

**MIGUEL KATZ**

**LOS LÍPIDOS  
EN LA  
INDUSTRIA  
QUÍMICA**



**ASOCIACIÓN QUÍMICA ARGENTINA**





## **Los lípidos en la industria química**



**MIGUEL KATZ**

**LOS LÍPIDOS EN LA INDUSTRIA QUÍMICA**



**ASOCIACIÓN QUÍMICA ARGENTINA**

**2017**





Katz, Miguel  
Lípidos en la industria química. 1ª Edición  
Buenos Aires: Asociación Química Argentina, 2017.  
Sánchez de Bustamante 1749 C1425DUI  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires. República Argentina.  
Tel-Fax (14 11) 4822 4886  
Libro digital, PDF  
Archivo Digital: descarga y online  
ISBN: ISBN 978-987-46579-5-4  
CDD 540  
Libro de edición electrónica  
Hecho en la República Argentina  
Hecho el depósito de la Ley 11.723  
Derechos reservados



***Agradecimientos:***

*A la Asociación Química Argentina en las personas de  
su Presidente, Dr. Eduardo A. Castro,  
su Vicepresidente Dra. Noemí Valsöe de Reca y de  
su Responsable de la División de Educación, Dra. Lydia Galagovsky*



*A Lilia y Hernán, con el afecto de siempre.*



## PRÓLOGO

Me resulta muy halagador escribir el prólogo para esta nueva obra de un escritor prolífico como el Dr. Miguel Katz con quien me une la misma pasión por la educación y la divulgación de contenidos científicos.

Con una prolífica producción de libros destinados a la enseñanza de la química el Dr. Miguel Katz avanza su contribución con esta exhaustiva obra sobre los lípidos vistos desde las perspectivas de la química, la bioquímica, la química industrial y la química analítica.

Esta novedosa entrega del Dr. Miguel Katz resulta particularmente atractiva para distintos públicos interesados en los lípidos, una categoría de compuestos de tan diverso uso en varias áreas de la industria química así como de fundamental importancia en el estudio de la química biológica y la bioquímica, con lo que se constituye en un aporte importante para facilitar el acceso de esta información en idioma español. Con lenguaje técnico riguroso, e incluyendo también anécdotas amenas y conocimientos útiles para la vida diaria como insertos en el texto, la lectura se hace interesante y fluida.

El Dr. Katz nos permite adentrarnos en el conocimiento de sustancias tan vastamente distribuidas en la naturaleza, con descripciones de su clasificación, métodos analíticos, métodos de separación y purificación, utilización industrial, agregando además propuestas para actividades prácticas muy atractivas para los estudiantes de carreras afines de pregrado.

Ya sea como material de texto para profesores de química y nutrición, como libro de consulta para profesionales en la industria química, el libro “Los Lípidos en la industria química” completa la prolífica obra del Dr. Miguel Katz, un autor que tantos años ha dedicado con incansable entusiasmo a la enseñanza de la ciencia en Argentina.

Dra. Susana Socolovsky, CFS

Presidente de la Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios

Abril de 2018



## PREFACIO

El objetivo del presente trabajo es dar una descripción acerca de las características de los lípidos, su importancia en la alimentación y la salud y cómo se obtienen en la industria química.

Para ello, en las primeras secciones reseñamos las características físicas y químicas relevantes de los lípidos, incluyendo las distintas maneras de clasificarlos, e indicamos las funciones que este tipo de sustancias cumplen en los seres vivos. El repaso de las distintas clases de lípidos sirve para presentar diversos aspectos de su relación con la salud. Al respecto, hacemos breves referencias a los ácidos grasos esenciales y su importancia para el buen funcionamiento del organismo; también explicamos en qué consisten y cómo se nombran los llamados “ácidos omega 3 y omega 6” e indicamos su relación con el metabolismo del colesterol y su función de prevención de las enfermedades cardiovasculares. Reseñamos las fórmulas generales de algunas clases de lípidos complejos, fosfátidos, glucolípidos, gangliósidos, prostaglandinas, etc. y las funciones biológicas que cumplen.

En las secciones siguientes, mencionamos los distintos ensayos estandarizados empleados para caracterizar a las grasas y aceites; índice de yodo, de saponificación, valor de peróxido, etc., indicando las fuentes donde se pueden conseguir las guías para la realización de tales ensayos. Una vez completada esta reseña, describimos las etapas de la producción industrial que van desde la recolección de las materias primas hasta las operaciones y procesos para obtener aceites crudos, y los métodos para fabricar grasas y aceites refinados.

Los tratamientos particulares de obtención de los aceites de mayor producción en el mundo nos permiten describir algunos problemas que se suscitan con el consumo de algunos de ellos; por ejemplo, los efectos que produce la ingesta de aceite de colza con alto porcentaje de ácido erúrico, los efectos del gossypol en el aceite o la harina de algodón, sin dejar de mencionar los aceites derivados de las oleaginosas transgénicas y los problemas que su industrialización acarrea.

Hemos recopilado las últimas informaciones disponibles sobre volúmenes de producción de las oleaginosas y de los aceites que más se comercializan, así como las disposiciones del Código Alimentario Argentino referidas a estos productos.

En diversas secciones de este material hemos enfatizado la importancia que la producción de oleaginosas y aceites tiene para la economía de nuestro país, dando cifras de producción, comercio exterior y consumo.

También hemos hecho algunas referencias a los lípidos que se obtienen del reino animal y los distintos usos a los que se destinan.

Hemos considerado conveniente incluir algunas de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud relativas al consumo de grasas y aceites.

Luego de las secciones de grasas y aceites, nos ocupamos de las ceras vegetales y animales más importantes desde el punto de vista económico.

Las secciones finales se dedican a describir algunos de los métodos para la obtención de jabones.

Dejamos para el final una referencia a los hechos históricos más salientes vinculados con los lípidos.

Teniendo en cuenta la posible utilidad de este trabajo para los docentes, a lo largo del mismo se indican varias actividades que los estudiantes pueden realizar con los materiales y reactivos que suele haber en las instituciones educativas.

Esperamos que este material le sea de utilidad al lector.



## CONTENIDOS

I LOS LÍPIDOS		
1 – 1	Lípidos	1
1 – 2	Formas de clasificar a los lípidos	3
1 – 3	Lípidos simples	3
1 – 4	Estereoisomería de los ácidos grasos insaturados	6
1 – 5	Los ácidos omega-3 y omega-6	7
1 – 6	Ácidos grasos esenciales	9
1 – 7	Acilglicéridos	13
1 – 8	Céridos	14
1 – 9	Fosfolípidos	14
1 – 10	Glucolípidos	16
1 – 10.1	Ceramidas y cerebrósidos	16
1 – 10.2	Gangliósidos	18
1 – 11	Esteroles y esteroides	18
1 – 12	Prostaglandinas	23
1 – 13	Derivados oxigenados de los terpenos	24
1 – 14	Tocoferoles	28
1 – 15	Ensayos para determinar la calidad de las grasas y aceites	29
1 – 16	Aceites secantes, semisecantes y no secantes	37
1 – 17	Enranciamiento de grasas y aceites	37
1 – 18	Métodos de obtención de grasas y aceites	41
1 – 18.1	El “rendering” de grasas animales	41
1 – 18.2	El prensado en frío y en caliente	42
1 – 18.3	La extracción con solventes	43
1 – 19	Refinación del aceite crudo	43
1 – 19.1	Desgomado	44
1 – 19.2	Refinación alcalina o cáustica	44
1 – 19.3	Blanqueo (Bleaching)	45
1 – 19.4	Filtración	45
1 – 19.5	Desodorización	45
1 – 19.6	Winterización	46
1 – 19.7	Hidrogenación	46
1 – 20	La hidrogenación de aceites y grasas trans	48
1 – 21	Interesterificación	49
1 – 22	Biodiesel	50

## II GRASAS Y ACEITES VEGETALES

2 – 1	Producción de grasas y aceites	51
2 – 2	Aceite de soja	51
2 – 3	Procesamiento de las habas de soja	53
2 – 4	Preparación de la materia prima	55
2 – 5	Desolventización el material extraído.	57
2 – 6	Destilación de la micela.	57
2 – 7	Recuperación del solvente por condensación	57
2 – 8	Recuperación final del solvente por absorción.	58
2 – 9	Acabado de la harina y envasado	58
2 – 10	El mercado internacional	58
2 – 11	La producción de soja en la Argentina	59
2 – 12	La exportación	60
2 – 13	La soja transgénica	61
2 – 14	El aceite de soja y el Código Alimentario Argentino	63
2 – 15	Aceite de Girasol	64
2 – 16	Proceso de obtención del aceite de girasol crudo	64
2 – 16.1	Acopio	64
2 – 16.2	Recepción y almacenamiento en fábrica	64
2 – 16.3	Acondicionado, descascarado, prensado	65
2 – 16.4	Extracción por solvente	66
2 – 17	Proceso de obtención de aceite de girasol refinado	67
2 – 18	Tipos de aceite de girasol	71
2 – 19	El aceite de girasol y el Código Alimentario Argentino	72
2 – 20	Producción mundial de girasol.	74
2 – 21	La producción de aceite de girasol en la República Argentina.	76
2 – 22	La producción nacional y el consumo de aceite de girasol	75
2 – 23	Los girasoles transgénicos	76
2 – 24	Aceite de palma y de palmiste	77
2 – 25	Industrialización de la palma	78
2 – 25.1	Esterilización	78
2 – 25.2	Desfrutamiento	79
2 – 25.3	Digestión	79
2 – 25.4	Clarificación	79
2 – 25.5	Desfibración	80
2 – 26	Producción de aceite de palma	81
2 – 27	Especificaciones del Código Alimentario Argentino para el aceite de palma	82
2 – 28	Obtención del aceite crudo de palmiste	83
2 – 29	Pretratamiento de los subproductos de la extracción del aceite de palmiste	84
2 – 30	Producción mundial del aceite de palmiste	86
2 – 31	El aceite de palmiste y el Código Alimentario Argentino	87
2 – 32	El Aceite de algodón	88
2 – 33	El algodón y el gossypol	92

2 – 34	Efectos Tóxicos del Gossypol	93
2 – 35	Composición de los diversos aceites de algodón que se encuentran en los mercados	94
2 – 36	Valores típicos de productos del aceite de semilla de algodón	95
2 – 37	Producción mundial de aceite de algodón	95
2 – 38	Producción de aceite de algodón en la República Argentina	96
2 – 39	El aceite de algodón y el Código Alimentario Argentino	97
2 – 40	Aceite de oliva	97
2 – 41	Aceites de oliva y aceites de orujo de oliva	99
2 – 42	Diferencias entre los distintos aceites de oliva	99
2 – 43	Elaboración del aceite de oliva	101
2 – 44	La recolección y el prensado del aceite de oliva	102
2 – 45	Refinación del aceite de oliva	104
2 – 46	Características de los aceites de oliva	104
2 – 47	Producción mundial de aceite de oliva	105
2 – 48	La producción de aceite de oliva en la República Argentina	107
2 – 49	Especificaciones del Código Alimentario Argentino para las características del aceite de oliva	108
2 – 50	Aceite de orujo de oliva	110
2 – 51	Aceite de coco (como aceite de copra y de coco virgen)	111
2 – 52	Producción mundial de aceite de coco	114
2 – 53	El aceite de coco y el Código Alimentario Argentino	116
2 – 54	Aceite de maní	116
2 – 55	Producción mundial de aceite de maní	118
2 – 56	Producción de aceite de maní en la República Argentina	119
2 – 57	Especificaciones del Código Alimentario Argentino para el aceite de maní	120
2 – 58	Aceite de pepita de uva	120
2 – 59	Especificaciones del Código Alimentario Argentino para el aceite de pepita de uva	123
2 – 60	Aceite de sésamo (de ajonjolí)	123
2 – 61	Especificaciones del Código Alimentario Argentino para el aceite de sésamo	124
2 – 62	Aceite de colza y de canola. El problema de la semilla de colza	124
2 – 63	Producción mundial de aceite de colza	126
2 – 64	Especificaciones del Código Alimentario Argentino para el aceite de colza	126
2 – 65	La producción de colza en la República Argentina	127
2 – 66	Aceite de maíz	128
2 – 67	Producción mundial de maíz y de aceite de maíz	129
2 – 68	El maíz en la República Argentina	130
2 – 69	Especificaciones del Código Alimentario Argentino par el aceite de maíz	130
2 – 70	El caso del maíz StarLink	131
2 – 71	Aceite de lino	132
2 – 72	Producción mundial de semillas de lino.	135
2 – 73	La producción de lino en la República Argentina.	135

2 – 74	Aceite de tung.	136
<b>III. GRASAS Y ACEITES DE FUENTES ANIMALES</b>		
3 – 1	Grasas de la leche.	138
3 – 2	Elaboración de la crema y la manteca	138
3 – 3	Valores nutritivos de la manteca	142
3 – 4	Producción mundial de manteca	143
3 – 5	Producción de manteca en la República Argentina	143
3 – 6	La manteca en el Código Alimentario Argentino	144
3 – 7	Las especificaciones para la manteca en el Mercosur	150
3 – 8	Lípidos de tejidos grasos animales	158
3 – 9	Oleomargarinas y oleostearinas	162
3 – 10	Grasa de cerdo	163
3 – 11	Aceites marinos	166
3 – 12	Sustitutos de grasas y aceites comestibles	167
3 – 13	El biodiesel	169
4 – 1	Margarinas	170
4 – 2	Principales productores de margarinas	174
<b>V LÍPIDOS EN LA ALIMENTACIÓN</b>		
5 – 1	Usos de las grasas y de los aceites en la alimentación	176
5 – 2	Aceites de cocina	176
5 – 3	Margarinas	177
5 – 4	Grasas de repostería	177
5 – 5	Aceites para ensaladas	178
5 – 6	Triglicéridos de cadena mediana (TCM)	178
5 – 7	Shortening	179
<b>VI LOS LÍPIDOS Y LA SALUD</b>		
6 – 1	Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud	180
6 – 2	Ácidos grasos esenciales	182
<b>VII CERAS</b>		
7 – 1	Ceras	185
7 – 2	Algunas ceras vegetales de importancia comercial	185
7 – 2.1	Cera de carnauba	185
7 – 2.2	Cera de jojoba	187
7 – 2.3	La cera de jojoba en la República Argentina	190
7 – 2.4	Cera de candelilla	190
7 – 3	Ceras animales	191
7 – 3.1	Cera de abejas	191
7 – 3.2	La cera de abejas en la República Argentina	194

7 – 4	“Ceras minerales”	195
<b>VIII JABONES</b>		
8 – 1	Jabones	198
8 – 2	Propiedades de los jabones	206
8 – 3	Elaboración de los jabones	208
8 – 4	Jabón de lavar	211
8 – 5	Jabón de tocador	211
8 – 6	Jabones en frío	212
8 – 7	Jabones semi-hervidos	213
8 – 8	Jabón transparente	213
8 – 9	Jabones especiales	213
8 – 10	Jabones metálicos	214
8 – 11	Otros métodos de elaboración de jabón	215
<b>IX EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO SOBRE LÍPIDOS</b>		
9 – 1	Cronología del conocimiento sobre lípidos	218
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
	Índice alfabético	239
		242

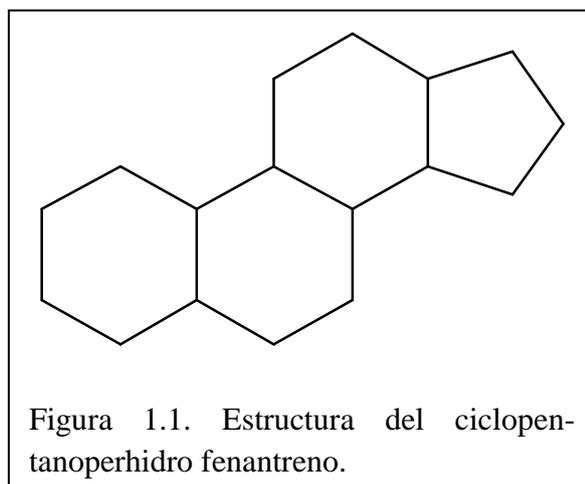
# I. LOS LÍPIDOS

## 1 – 1. Lípidos

Las grasas, los aceites y las ceras son materiales conocidos desde la Antigüedad. Sus propiedades fueron aprovechadas por el hombre para alimentarse, como combustible de sus lámparas, como lubricante, para elaborar cosméticos, pinturas, jabones, barnices, etc. Con el desarrollo de la ciencia se fueron estudiando sus propiedades y una de las primeras maneras de agruparlos se sustentó en sus propiedades físicas. Por ello se estableció que:

*Los lípidos son un conjunto de sustancias de origen animal o vegetal, de consistencia sólida, pastosa o líquida a temperatura ambiente, menos densas que el agua e insolubles en ella, solubles en solventes apolares como el benceno, tetracloruro de carbono, etc., o poco polares como el éter etílico, el cloroformo, etc.*

A medida que se fueron estudiando sus propiedades químicas, se encontró que — exceptuando a los terpenos y a algunos compuestos de núcleos condensados— en los lípidos existe una función química común, la función *éster*. En efecto, la mayoría de los compuestos que se consideraban lípidos, son sustancias resultantes de la esterificación de ácidos alifáticos monocarboxílicos con alcoholes alifáticos monohidroxilados de alta masa molar, con glicerina o con fenoles derivados del ciclopentanoperhidrofenantreno.



A partir de estos conocimientos, los químicos comenzaron a utilizar la siguiente definición:

*Los lípidos son ésteres naturales de ácidos alifáticos monocarboxílicos y glicerina, o alcoholes monohidroxilados de alta masa molar, o fenoles derivados del ciclopentanoperhidrofenantreno.*

Los lípidos tienen una importancia fundamental en Bioquímica. Cuando se los extrae de los tejidos animales o vegetales, suelen ir acompañados por sus productos de hidrólisis y por ciertas sustancias —como las vitaminas A y K, los carotenos, ciertas hormonas esteroides, etc.— que son solubles en los mismos solventes empleados para su extracción y purificación. Estas sustancias no sólo presentan solubilidades similares a los lípidos sino que también están asociadas a ellos en el cumplimiento de funciones biológicas. Por ello:

*Desde el punto de vista bioquímico, los lípidos son ésteres naturales, derivados de ácidos alifáticos monocarboxílicos y monoles, polioles o fenoles naturales, sus productos de hidrólisis y las sustancias de propiedades físicas similares asociadas a ellos en los procesos biológicos.*

Tenemos así tres definiciones diferentes de lípidos. Eso hace que las clasificaciones varíen según la bibliografía consultada.

En los organismos vivos, los lípidos cumplen diversas funciones:

- ✓ *Función de reserva.* Son la principal reserva energética del organismo. Cuando un organismo recibe un exceso de energía asimilable —a partir de alimentos o de la fotosíntesis—, puede almacenarla en forma de grasa o aceite. Posteriormente, cuando el organismo lo necesite, estas sustancias podrán ser reutilizadas en la producción de energía. En las reacciones metabólicas de oxidación, un gramo de grasa o aceite produce 9,4 kilocalorías, mientras que proteínas y glúcidos sólo producen 4,1 kilocalorías por gramo metabolizado. Esto es lo que le permite hibernar a los osos y recorrer grandes distancias a los camélidos.



**Sabía Ud. que ...**

... el colibrí garganta verde macho es un ave que pesa unos 5,5 g y que todos los otoños recorre unos 2000 km desde la península de Florida hasta Yucatán? Antes de migrar, acumula unos 2,5 g de grasa corporal que le servirán de “combustible” para su larga travesía.

- ✓ *Función estructural.* Forman las bicapas lipídicas de las membranas. Recubren órganos y le dan consistencia, o los protegen mecánicamente, como el tejido adiposo de varias partes del cuerpo humano.
- ✓ *Función biocatalizadora.* En este papel, los lípidos favorecen o facilitan las reacciones químicas que se producen en los seres vivos. Entre las sustancias que cumplen esta función están las vitaminas lipídicas, las hormonas esteroideas y las prostaglandinas.
- ✓ *Función transportadora.* El transporte de muchas sustancias desde el intestino hasta su lugar de destino se realiza mediante su emulsión con lípidos, ácidos biliares y proteolípidos.

## 1 – 2. Formas de clasificar a los lípidos

La manera más general de clasificar a los lípidos se sustenta en los elementos presentes en sus moléculas. Sobre esta base, los lípidos se clasifican en lípidos simples y complejos. Los lípidos simples contienen únicamente los elementos carbono, hidrógeno y oxígeno; los lípidos complejos contienen, además, otro u otros elementos: nitrógeno, fósforo y, eventualmente, azufre.

## 1 – 3. Lípidos simples

Dentro de la categoría de lípidos simples se agrupan:

- los glicéridos
- las ceras
- los esteroides.

Los glicéridos son ésteres de la glicerina. Según el número de oxhidrilos de la glicerina que están esterificados se clasifican en

- monoésteres (o monoglicéridos)
- diésteres (o diglicéridos)
- triésteres (o triglicéridos)

Los diésteres o triésteres que, por hidrólisis, dan el mismo ácido se llaman *homoglicéridos* o *glicéridos simples*. Los glicéridos que, por hidrólisis, dan ácidos grasos distintos se llaman *heteroglicéridos* o *glicéridos mixtos*. Los triglicéridos mixtos cuyo átomo de carbono número 2 es asimétrico

co<sup>1</sup> se llaman *glicéridos asimétricos*. Los que carecen de átomo de carbono asimétrico se llaman *glicéridos simétricos*.

Los glicéridos más abundantes en la Naturaleza son los triglicéridos mixtos y simétricos. Las grasas y aceites naturales, no son sustancias puras sino mezclas de distintos glicéridos

*La distinción entre grasas y aceite se realiza teniendo en cuenta el modo de agregación del triglicérido. Los que son líquidos a temperatura ambiente se dicen aceites y los que tienen consistencia pastosa o semisólida se dicen grasas.*



El “aceite de palma”, originario de zonas tropicales o ecuatoriales, tiene consistencia líquida en los lugares donde se lo extrae; pero, en zonas templadas o frías, su consistencia es semisólida, por lo que debería ser considerado una grasa.

En general, al hacer referencia a los ácidos monocarboxílicos que se pueden obtener por hidrólisis de los lípidos no se los nombra de acuerdo con la nomenclatura IUPAC, sino que se los designa mediante nombres comunes. En la tabla 1.1 se dan los nombres comunes de algunos ácidos monocarboxílicos.

El ácido más ampliamente distribuido en los glicéridos naturales es el oleico. Este ácido está esterificado en más del 90 % de las grasas y de aceites naturales, en proporciones que van del 6 al 80 % del conjunto de ácidos esterificados. En orden decreciente de proporción, le siguen los ácidos palmítico, esteárico y mirístico —que son ácidos grasos derivados de hidrocarburos saturados— y el ácido linólico que es, por su difusión, el segundo ácido carboxílico derivado de hidrocarburo no saturado. Estas cinco sustancias constituyen casi el 99 % de los ácidos que se obtienen por hidrólisis de las grasas y aceites naturales.

