plastic and spreadable. A linear relationship between consistency and solid fat content was obtained. Oleins high yield (>84%) suggest that these fractions can be used as frying oils. Stearins can be applied as components in the fat manufacturing, in pastry and in puff-pastry margarines.

KEY-WORDS: *Chicken fat - Fractionation - Olein - Stearin.*

1. INTRODUCCIÓN

La producción y consumo de carne de aves ha aumentado considerablemente a nivel mundial, sobre todo, debido a su bajo costo y ser una de las más económicas entre las proteínas de origen animal. La avicultura brasileña registró un crecimiento sorprendente en los últimos años, con una producción total de 5.5 millones de toneladas en 1999, que lo ubica como el segundo mayor productor de este producto

(A.B.E.F., 2000). La grasa abdominal corresponde aproximadamente de 2 a 2.5% del peso total de pollo abatido (Buchalla, 1999). Esta grasa puede ser aprovechada como un ingrediente en la fabricación de raciones y de embutidos, ya que presenta altas concentraciones de ácido oleico, palmítico y linoleico. En la mayoría de los casos los pequeños productores la descartan, junto a las vísceras, plumas y sangre, contribuyendo de esta forma, con el aumento de desechos lanzados a la naturaleza.

El fraccionamiento es un proceso de modificación completamente reversible que, incluye una cristalización parcial seguida de separación por filtración de las fracciones sólidas y líquidas (Parmentier, 2000; Deffense, 2000; Breitschuh and Windhab, 1998). Las diferencias resultantes en las fracciones van a depender de las características y de los parámetros de ajuste del proceso y, en cambio, la eficiencia en la separación de la fase líquida (oleína) influye en la calidad de la fase sólida (estearina) (Breitschuh and Windhab, 1998). Según Hamm (1995), el fraccionamiento es utilizado con la finalidad de alcanzar uno o más de los siguientes objetivos:

- Eliminar pequeñas cantidades de compuestos de alto punto de fusión, que son triacilglicérols o compuestos no triacilglicéridicos de un aceite, de forma tal que se torne límpido, previniendo la solidificación de algunos componentes a bajas temperaturas. Esta operación es conocida como "winterización".
- Enriquecimiento de un aceite con un triacilglicérol más insaturado, con el objetivo de mejorar sus características y ampliar su aplicación, ya sea directamente o mezclado con otros aceites o grasas.
- Recuperación de una fracción con una composición más similar y propiedades de fusión rápida. Apropriados para uso en chocolates y productos de confitería.

Breitschuh and Windhab (1998) afirman que la etapa de cristalización generalmente puede ser dividida en tres procesos característicos: supersaturación, nucleación y crecimiento. Según Deffense (1987), los factores que afectan la formación y el crecimiento de los cristales son: composición del aceite,

polimorfismo, velocidad de enfriamiento, gradiente de temperatura e intersolubilidad.

Viau and Gandemer (1991a) en investigaciones con grasas de pollo, indican que las proporciones relativas de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados variaron, respectivamente, de 29 a 35%, de 47 a 57% y de 10 a 24%, de acuerdo con la grasa analizada. Los principales triacilglicérols fueron PO₂, POL, LO₂, O₃ y P₂O, donde P = ácido palmítico, O = ácido oleico y L = ácido linoleico. La baja cantidad de triacilglicérols saturados (<3%) explica la baja concentración de grasa sólida a la temperatura ambiente (3-10% a 20°C). Los ácidos grasos encontrados en mayor cantidad en la grasa de pollo fueron el palmítico y el oleico.

De acuerdo con Lee and Foglia (2000b) la grasa de pollo presenta cerca de 60% de ácidos grasos insaturados, siendo por lo tanto, altamente insaturada en comparación con el sebo bovino. Entre los ácidos grasos insaturados (AGI), los monoinsaturados (AGMI), tales como el ácido oleico, son considerados deseables en lo que atañe a la prevención de riesgos de enfermedades de la arteria coronaria. La grasa de pollo es considerada una fuente de AGMI, puesto que presenta concentraciones en torno de 45 a 50%, mientras que el sebo bovino presenta tan sólo de 30 a 40% de estos ácidos grasos. Según los mismos investigadores, los AGMI son conocidos como reductores de los niveles de colesterol en la sangre en cierto tipo de individuos que no presentan alta cantidad de triacilglicérols. Debido a la importancia de estos ácidos grasos en la dieta, se recomienda su ingestión en una cantidad equivalente a la mitad del total de calorías ingeridas en lo correspondiente a la fracción lipídica.