Por hidrólisis, ciertos productos naturales dan porcentajes importantes de otros ácidos. Por ejemplo, el aceite de pescado contiene porcentajes elevados de ácido zoomarínico (ácido palmito-

---

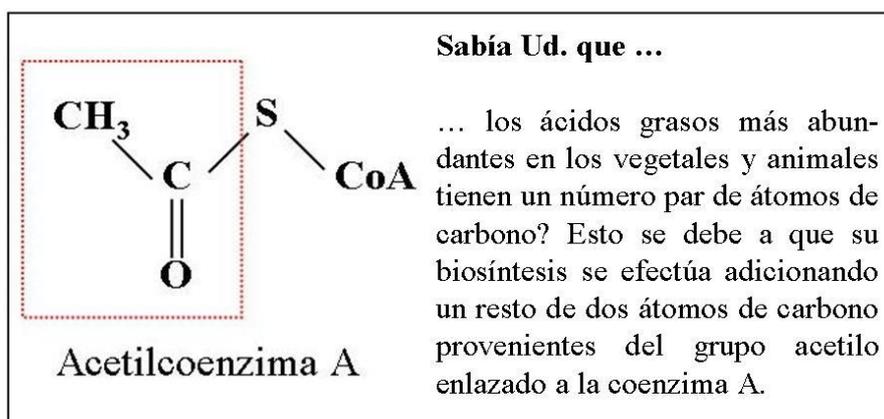
<sup>1</sup> Recordemos que un átomo de carbono se dice asimétrico cuando está unido a 4 átomos o grupos atómicos distintos.

leico) y algunos homólogos superiores del ácido oleico. La manteca de vaca da, por hidrólisis, porcentajes importantes de ácido butírico (de donde deviene el nombre *butirum*: manteca). La hidrólisis del aceite de ricino rinde hasta un 80 % de ácido ricinoleico.

Nombre Vulgar	Nombre IUPAC	Fórmula	p.f. (°C)
Butírico	Butanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CO.OH}$	-20,8
Caproico	Hexanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CO.OH}$	-3,9
Caprílico	Octanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CO.OH}$	16,3
Capricho	Decanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CO.OH}$	31,3
Láurico	Dodecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CO.OH}$	43,2
Mirístico	Tetradecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CO.OH}$	54,4
palmítico	Hexadecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CO.OH}$	62,8
palmitoleico	9-hexadecenoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH} . (\text{CH}_2)_7 \text{CO.OH}$	0,5
Estearico	Octadecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO.OH}$	69,6
Oleico	9-octadecenoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH} . (\text{CH}_2)_7 \text{CO.OH}$	13,0
petroselinico	6-octadecenoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}=\text{CH} . (\text{CH}_2)_4 \text{CO.OH}$	30
vaccénico	11-octadecenoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH} . (\text{CH}_2)_9 \text{CO.OH}$	39
ricinoleico	12-hidroxi-9-octadecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5 \text{CH.OHCH}_2\text{CH}=\text{CH} . (\text{CH}_2)_7 \text{CO.OH}$	5,5
linoleico	9,12-octadienoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH} \text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{CO.OH}$	-5
linolénico	9,12,15-octatrienoico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH} \text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7 \text{CO.OH}$	-11
araquídico	Eicosanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{CO.OH}$	75,4
gadoleico	9-eicosenoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CH}=\text{CH} . (\text{CH}_2)_7 \text{CO.OH}$	25
araquidónico	5,8,11,14-eicosatetraenoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=(\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH})_3\text{CH}(\text{CH}_2)_3 \text{CO.OH}$	-50
EPA	5,8,11,14,17-eicosapentaenoico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=(\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH})_4\text{CH}(\text{CH}_2)_3 \text{CO.OH}$	-54
behénico	Docosanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{CO.OH}$	79,9
Erúcico	13-docosenoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH} . (\text{CH}_2)_{11} \text{CO.OH}$	33,4
DHA	4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=(\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH})_5\text{CH}(\text{CH}_2)_2 \text{CO.OH}$	-44
lignocérico	Tetracosanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{CO.OH}$	84,2
cerótico	Hexacosanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{24}\text{CO.OH}$	87,7

Tabla 1.1. Nombres comunes de los ácidos monocarboxílicos más comunes en vegetales y animales.

Los ácidos grasos saturados tienen puntos de fusión sensiblemente más altos que los no saturados de igual número de átomos de carbono. Así, por ejemplo, el ácido esteárico funde a 69,6 °C, mientras que el oleico lo hace a 13,0 °C. Para ácidos insaturados con el mismo número de átomos de carbono, cuanto mayor es el grado de insaturación tanto más bajo es el punto de fusión. El linoleico —con dos dobles enlaces— funde a -5 °C y el linolénico —con tres dobles enlaces— lo hace a -11 °C.



Debido a sus particulares metabolismos, los triglicéridos animales tienen mayores porcentajes de ácidos grasos saturados, mientras que los triglicéridos vegetales son más ricos en ácidos grasos insaturados. Esto explica por qué los aceites vegetales son, generalmente, líquidos a temperatura ambiente mientras que las grasas animales tienen, generalmente, consistencia semisólida.

#### 1 – 4. Estereoisomería de los ácidos grasos insaturados

En los ácidos grasos insaturados, la existencia de dobles enlaces da lugar a la posibilidad de existencia de isómeros geométricos *cis-trans*. Los isómeros *trans* son termodinámicamente más estables que los isómeros *cis* y, por lo tanto, tienen puntos de fusión más altos.

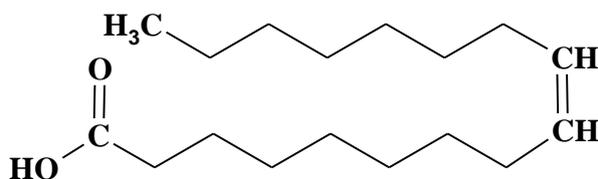
Una de las características de los ácidos grasos insaturados naturales es que, en su gran mayoría, existen como formas *cis*. Se encuentran algunos isómeros *trans* en grasas animales, como en el sebo vacuno, la grasa de cerdo o la manteca. En cambio, en productos vegetales los ácidos grasos *trans* son muy escasos.

#### ¿Sabía Ud. que ...

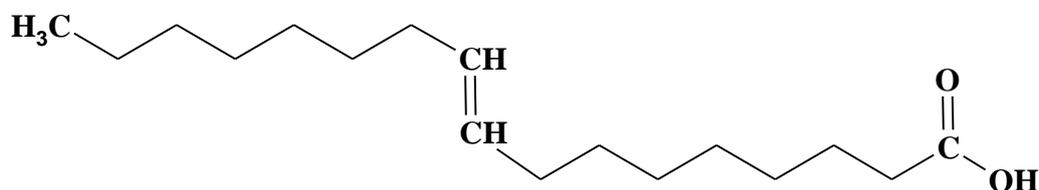
... el consumo de lípidos que poseen radicales de ácidos grasos “*trans*” aumenta los riesgos de tener problemas de salud? Los ácidos grasos *trans* aumentan la concentración en la sangre de lipoproteínas de baja densidad, simbolizadas como LDL y más conocidas como “colesterol malo”, ya que por su baja densidad, quedan adheridas a las paredes internas de las arterias, aumentando el grosor de las mismas, proceso llamado arteroesclerosis. La arteroesclerosis actúa sobre el flujo san-

guíneo y, en casos graves, puede obstruirlo por completo. En cambio, las lipoproteínas de alta densidad; HDL, — llamadas usualmente “colesterol bueno” — son arrastradas por el torrente sanguíneo, evitando adherirse a las paredes arteriales y se metabolizan en el hígado?

Mediante ciertas reacciones químicas, a partir del isómero *cis* se puede obtener la forma *trans*. Por ejemplo, si se calienta ácido oleico con una pequeña cantidad de bisulfito de sodio, en presencia de metales de transición (Ni, Fe, Co, etc.) o de metóxido de sodio, se obtiene ácido elaidínico



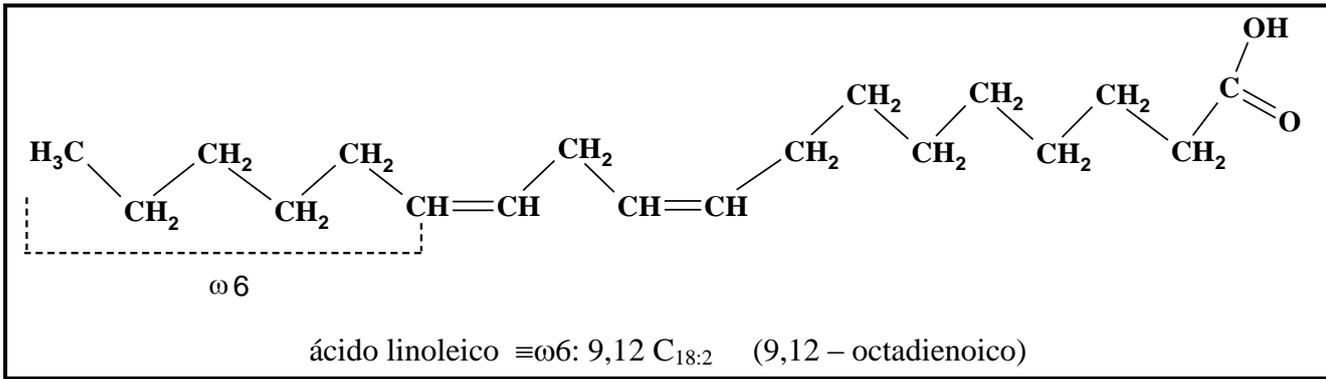
|Ácido oleico; punto de fusión: 13,0 °C (Configuración *cis*)



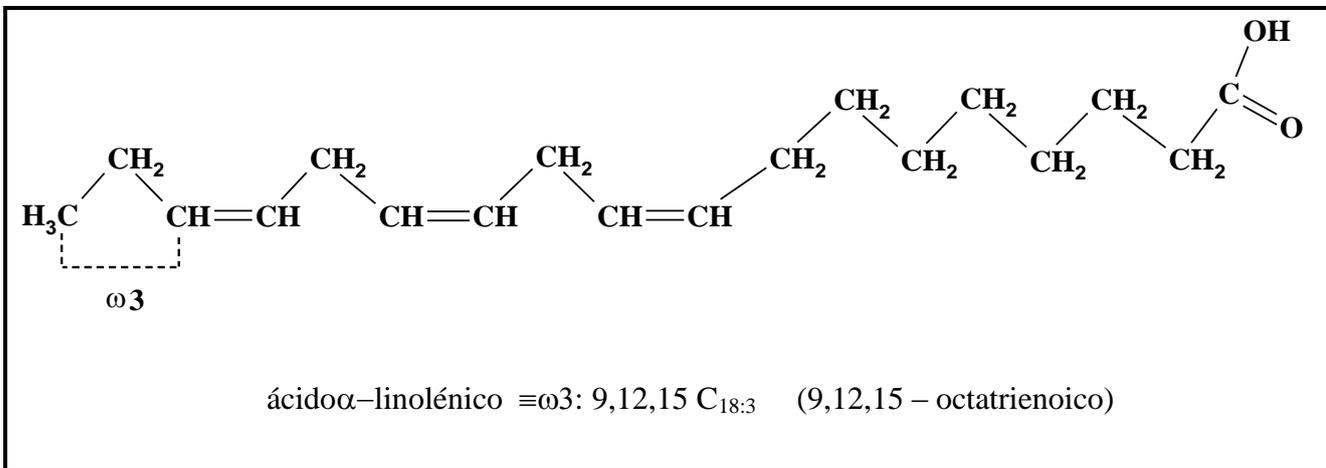
|Ácido elaidínico; punto de fusión 44,2 °C. (Configuración *trans*)

### 1 – 5. Los ácidos omega 3 y omega 6

En los ácidos grasos insaturados, los dobles enlaces situados en la cadena hidrocarbonada, o los sustituyentes de la misma, se especifican asignando al átomo de carbono del grupo carboxilo la posición 1. Así, los dobles enlaces del ácido linoleico le proporcionan el nombre químico sistemático de ácido 9,12-octadecadienoico. En la práctica, para designar el número de átomo de carbono y la cantidad de dobles enlaces de este ácido se suele usar una forma abreviada: 18:2 (18 átomos de carbono: dos dobles enlaces). En la Tabla 1.2 se dan los nombres sistemáticos, las abreviaturas y las familias de los ácidos grasos más abundantes. Cuando el último doble enlace se encuentra en el sexto átomo contado a partir del átomo de carbono metálico *terminal*, llamado *carbono*  $\omega$  (omega), el ácido se considera un ácido graso  $\omega 6$ , o también *n*-6. Así, por ejemplo, el ácido linoleico se designa como  $\omega 6: 9, 12$  C<sub>18:2</sub>. Esta notación informa que en la molécula de ácido linoleico hay 18 átomos de carbono y dos dobles enlaces, uno sobre el átomo de carbono N° 9 y otro sobre el átomo de carbono N° 12 y que el doble enlace más próximo al extremo de la cadena hidrocarbonada se encuentra a 6 átomos del grupo metilo terminal.



Si en la molécula de ácido graso hay un doble enlace que involucra al tercer átomo de carbono contado a partir del grupo metilo terminal, — como en el caso del ácido  $\alpha$ -linolénico — el ácido se dice  $\omega 3$ .



Algunos resultados experimentales concluyeron que el consumo de grandes cantidades de omega-3 aumenta considerablemente el tiempo de coagulación de la sangre, lo que explicaría por qué en comunidades que consumen muchos alimentos con  $\omega 3$ , — como la japonesa —, la incidencia de enfermedades cardiovasculares es relativamente baja, comparada con la que se observa en comunidades que generalmente no los consumen.<sup>2</sup>

Otros estudios concluyeron que la ingesta dietética de ácidos grasos  $\omega 3$  está asociada con una modesta reducción de la arteriosclerosis coronaria en humanos. Se ha sostenido que los ácidos grasos con  $\omega 6$  mejoran el crecimiento y el desarrollo mental de los bebés, pero no hay ningún estudio concluyente en ese tema. En cambio, combinados con ácidos grasos  $\omega 3$ , mejora la lectura, el deletreo y el comportamiento, pero no la coordinación o los movimientos en niños con trastornos en el

<sup>2</sup> "Fish Consumption, Fish Oil, Omega-3 Fatty Acids, and Cardiovascular Disease", Penny M. Kris-Etherton, PhD, RD; William S. Harris, PhD; Lawrence J. Appel, MD, MPH, for the Nutrition Committee, *Circulation*. 2002;106:2747-2757.

desarrollo de la coordinación (TDC). Los oftalmólogos recomiendan su ingesta porque mejora algunos casos de visión borrosa y porque mejora la producción de lágrimas luego de una cirugía ocular con láser.

Nombre sistemático	Abreviatura	Familia de ácido graso
decanoico	10:0	
dodecanoico	12:0	
tetradecanoico	14:0	
hexadecanoico	16:0	
octadecanoico	18:0	
eicosanoico	20:0	
docosanoico	22:0	
tetracosanoico	24:0	
hexacosanoico	26:0	
9-hexadecenoico	16:1	n-7
9-octadecenoico	18:1	n-9
11-eicosanoico	20:1	n-9
11-docosanoico	22:1	n-11
13-docosanoico	22:1	n-9
15-tetracosanoico	24:1	n-9
9,12-octadecadienoico	18:2	n-6
9,12,15-octadecatrienoico	18:3	n-3
6,9,12-octadecatrienoico*	18:3	n-6
8,11,14-eicosatrienoico**	20:3	n-6
5,8,11-eicosatrienoico***	20:3	n-9
5,8,11,14-eicosatetraenoico	20:4	n-6
5,8,11,14,17-eicosapentaenoico	20:5	n-3
7,10,13,16-docosatetraenoico****	22:4	n-6
4,7,10,13,16-docosapentaenoico	22:5	n-3
4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico	22:6	n-3

\*ácido  $\gamma$ -linolénico \*\* ácido dihomo- $\gamma$ -linolénico \*\*\* Ácido meádico \*\*\*\* ácido adrenico

Tabla 1.2. Nombres y abreviaturas de algunos ácidos grasos de importancia biológica.

## 1 – 6. Ácidos grasos esenciales

Los ácidos grasos de n-6 y n-3 juegan papeles fundamentales en la estructura de la membrana y como precursores de los eicosanoides (prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos), que son compuestos muy reactivos. Los eicosanoides intervienen en diversos mecanismos biológicos, por ejemplo, algunos procesos que ocurren en las células del músculo liso, la agregación plaquetaria, los parámetros vasculares (permeabilidad, contractibilidad) y sobre el proceso inflamatorio y el sistema inmunitario.

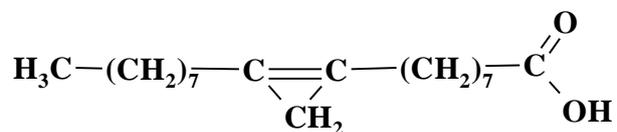
Existen muchas sustancias que el cuerpo humano no puede sintetizar y que, siendo necesarios para el buen funcionamiento del organismo, deben incorporarse con la dieta. Los ácidos grasos que el ser humano requiere de fuentes externas debido a su imposibilidad de sintetizarlos se llaman *ácidos grasos esenciales*.

En los mamíferos hay cuatro familias distintas de ácidos poliinsaturados. Ellas difieren en la longitud de la cadena hidrocarbonada comprendida entre el átomo de carbono terminal (carbono  $\omega$ ) y el doble enlace más próximo a este átomo de carbono. Constituyen las llamadas familias de los ácidos palmitoleico, oleico, linoleico y  $\alpha$ -linolénico. Todos los ácidos polienoicos existentes en los mamíferos se forman a partir de estos cuatro precursores, ya sea por alargamiento de la cadena hidrocarbonada y/o por desaturación. Mientras que el palmitoleico y el oleico se pueden formar a partir de los respectivos ácidos saturados, los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico no pueden ser sintetizados por organismos mamíferos, por lo que deben incorporarse de fuentes vegetales.

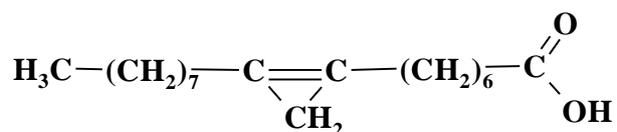
Los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico son ácidos grasos esenciales especialmente importantes para el crecimiento y desarrollo normales del feto y de los lactantes, y en particular, para el desarrollo del cerebro y de la agudeza visual. En mujeres bien nutridas, durante la gestación se depositan cada día aproximadamente 2,2 gramos de ácidos grasos esenciales en los tejidos materno y fetal.

<p>Grasas y ácidos grasos en nutrición humana Consulta de expertos</p>	<p>91</p> 	<p><b>Ingesta mínima de grasa total para adultos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15% de la energía total consumida para asegurar un consumo adecuado de energía total, ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles para la mayoría de los individuos.</li> <li>• 20%E para las mujeres en edad reproductora y adultos con índice de masa corporal (BMI) menor de 18.5, especialmente en los países en desarrollo en los que la grasa de la dieta puede ser importante para conseguir un ingesta energética adecuada en poblaciones malnutridas</li> </ul> <p><b>Ingesta máxima de grasa total para adultos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30-35% de la Energía total consumida para la mayor parte de los individuos</li> </ul>
--	---	--

Se han encontrado algunos ácidos grasos que contienen estructuras cíclicas en sus cadenas hidrocarbonadas. Entre ellos se encuentran los ácidos estercúlico y malvático, aislados ambos de la *esterculea foetida* y también de la *malva verticillata*. Se caracterizan por tener en sus moléculas un anillo de ciclopropeno.



Ácido estercúlico



Ácido malvático

Los ácidos grasos que contienen un anillo de ciclopropeno, reciben el nombre genérico de *ciclopropenoicos*. Algunos de ellos se encuentran en las semillas de algodón y se los considera responsables de la inhibición de la acción enzimática de la  $\Delta$ -9 desaturasa, lo que provoca la desaturación del ácido esteárico a oleico alterando la permeabilidad de la membrana e inhibiendo la reproducción celular. Como la semilla de algodón se utiliza para elaborar aceite comestible y la torta resultante de la extracción del aceite se emplea como alimento para el ganado, los ácidos ciclopropenoicos deben eliminarse en el proceso industrial.

### ¿Por qué es bueno comer pescado?

Los estudios nutricionales que vinculan la alimentación y la salud poblacionales han puesto de relieve el carácter beneficioso de la ingesta de pescado. Los aceites de pescado contienen porcentajes importantes de restos de ácidos grasos polinsaturados, en particular de ácido linolénico que, como hemos visto, es un ácido  $\omega$ 3.

Los estudios realizados por H.O. Bang en 1972\* sobre los estados de salud de los esquimales encontraron que esta población sufre un porcentaje de afecciones cardíacas sensiblemente menor que las correspondientes a poblaciones europeas, a pesar de que, por las condiciones climáticas en las zonas que habitan, en la ingesta promedio de sus individuos son muy abundantes las grasas animales con alto contenido en colesterol. Así, por ejemplo, la dieta promedio esquimal contiene más del doble de colesterol que la dieta promedio de los daneses. Sin embargo, en Dinamarca los casos de infartos al miocardio son unas quince veces mayores que entre los esquimales. La clave para resolver esta aparente paradoja la dio el aceite de pescado que, en la dieta de los esquimales, provee más de 30 veces de ácidos  $\omega 3$  que la dieta danesa. Se comprobó que los ácidos  $\omega 3$  intervienen en una vía metabólica que lleva al colesterol a metabolizarse en el hígado en vez de unirse a ciertas proteínas plasmáticas que se suelen depositar en las paredes interiores de las arterias. De esta manera, los ácidos  $\omega 3$  contribuyen a reducir los riesgos de infartos al miocardio y de afecciones cerebrovasculares.

\* Bang HO; Dyerberg J.; *Acta Med. Scand.*, 1972, 192, 85-94.