Numerosos investigadores han demostrado que los aceites y grasas de las dietas pueden afectar los niveles de lípidos en la sangre y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Por otro lado los consumidores están recibiendo información confusa sobre el porcentaje de grasa que deben consumir en sus dietas, y ellos solo van a poder realizar una selección correcta cuando tengan informaciones correctas (Vizcarrondo et al., 1998).

Los objetivos del presente trabajo fueron: realizar el fraccionamiento de la grasa abdominal de pollo con el propósito de evaluar el rendimiento de sus oleínas y estearinas así como analizar la composición de sus ácidos grasos, puntos de fusión, contenido de grasa sólida y la consistencia de la grasa abdominal de pollo y de sus fracciones.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Material

Fueron utilizadas muestras brutas de grasa abdominal de pollo de diferentes razas comerciales, gen-

tilmente cedidas por pequeñas empresas del estado de San Pablo, Brasil.

2.2. Fraccionamiento

Fue realizado el fraccionamiento de la grasa de pollo por cristalización a las temperaturas de 17.5 y 20°C, por ser las temperaturas que dieron mejor rendimiento en ensayos previos, y siguiendo las siguientes etapas:

- Las muestras fueron fundidas a 70°C en horno de microondas, para asegurar la completa fusión de los cristales. Posteriormente fueron colocadas en una estufa a la temperatura de fraccionamiento.
- Después de 24 horas la grasa parcialmente cristalizada fue filtrada bajo presión reducida para la separación de las fracciones líquida (oleína) y sólida (estearina).
- Las fracciones obtenidas fueron pesadas para los cálculos de rendimiento.

En este trabajo, el método de fraccionamiento fue realizado sin agitación y el enfriamiento sin programación de temperatura.

2.3. Composición de los ácidos grasos

El análisis de la composición de los ácidos grasos fue realizada según el método Ce 1-62 de la AOCS (1996). Para la determinación de los ácidos grasos se utilizó un cromatógrafo gaseoso Varian GC, modelo 3400 CX. La composición cualitativa fue determinada por comparación de los tiempos de retención de los picos con los de los respectivos patrones de ácidos grasos. La composición cuantitativa fue realizada por normalización del área, siendo expresada en porcentaje de masa.

2.4. Puntos de fusión

Los puntos de fusión en capilar abierto y cerrado, fueron determinados según las normas de la AOCS (1996), métodos Cc 3-25 y Cc 1-25.

2.5. Contenido de grasa sólida

El contenido de grasa sólida fue analizado por resonancia magnética nuclear de baja resolución, utilizando un equipo Maran Ultra Bentchop NMR, según las normas de la AOCS (1996), método Cd 16b-93.

2.6. Consistencia

La medida de la consistencia fue efectuada por medio de la prueba de penetración con el cono acrílico de ángulo de 45°, en un equipo de análisis de

textura TA-XT2, Stable Micro System, controlado por un ordenador personal (Sotero Solis *et al.*, 2000).

Para realizar la conversión de los datos de penetración en un parámetro independiente de peso y del tipo de cono, fue utilizada la ecuación propuesta por Haighon (1959), para el cálculo de la consistencia.

La consistencia fue analizada a las temperaturas de 10, 15, 20 y 25°C.

2.7. Índice de iodo

El índice de iodo fue calculado a partir de la composición de los ácidos grasos, según las normas de la AOCS (1996), método Cd 1c-85. El resultado fue expresado en g de iodo/100g de grasa. La ecuación utilizada fue la siguiente:

Índice de iodo = (% ácido palmitoléico x 0.95) + (% de ácido oleico x 0.86) + (% de ácido linoleico x 1.732) + (% de ácido linoléico x 2.616).