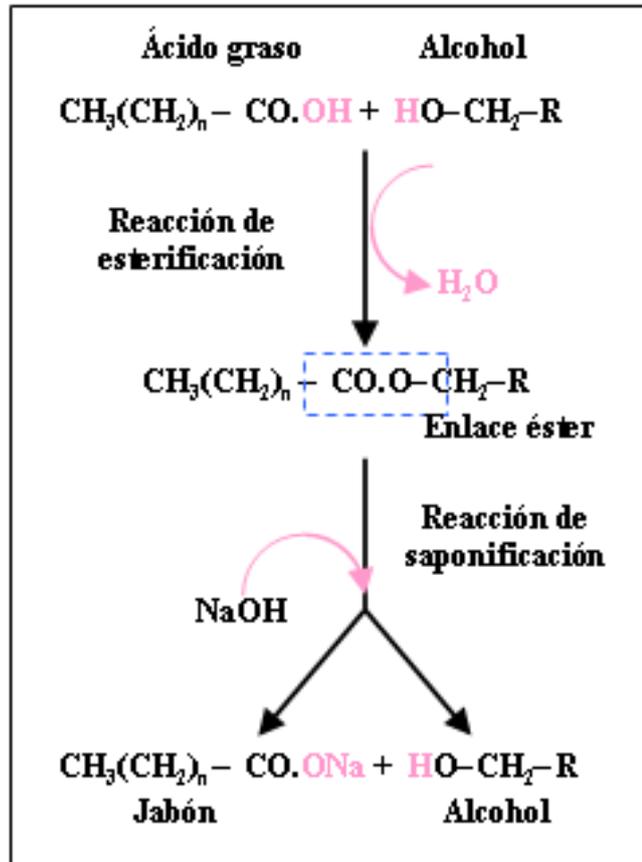


#### **Huevos con bajo colesterol.**

Los huevos azules de gallina araucana, originaria del sur de Chile, se distinguen por tener una cáscara, ligeramente azulada. Esta característica se debe a una mutación genética provocada por el retrovirus EAV-HP. Como resultado de la mutación, la cáscara es más dura que las de los huevos blancos o marrones, la yema es más grande, con un contenido mayor de carotenos y un porcentaje mucho menor de colesterol.

Esas gallinas se alimentan con algas, que les aportan ácido docosohexaenoico, abreviado DHA, que pertenece a la serie  $\omega 3$ .

Otra manera de clasificar a los lípidos se fundamenta sobre la posibilidad de saponificarlos; es decir, de efectuar su hidrólisis alcalina para obtener sales de ácidos grasos (llamados vulgarmente *jabones*).



Reacciones de esterificación y saponificación

Se pueden englobar ambas clasificaciones en una sola. En esta clasificación, los lípidos pueden ser

### 1 Lípidos saponificables

#### A. Simples

- i) Acilglicéridos
  - a) Monoglicéridos
  - b) Diglicéridos
  - c) Triglicéridos
- ii) Céridos

#### B) Complejos

- i) Fosfolípidos
- ii) Glucolípidos

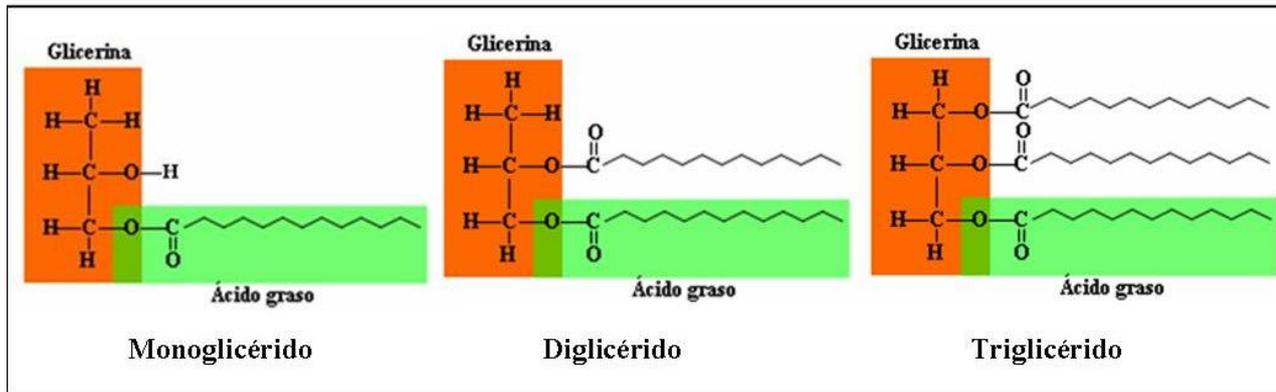
### 2 Lípidos no saponificables

#### A. Simples

- i) Esteroles y esteroides
- ii) Prostaglandinas
- iii) Derivados oxigenados de terpenos (alcoholes, aldehídos, cetonas, etc.)

## 1 – 7. Acilglicéridos.

Entre los diversos acilglicéridos, los triglicéridos son los más abundantes. Constituyen más del 95 % de los lípidos presentes en los tejidos adiposos de los mamíferos y alrededor del 30 % de los lípidos presentes en el plasma y en el hígado.



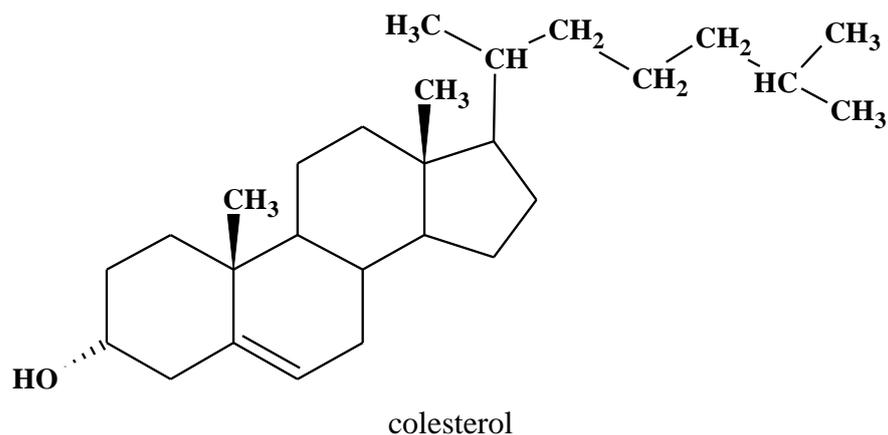
Esquemas de las estructuras de los mono, di y triglicéridos

## 1 – 8. Céridos

Las ceras están ampliamente difundidas en la naturaleza, tanto en los animales como en los vegetales y en ciertos microorganismos.

Desde el punto de vista químico, las ceras son monoésteres de ácidos grasos de cadena larga, con alcoholes también de cadena larga. Los restos de alcoholes esterificados en las ceras suelen ser alifáticos monohidroxilados de cadena lineal con 10 a 44 átomos de carbono, aunque algunas ceras contienen radicales de alcoholes policíclicos — tales como esteroides y alcoholes triterpénicos. En otras ceras, como la de jojoba, los ácidos grasos están esterificados con alcoholes derivados de hidrocarburos no saturados de 20 a 26 átomos de carbono.

Los ésteres del colesterol son céridos resultantes de la esterificación de ácidos insaturados de 16 a 24 átomos de carbono con el colesterol.

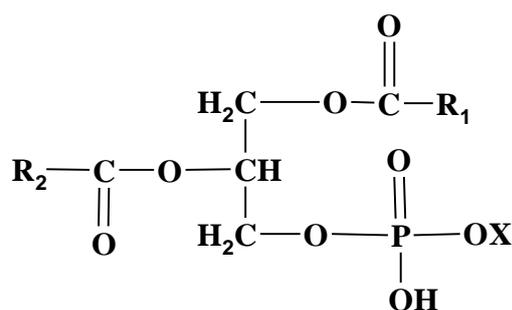


Las ceras de los mamíferos se encuentran, principalmente, en el plasma y en el hígado.

En general, las ceras tienen consistencia sólida a temperatura ambiente y son prácticamente insolubles en agua. Todas las funciones que realizan están relacionadas con su impermeabilidad al agua y con su consistencia firme. Así las plumas, el pelo, la piel de animales y las hojas y frutos, de los vegetales están cubiertas de una capa cérea protectora.

### 1 – 9. Fosfolípidos

Muchos de los lípidos complejos que se encuentran en la Naturaleza contienen el elemento fósforo. En la mayoría de los casos, este elemento forma parte de un grupo fosfato unido a un radical glicerilo esterificado o a un resto de esfingosina. Según a que grupo esté unido el fosfato, los fosfolípidos se clasifican en fosfoglicéridos y esfingolípidos. La fórmula estructural plana de los fosfoglicéridos es



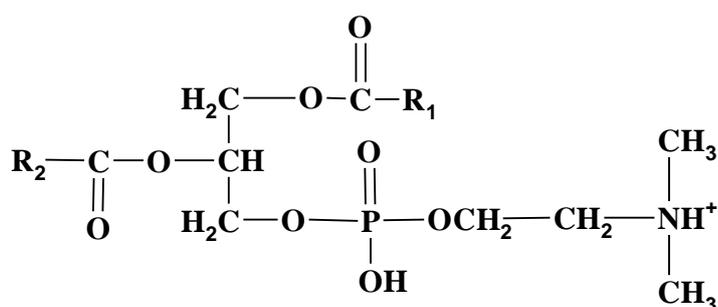
En ella,  $\text{R}_1$  y  $\text{R}_2$  son restos de ácidos grasos o hidrógeno y X puede ser hidrógeno, una base nitrogenada, un resto de aminoácido, un resto de glúcido, de glicerina, etc. Si X es hidrógeno, el compuesto es un *ácido fosfatídico*.

En la Tabla 1.3 se indica el contenido en fosfolípidos de algunas grasas y aceites

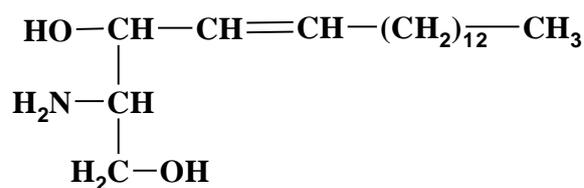
Grasas o aceites	Fosfolípidos (%)
Semillas de algodón	0,7 – 0,9
Maíz	1,0 – 2,0
Palma	0,05 – 0,10
Maní	0,3 – 0,4
Sésamo	0,1
Colza	0,1
Soja	1,1 – 3,2
Manteca	0,6 – 1,4
Lardo	0,05

Tabla 1.3. Contenido de fosfolípidos de algunas grasas y aceites

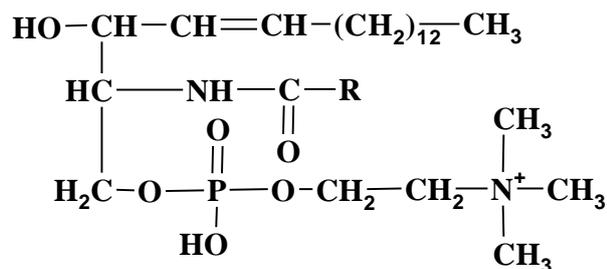
Las lecitinas (o fosfatidilcolinas) son los fosfolípidos que más abundan en casi todas las membranas celulares tanto de los mamíferos como de las oleaginosas. La fórmula general de las lecitinas es



Los esfingolípidos son ésteres de la esfingosina. La esfingosina es la D-eritro,1,3,-dihidroxi -2 - amino-4 *trans*-octadeceno.



La esfingosina se encuentra combinada con ácidos grasos, fosfatos y bases nitrogenadas formando las *esfingomielinas*, cuya fórmula general es

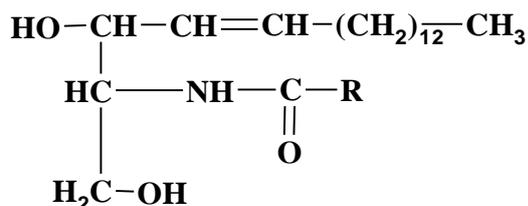


En las distintas esfingomielinas R es un resto hidrocarbonado de cadena larga

## 1 – 10. Glucolípidos

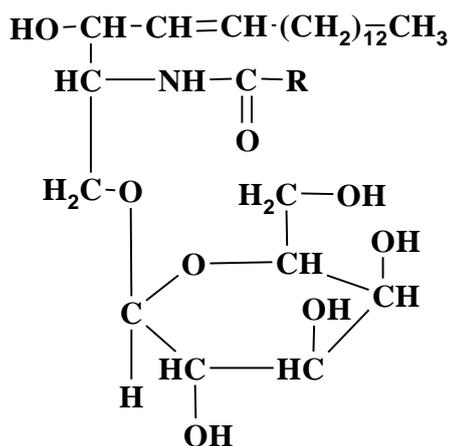
### 1 – 10.1 Ceramidas y cerebrósidos

Las ceramidas son amidas de los ácidos grasos de la esfingosina, cuya fórmula general es



donde R es un resto hidrocarbonado de cadena larga.

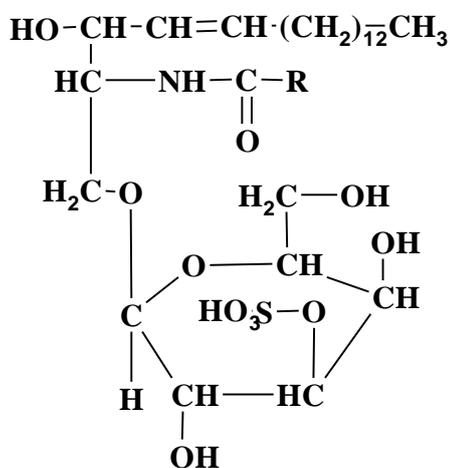
Los cerebrósidos pueden considerarse como productos de la condensación de la esfingosina (o de la dihidroesfingosina) con un ácido graso y un azúcar (mono, di, tri o tetrasacárido). Su estructura es similar a la de las esfingomielinas, pero en vez de un grupo fosforilcolina poseen un resto de glúcido. El azúcar suele ser glucosa, galactosa o lactosa enlazada mediante una unión  $\beta$  glicosídica con el carbono terminal de la esfingosina. La presencia de restos glicosidos en la molécula les da el nombre de glucolípidos.



En esta fórmula estructural plana de los cerebrósidos, R es un resto hidrocarbonado de cadena larga.

De acuerdo con el resto de ácido graso esterificado, los cerebrósidos se llaman cerasina, frenosina, nervona y oxinervona. El grupo acilo en la cerasina es el ácido lignocérico ( $\text{C}_{23}\text{H}_{47}\text{CO}\cdot\text{OH}$ ), en la frenosina es el ácido cerebrónico (2-hidroxilignocérico), en la nervona es el ácido nervónico (15-tetrasosenoico) y en la oxinervona es el ácido 2-hidroxinervónico.

En los tejidos del cerebro, los cerebrósidos suelen hallarse también como sulfátidos. La unión se verifica a través del grupo hidroxilo del átomo de carbono 3 del anillo de galactosa.



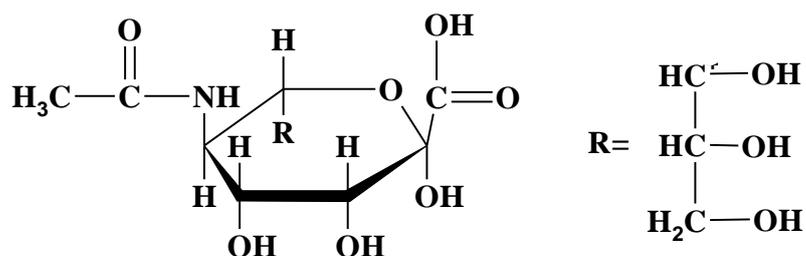
En esta fórmula estructural plana de los sulfátidos, R es un resto hidrocarbonado de cadena larga.

Los cerebrósidos con di, tri o tetrasacáridos en sus moléculas se llaman *ceramida-polihexósidos*. Estas sustancias son responsables de la antigenicidad de los grupos sanguíneos A y B.

## 1 – 10.2 Gangliósidos

Un grupo importante de los lípidos complejos lo constituyen los *gangliósidos*, llamados así por haberse encontrado en las células ganglionares del sistema nervioso.

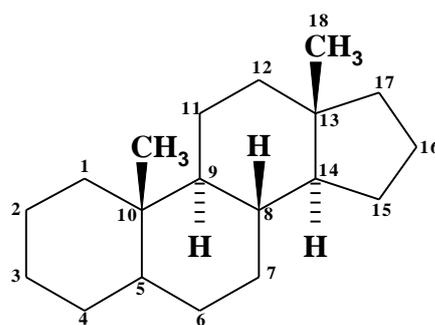
Los gangliósidos son sustancias que al hidrolizarse dan ácidos grasos, esfingosina, galactosa y/o glucosa y ácidos siálicos. Los ácidos siálicos son derivados sustituidos del ácido N-acetilneuramínico. Por hidrólisis, la mayoría de los gangliósidos liberan hexosaminas.



Ácido N-acetilneuramínico

## 1 – 11. Esteroles y esteroides

Los esteroles son lípidos que pueden considerarse derivados del esterano. Los esteroides son sustancias que están vinculadas a los esteroles pero que en su estructura carecen de grupos hidroxilo alcohólico o fenólico. Dentro de esta categoría se encuentran las *hormonas esteroides*, como las hormonas suprarrenales y las sexuales.



Esterano

El esteroles más ampliamente distribuido en el reino animal es el colesterol. Forma parte estructural de las membranas celulares de los animales a las que confiere estabilidad. Es la molécula base que sirve para la síntesis de casi todos los esteroides. El colesterol es un *zoosterol*, no se encuentra en los vegetales, La figura 1 – 3 muestra las fórmulas estructurales de algunas hormonas.

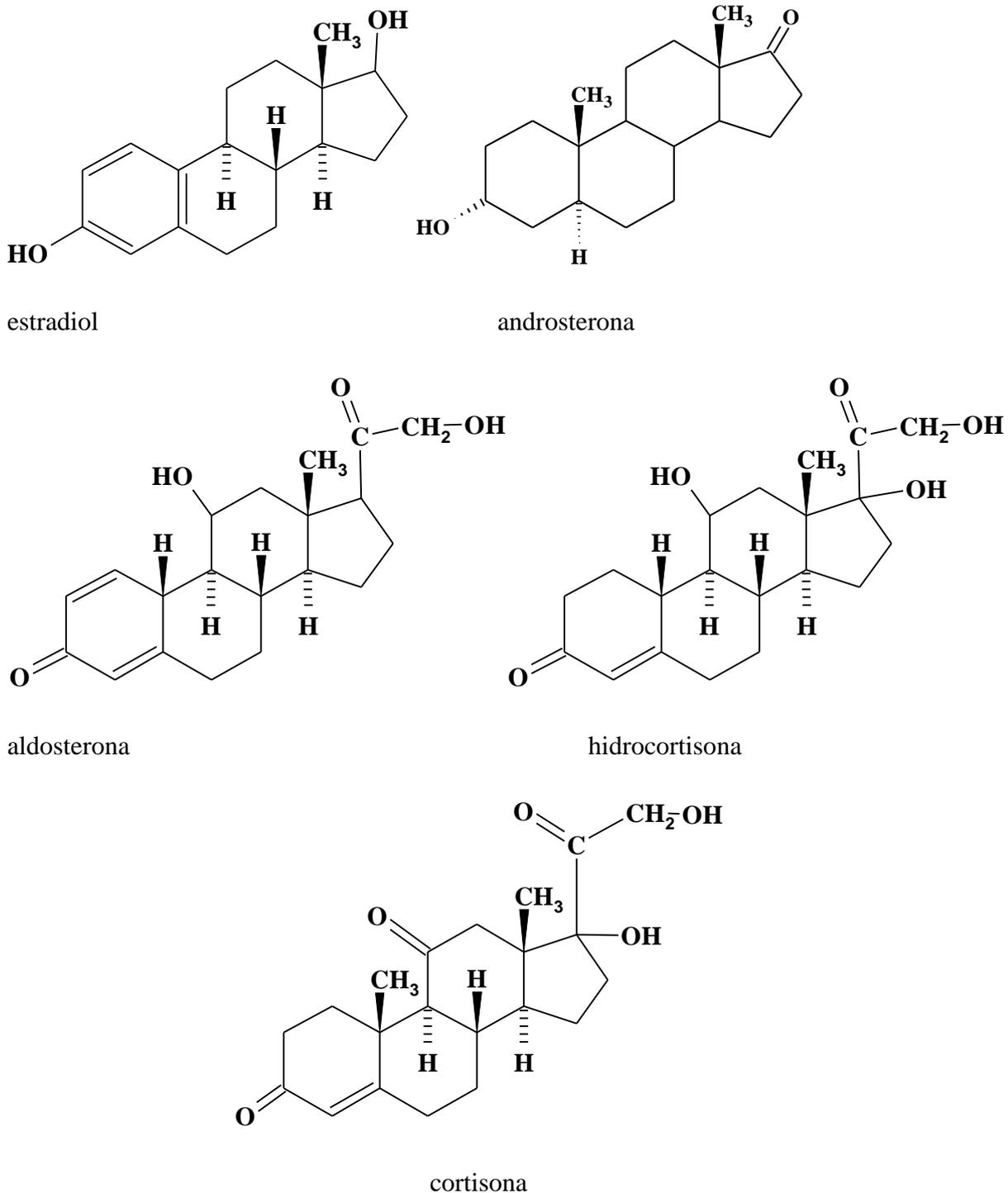
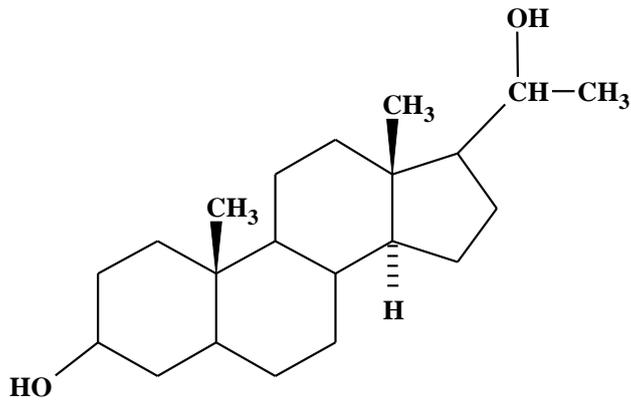


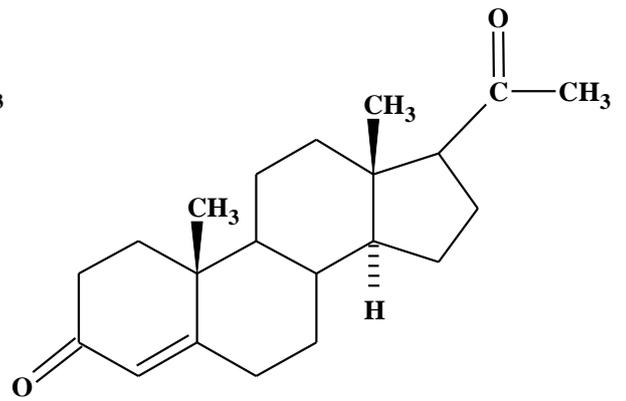
Figura 1 - 3. Fórmulas estructurales de algunas hormonas

Las hormonas esteroides suelen estar vinculadas entre sí por los procesos metabólicos en los que intervienen. Pero suelen haber divergencias en cuanto a considerar como lípidos a algunas de ellas. Para químicos y bioquímicos, el pregnadiol es un lípido — ya que unido al átomo de carbono N° 3 posee un grupo hidroxilo que, en principio, es esterificable. A partir del pregnadiol, se biosintetiza la progesterona que, al carecer de grupos hidroxilos, no puede formar ésteres. Si bien desde el punto de vista químico, la progesterona no es un lípido, su vinculación biológica con el pregnadiol, las

similitudes estructurales y el hecho de tener propiedades físicas parecidas, justifican su inclusión en ese grupo de sustancias.