2.8. Índice de saponificación

El índice de saponificación fue calculado a partir de la composición de los ácidos grasos, en función de la definición del índice, que corresponde al número de mg de hidróxido de potasio necesarias para saponificar un gramo de aceite o grasa. Se utilizó la ecuación dada por Singal & Kulkarni (1990):

Índice de saponificación = 56000/PM medio + 12.67

Donde:

PM medio = peso molecular medio de los ácidos grasos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentados en la Tabla I, representan los rendimientos obtenidos de las fracciones de oleína y estearina de la grasa de pollo a las temperaturas de 17.5 y 20°C, además de sus respectivos puntos de fusión. El alto rendimiento de las oleínas de la grasa abdominal de pollo sugiere la posibilidad de aplicar esta fracción como aceite para fritura y también en mezclas con grasas muy duras para aumentar su plasticidad, y debido a su alto contenido en ácido oleico pueden ser muy bien aplicadas en dietas lipídicas ricas en ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) o en la producción de lípidos estructurados (Lee and Foglia, 2000a). Los ácidos grasos saturados presentes en la grasa de pollo están localizados por lo general en las posiciones *sn-1* y *sn-3* de los triacilgliceroles, pudiendo ser selectivamente sustituidos por ácidos grasos de mayor interés nutricional a través de la reacción de acidólisis, catalizada por una lipasa 1,3- selectiva (Lee and Foglia, 2000^a; Lee and Foglia, 2000b). El rendimiento de la fracción estearina a la temperatura de 17.5°C,

Tabla I
Rendimiento de las oleínas y estearinas obtenidas por fraccionamiento de la grasa de pollo y sus puntos de fusión

Muestras	Rendimiento (%)	Punto de fusión en capilar cerrado (°C)	Punto de fusión en capilar abierto (°C)
Estearina a 17.5°C	15.7	46	43
Oleína a 17.5 °C	84.3	18	15.5
Estearina a 20 °C	9.6	48	45
Oleína a 20 °C	90.4	21	18
Grasa de pollo	—	31	23

fue superior al obtenido a 20°C, debido a la formación de una mayor cantidad de cristales. El resultado obtenido para el punto de fusión en capilar cerrado para la grasa de pollo, fue ligeramente superior al encontrado por Biondic (1976) quien encontró un rango de variación del punto de fusión en grasa de pollos y gallinas de 19°C a 30°C. La baja concentración de triacilgliceroles trisaturados (3%) explica la baja proporción de grasa sólida a la temperatura ambiente en grasa de pollos y patos (3 a 10% a la temperatura de 20°C, respectivamente) (Viau and Gandemer, 1991a). Según Biondic (1976), la grasa de pollo se presenta líquida o semilíquida a la temperatura ambiente, pudiendo ser utilizada para mejorar la consistencia de cremas cosméticas. En el trabajo con masas, su comportamiento es superior al del aceite de algodón y a la grasa porcina. Grompone *et al.* (1994), confirmaron que la grasa de pollo, siendo rica en ácidos palmítico y palmitoleico, favorece la posibilidad de su utilización en la fabricación de margarina.

La oleína obtenida a 20°C presentó un punto de fusión en capilar cerrado de 21°C, valor similar a los obtenidos por Nagai and Nishikaw (1969) para la misma fracción, quienes encontraron valores que variaron de 20 a 25°C. Para la estearina, este punto fue de 48°C, valor superior a los encontrados por los mismos autores, quienes obtuvieron resultados en el rango de 35 a 40°C.

Los resultados encontrados para la composición de los ácidos grasos de la grasa de pollo y para los índices de iodo y saponificación (Tabla II) estuvieron en concordancia con los de la literatura, con una diferencia máxima alrededor de 5%, para el ácido oleico (Biondic, 1976; Viau and Gandemer, 1991a; Viau and Gandemer, 1991b; Grompone *et al.*, 1994; Orthofer, 1996; Stauffer, 1996; Vizcarrondo *et al.*, 1998; Chiu and Gomes, 1998). Estas diferencias muy probablemente fueron debidas a factores intrínsecos de las aves, tales como edad, sexo, raza, tipo de alimentación, clima y el tejido adiposo analizado (Biondic, 1976; Lanser, 1979; Decker and Cantor, 1992).