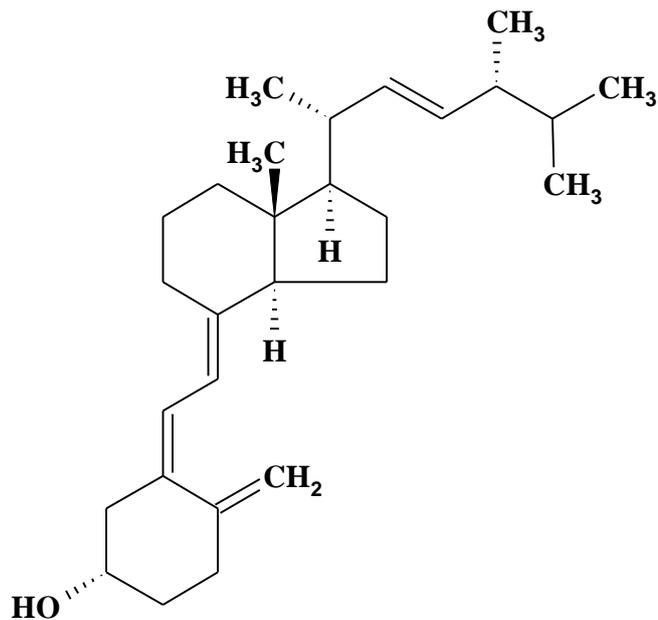


pregnadiol

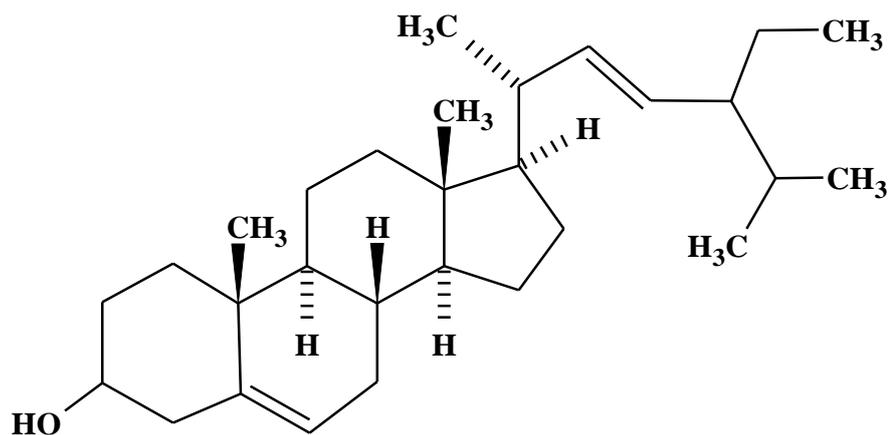


progesterona

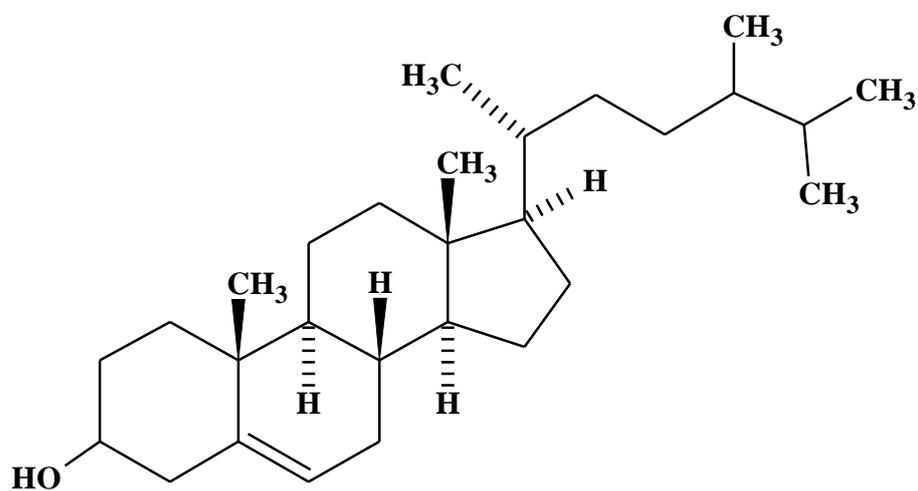
Existen otros productos derivados del colesterol que no son hormonas, por ejemplo las vitaminas D.

Vitamina D<sub>3</sub>

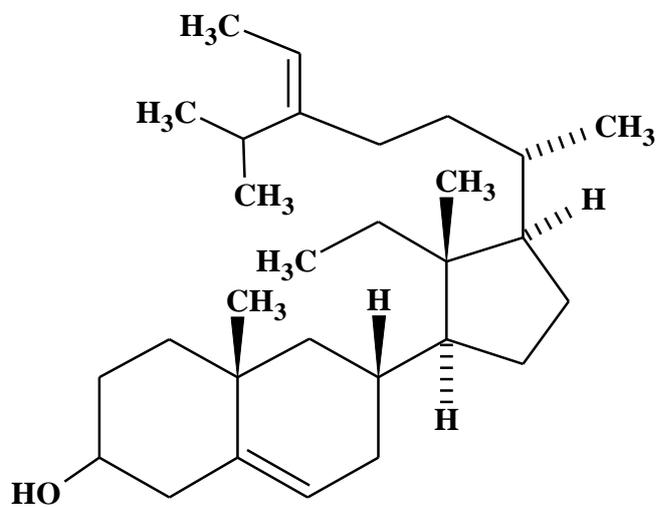
Hay una gran variedad de esteroides distribuidos en el reino vegetal. Se los denomina *fitoesteroides*. La Figura 1 – 4 muestra las fórmulas estructurales planas de algunos fitoesteroides.



Estigmasterol



campesterol



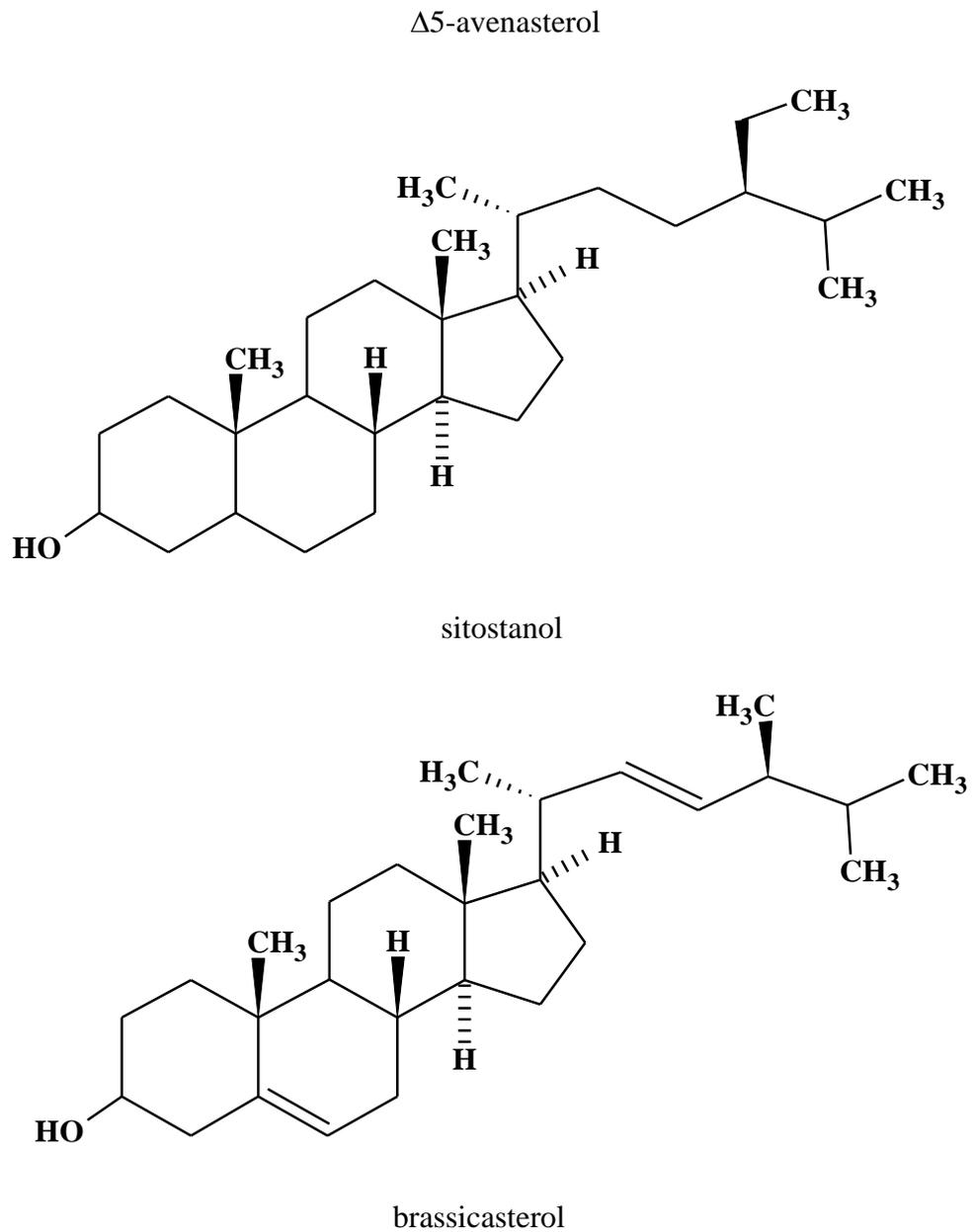
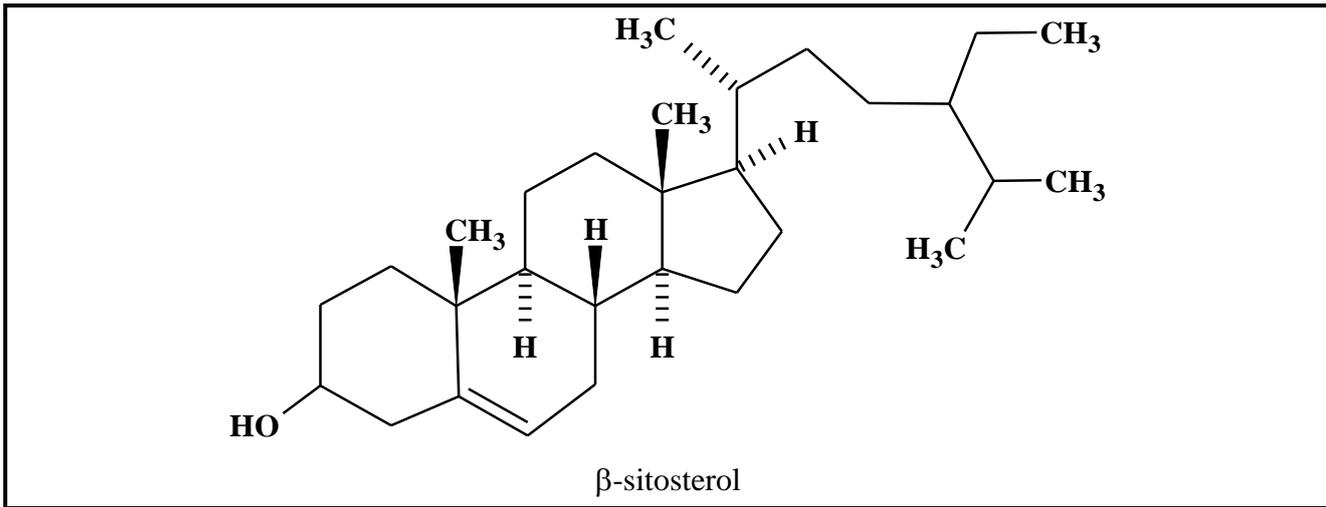


Figura 1 – 4. Fórmulas estructurales de algunos fitoesteroles

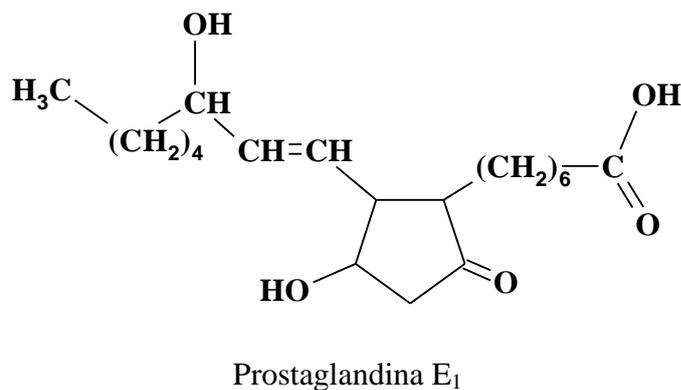
**¿Sabía Ud. que ...**

El  $\beta$ -sitosterol, que se encuentra en diversos aceites como el de germen de trigo, maíz, semilla de algodón inhibe la absorción del colesterol en el intestino al formar un complejo sitosterol-colesterol por lo que se lo utiliza como hipocolesteremizante (Cytellin)?



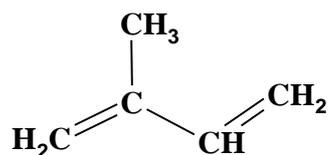
### 1 – 12. Prostaglandinas

Las prostaglandinas reciben este nombre pues fueron halladas en los extractos de los espermias y de las glándulas de la próstata de las ovejas. Son lípidos cuya molécula básica está constituida por 20 átomos de carbono que forman un anillo de ciclopentano y dos cadenas alifáticas. Sus funciones son diversas. Entre ellas se destaca la producción de sustancias que regulan la coagulación de la sangre y cicatrización de las heridas; la aparición de la fiebre como defensa de las infecciones; la reducción de la secreción de jugos gástricos. Funcionan como hormonas locales.



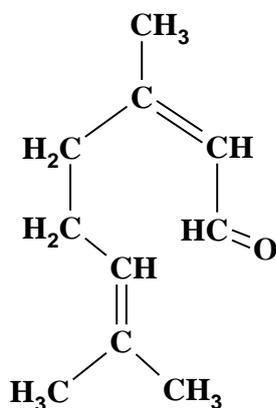
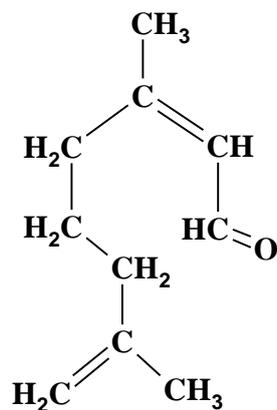
### 1 – 13. Derivados oxigenados de los terpenos

Bajo el nombre genérico de terpenos se agrupa un conjunto de sustancias que pueden considerarse como polímeros del isopreno

isopreno ( $\text{C}_5\text{H}_8$ )

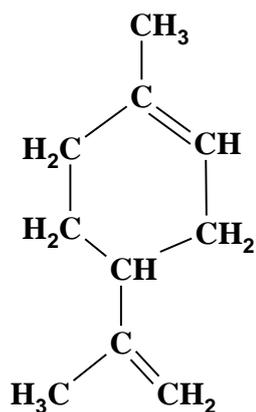
El isopreno ( $\text{C}_5\text{H}_8$ ), — que es materia prima para la fabricación de caucho sintético — es considerado un *hemiterpeno*. Hay terpenos en cuyas moléculas la relación entre átomos de carbono e hidrógeno es la misma que en el isopreno, pero que contienen 10, 15, 20, 30, 40, etc. átomos de carbono. Se los llama, respectivamente, terpenos, sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos, tetraterpenos, etc. Los hay con funciones oxigenadas, llamados antiguamente *alcanfores*. Contienen grupos alcohólicos o grupos carbonilo, tanto como aldehídos como cetonas. Hay terpenos de cadena abierta y otros con estructuras cíclicas. Todos estos compuestos están ampliamente distribuidos en el reino vegetal y muchos de ellos son responsables de los olores de las flores o los frutos.

El geranial, también conocido como citral a, se encuentra en la corteza de los cítricos y es el más abundante de los compuestos de fórmula  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$ . Constituye casi el 90 % de una mezcla comercial llamada Citral, el resto es un isómero geométrico conocido como neral, o citral b. Es materia prima para la síntesis de la vitamina A y del  $\beta$ -caroteno.

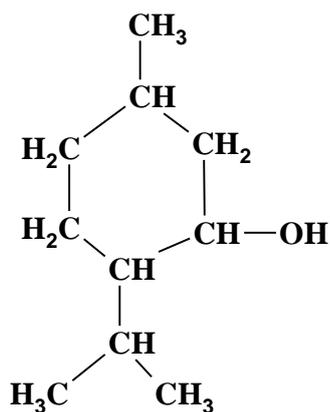
geranial  
(Citral a)neral  
(Citral b)

El geraniol es el alcohol que corresponde al geranial y se encuentra en muchas plantas, siendo el componente principal del aceite de palmarrosa. El nerol, es el alcohol derivado del neral y es uno de los componentes del aceite de azahar.

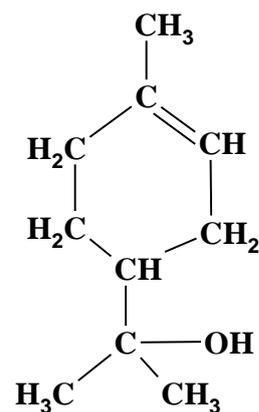
Hay terpenos cíclicos como el limoneno, — componente principal del aceite de limón, naranja, bergamota, etc. — como el mentol, — componente de los aceites de menta —,  $\alpha$ -terpineol, — presente en el aceite de trementina o como el alcanfor que es un terpeno bicíclico.



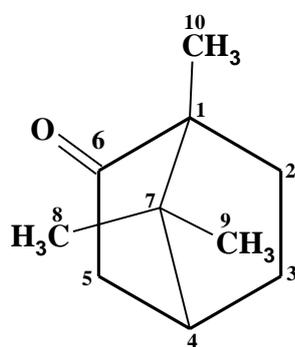
limoneno



mentoles

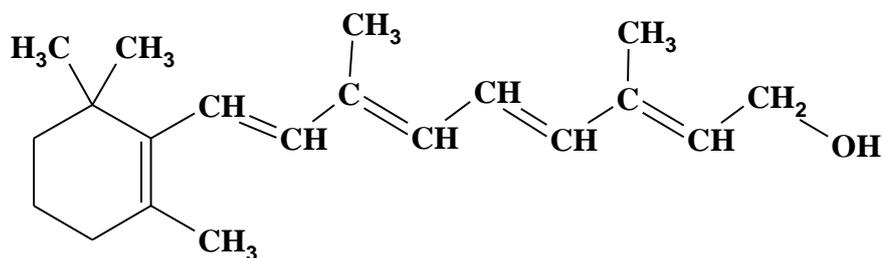


α- terpineol



Alcanfor

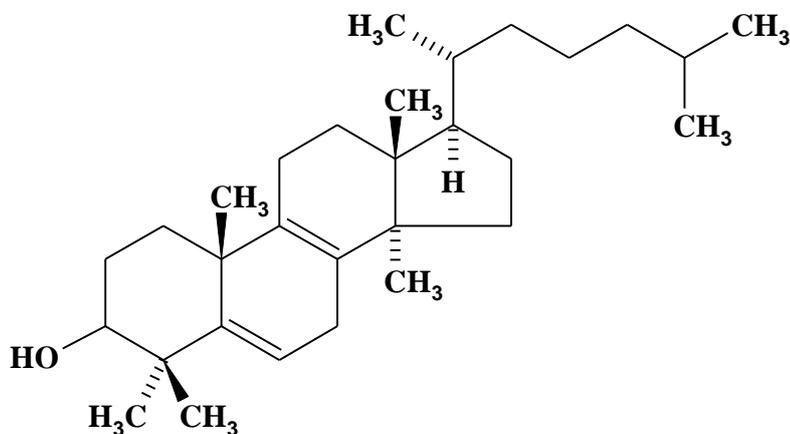
La vitamina A<sub>1</sub> es un diterpeno monocíclico, liposoluble, indispensable para la producción de la púrpura visual (rodopsina), pigmento necesario para la vista. Los aceites y grasas animales y vegetales tienen, comparativamente, cantidades reducidas de vitaminas A. Así por ejemplo, el aceite de palma puede contener, como mucho, hasta 400 unidades USP<sup>3</sup> por gramo, mientras que los aceites de hígado de bacalao o de tiburón pueden contener más de 15.000 unidades USP de vitamina A por gramo.



Vitamina A<sub>1</sub>

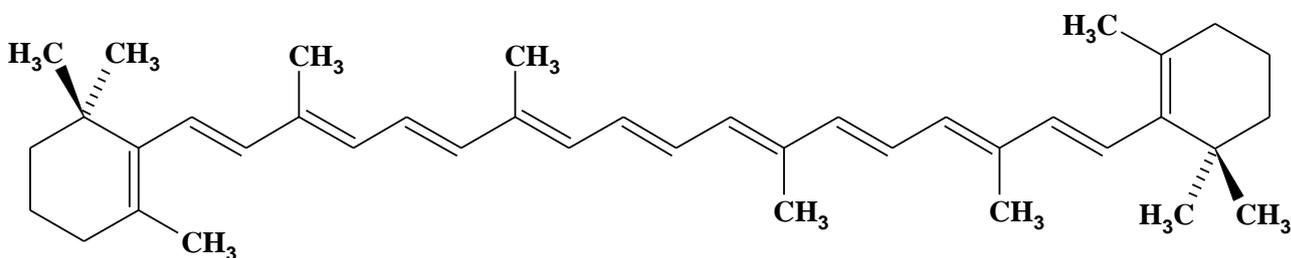
<sup>3</sup> United States Pharmacopea.

El triterpeno más importante es el lanosterol, que se encuentra en la lanolina, obtenida de la cubierta grasa de la lana. Es uno de los precursores en la biosíntesis del colesterol.



Lanosterol

De los tetraterpenos, los más importantes son los carotenos. Hay ocho carotenos de los cuales el  $\beta$ -caroteno es el más abundante, es considerado una provitamina A.

 $\beta$ -caroteno

Los carotenos y sus derivados están ampliamente distribuidos, tanto entre los animales como entre los vegetales — aunque en concentraciones muy exiguas. Los carotenoides y xantinas, que son derivados de los carotenos, son los responsables de las coloraciones de muchos vegetales y productos animales, como el licopeno —pigmento rojo del tomate—, la violaxantina y la auroxantina —pigmentos violeta y amarillo de varias flores—, la zeaxantina —pigmento amarillo de la yema del huevo— y varios otros.

**¿Sabía usted que ...**

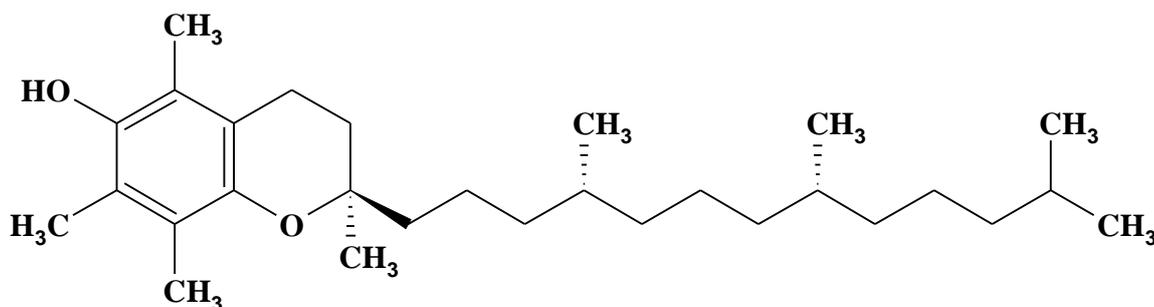
para poder aislar y descifrar la estructura del pigmento amarillo del huevo, Richard Kuhn tuvo que emplear 16.000 huevos? Esto da una idea de lo escasas que son las cantidades de los carotenos en los organismos vivos.

(Kuhn fue uno de los científicos alemanes que renunció al Premio Nobel, por solidaridad con Hitler — quien prohibió su aceptación, luego que le fuera concedido a un disidente. Pero finalizada la Guerra, Kuhn lo reclamó aduciendo que había sido forzado a renunciarlo.)



**1 – 14. Tocoferoles**

Los tocoferoles son compuestos que contienen en sus moléculas un núcleo aromático fenólico y una cadena lateral isoprenoide. Son sustancias incoloras o de color amarillo pálido. Se conocen 4 tocoferoles isómeros que se identifican mediante las letras griegas  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\delta$ , siendo los primeros tres los más abundantes.



$\alpha$ -tocoferol

Los tocoferoles se encuentran naturalmente en algunos aceites vegetales; actúan como antioxidantes — retardando determinados procesos de oxidación en los tejidos de las plantas — y como fuentes de un nutriente esencial, la vitamina E. Se ha demostrado que, en los roedores, la carencia de vitamina E en la dieta provoca esterilidad, debilidad y atrofia muscular.

Los tocoferoles difieren entre sí, no sólo en su estructura molecular sino en sus actividades tanto biológicas como antioxidantes. La tabla 1.4., muestra las actividades relativas tanto biológicas (res-

pecto del isómero  $\alpha$ , que se utiliza como estándar para evaluar la actividad biológica de otros tocoferoles) como antioxidantes (comparadas con el catecol). Los valores relativos de estas actividades están calculados para los tocoferoles en caliente; en condiciones atmosféricas ambientales, los tocoferoles  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  tienen, aproximadamente, la misma actividad antioxidante. Un poco más del 5 % de la cantidad de tocoferoles presentes en los aceites se destruye durante los procesos de refinación alcalina y blanqueo, y un 20 % adicional se degrada en la etapa de desodorización, principalmente por causa de la alta temperatura. En cambio, la hidrogenación de los aceites no altera el porcentaje de tocoferoles.

<b>Actividades biológicas y carácter antioxidante de los tocoferoles, tomando como referencia al <math>\alpha</math>-tocoferol</b>		
<b>Isómero</b>	<b>Actividad biológica relativa</b>	<b>Carácter antioxidante relativo</b>
$\alpha$	1	3
$\beta$	4	2
$\gamma$	2	2
$\delta$	3	1

Tabla 1.4.

### 1 – 15. Ensayos para determinar la calidad de grasas y aceites

La American Oil Chemists' Society (AOCS) ha recomendado una serie de prácticas para determinar las características físicas y químicas de aceites, grasas y ceras.<sup>4</sup>

**Jabones alcalinos** (AOCS Cc 17–95 Soap in oils, Reapproved 2017). Los jabones alcalinos se forman por la reacción que se produce entre los metales y los ácidos grasos libres en presencia de agua y son indicadores de la degradación del aceite. Por lo general, estos jabones resultan de la reacción de grasas y aceites con limpiadores cáusticos residuales y durante la fritura profunda de las grasas, así como también debido a la presencia de células de los huesos y sangre de los animales. La detección de jabones alcalinos en una grasa o aceite ayuda, en parte, a predecir la calidad del alimento que se va a producir y a estimar el desempeño del aceite durante la fritura.

**Valor del peróxido** (también **Índice de peróxido**) (PV, AOCS Cd 8b–90, Peroxide Value, Acetic Acid, Isooctane Method, Reapproved 2017). Los peróxidos son los productos que se encuentran en mayor proporción en la etapa inicial del enranciamiento y su concentración puede calcularse mediante técnicas basadas sobre su capacidad para liberar yodo del yoduro de potasio o para oxidar los

<sup>4</sup> Se indican entre paréntesis las referencias que se encuentran en *Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 7<sup>th</sup> Edition*(2017)

iones  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{3+}$ . El valor de peróxido (PV) se expresa usualmente en miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de grasa. Este es el método clásico para medir la oxidación del aceite al comienzo de su enranciamiento, pero tiene poco valor para el aceite de fritura ya que esta prueba es altamente sensible a las temperaturas. Los peróxidos son radicales inestables formados a partir de los triglicéridos. Los procesadores extraen el aceite del alimento para medir el PV; un PV mayor a 2 es un indicador de que el producto tiene un gran potencial de rancidez y que puede oxidarse aún estando en la góndola del comercio.

**Valor de la anisidina** (AOCS Cd 18–90, Reapproved 2017). Este valor o índice es una medida del grado de deterioro debido a la oxidación. Los aldehídos son productos de la descomposición de los ácidos grasos peroxidados. En presencia de ácido acético, la *p*-anisidina reacciona con los aldehídos produciendo un color amarillento. Midiendo la absorbancia molar a 350 nm se calcula la concentración de aldehídos, con lo que el método sirve como un indicador que determina la cantidad de material peroxidado que ha sido descompuesto. Para la estimación del grado de oxidación de los aceites se ha propuesto una expresión denominada *Totox*, o índice de oxidación, que se obtiene multiplicando por 2 el índice de peróxido y sumándole el índice de anisidina.

**Método del oxígeno activo** (Active oxygen method (AOM), AOCS Cd 12–57). Este ensayo mide la estabilidad a la oxidación. Se hace burbujear aire que fluye a velocidad constante a través del aceite o grasa que se encuentra disuelta en glicerina y a una temperatura de 97.8 °C. Se extraen muestras de aceite a intervalos regulares y se determina el valor del peróxido (VP).

El resultado del método del oxígeno activo (AOM) se expresa en horas y es el período de tiempo que se necesita burbujear aire en las condiciones estandarizadas para que la grasa o el aceite alcance un valor de peróxido igual a 100 miliequivalentes por kilogramo. El AOM es utilizado como una característica específica de las grasas y los aceites, para evaluar cuanto tiempo puede permanecer el aceite o la grasa en la góndola del comercio sin enranciarse. Las horas del AOM tienden a aumentar juntamente con el grado de saturación o endurecimiento de la muestra. Aunque es un método popular, está siendo reemplazado por el Índice de Estabilidad del Aceite.

**Índice de estabilidad del aceite** (OSI, AOCS Cd 12b–92, (Stability index, Reapproved 2017). Mediante esta prueba, se mide automáticamente el grado en el que un aceite se oxida cuando se hace burbujear aire a través de él. En el proceso de oxidación se forma ácido fórmico que es arrastrado a una celda electrolítica que contiene agua destilada. Un instrumento monitorea en forma continua la conductividad eléctrica del agua. El momento en que se produce un pico en la conductividad indica el punto final de la prueba indicando el índice de estabilidad a la oxidación (OSI)

**Esteres metílicos de los ácidos grasos** (FAME, AOCS Ce 1–62). El ensayo *Fatty Acids Methyl Esters* (FAME) se utiliza para determinar la composición de los ácidos grasos en los aceites y las grasas. Los triglicéridos son convertidos a ésteres metílicos y luego analizados utilizando cromatografía líquida de gases. Las regulaciones sobre productos alimenticios impuestas en los EE. UU., obligan a la publicación de estos valores. Esto se debe a que muchos aceites son el resultado de los

recientes avances producidos a través de mejoramientos genéticos y de la ingeniería genética, por lo que debe informarse al consumidor acerca del contenido en transgénicos del alimento.

**Ácidos grasos libres** (*Free Fatty Acids*) (FFA, AOCS Ca 5a-40). Su determinación, por titulación con NaOH en solución alcohólica, es una medida de la cantidad de cadenas de ácido graso que han sido hidrolizadas desde la estructura básica del triglicérido. Aunque este método puede ser un buen indicador de la cantidad de aceite degradado en la superficie de un alimento frito, muchos lo consideran como poco confiable para asegurar la calidad de fritura del aceite. Los resultados son expresados como porcentajes de FFA, calculados como ácido oleico.

**Sustancias polares** (TPM, AOCS Cd 20-91. Polar compounds in frying fats, Reapproved 2017). Gran cantidad de procesadores consideran que el test de materiales polares (TPM) es la prueba individual más importante para medir la degradación del aceite. Los materiales polares son todos materiales no triglicéridos solubles, emulsivos o suspendidos en el aceite de fritura. Una vez que el aceite es expuesto a una determinada temperatura de fritura, una porción de los triglicéridos es convertida en una innumerable cantidad de productos de degradación. Debido a que éstos también incluyen los productos de conversión, el porcentaje de TPM mide la degradación acumulativa del aceite.

**Polímeros** (AOCS Cd 22-91. Polymerized triglycerides by gel permeation HPLC, Reapproved 2017). Los polímeros — que incluyen dímeros, trímeros, tetrámeros, etc., — son, por lo general, los productos de degradación de mayor cuantía en el aceite utilizado para freír y ellos se forman mediante reacciones oxidativas y térmicas. Las "lacas" oscuras que se forman en las paredes de las freidoras, en los tubos de calentamiento y en las bandas transportadoras, son todos materiales poliméricos. El método oficial para detectar los niveles de polímeros utiliza la cromatografía de alta presión. La determinación del índice de polímeros es un excelente indicador para determinar la degradación del aceite.

**Ácido tiobarbitúrico** (TBA, AOCS Cd 19-90 2, thipobarbituric acid value, Direct Method, Reapproved 2017). Esta prueba es un excelente indicador de los productos de oxidación de los ácidos grasos y detecta el inicio de las reacciones de rancidez. La adición de ácido tiobarbitúrico (TBA) da como resultado la aparición de pigmentos coloreados cuando reaccionan con un aldehído y otros productos de la degradación oxidativa. La absorción se mide a los 450 nm (nanómetro) para los pigmentos amarillos y a 530 nm para los rojos.

**Índice de saponificación.** (Reprobado en 2017) Es el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para saponificar 1 gramo de grasa.

Este índice da una idea de la composición de los ácidos grasos. Si el triglicérido fuera, por ejemplo, triestearato de glicerilo ( $M = 890,0$  g/mol) como se requieren 168,0 g de KOH para la saponificación total el Índice de saponificación sería  $168,0 \times 1000 / 890,0 = 188,8$  mg. Si, en cambio fueses trilaurato de glicerilo ( $M = 638,0$  g/mol) el Índice de saponificación sería  $168,0 \times 1000 /$

638,0 = 263,3 mg. Por otra parte, este índice le sirve al fabricante de jabón para saber cuánta potasa cáustica debe agregar al reactor.

**Valor de Reichert-Meissl.** (AOAC 925.41. Revised 2017) Se usa para determinar los ácidos grasos volátiles en grasas y aceites. Los ácidos volátiles son, principalmente, butírico y caproico. Es el número de mililitros de NaOH 0,1 N requeridos para neutralizar los ácidos grasos solubles en agua destilados de 5 gramos de triglicéridos bajo condiciones estandarizadas.

**Valor de Polenske.** (AOAC 925.41. Revised 2017). Se realiza también para determinar los ácidos grasos volátiles no solubles en agua presentes en grasas y aceites. Los ácidos que se detectan por este ensayo son, principalmente, caprílico, cáprico y láurico (aunque los ácidos mirístico y palmítico también contribuyen). Es el número de mililitros de solución acuosa 0,1N de NaOH requeridos para neutralizar los ácidos grasos insolubles en agua destilados de 5 gramos de triglicéridos bajo condiciones estandarizadas.

**Valor de Kirschner.** (AOAC 26.28 Revised 2017). Se realiza para determinar esencialmente ácido butírico. Es el número de mililitros de solución acuosa 0,1N de NaOH requeridos para neutralizar los ácidos grasos solubles en agua que forman soluciones solubles de sales de plata, destilados de 5 gramos de triglicéridos bajo condiciones estandarizadas.

**Índice de Bellier (CAC/RM 20-1970).** El índice de Bellier de un aceite es la temperatura a la cual las sales de los ácidos grasos saponificados con KOH en solución al 70% de alcohol en agua comienzan a precipitar por el agregado de solución de ácido acético en un procedimiento estandarizado.

**Índice de Crismer** (AOCS Cb 4-35 (1997) identification of oils Crismer test ( Fryer and Weston Modification, Revised 2017 y AOCS Ca 5a-40 (1997)). Expresa la temperatura en correspondencia con la cual la solución en caliente de 1 gr. de grasa en 5 cm<sup>3</sup> de alcohol etílico (densidad 0.7967), evidencia turbidez por enfriamiento”. Los límites normales se encuentran entre 53 y 56°C.

**Reacción de Halphen.** (Cb 1–25, Cottonseed oil presence, Reapproved 2017) Es un ensayo para detectar sustancias que contienen un anillo de ciclopropeno en su molécula. Tal es el caso de los ácidos ciclopropenoicos que se encuentran esterificados en el aceite de algodón. El reactivo se prepara disolviendo 1 g de azufre en 100 mL de disulfuro de carbono y añadiendo a continuación, 100 mL de alcohol amílico.

Se colocan 10 mililitros del aceite en un tubo de ensayos y se le agrega un volumen igual de reactivo de Halphen. Se agita y se calienta, en baño de agua, a 70-80 °C, durante unos minutos, hasta que el disulfuro de carbono comience a hervir y la muestra empiece a producir humos. Se pasa el tubo a un baño regulado a 110-115 °C, donde se mantiene durante 1-2 horas. Se detecta la presencia del aceite de algodón por el desarrollo de un color rojo, más o menos intenso. Los aceites refinados suelen dar una coloración rosa. En el caso de mezclas con un contenido de aceite de algodón por debajo del límite de sensibilidad del ensayo, el líquido toma un color amarillo.

La intensidad del color desarrollado no puede tomarse como índice del contenido en aceite de algodón de una muestra de ensayo.

**Valor del yodo** (AOCS Cd 1–25, Wijs Method). El grado de insaturación de una grasa o aceite, varía con la naturaleza y las proporciones de los restos de ácidos grasos insaturados presentes. Este método mide el valor de insaturación de las grasas y es utilizada en el aceite fresco como una característica específica del producto final. El valor se determina por la cantidad de yodo adicionado a los dobles enlaces de los restos de ácidos grasos insaturados. Los resultados se expresan como gramos de yodo que han sido absorbidos por cada 100 gramos de grasa o aceite.

El valor de yodo se ha utilizado y utiliza para clasificar a los aceites por su capacidad de formar resinas por polimerización. Los aceites que contienen radicales de ácidos grasos insaturados tienden a oxidarse por exposición al aire polimerizándose con moléculas vecinas, por lo que se forman películas lustrosas

En la tabla 1.5 se dan los valores del índice yodo de algunos aceites vegetales.

**Índice de Ara-Beh-Lig.** Se determinan los ácidos araquídico, (eicosanoico), behénico, (docosanoico) y lignocérico (tetracosanoico), como ésteres metílicos por transesterificación y corrida por cromatografía gaseosa. Este índice es importante porque permite establecer adulteraciones en los aceites, — por ejemplo, el agregado de un aceite de menor precio, como el de soja, al aceite de oliva.

### **Pruebas físicas**

El polimorfismo de las sustancias es la capacidad de existir en una o varias formas de cristalización. Muchas grasas pueden existir en por lo menos tres formas diferentes: alfa, beta y beta prima. Para el estudio de las estructuras cristalinas de productos que contengan triglicéridos se utiliza la cristalografía por Rayos X. Las propiedades físicas de las grasas son, en parte, dependientes de su naturaleza polimórfica característica. La forma de cristal de una grasa tiene un efecto importante en el punto de fusión y en el desempeño de la grasa en el uso deseado. En particular, la forma beta prima es la que le confiere la mayor plasticidad al triglicérido mientras que la forma alfa le confiere aspecto arenoso.

Se llama *temperatura de fusión* a la temperatura a la cual coexisten las fases sólida y líquida de una sustancia bajo una presión dada. Cuando la presión exterior es de 1 atmósfera, la temperatura a la cual se produce la fusión se llama *punto de fusión*.

	Aceite	mirístico	Palmitico	esteárico	palmitoleico	oleico	linoleico	linoléico	tricinoleico	erúico	otros	Valor de yodo
No secantes	babassu	16-17	9 - 10	3 - 4		14-15	2 - 3				(1)	13 - 18
	coco	18 - 19	9 -10	2 - 3		6 - 7	1-2	0-1			(2)	7 - 12
	Palma n	16 - 17	8 - 9	2 - 3		15-16	2-3				(3)	14 - 19
	Palma f	1-2	42-44	4-5		39-40				0-1	(4)	50 - 55
	ricino		0-1			0-9	3-7		80-92			81-90
	oliva	0-1	5-15	1-4	0-1	69-84	4-12					76-88
	girasol		3-4	5-6		81-82	8-9				(5)	81 - 91
	maní		6-9	2-6	0-1	50-70	13-26				(6)	83-98
	colza	0-2	0-1	0-2		20-38	10-15	1-4		43-57	(7)	94-106
Semi secantes	maíz	0-2	7-11	3-4	0-2	43-49	34-42					118-128
	sésamo		8	4	1	45	41				(8)	104-116
	algodón	0-1	22-24	1-2	0-2	16-18	55-57	0-1				103-116
Secantes	soja	0-1	6-10	2-4		21-29	50-59	4-8				124-136
	girasol		10-11	10-13		21-39	51-68					122-136
	cañamo		4-9	4-10		13	53	24				149-167
	lino		4-7	2-5		9-38	30-43	25-58				170-204
	tung		2-5	2-6		4-16	0-1				(9)	160-180
	oitica		10-12	10-11		6					(10)	139-155

(1) caprílico 6,0; cáprico 5,1; láurico 41 -42

(2) caprílico 7-8; cáprico 6-7; láurico 48-49

(3) (aceite de nuez de palma) caprílico 3-4; cáprico 3-4; láurico 47-48

(4) aceite del fruto de la palma

(5) Aceite de girasol HO (alto oleico)

(6) araquídico 2-6; tetracosánico 1- 5

(7) tetracosánico 1-2

(8) araquídico 1

(9) saturados 4-6; eleosteárico 74 - 91

(10) licánico 70-78

Tabla 1.5. Composición de algunos aceites y sus valores de yodo. Fuentes: U.S. Department of Agriculture Handbook N° 54 *Composition of Foods, Fats and Oils. Raw, Processed, Prepared*. 1979; American Soybean Association: *Bakery Fats*. 2003.

Los productos comerciales oleaginosos no son sustancias puras sino mezclas de diversas sustancias y, por lo tanto, no tienen un punto de fusión característico, sino que el cambio en el modo de agregación se realiza en un rango de temperaturas. Entre los métodos utilizados para determinar las temperaturas a las cuales se producen cambios se encuentran

El **Punto de Fusión Completa** o **Punto de fusión capilar** (AOCS Cc 1-25); que registra la temperatura a la cual la grasa colocada en un tubo capilar de fusión cerrado se vuelve totalmente líquida.

El **Punto de Fusión de Wiley** (AOCS Cc 2-38); mediante el cual se calienta un pequeño disco de grasa en la interfase alcohol – agua. La temperatura a la cual el disco cambia de contorno y comienza a tomar la forma esférica se considera el punto de fusión.

El **Punto de Deslizamiento** (AOCS Cc 3-25, 3b-92, P4.2). La muestra se coloca en un capilar abierto, se refrigera hasta consistencia sólida y se coloca verticalmente en un baño de agua para que se caliente lentamente. El punto de deslizamiento es la temperatura a la cual la grasa alcanza una cierta altura en el capilar, la que corresponde a un 5% de grasa sólida.

**Punto de Caída** (AOCS Cc 18-80); Es un método estandarizado que registra la temperatura a la cual solo queda un 5% de grasa al estado sólido.

**Color del aceite.** (Lovibond, AOCS Cc 13c-92). El color es utilizado como un indicador de calidad para la fritura y sirve también como una especificación para los aceites ya terminados. El método Lovibond consiste en comparar - en columna de 5,25" (13,3 cm) - el color del aceite con los colores en el tintómetro de Lovibond que consta de unos cristales de varios colores estándar, — rojo, amarillo y azul. Las grasas y ácidos de color oscuro se comparan con los tubos de color FAC, que cumplen las especificaciones del Fat Analysis Committee de la American Oil Chemists' Society.

El rango de colores de los aceites fritos es variable, pero si el color del aceite de una refinería es más oscuro de lo esperado puede ser un indicador de que la refinación no fue la más apropiada.

**Humo, chispa, puntos de ignición** (AOCS Cc 9a-48) En este ensayo se coloca aceite en un recipiente y se lo calienta con una lámpara que emite luz de alta intensidad y se registra la temperatura a la cual el aceite empieza a hacer humo. Con un calentamiento continuo y el uso de una pequeña llama, se pueden determinar también los puntos en que aparecen las chispas y el de ignición. Estos puntos son críticos cuando los aceites van a ser utilizados para frituras prolongadas.

**Índice/contenido de grasa sólida** (SFI, AOCS Cd 10-57, SFC, AOCS 16b-93). Mediante estos ensayos se calcula los porcentajes de triglicérido que se mantiene sólidos a diversas temperaturas

predefinidas. Se grafican los porcentajes en función de la temperatura. La curva que se obtiene suministra información muy importante para seleccionar las materias primas que mezcladas se usarán en para la producción de margarinas o grasas vegetales. El Índice de Grasa Sólida (SFI) se determina utilizando una técnica denominada dilatometría, que mide los cambios que ocurren en el volumen cuando un sólido pasa al estado líquido. Para medir el Contenido de Grasa Sólida (SFC) se utilizan las imágenes de la resonancia magnética. Este método mide la cantidad de grasa sólida y líquida presente en una muestra, basándose en el comportamiento de los protones una vez que la muestra ha sido activada. (Los protones de los átomos de hidrógeno de un material en estado líquido son más sensibles a los campos magnéticos que los correspondientes a los materiales sólidos) La prueba SFC es más rápida que la SFI pero es más cara.

### **Actividad Práctica N° 1**

#### **Reacción para el reconocimiento cualitativo de aceites**

##### **Materiales:**

Gradilla  
Tubos de ensayos  
Fracos gotero  
Pipetas

##### **Reactivos:**

Solución cetónica – alcohólica de Sudan III  
Tinta roja  
Aceites

##### **Procedimiento**

La solución de Sudan III se prepara agregando 1 gramo de colorante a 50 mL de acetona y 50 mL de etanol al 70%.

Colocar en una gradilla dos tubos de ensayo. En cada uno de ellos colocar 2 mL de aceite.

Añadir a uno, 4 ó 5 gotas de solución de Sudán III. Al otro tubo añadir 4-5 gotas de tinta roja. Agitar ambos tubos y dejar reposar.