Tabla II
Composición de los ácidos grasos e índice de iodo y de saponificación de la grasa de pollo y sus fracciones

Ácidos Grasos (%)	Muestras				
	Estearina a 17.5°C	Estearina a 20°C	Oleína a 17.5°C	Oleína a 20°C	Grasa de pollo
14:0	0.8	0.7	0.4	0.7	0.9
16:0	32.9	33.9	23.5	24.1	26.4
16:1	6.3	6.0	8.0	7.9	7.3
18:0	8.5	9.3	5.0	5.3	5.5
18:1	35.2	34.3	42.4	42.0	37.5
18:2	15.3	14.7	19.5	18.8	21.2
18:3	1.0	1.0	1.2	1.1	1.2
I.I*	65.3	63.3	80.9	79.2	79.1
I.S**	197.7	197.8	196.3	196.5	196.9

*I.I. = Índice de iodo (g iodo/100g).

**I.S = Índice de saponificación (mg KOH/g).

Las fracciones sólidas (estearinas), presentaron mayor cantidad de ácidos grasos saturados cuando son comparadas con las fracciones líquidas (oleínas). Los elevados puntos de fusión en capilar abierto y cerrado de las estearinas en relación a la grasa de pollo son debidos a las altas concentraciones de los ácidos grasos saturados en estas fracciones, principalmente los ácidos palmítico y esteárico. Las estearinas obtenidas a 17.5°C y a 20°C presentaron puntos de fusión de 46 a 48°C, respectivamente. De acuerdo con Correa-Cabrera *et al.* (1999), para algunas materias primas y, en especial la grasa de pollo, se torna conveniente mezclar y/o interesterificar esta grasa con fracciones de bajo punto de fusión, de modo que se mejore su comportamiento térmico; para eso, el fraccionamiento térmico controlado o una hidrogenación adicional pueden ser utilizados con la finalidad de obtener fracciones más duras que permitan mantener las características organolépticas sin influir en forma negativa sobre su estabilidad frente a la variación de la temperatura.

El fraccionamiento de la grasa de pollo a temperaturas próximas a las del medio ambiente se encuentra asociada a la variada composición de sus ácidos grasos. La grasa de pollo presentó cierto equilibrio entre las concentraciones de monoinsaturados (44.8%) con predominio del ácido oleico, saturados (32.8%), con predominio del ácido palmítico y poliinsaturados (22.4%), con predominio del ácido linoleico. Se puede verificar que la grasa abdominal presentó una diferencia en exceso de 3.9% en la concentración de monoinsaturados que la media de las estearinas y 5.4% en defecto en relación a la media de las oleínas.

Grompone *et al.* (1994) constataron que la grasa de pollo de aves procedentes de Uruguay, presenta-

ron gran cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (29.6%), siendo los más característicos el ácido linoleico (26.9%) y linolénico (2.7%). En el presente estudio, los valores obtenidos para los ácidos grasos poliinsaturados totales fue de 22.4%, siendo 21.2% de ácido linoleico y 1.2% de ácido linolénico. El proceso de fraccionamiento térmico también fue estudiado por los mismos autores que emplearon temperaturas de 9°C y de 13°C. A estas temperaturas fueron obtenidas fracciones de oleína y estearina con altas concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados, siendo estas mayores que las obtenidas fraccionando a temperaturas más elevadas. A temperaturas más bajas (9 y 13°C) produjeron en fracciones con menores cantidades de los ácidos palmítico y oleico, en comparación con las fracciones obtenidas a temperaturas más elevadas (17.5 y 20°C).

Los resultados del índice de iodo de la grasa de pollo estuvieron próximos al citado por Biondic (1976), quien encontró un valor de 78.5. Por otro lado, el índice de saponificación encontrado por este mismo autor fue de 184.7, muy inferior al de este trabajo, que fue de 196.9. Las dos estearinas presentaron valores menores de índice de iodo en relación a la grasa de pollo. Esto se debe a la mayor cantidad de ácidos grasos saturados presentes en estas fracciones. Las oleínas presentaron índices de iodo similares a los de la grasa de pollo, en virtud del alto rendimiento obtenido para estas fracciones. La concentración de ácido oleico en las oleínas fue mayor que en la grasa de pollo, aunque la concentración de ácido linoleico haya sido menor. Esto podría ser debido al hecho de que el ácido linoleico se encuentra presente en los triacilglicérols que contienen principalmente ácidos grasos saturados. Con relación al índice de saponificación se puede observar que las diferencias entre la grasa de pollo y sus fracciones fueron mínimas, porque el peso molecular medio de los ácidos grasos en las grasas es prácticamente el mismo.