Se observará en el tubo al que se le añadió Sudán, que todo el aceite aparece teñido. En cambio en el frasco al que se añadió tinta roja, la tinta se habrá ido al fondo y el aceite aparecerá sin teñir.

### **Pruebas sensoriales**

**Análisis sensorial** (AOCS Cg 2-83). Este método es una evaluación del sabor del aceite vegetal. Los aceites son colocados en vasos de precipitados cubiertos con vidrios de reloj, los cuales son luego colocados en un recipiente de aluminio. El bloque es calentado en la oscuridad. El hecho de cubrir los vasos permite que los compuestos volátiles se acumulen, de manera de poder evaluar las muestras de acuerdo al sabor y al olor.

### **1 – 16. Aceites secantes, semisecantes y no secantes**

De acuerdo con la facilidad con que los aceites pueden resinificarse, se los suele clasificar en secantes, semisecantes y no secantes. El factor que más influye en el carácter secante de un aceite, pero no el único, es su grado de insaturación. La presencia de dobles enlaces en la molécula de un glicérido favorece su polimerización por exposición al aire o a agentes oxidantes, especialmente en presencia de catalizadores. Los aceites secantes se siguen utilizando para la fabricación de pinturas, barnices y resinas, aunque año a año van siendo reemplazados por productos sintéticos. Así por ejemplo, en la década de 1940, la República Argentina era el principal productor mundial y exportador de aceite de tung, o aceite de madera china mientras que hoy su producción es ínfima, no llega a las 3000 toneladas anuales.

Un indicador del carácter secante de un aceite es el índice de yodo. Aquellos aceites cuyo índice de yodo es mayor que 120 se consideran secantes. Aquellos aceites cuyos índices de yodo están comprendidos entre 100 y 120 se dicen “semisecantes” y los que tienen índice de yodo inferior a 100 se dicen “no secantes”. Sin embargo, no todos los aceites con alto grado de insaturación se consideran secantes. Así, por ejemplo, los aceites de sardinas, de sáballo, de hígado de bacalao, y otros aceites de origen marino, si bien tienen elevado índice de yodo, no se consideran secantes.

Durante algún tiempo se consideró que la ingesta de aceites con alto índice de yodo era perjudicial para la salud, por lo que los manuales de nutrición recomendaban la ingesta de aceites como los de oliva, maní o colza o de aceites “hidrogenados” (a los que se le añade hidrógeno en presencia de catalizadores, con lo que se disminuye el grado de insaturación) Hoy en día están bastante en claro los efectos de los diferentes tipos de aceites y en especial de los aceites hidrogenados, las grasas “trans” y los aceites “omega 3”.

### **1 – 17. Enranciamiento de grasas y aceites**

La oxidación de los lípidos ocurre tanto en los glicéridos como en los fosfolípidos, pero en ambos casos las primeras reacciones que ocurren son procesos de oxidación de las cadenas de ácidos grasos insaturados. La oxidación de los lípidos es una de las causas principales de la alteración de los alimentos lo que motiva a la industria alimentaria a desarrollar procesos para evitarla. Entre los efectos del enranciamiento de lípidos, los más notorios son la aparición de olores y sabores des-

agradables lo que torna inaceptable para el consumo al alimento que los contiene. En ciertos casos, la rancidez oxidativa puede formar productos perjudiciales para la salud.

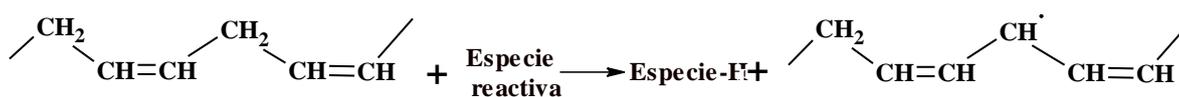
Para entender el proceso de rancidez oxidativa, se han desarrollado modelos de mecanismos de reacción en los que se analizan los procesos de oxidación de los ácidos oleico, linoleico y linolénico y luego se aplican estos modelos para explicar la rancidez oxidativa de otros lípidos. (Lo que en cierta medida es cuestionable)

El modelo más aceptado hoy en día explica la formación de rancidez oxidativa por efecto de reacciones en cadena.

En las reacciones en cadena, uno de los productos intermedios es siempre un radical libre. Un radical libre es una especie química (mono o polinuclear) que tiene un electrón desapareado. Los radicales libres son altamente reactivos, interactuando con moléculas u otros radicales libres para aparear su electrón célibe, por eso se los llama *portadores de cadena*.

La formación de radicales libres se efectúa por acción de calor, por radiación electromagnética de un intervalo de longitudes de onda apropiado – en algunos casos basta la luz visible, en otros se requiere luz UV y en otros se requieren radiaciones de frecuencias mayores – o por efecto de la presión. El proceso de reacción en cadena tiene tres estadios, o etapas, definidos.

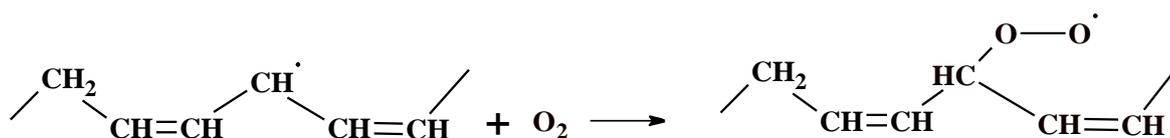
**Etapas de iniciación:** En ella se forman los primeros radicales libres. En el caso de la oxidación de los lípidos, en esta etapa una cadena de ácido graso mono o poliinsaturado sufre un ataque (generalmente por algún radical libre pero puede ser por acción de la luz ultravioleta u otro tipo de radiación) y como consecuencia del mismo cede un átomo de hidrógeno de un grupo metileno. De esta manera, el átomo de carbono del grupo metileno al cual estaba unido ese átomo de hidrógeno queda con un electrón desapareado



Cadena de ácido graso insaturado (RH)

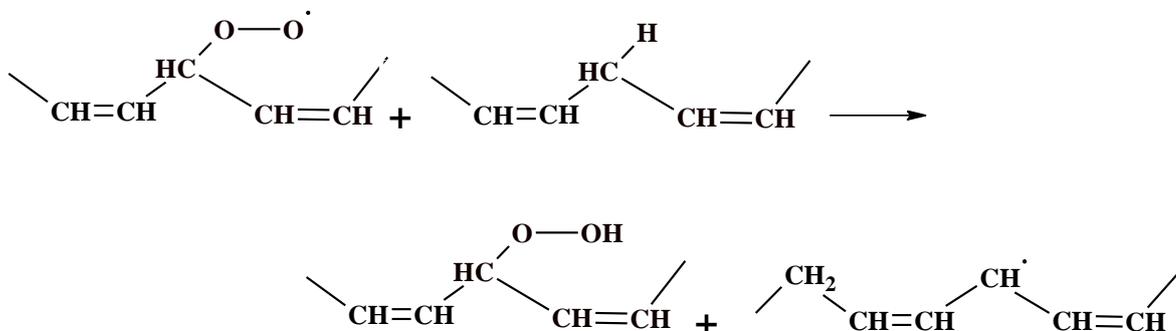
Radical libre (R·)

**Etapas de propagación:** se caracteriza por la interacción entre un radical libre con una molécula generando otro radical libre. En el caso de la oxidación de lípidos, el radical formado en la etapa de iniciación reacciona con el oxígeno atmosférico formando un radical peróxido



Radical peróxido (RO-O·)

El radical peróxido captura un átomo de hidrógeno del grupo metileno de una cadena insaturada de otra molécula de grasa formando un hidroperóxido y originando otro radical libre. De esta manera se va produciendo una reacción autocatalítica en cadena



hidroperóxido (RCOOH)

Los hidroperóxidos son agentes oxidantes fuertes. No sólo se reducen en los procesos de oxidoreducción sino que se descomponen dando diversos productos. La presencia de iones de metales como cobalto, níquel y manganeso aumentan sensiblemente la velocidad de oxidación. Particularmente, trazas de cobre aumentan enormemente el enranciamiento. Los iones metálicos que catalizan estos procesos no sólo provienen del suelo en el que se ha desarrollado la oleaginosa o de los dispositivos utilizados para la extracción y el refinamiento del lípido sino que provienen también de los tejidos de donde se extrajo el lípido ya que son constituyentes biológicos de vegetales y animales.

**Etapa de terminación:** Se caracteriza por la unión de radicales libres entre si. En el caso de la rancidez oxidativa, simultáneamente con reacciones de iniciación y propagación se pueden producir reacciones en las que se unen dos radicales libres para dar compuestos más estables.



Estos productos no son radicales libres y su naturaleza depende no sólo de los lípidos sino también de las condiciones de presión, temperatura, radiación electromagnética y de los catalizadores presentes. En muchas oxidaciones de lípidos se produce un aldehído volátil, el aldehído malónico, uno de los principales responsables de las características organolépticas de los aceites enranciados.



## Materiales

Pipetas graduadas

Embudo

Probeta de 25 mL con tapón

Se vierten 5 mL de aceite y 5 mL de HCl concentrado en la probeta. Se tapa y agita vigorosamente durante 20 segundos. Luego se le agregan 5 mL de solución de floroglucina. Se vuelve a tapar y se agita vigorosamente.

Si la grasa (o el aceite), está rancia, la capa inferior (ácida) toma un color rosado, violáceo o rojo (Los colores amarillos o anaranjados no son indicadores de rancidez oxidativa)

## 1 – 18. Métodos de obtención de grasas y aceites

Los métodos para extraer las grasas y aceites de sus fuentes son particulares de cada materia prima pero, en general, pueden clasificarse en:

- Tratamientos por fusión
- Métodos por prensado en frío
- Métodos por prensado en caliente
- Métodos de extracción por solventes

Los tratamientos por fusión se aplican, generalmente, para obtener lípidos de tejidos animales, mientras que los otros métodos se emplean para obtener grasas y aceites de productos vegetales.

### 1 – 18.1. El “rendering” de grasas animales

El término “rendering” se aplica para todos los procesos de extracción de grasas y aceites por el calor. Prácticamente todas las grasas animales se recuperan por rendering. Hay dos métodos generales para extraer la grasa de tejidos animales: rendering seco y rendering húmedo.

En el método seco los tejidos grasos se deshidratan hasta que se vuelven quebradizos, las células se rompen liberando la grasa. Este tipo de extracciones se emplea preferentemente para productos no comestibles en los que el objetivo es la obtención del mayor porcentaje de grasa mientras que el color o el sabor del producto tienen importancia secundaria.

La recuperación del remanente del rendering seco se realiza mediante prensado, ya sea con prensas hidráulicas o mediante el prensado continuo en prensas a tornillo.

Los filtros prensa están formados por una serie de cámaras de filtración sostenidas sobre unas guías laterales y comprimidas entre dos robustas piezas extremas llamadas cabezales del filtro prensa. Un tornillo accionado por un torno lleva otro cabezal, que cuando el torno gira, se desplaza horizontalmente haciendo presión sobre las placas recubiertas por paños de algodón u otras fibras textiles.

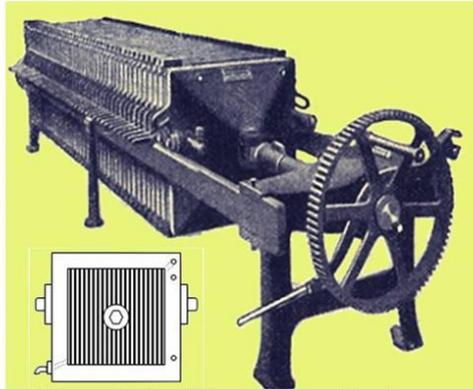


Figura 1.5. Filtro prensa de cámaras a tornillo y esquema de una cámara

En los llamados filtros de cámara, el canal de entrada de la mezcla a filtrar es central mientras que en los filtros a bastidores que enmarcan paños de tela, la entrada es lateral. La mezcla se inyecta a presión. El líquido filtrado atraviesa los paños filtrantes y cae por la ranura de sus caras hacia el canal de desagüe. Al abrir el filtro prensa, el material retenido en las telas cae y es recogido por la parte inferior

En el rendering húmedo, el material al que se le quiere extraer la grasa se corta en trozos pequeños y luego se trata con vapor de agua sobrecalentado a 120 – 140 °C para derretir la grasa. Durante este proceso, las paredes celulares del tejido graso se rompen por acción del vapor de agua y la presión. Luego se hace pasar todo a través de un filtro de sacos de modo que queden retenidas las partículas insolubles. Los líquidos que pasan por el filtro llevan como sobrenadante la grasa y en la solución acuosa quedan disueltos los hidratos de carbono y los fosfolípidos que pudieran estar en el material original. La grasa, que flota sobre la solución acuosa, se separa por centrifugación. Este tipo de método se emplea para obtener productos comestibles donde el color, el sabor y el mantenimiento de la calidad son lo más importante.

## 1 – 18.2 El prensado en frío y en caliente

En algunas zonas rurales, se obtiene aceite en pequeña escala mediante el procesamiento por lotes de las materias primas oleaginosas. Ese tipo de procesamiento se aplica, por ejemplo, para la obtención del aceite de palma y, en estos casos, para la extracción del aceite se suelen utilizar prensas mecánicas de tornillos (Fig 1.6).

Los frutos triturados se colocan en una jaula cilíndrica perforada. Por encima de la masa triturada hay un tornillo en cuya base hay un plato de presión. Al hacer girar el tornillo, el plato desciende

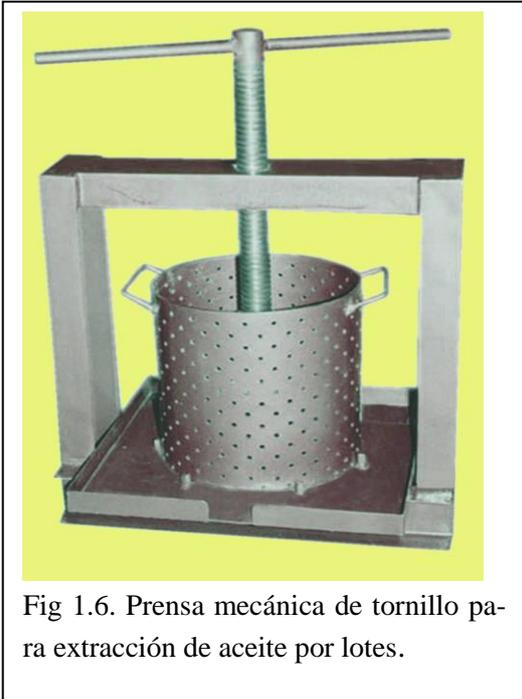


Fig 1.6. Prensa mecánica de tornillo para extracción de aceite por lotes.

y comprime la masa, liberando el aceite a través de los pequeños orificios de la superficie del cilindro. El aceite se recoge en una bandeja colocada debajo de la prensa. Los equipos vienen provistos de dos cilindros de modo que mientras uno está siendo presionado, el otro puede ser llenado. Cada cilindro puede cargar 40 a 50 kg de frutos de palma. Mediante este prensado se extrae entre el 25 y el 30 % del aceite de palma.

Del prensado en frío se obtienen los productos de mejor calidad, como ser el aceite de oliva extravirgen, o los mejores aceites de algodón, maní o girasol.

Mediante el prensado en caliente se obtiene un mayor rendimiento, pero la temperatura a la cual se efectúa el proceso provoca un aumento en el porcentaje de componentes indeseables que le comunican al producto sabores

y olores particulares que pueden desmerecer su valor comercial.

### 1 – 18.3. La extracción con solventes

La extracción con solventes permite la mayor recuperación de los triglicéridos del vegetal, pero el solvente adicionado puede extraer otros compuestos solubles que alteren las propiedades organolépticas del producto. Hoy en día, hay restricciones muy severas en cuanto al solvente a utilizar para la extracción. En la República Argentina, sólo se permite para la extracción de aceites comestible el uso de *n*-hexano obtenido por técnicas especiales que lo hacen apto para su empleo en la industria alimentaria.

### 1 – 19. Refinación del aceite crudo

Las grasas y los aceites obtenidos directamente por derretimiento, prensado o extracción son denominados *aceites crudos*. Estos aceites crudos contienen niveles variados de sustancias no triglicéridas, la mayoría de las cuales pueden ser consideradas como impurezas de los aceites producidos. Esto no siempre significa que esas sustancias sean perjudiciales para la salud o que disminuyan la calidad del aceite. Por el contrario, en muchos casos los no triglicéridos son los que le comunican al aceite características gustativas u olfativas particulares.

La refinación del aceite crudo implica varias operaciones y procesos para separar componentes indeseables y darle al aceite sus características comerciales distintivas.

## 1 - 19.1. Desgomado

El primer paso en el proceso del refinamiento de muchos aceites es el desgomado. Los aceites son desgomados mezclándolos con agua para hidratar a los fosfátidos, los que luego son removidos por centrifugación. El desgomado se puede mejorar agregando ácido cítrico o fosfórico o gel de sílice. Mediante el desgomado se remueven sustancias emulsivas muy valiosas tales como la lecitina. Los aceites de semilla algodón no son desgomados, pero este proceso es necesario para aceites como los de canola y soja. Cuando el fósforo presente supera el 0,02 % el aceite se considera de calidad inferior, lo que influye sensiblemente en el precio.

## 1- 19.2 Refinación alcalina o cáustica

El aceite desgomado es luego tratado con un álcali para remover los ácidos grasos libres, glicerina, carbohidratos, resinas, y proteína animal. La presencia de esos materiales puede interferir con el procesamiento subsecuente. El aceite y el álcali son mezclados, permitiendo que los ácidos grasos libres y el álcali formen una dispersión de jabón. Posteriormente la fase jabonosa acumulada, más densa que el aceite, es separada mediante un centrifugado. Los jabones residuales son removidos por medio de lavados con agua caliente. Hay dos métodos generales para la refinación alcalina llamados “long mix” y “short mix”.

El sistema long mix consiste en tratar el aceite crudo con soda cáustica a temperatura ambiente, mezclarlo durante unos 15 minutos y después calentarlo a 70°C y centrifugar. Este proceso permite una refinación completa. Luego se pasa el aceite directamente al proceso de blanqueo con lo que se logra un aceite de óptima calidad. En cambio, en el sistema short mix se trabaja a temperaturas relativamente más altas y el tiempo de contacto entre el álcali y el aceite es mucho más breve.

El aceite de algodón se suele refinar mediante un proceso denominado “refinamiento por micela”. Este proceso permite que el aceite sea refinado en la planta de extracción por solvente mediante el agregado de álcali a la solución de aceite – solvente. Luego de separado el solvente, queda un aceite de color más claro. El aceite que se refina utilizando este método da un mayor rendimiento y algunos expertos consideran que es de mejor calidad que el refinado por otros métodos.

En algunos casos, como en la obtención del aceite de palma, no se realiza la refinación cáustica sino que el aceite se destila a presión reducida. Este tipo de refinación se dice “física”. Efectuando la destilación a 240 – 250 °C y a 2 – 4 milibares se puede reducir el contenido de ácidos grasos libres a niveles de alrededor de 0,5 – 1 %. Como requisito previo a este tipo de refinado se deben eliminar los fosfátidos de manera que su concentración luego del desgomado sea inferior a 5 mg de fósforo por kilogramo de aceite. Esta concentración de fosfátidos tan baja se logra mediante la agitación del aceite con una solución acuosa de ácido cítrico, ácido fosfórico o hidróxido de sodio, seguida de blanqueo.

### **1 – 19.3. Blanqueo – (Bleaching)**

El blanqueo se realiza a fin de separar trazas de compuestos metálicos, partículas coloreadas tales como la clorofila, carotenos, ésteres y productos de la oxidación. Estas sustancias son removidas utilizando arcillas decolorantes, las que adsorben las impurezas. Las arcillas decolorantes son bentonitas que han sido tratadas con ácido para mejorar su capacidad de adsorción y filtración. El blanqueo con estas arcillas es una de las etapas más críticas en el procesamiento de aceites comestibles. Se deben ajustar las cantidades de arcillas y las condiciones operativas de modo tal de remover todos los productos de oxidación de los aceites a fin de que el aceite que sale de la prensa de blanqueo tenga un color muy tenue, o sea incoloro, y que tenga un valor de peróxido cercano a cero.

El blanqueo se suele hacer a presión ambiental. La arcilla decolorante se agrega al aceite refinado a unos 80 °C y luego se lleva rápidamente la temperatura de la mezcla a 100 – 110 °C manteniendo esta temperatura durante 15 – 20 minutos de modo de expulsar la humedad y efectuar la máxima decoloración. El blanqueo puede procesarse por lotes, o en forma continua trabajando a presión reducida.

No todos los aceites se decoloran, en algunos casos, como en el aceite de pepitas de uva, es deseable que el producto final tenga una coloración característica.

### **1 – 19.4. Filtración.**

Es sumamente importante separar completamente las arcillas decolorantes del aceite debido que los residuos pueden actuar como pro-oxidantes<sup>5</sup>. Se emplean diversos tipos de filtros siendo los más comunes los filtros prensa a bastidores. El aceite decolorado y filtrado debe resguardarse del aumento de temperaturas y de cualquier agente de oxidación.

### **1- 19.5. Desodorización**

Si el aceite obtenido del proceso de decoloración ha de utilizarse para ensaladas, debe someterse a una desodorización para eliminar todos los compuestos que le pueden comunicar olores indeseables y que puedan alterar su sabor. Tales compuestos son relativamente volátiles y pueden removerse mediante el burbujeo de vapor de agua a través del aceite. La desodorización se realiza a presión muy reducida, alrededor de 2 milibares, para evitar la oxidación o la hidrólisis del aceite y para hacer más eficiente el vapor aplicado. La operación se puede realizar de manera continua o por lo

---

<sup>5</sup> Los pro-oxidantes son materiales que promueven o catalizan una reacción de oxidación. En el caso de los aceites los pro-oxidantes aceleran el desarrollo de la rancidez y otros cambios indeseables que alteran el color o el olor del producto.

tes. El resultado final es un aceite suave con bajo porcentaje de ácidos grasos libres. La desodorización también remueve las trazas de pesticidas o de metabolitos que pudieran estar presentes, ya que estos son más volátiles que los triglicéridos presentes en el aceite.

Luego de la desodorización, el aceite es enfriado y almacenado para su posterior comercialización. Es importante remarcar que, para la mayoría de las grasas y aceites, la desodorización no tiene efectos significativos sobre la composición en ácidos grasos de sus triglicéridos.

Para los detalles de los equipos de desodorización y sus especificaciones técnicas, consultar, por ejemplo, <http://discoverarmfield.com/en/products/view/ft68/deodorising-unit>

### 1 – 19.6. Winterización

Los aceites destinados a ser utilizados en las ensaladas, o los que van a ser almacenados en lugares fríos son sometidos a un proceso denominado "winterization", para que no se enturbien al enfriarse. Los aceites refinados y desodorizados son enfriados con una agitación muy suave para que se produzca la precipitación de las partículas de mayor punto de ablandamiento. El material que se separa por este fraccionamiento se llama *estearina*. El aceite de soja no requiere este tratamiento pero los aceites de canola, maíz, girasol, cártamo, aceite de algodón y maní sí deben ser winterizados para mantenerlos claros a bajas temperaturas.

#### ¿Sabía Ud. que ...

No se debe guardar el aceite de oliva virgen en la heladera? Este aceite contiene altísimos porcentajes de ésteres del ácido oleico (69 – 84%) cuyo punto de fusión es 13 °C. Por ello, al enfriar el aceite este comienza a enturbiarse por solidificación de algunos de sus triglicéridos.

### 1 – 19.7. Hidrogenación

Cuando, en presencia de catalizadores metálicos, se tratan las grasas y aceites con hidrógeno se logra su adición sobre los dobles enlaces carbono-carbono. La hidrogenación modifica el sabor del aceite, aumenta su estabilidad al enranciamiento, eleva el punto de derretimiento y modifica la viscosidad del producto hidrogenado. Este es un proceso selectivo que puede ser controlado de manera tal que se produzcan aceites líquidos con menor porcentaje de insaturados, productos pastosos o de consistencia sólida a temperatura ambiente.

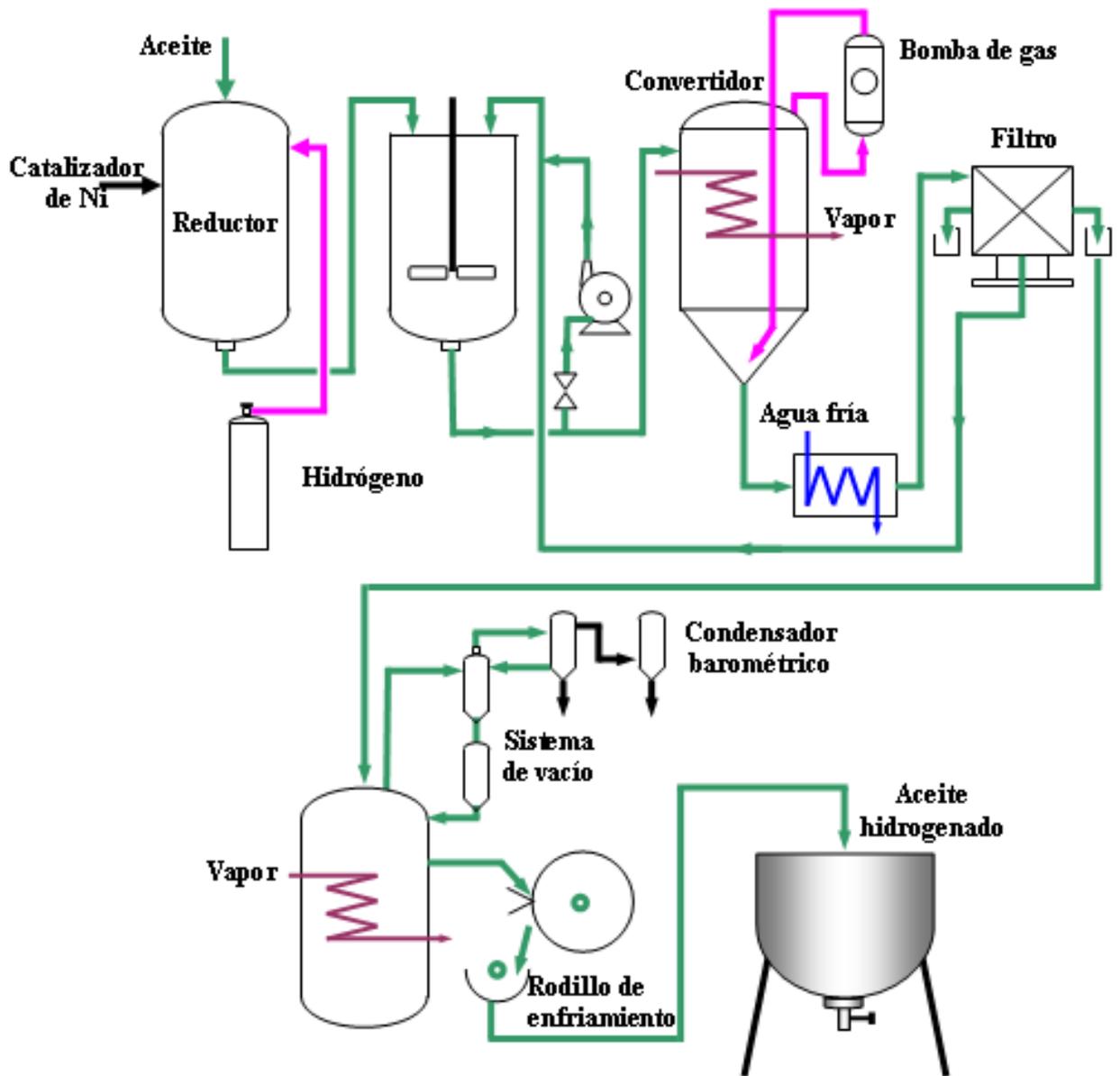


Figura 1.7. Esquema del proceso de hidrogenación de aceites

El proceso de hidrogenación fue patentado a principios del siglo XX por Wilhelm Normann<sup>6</sup> y se fue perfeccionando a lo largo de más de medio siglo, incluyendo la reacción a altas presiones y temperaturas. El catalizador más ampliamente utilizado es el níquel soportado sobre sílica y/o alúmina. En la Figura 1.7., se esquematiza el proceso de hidrogenación de aceites.

<sup>6</sup> En Alemania, (*Verfahren zur Umwandlung ungesättigter Fettsäuren and deren Glyceride in gesättigte Verbindungen*, 1902, Patent 139,457) y en Inglaterra (*Process for converting unsaturated fatty acids or their glycerides into saturated compounds*, 1903, Brit. Pat. Appl. 1515)

La hidrogenación no solo se aplica a las grasas y aceites sino que también se hace con las fracciones de fosfolípidos. Las lecitinas hidrogenadas son más estables, se blanquean más fácilmente y son mejores emulsionantes que los productos naturales. La hidrogenación de fosfolípidos requiere temperaturas y presiones mayores que la de los triglicéridos. La lecitina se hidrogena a 80 °C y 70 atmósferas de presión usando un catalizador de níquel<sup>7</sup>. Cuando se disuelve en una mezcla de solventes clorados y etanol y en la presencia de paladio, se puede lograr la hidrogenación a temperaturas y presiones mucho más bajas<sup>8</sup>.

La hidrogenación de aceites se fue expandiendo y hoy en día, se realiza en más de 70 países, con una producción que supera las 18 millones de toneladas anuales. Margarinas, shortenings<sup>9</sup>, grasas comestibles, lubricantes, cosméticas, para jabones, etc., se producen en todo el mundo mediante la hidrogenación de aceites. La hidrogenación no sólo cambia la consistencia del aceite y sus caracteres organolépticos sino que le confiere una mayor estabilidad frente a la oxidación.

### **1 – 20. La hidrogenación de aceites y las grasas “trans”**

El proceso de hidrogenación se realiza por catálisis heterogénea donde el material a hidrogenar tiene que tomar contacto con la superficie del catalizador para que la adición de hidrógeno se produzca. En 1941, George H. Twigg demostró<sup>10</sup> que, si el tiempo de contacto es menor que el requerido, la adición no se produce. En cambio, el metal cataliza la isomerización de la forma “cis” a la “forma “trans”. El grado en que ocurre esta isomerización depende de la selectividad del catalizador, de la presión del hidrógeno, de la temperatura y de la agitación.

Se ha comprobado que los isómeros trans de restos de ácidos grasos procedentes de aceites vegetales parcialmente hidrogenados, tienden a elevar los niveles séricos de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y a reducir los de las lipoproteínas de alta densidad (HDL). Mientras que las HDL favorecen la degradación del colesterol en el hígado, las LDL incrementan la concentración de colesterol en el suero, lo que aumenta el riesgo de sufrir afecciones coronarias.

Al demostrarse la necesidad de la ingesta de ácidos grasos esenciales, comenzaron a utilizarse catalizadores de cobre que preservan la hidrogenación del ácido linoleico. Pero esos catalizadores reducen las cadenas con 3 o más dobles enlaces.

En 1994 se desarrolló un método de hidrogenación de grasas y aceites comestibles que disminuye la producción de lípidos con cadenas en trans (translípidos). El proceso consiste en una transferencia catalítica de hidrógeno de sustancias donoras de hidrógeno en vez de usar hidrógeno gaseo-

---

<sup>7</sup>Jacini G, US Patent 2,870,179 - 1959

<sup>8</sup>Cole RD, US Patent 2,907,777 - 1959

<sup>9</sup> grasas para panificación.

<sup>10</sup>Proc Roy Soc, London A 1941, 178, 106

so<sup>11</sup>. El método permite una mejor selectividad. Para disminuir el porcentaje de isómeros trans, también se ha propuesto<sup>12</sup> el uso de catalizadores de paladio.

### ¿Sabía Ud. que ...

Canadá desde diciembre de 2005, Estados Unidos desde enero de 2006 y Europa en los meses subsiguientes, comenzaron a rotular todos los productos que contengan aceites hidrogenados con la leyenda: "se sugiere disminuir progresivamente la ingesta de aceites hidrogenados"? Sin embargo, la Resolución 10/06 del Mercosur, "Reglamento técnico Mercosur sobre aditivos/aromatizantes/saborizantes" permite la **adición** de aceites hidrogenados a los alimentos. En el artículo 2.5.2., establece: "Podrá adicionarse una o más de las siguientes sustancias: [ ... ] Grasas y aceites hidrogenados, transesterificados y/o fraccionados".

## 1 – 21. Interesterificación

Este proceso permite que los ácidos grasos sean reacomodados o redistribuidos en la estructura del glicérido. Esta redistribución se logra, generalmente, mediante métodos catalíticos. El aceite es calentado, agitado y mezclado con el catalizador a una temperatura de 90°C. La interesterificación también se puede realizar por métodos enzimáticos. Este proceso no cambia el grado de saturación o el estado isomérico de los ácidos grasos, pero puede mejorar las propiedades funcionales del aceite.

En los últimos años, el volumen de producción de glicéridos interesterificados enzimáticamente comenzó a aumentar. El proceso se realiza controlando el grado de conversión mediante la inhibición de las enzimas en el momento apropiado de la reacción. Las enzimas son las únicas sustancias que efectivamente intervienen en el proceso y en el mismo no se producen conversiones a isómeros "trans". Hasta hace algunos años, esta tecnología tenía una aplicación muy reducida debido al alto costo de las enzimas. Pero, últimamente, la aparición en el mercado de la enzima Lipozyme<sup>®</sup> TL IM<sup>13</sup> ha permitido que la interesterificación enzimática sea una alternativa económicamente viable a la interesterificación química.

<sup>11</sup>Smidovnik A et al., *J Am Oil Chem Soc* 1994, 71, 507

<sup>12</sup>Beers A et al., *Inform* 2004, 15, 404.

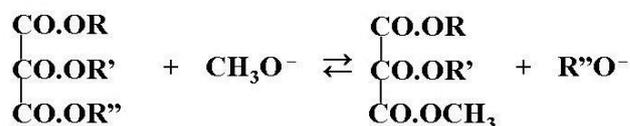
<sup>13</sup>Para información sobre Lipozyme consultar la página web: <http://www.novozymes.com/>

## 1 – 22. Biodiesel

El biodiesel es un producto que se obtiene a partir de lípidos naturales, — tanto aceites como grasas—, mediante procesos de esterificación y transesterificación y que se utiliza, como combustible, en reemplazo, — total o parcial—, del gasoil, en motores diesel.

Cuando el combustible contiene sólo biodiesel, se indica con B100. En cambio, si se utilizan mezclas con gasoil se agrega a la letra B un número que indica el porcentaje de biodiesel en la mezcla, B10, B20, B25, etc.

El proceso de transesterificación fue desarrollado por Patrick Duffy en 1853 y, esencialmente, consiste en el intercambio de grupos alquilo entre ésteres diferentes. Esa reacción se lleva a cabo bajo condiciones anhidras usando un catalizador, por ejemplo, metóxido de sodio, en cuyo caso el proceso puede esquematizarse:



Al cambiar la composición del triglicérido, cambian muchas de sus propiedades, particularmente, la viscosidad. La disminución de la viscosidad hace al triglicérido más apto para reemplazar al gasoil como combustible.

En el año 2016 se produjeron en la Argentina 2.649.369 toneladas de biodiesel

### ¿Sabía Ud que...

...el biodiesel disuelve el caucho natural? Por ello, en aquellos dispositivos que funcionan con biodiesel deben reemplazarse todas las piezas de caucho por otras de material sintético.

## II. GRASAS Y ACEITES VEGETALES

### 2 – 1. Producción comercial de grasas y aceites

Si bien las grasas y aceites están ampliamente distribuidos tanto en el reino vegetal como en el animal, hoy en día, sólo se obtienen en escala comercial unos 22 aceites vegetales de los cuales 12 constituyen más del 95 % de la producción mundial. En cuanto a las grasas y aceites animales, el número de fuentes comerciales no llega a cinco. Las que se producen en mayor proporción son la leche de vaca o búfala, el sebo vacuno, el lardo porcino y los aceites marinos.

Dentro de la clase de aceites vegetales, las fuentes pueden ser semillas, — como las de algodón, maní, colza, cártamo, sésamo, soja y girasol — o pueden ser frutos como el coco, o nueces como la almendra de palma.

En la Tabla 2.1 se enumeran los contenidos en aceite de los frutos, nueces y semillas comercialmente importantes.

Fuente	% de aceite
Frutos y nueces	
Babasú	60 - 65
Coco	65 - 68
Palma (fruto)	45 - 50
Palma (almendra)	45 - 50
Semillas de dicotiledóneas	
Semilla de algodón	18 - 20
Maní	45 - 50
Semilla de colza	40 - 45
sésamo	50 - 55
Poroto de soja	18 - 20
Girasol	35 - 45

Tabla 2.1. Contenido en aceite de diversas fuentes. Fuente American Soybean Association

### 2 – 2. Aceite de soja

La soja (*Glycine max L.*) es una planta de la familia Papilionáceas (Fabáceas). Esta herbácea es de ciclo anual, de porte erguido y de 0,5 a 1,5 metros de altura. Posee unas hojas grandes, trifoliadas y pubescentes de 5 a 15 cm de longitud. Sus flores, de pequeño tamaño, son de un color blan-

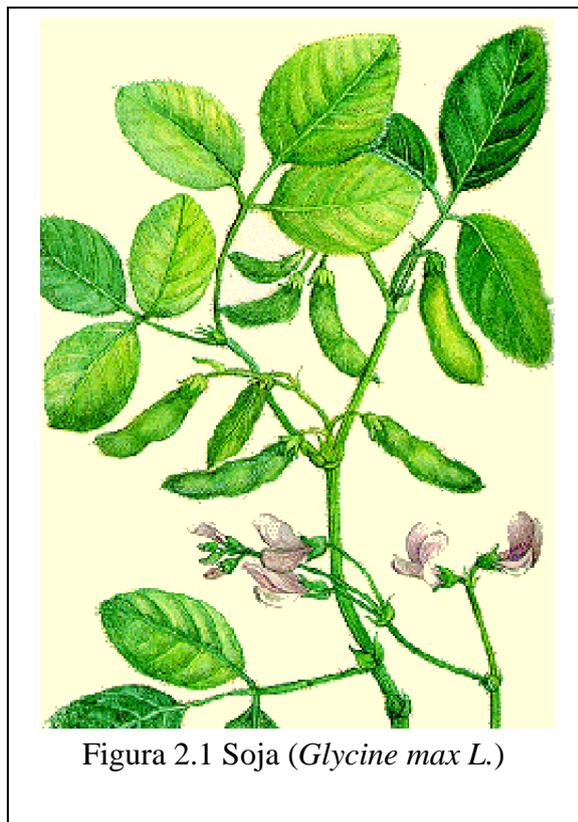
co-amarillento o azul- violáceo y se encuentran agrupadas en inflorescencias, situadas en las axilas de las hojas.

Su legumbre posee unas vainas de largo variable (3 a 11 cm), en cada una de las cuales se encuentran de una a cuatro semillas oleaginosas esféricas u ovoides que contienen un 18 – 20 % de aceite. El color de las mismas es variable: amarillo o negro, aunque existen otras especies con semillas de color verde o castaño. El diámetro de las semillas es de 5 – 10 mm.

Al igual que el resto de los miembros de la familia de las leguminosas, la soja es capaz de capturar todo el nitrógeno que necesita, ya que posee nódulos en los que se desarrollan bacterias fijadoras del nitrógeno atmosférico (*Rhizobium japonicum*).

La soja crece mejor en zonas templadas o ligeramente cálidas con veranos continentales cálidos tal como la llamada “cinturón del algodón y el maíz” en los EE.UU., en China y en Brasil. La soja es originaria de Manchuria y se ha propagado a la China y luego al Japón. La soja llegó a los EE.UU. en el siglo XIX y, a pesar de su bajo contenido en aceite, es hoy el cultivo oleaginoso más importante del mundo debido al alto contenido proteico de su harina.

La semilla de soja, llamada poroto o haba, es particularmente rica en proteínas. En algunos casos, esta semilla llega a contener un 47 % de proteínas. En la Tabla 2.2 se dan los valores promedio de los nutrientes presentes en la semilla de soja.



Proteínas	35 g	Calcio	280 mg	Flúor	130 µg
Carbohidratos	30 g	Magnesio	240 mg	Cobre	406 µg
Lípidos totales	18 g	Hierro	8 mg	Tiamina (B1)	0,85 mg
Fibra alimentaria <sup>(1)</sup>	5 g	Cinc	3 mg	Riboflavina (B2)	0,4 mg
Sodio:	5 mg	Fósforo	580 mg	Ácido Nicotínico	5 mg
Potasio:	1700 mg	Yodo	6 µg	Energía	422 Kcal

<sup>(1)</sup> Cocida

Tabla 2.2. Contenido promedio en nutrientes de las habas de soja (por 100 g). Fuentes FAO y ASA (American Soybean Association)

### Procesamiento de las habas de soja

El objetivo común de las tecnologías existentes es lograr un producto homogéneo con un contenido residual mínimo de factores antinutricionales, una calidad óptima de la proteína y una disponibilidad alta del aceite. Los procesos difieren en cuanto a las variables aplicadas (tiempo, temperatura, presión, humedad, superficie del haba expuesta, tamaño de partícula y tipo de energía utilizada) pero todas utilizan energía en forma de calor para inactivar los inhibidores de la tripsina y la quimiotripsina, las lipooxigenasas y la ureasa, enzimas que, de no ser inhibidas, inician la descomposición de las sustancias presentes en la semilla.



Figura 2.2. Porotos (habas) de soja

Una vez cosechada, la soja es almacenada en plantas de acopio e industrialización donde se mantiene con una humedad del 13 % (humedad comercial). Al llegar a la planta industrial, y antes de comenzar el procesamiento completo, el grano es secado hasta alrededor de 9 - 11% de humedad, lo que facilita la limpieza, descascarado y posterior acondicionamiento. Durante el secado, la temperatura no debe superar los 65 °C. El material a limpiar se hace pasar por separadores magnéticos para eliminar los trozos de hierro que pudieran estar presentes. Los tallos, piedras, ramas, etc., se separan por cribado. Una vez separadas las impurezas, los granos son partidos, pasando por quebrantadoras a rodillos corrugados y luego por zarandas con aspiradores, para remover partículas de cáscara y polvillo.

Los granos quebrados van a un calentador rotativo, donde son sometidos a temperaturas de 60 a 65 °C. Luego se vuelven a cribar para separar los trozos más grandes, los que se reciclan.

Si es necesario, para realizar un acondicionamiento apropiado, se le puede inyectar más humedad mediante la aplicación de vapor de agua o rociado. De esta manera se facilita el laminado de los granos. El acondicionamiento se hace dejando que el material quebrantado permanezca el tiempo apropiado a una temperatura de 50 – 65 °C para que los trozos adquieran la plasticidad suficiente que facilite el laminado.

Este proceso de laminado, llamado “flaking”, se realiza por medio de rollos o cilindros de superficie lisa, con un diámetro que oscila entre 60 y 80 cm y 2 m. de longitud, que giran a la misma o distinta velocidad.

La acción de los laminadores tiene por finalidad el aplastamiento de la semilla, reduciéndola a una lámina, “flake”, de alrededor de 0,3 mm de espesor. De esta manera se produce la rotura de las células que contienen el aceite, facilitando su posterior extracción.

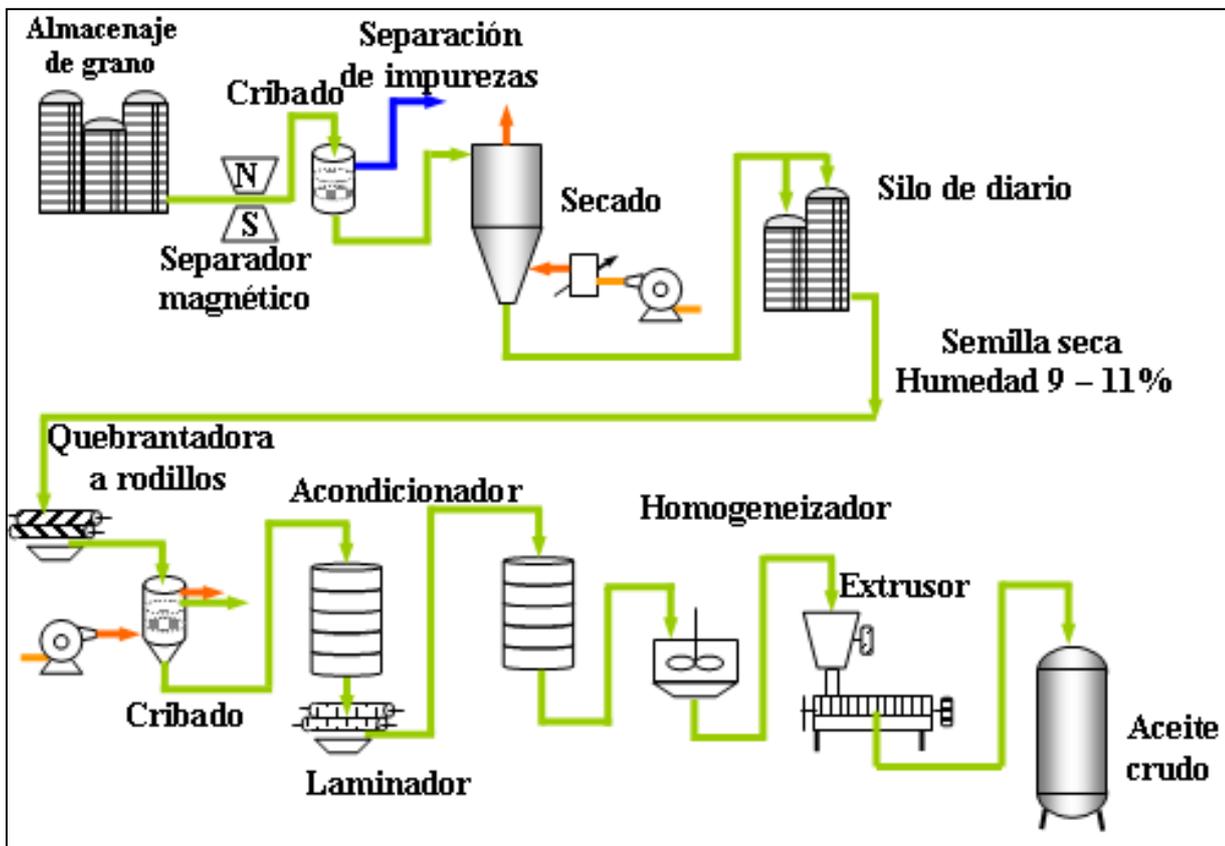


Figura 2.3. Esquema de obtención de aceite de soja crudo por prensado.