Los resultados encontrados para el contenido de grasa sólida de las muestras (Figura 1), indicaron que existió una disminución de este parámetro con el incremento de la temperatura. A la temperatura de 10°C la estearina obtenida a 20°C, presentó mayor concentración del contenido de grasa sólida (47.9%) seguida por la estearina obtenida a 17.5°C (43.3%) y por la grasa de pollo (15.8%). A la temperatura ambiente la grasa de pollo presentó un valor de 5.3%, en cambio Viau and Gandemer (1991a) y Gomes *et al.* (1983), obtuvieron 3.6%. La estearina obtenida a 20°C presentó mayor concentración de ácidos grasos saturados en comparación con la estearina obtenida a 17.5°C y a la grasa de pollo.

La grasa de pollo a la temperatura de 10°C se presentó plástica y de buen esparcimiento; sin embargo la estearina obtenida a 20°C, a la temperatura

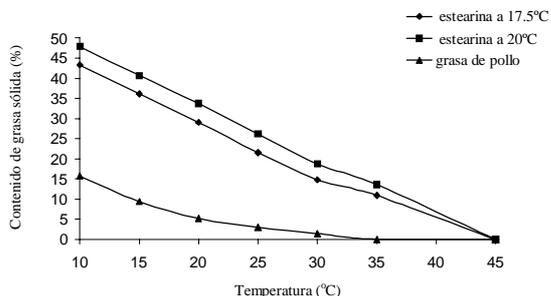


Figura 1

Contenido de grasa sólida en función de la temperatura para la grasa de pollo y sus estearinas.

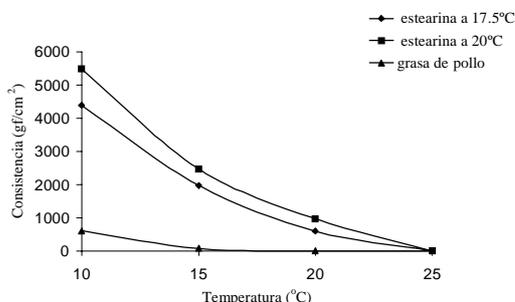


Figura 2

Consistencia en función de la temperatura para la grasa de pollo y sus estearinas

de 20°C, se mostró bastante consistente, aunque con un esparcimiento satisfactorio. Por otro lado la estearina obtenida a 17.5°C, se presentó plástica y con un buen esparcimiento a 20°C (Figura 2).

El contenido de grasa sólida y la consistencia son parámetros físico-químicos que se encuentran estrechamente asociados. Sobre estos dos parámetros recae la mayor responsabilidad por las características que permiten el uso de grasas en aplicaciones específicas para la elaboración de productos alimenticios (Lannes and Gioielli, 1995a; Balbo and Gioielli, 1991; Lefebvre, 1983a; Lefebvre, 1983b; Weiss, 1983; Haighton, 1976). El contenido de grasa sólida de la estearina obtenida a 17.5°C a las temperaturas estudiadas permite su uso en grasas para panificación y pastelería. Para la estearina obtenida a 20°C, este mismo parámetro torna esta fracción bastante adecuada para la preparación de margarinas duras (Stauffer, 1996) (Figura 3).

Como la consistencia de las grasas varía con el contenido de grasa sólida del material (Deman and Beers, 1988), fue verificada la relación entre esas propiedades, por regresión lineal simple, cuyos datos son presentados en la Tabla III. La ecuación de la recta correspondiente es:

$$y = a + bx$$

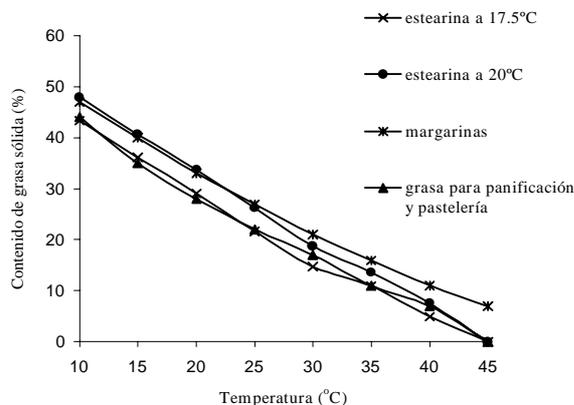


Figura 3

Contenido de grasa sólida para las estearinas de grasa de pollo y de productos comerciales

Donde:

- y = contenido de grasa sólida (%)
- a = coeficiente lineal de la recta,
- b = coeficiente angular de la recta,
- x = consistencia (g/cm²).

Los resultados de la Tabla III demostraron la existencia de una relación lineal significativa (p<0.05). El coeficiente lineal de la recta representa el contenido de grasa sólida de la muestra cuando la consistencia es igual a cero, presentando valores de 24.6 y 28.7. Esto muestra que cuando la concentración de sólidos en la grasa es inferior a 25%, el material se presenta como un líquido viscoso, en lugar de comportarse como una grasa plástica. Cuando la proporción de grasa en el estado sólido es mayor que 25%, el aceite es inmovilizado por la matriz cristalina, tornando la grasa plástica (Larsson, 1994). La relación entre contenido de grasa sólida y consistencia es siempre directa, pero no necesariamente lineal (Balbo and Gioielli, 1991; Lannes and Gioielli, 1995b; Haighton, 1976; Lefebvre, 1983a; Lefebvre, 1983b; Weiss, 1983).

4. CONCLUSIONES

El alto rendimiento y adecuada concentración de AGMI en las oleínas de la grasa abdominal de pollo

Tabla III
Relación entre la consistencia y contenido de grasa sólida, por regresión lineal simple, de las estearinas de grasa de pollo

Muestra	Coeficientes		
	a	A	R
Estearina a 17.5°C	24.552	0.0046	0.9603
Estearina a 20°C	28.747	0.0037	0.9663

sugiere la posibilidad de la aplicación de estas fracciones como aceite para frituras, dietas ricas en estos ácidos grasos y para la producción de lípidos estructurados. Las estearinas pueden muy bien ser utilizadas como componentes en la fabricación de grasas para panificación y pastelería.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP, a la Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPEF y al Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, por el auxilio financiero y por las becas concedidas a los autores.

BIBLIOGRAFÍA

- AOCS (1996). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society. Champaign, 5th ed.
- A.B.E.F (Associação Brasileira dos Exportadores de Frango) (2000). Estatísticas: produção, aves e toneladas, Jan/Dez. 1999. [on line] available: <http://www.abef.com.br>.
- Balbo, A.M.T.M. y Gioielli, L.A. (1991). Mixtures of babassu fat with palm oil and its fractions: eutectic interactions. En: International Meeting On Fats & Oils Technology, Campinas, 1991. *Proceedings*, Campinas, Unicamp, GTZ, p. 184-188.
- Biondic, B. (1976). Gordura de galinha e frango. *Indústria Alimentar*, **1**, 25-29.
- Breitschuh, B. y Windhab, E. J. (1998). Parameters influencing crystallization and polymorphism in milk fat. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **75**, 897-904.
- Buchalla, L. M. (1999). *Frango Sertanejo Ltda*. Guapiaçu-SP.
- Chiu, M.C. y Gomes, M. (1998). Estudo da viabilidade para aproveitamento da gordura de aves de corte (Frango). En: Simpósio de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo, 6, São Carlos, 1998. *Resumos*. São Carlos: EESC, USP, p. 457, Abstr. N.11.08.
- Correa-Cabrera, R., Capote, A., Rodríguez-Ayán, M. N. y Grompone, M. A. (1999). Caracterización de grasas para caldos deshidratados. *Grasas y Aceites*, **50**, 30-36.
- Decker, E. A.; Cantor, A. H. (1992). Fatty acids in poultry and egg products. En: Chow, C K. (Ed). *Fatty Acids in foods and their health implications*. New York, Marcel Dekker.
- Deffense, E. (1987). Multi-step butteroil fractionation and spreadable butter. *Fat Sci. Technol.* **13**, 3-8.
- Deffense, E. (2000). Dry fractionation technology in 2000. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **102**, 234-236.
- Demian, J.M. y Beers, A.M. (1988). Fat crystal networks: structure and rheological properties. *J. Texture Stud.* **18**, 303-318.
- Gomes, T., De Felice, M. y Catalano, M. (1983). Il Grasso di pollame: profilo di fusione per NMR e composizione trigliceridica di frazioni fluide e concrete. *Riv Ital Sost. Grasse*, **60**, 569-573.
- Grompone, M. A., Guerra, J. F., Pazos, N. A., Méndez, E., Lucas, E., Jachmanián, I. y Collazi, P. (1994). Fraccionamiento térmico de aceite de pollo. *Grasas y Aceites*, **45**, 390-344.
- Haighton, A. J. (1959). The measurement of the hardness of margarine and fats with cone penetrometers. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **36**, 345-348.
- Haighton, A.J. (1976). Blending chilling, and tempering of margarines and shortenings. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **53**, 397-399.
- Hamm, W. (1995). Trends in edible oil fractionation. *Trends Food Sci. Technol.*, **6**, 121-126.
- Lannes, S.C.S. y Gioielli, L.A. (1995a). Características físico-químicas da manteiga de cacau e sucedâneos comerciais. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* **15**, 89-94.
- Lannes, S.C.S. y Gioielli, L.A. (1995b). Misturas entre manteiga de cacau e sucedâneos comerciais: estudo de diagramas de curvas iso-sólidas e de iso-consistência. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* **15**, 132-137.
- Lanser, A. C. (1979). Metabolism in laying hen. En: Emken, E.A. and Dutton, H.J. (Eds.) *Geometrical And Positional Fatty Acid Isomers*, Champaign: AOCS.
- Larsson, K. (1994). *Lipids: molecular organization, physical functions and technical applications*. Dundee: The Oily Press, 7-45.
- Lee K. T. y Foglia T. A. (2000a). Fractionation of chicken fat triacylglycerols: synthesis of structured lipids with immobilized lipases. *J. Food Sci.* **65**, 826-831.
- Lee K. T. y Foglia T. A. (2000b). Synthesis, purification, and characterization of structured lipids produced from chicken fat. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **77**, 1027-1034.
- Lefebvre, J. (1983a). Finished product formulation. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **60**, 295-300.
- Lefebvre, J. (1983b). Formulation et gestion de la qualité en margarinerie. *Rev. Fr. Corps Gras*, **30**, 59-65.
- Nagai, Y. y Nishikaw, T. (1969). Fractionation of chicken abdominal adipose tissue fat into solid and liquid components. *J. Agric. Biol. Chem.* **33**, 1346-1348.
- Orthofer, F. T. (1996). Vegetable oils. En: Hui, Y.H. (Ed.) *Bailey's industrial oil and fat products*. Wiley Interscience, New York, p.19-43.
- Parmentier, M. (2000). Fractionation of fats: a dossier. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **102**, 233-248.
- Singhal, R.S. y Kulkarni, P.R. (1990) Effect of puffing on oil characteristics of amaranth (Rajgeera) seeds. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **67**, 952-954.
- Sotero Solis, V.E., Gioielli, L.A. y Polakiewicz, B. (2000). Mezclas binarias y ternarias del aceite y grasa hidrogenada de la castaña de Brasil (*Bertholletia excelsa*). *Grasas y Aceites*, **51**, 405-411.
- Stauffer, C. E. (1996). *Fats and oils*. St. Paul, Eagan Press, p.19-43.
- Viau, M. y Gandemer, G. (1991a). Principales caractéristiques de composition des graisses de volaille. *Rev. Fr. Corps Gras*, **38**, 171-177.
- Viau, M. y Gandemer, G. (1991b). Variability of quality of poultry fats. *Rev. Fr. Corps Gras*, **38**, 363-366.
- Vizcarrondo, C.A., De Padilla, F.C. y Martin, E. (1998). Fatty acid composition of beef, pork, and poultry fresh cuts, and some of their processed products. *Arch. Latin. Amer. Nutr.* **48**, 354-358.
- Weiss, T.J. (1983). *Food oils and their uses*. 2nd. ed., AVI, Westport, p.187-209.