Los granos laminados son transportados, con equipos que minimizan su rotura, a un sistema de homogeneización y de allí a los filtros prensa a tornillos – si el aceite se obtendrá por prensado - o a extractores por precolación si el aceite se extrae por medio de solventes. En este último caso, el único solvente que se emplea es el *n*-hexano. El bajo punto de ebullición del *n*-hexano (67 °C) y la gran solubilidad de los aceites y las grasas en él, son las propiedades que hacen que se emplee casi exclusivamente en todo el mundo.

La extracción con solventes consiste en tratar la materia prima con *n*-hexano y recuperar el aceite por destilación de la solución resultante de aceite en solvente llamada “micela”

El proceso de extracción puede dividirse en las siguientes etapas.

- a. preparación de la materia prima
- b. Proceso de extracción
- c. Desolventización del material extraído
- d. Destilación de la micela
- e. Recuperación del solvente por condensación
- f. Recuperación final del solvente por absorción
- g. Tratamiento final de la harina y envasado

Debido al carácter altamente inflamable del *n*-hexano, aquellas etapas del proceso que involucran maquinados a alta velocidad — tales como la preparación del material, tratamiento final y envasado — se llevan a cabo a una distancia no menor de 20 metros de la planta donde se efectúan las etapas b) a f).

## **2 – 4. Preparación de la materia prima**

Para una extracción completa y eficiente se requiere que cada célula que contiene aceite entre en contacto con el solvente. Por lo tanto, para asegurar dicho contacto, es de suma importancia una previa y adecuada preparación del material. Cuanto menor es el tamaño del material tanto mejor es la penetración del solvente en las células oleíferas, pero un tamaño demasiado pequeño puede hacer ineficiente la precolación del solvente a través de la masa. Por lo tanto, para lograr la máxima extracción, se debe reducir el tamaño de las partículas a dimensiones óptimas.

La reducción de tamaño se suele hacer primero en molinos a rodillos con muelas puntiagudas y el material molido se pasa luego entre dos rodillos corrugados obteniéndose piezas de alrededor de 3 mm. De esta manera, el tamaño de la torta de semillas se reduce a un valor óptimo sin formación excesiva de “finos”. La operación se debe llevar a cabo de tal forma que la densidad aparente sea de 0,27 – 0,30 Toneladas/ $m^3$  y que el material extraño no supere el 0,5 %.<sup>14</sup>

En general, para oleaginosas con más de un 15 % de aceite, para que el solvente no sólo impregne completamente el material oleífero sino para que se produzca una precolación eficiente se recomiendan las siguientes etapas.

Pasaje de las semillas a través de molinos a rodillos corrugados con estrías de 3 mm para reducir el tamaño de las partículas a 3 mm.

Calentar el material triturado a unos 80 °C con vapor para que la humedad alcance 11 – 12%

Pasar el material húmedo a través de un par de rodillos planos para obtener “flakes” de un espesor de 0,25 mm o menos.

Antes de transportarlos al sistema de extracción, hacer pasar los “flakes” por una corriente de aire hasta que queden crocantes.

---

<sup>14</sup> Para detalles de molinos neumáticos automáticos para harinas, puede visitarse las páginas:  
<http://www.globalsources.com/si/AS/Anyang-Shuangshi/6008841591921/Homepage.htm>  
<http://www.flourmillplants.com/flour-mill/6F-flour-mill-machine.html>

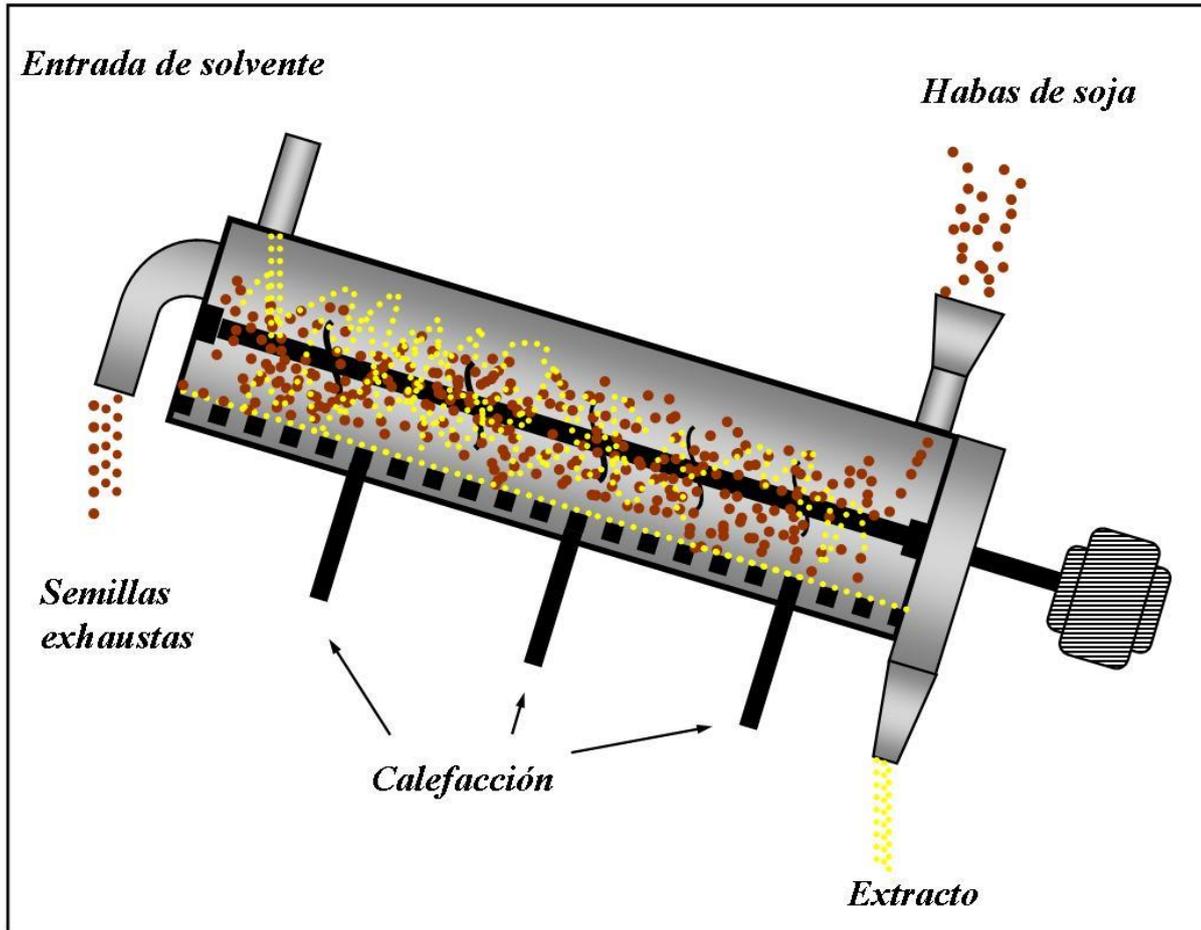


Figura 2.4. Extractor con solventes en contracorriente con inclinación regulable.

En el sistema de extracción continua en contracorriente, se regula la inclinación del dispositivo según el tipo de semilla a cargar. Los sólidos se alimentan por gravedad, —o se dosifican por volumen— en el extremo inferior del cilindro contenedor y se transportan hacia arriba a mediante dos tornillos helicoidales contrarrotatorios con velocidad de giro controlada. El solvente ingresa en el extremo superior y, por gravedad controlada por la inclinación, fluye a través del sólido provocando una extracción en contracorriente controlada. El flujo de líquido se ajusta para dar una concentración óptima del extracto. En el extremo inferior, el extracto pasa a través de un filtro especial de modo de retener las impurezas sólidas que pueda arrastrar. Las semillas exhaustas salen por la parte superior y luego son comprimidas para formar una torta.

## **2 – 5. Desolventización el material extraído.**

La harina que queda luego de la extracción del aceite con solventes contiene todavía de 20 a 45% en peso de solvente. Este solvente debe separarse y la harina desecarse y enfriarse. Para ello, al salir del extractor es transportada a la parte superior de un Desolventizador/Tostador. Este dispositivo es esencialmente un conjunto de bateas de calentamiento montadas una sobre otra. Cada batea tiene un doble fondo especialmente diseñado en el que se introduce vapor a presión u otro fluido térmico. La parte cilíndrica también se calienta mediante serpentines por los que circula vapor vivo, de modo que toda la superficie del material es objeto de calentamiento. En cada batea hay un sistema de agitación con brazos rotatorios que transfieren el material hacia la batea que está debajo. Un mecanismo de control sincroniza la alimentación y el flujo en sentido vertical para evitar que descargue material fuera de la unidad. A medida que la harina va descendiendo se va desecando, mientras que el calor vaporiza al solvente que sale del desolventizador por la parte superior y es enviado al condensador, donde se recupera como líquido.

## **2 – 6. Destilación de la micela.**

La micela final se recoge en un tanque de donde es bombeada a una columna de destilación que se mantiene bajo vacío. En la columna de destilación la micela se calienta mediante una camisa por la que circula vapor. El *n*-hexano se vaporiza rápidamente y los vapores se llevan a un condensador.

La micela concentrada de la columna de destilación se bombea a una unidad secundaria de destilación donde se alcanza una temperatura de 100 – 110 °C y de allí a un “stripper” final que se mantiene a un alto vacío. Para eliminar las últimas trazas de *n*-hexano del aceite, se inyecta vapor. Los vapores del destilador secundario y del stripper se condensan en el condensador.

## **2 – 7. Recuperación del solvente por condensación**

Todos los condensadores son tubulares, del tipo de cabeza flotante. El agua enfriada a 30 °C, o menos, circula por el interior de los tubos del condensador mientras que los vapores circulan por fuera de los tubos. De esta manera el vapor se enfría y condensa. El condensador condensa los vapores del destilador primario, del secundario, del desolventizador y del vaporizador a alto vacío. El vapor que no condensa se recircula.

Solvente y agua son completamente inmiscibles por lo que se separan por diferencia de densidad. El solvente recuperado de la destilación se recircula al extractor. Los vapores que salen del

condensador ingresan a un enfriador donde son rociados con agua fría, esto provoca la condensación del vapor de solvente el que se separa del agua por diferencia de densidad.

## **2 – 8. Recuperación final del solvente por absorción.**

Los vapores y gases del enfriador de contacto se hacen pasar por aceite (mineral o vegetal). Si quedaba algo de *n*-hexano en ellos, se absorbe en el aceite. Los gases no condensables se ventean. Teóricamente esos gases no contienen *n*-hexano pero siempre se pierde un pequeño porcentaje.

El aceite de la cámara de absorción se lleva a un evaporador mantenido al vacío y cuya temperatura es de 100 °C. El solvente disuelto se vaporiza y se envía al condensador para su recuperación. El aceite caliente del evaporador pasa por un intercambiador de calor y se enfría a temperatura ambiente. Al quedar exento de *n*-hexano se rocía de vuelta al absorbedor.

## **2 – 9. Acabado de la harina y envasado.**

La harina exenta de aceite que sale de la planta de extracción se envía neumáticamente a la planta de envasado. La corriente de aire que transporta la harina se mantiene por ventiladores. Por intercambio de calor con el aire frío, durante el transporte la harina se enfría a 45 – 50 °C. La harina se reoige en un ciclón y cae a un humidificador. En el humidificador, se lleva la humedad al 6-7%. De allí, la harina impulsada por la corriente de aire, va a la máquina de embolsado.

Existen otros sistemas de extracción pero los sistemas de percolación han sustituido a la casi totalidad de los de inmersión, debido a que tienen un costo de funcionamiento mas bajo, son menos voluminosos y pueden alcanzar gran capacidad de trabajo

Una vez completamente libre de solvente, el aceite es desgomado para eliminar fosfátidos y luego se lo enfría a temperatura ambiente. Ya enfriado, se lo bombea a los depósitos de almacenamiento, donde permanece hasta su posterior comercialización o refinación.

## **2 – 10. El mercado internacional**

La soja es el cultivo oleaginoso de mayor tonelaje en el mundo. En la Tabla 2.3., se dan los valores de la producción mundial de soja durante el último quinquenio, según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Campaña	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Producción	268,47	282,51	319,60	312,81	340,79

Tabla 2.3. Producción mundial de soja en millones de toneladas métricas

En noviembre de 2017, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos<sup>15</sup>, estimó que la campaña mundial 2017/18 producirá alrededor de 348 millones de toneladas. Los principales productores de soja son (en toneladas métricas): los Estados Unidos (120,8M), Brasil (108 M) y Argentina (57 M).

La expansión de este cultivo se debe, principalmente, al desarrollo de variedades más resistentes tanto a las condiciones agroecológicas como a los herbicidas, y a una adecuada infraestructura para el almacenaje y el transporte.

Parte de la producción de semilla de soja se comercializa internacionalmente como tal, para su molturación en otros países, siendo China el principal importador.

En la República Argentina, el rendimiento promedio de este cultivo es de 3,2 toneladas por hectárea.

Después del aceite de palma, el aceite de soja es el de mayor volumen de producción en el mundo. En la Tabla se dan los valores de la producción mundial de aceite de soja durante el último quinquenio, según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Campaña	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Producción	43,28	45,25	49,29	51,80	54,47

Tabla 2.4. Producción mundial de aceite de soja en millones de toneladas métricas

Para la campaña 2017/18 se estima una producción de 55,7 millones de toneladas. Los principales productores de aceite de soja (en millones de toneladas) son: China (16,76), los Estados Unidos (10,21), Argentina (8,63) y Brasil (8,06). En la última década, la producción y el comercio mundial mostraron un sostenido crecimiento. China es el principal importador de soja, destinando una parte a la elaboración de aceite y otra a la elaboración de harina.

## 2 – 11. La producción de soja en la Argentina

A lo largo de los últimos treinta años, la producción de soja en la República Argentina experimentó un crecimiento continuo, siendo en la actualidad el principal cultivo del país. Ese crecimiento

<sup>15</sup> USDA, World Agricultural Production, Circular Series, WAP 11- 17, November 2017.

se vio potenciado a partir de 1996, con la siembra de una semilla Roundup Ready, de Monsanto, genéticamente modificada. Esta semilla resiste al herbicida glifosfato y su empleo reduce sensiblemente los costos de producción. En la campaña 2016/2017 el área de superficie sembrada con semillas Roundup Ready es más del 90% del total.

Las principales provincias productoras de soja son Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires. El empleo de la semilla transgénica, permitió extender el cultivo hacia las provincias de Santiago del Estero, Chaco y Salta, entre otras.

Nuestro país cuenta con 47 plantas aceiteras con una capacidad teórica de molturación total de 203.206 toneladas por día. Además de soja, la mayoría de ellas también procesa otras semillas. La avanzada tecnología de procesamiento convierte a este complejo agroindustrial en uno de los más competitivos del mundo.

Más del 85% de la actividad industrial aceitera se localiza en la Provincia de Santa Fe, especialmente en la zona de Rosario y en las zonas aledañas al río Paraná. Las plantas procesadoras se aprovisionan de soja en un radio que como máximo es de 300 Km, lo que implica un costo relativamente reducido de flete.

En el año 2016, el consumo de aceite de soja, por habitante y por año, llegó a los 65,61 kg<sup>16</sup>. Esta cantidad incluye el uso humano (consumo familiar, producción de mayonesa, utilización en conservas) como el uso industrial (principalmente, elaboración de biodiesel)

## 2 – 12. La exportación

La combinación entre alta producción y relativamente bajo consumo doméstico convierte a la Argentina en el mayor exportador mundial de aceite de soja. El complejo sojero, integrado por porotos, aceites y harinas, constituye la principal fuente de divisas para el país.

Los volúmenes exportados en los últimos años fueron crecientes aunque su valor ha mostrado tendencias cambiantes debido a las fuertes oscilaciones de los precios internacionales.

Durante el 2016, las exportaciones de haba de soja alcanzaron las 8.910.322 toneladas. El 87,46% fue adquirido por China (7.792.790 toneladas).

La harina de soja es lejos el principal producto de exportación. Durante el 2016 se exportaron 28.990.292 toneladas. En lo que respecta al aceite de soja, en el 2016 se exportaron 5.625.906 toneladas de aceite crudo siendo el principal destino Hong Kong (2.801.892 toneladas), 133.769 toneladas de aceite refinado envasado, principalmente a Chile (105.443 toneladas) y 4.609 toneladas de aceite refinado a granel siendo el principal destino Hong Kong (2050 toneladas).

---

<sup>16</sup>Fuente Subsecretaría de Mercados agropecuarios, Ministerio de Agroindustria.

En cuanto al biodiesel, producido a partir del aceite de soja, en el año 2016 se exportaron 1.600.000 toneladas, mayoritariamente a la Unión Europea.

Son 6 las empresas — Cargill, Bunge Argentina, AGD, Dreyfus, Vicentín y Molinos Río de la Plata — que concentran la mayoría de esas exportaciones (87%)

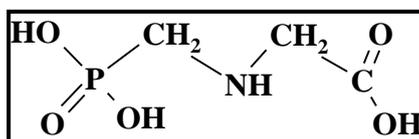
## 2 – 13. La soja transgénica

El término transgénico es utilizado para aquellas aplicaciones de la biotecnología que involucran técnicas de ADN recombinante. El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología la define de este modo:

(I) técnicas in vitro de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos, o

(II) la fusión de células más allá de la familia taxonómica, que superan las barreras fisiológicas naturales de la reproducción o la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional.

Desde el punto de vista comercial, la Argentina entró en la era de los organismos genéticamente modificados (OGM) con la liberación al mercado, en 1997, de la semilla de soja transgénica RR (Roundup Ready). Esta semilla ha sido modificada genéticamente por Monsanto de manera que presenta resistencia al herbicida glifosfato, que Monsanto comercializa con la marca Round-up. El uso del herbicida y la semilla genéticamente modificada permiten bajar los costos de producción entre un 15 % y 20% respecto de las semillas de soja no transgénicas. Monsanto cobra u\$s 5 adicionales por cada bolsa de 50 libras de semilla transgénica en concepto de licencia y obliga a firmar a los agricultores que las compran un contrato con cláusulas consideradas abusivas. En la campaña 2015 – 2016 alrededor del 90% de la soja cosechada corresponde a la variedad transgénica.



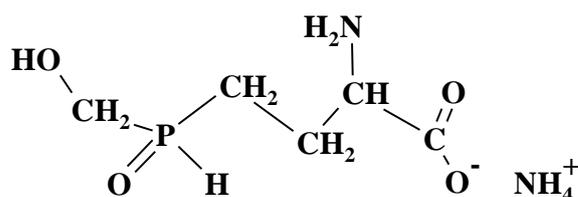
**Glifosfato**

### ¿Sabía Ud. que ...

para evitar que los agricultores empleen la semilla transgénica cosechada para siembra, los productores usan la tecnología “Terminator”? Mediante esta tecnología se inserta media docena de secuencias extrañas en el ADN de la planta progenitora que se pretende proteger para evitar que sus semillas se usen para siembra? Estas secuencias de ADN están dispuestas en un sistema que mata las semillas en un momento predeterminado de su desarrollo. Entre las secuencias que se implantan están el Promoter 35S, extraído del virus del mosaico del coliflor, el represor Tn10 *tet* extraído de la *escherichia coli*, — que impide la producción de recombinasa — una secuencia de la *Saponaria officinalis* — que mata a las semillas en desarrollo al impedir la producción de ciertas proteínas —, etc.

El nombre en inglés de este sistema de protección de tecnología es Technology Protection System y es más conocido por sus siglas TPS. El problema que se plantea con este sistema es que el polen de las plantas TPS, transportado por insectos, podría matar las semillas de cultivos vecinos no TPS.

Una de las cuatro empresas más importantes del mundo en la producción de agroquímicos, la compañía alemana Hoechst Schering AgrEvo GMBH, — más conocida como AgrEvo — adquirida por Bayer CropScience en el 2001, ha puesto en el mercado una soja transgénica resistente al glufosinato de amonio. El glufosinato es un herbicida no muy selectivo y esta empresa ha desarrollado una nueva formulación del mismo que comercializa bajo las marcas “Basta” y “Liberty”, y que es apto para cultivos transgénicos. Habiendo desarrollado el protector del cultivo se dedica ahora al desarrollo de los cultivos apropiados para ese herbicida, que la Bayer CropScience, comercializa bajo la marca “LibertyLink”. Estas sojas transgénicas están desreguladas (liberada la comercialización sin restricciones) en los Estados Unidos desde 1996.



**Glufosinato de amonio**

La compañía Du Pont de Nemours de los Estados Unidos, a través de su departamento Dupont Pioneer ha desarrollado una soja transgénica con mayor porcentaje de ácido oleico, conocida como OHOS (*Optimum High Oleic Soybeans*). Esta soja produce un aceite, que se comercializa bajo la marca Plenish, que tiene más de un 80% de oleico y al tener menor porcentaje de saturados se mantiene líquido aún a temperaturas bajas. La empresa afirma que el aceite no contiene translípidos.

**¿Sabía Ud. que ...**

Desde el año 2003, la Unión Europea estableció un sistema de seguimiento que hace obligatorio etiquetar los alimentos que contengan ingredientes transgénicos y también alimentos como los aceites que no contienen ADN o proteína transgénicos, pero se derivan de materiales transgénicos? En los Estados Unidos, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) solamente exige el etiquetado de los alimentos genéticamente modificados cuando el alimento tiene una propiedad nutricional considerablemente diferente, o cuando un alimento nuevo incluye un alérgeno que los consumidores no esperarían que tuviera.

**2 – 14. El aceite de soja y el Código Alimentario Argentino**

En el Artículo 533, el Código Alimentario Argentino establece

Se entiende por aceite de soya o de soja, el obtenido de semilla de *Glycine máxima*L. Merr. Debe responder a las siguientes características físico-químicas:

- Insaponificable, Máx.:1,00%
- Pérdida por calentamiento, Máx.:0,05%
- Índice de Bellier modificado (medio acético de precipitación): 17°C a 20°C
- Índice de peróxido, Máx.: 10,0 miliequivalentes de Oxígeno/kg

Teniendo en cuenta su composición en ácidos grasos, el aceite de soya o soja se clasifica en:

1) Aceite de soja: aquel cuyo contenido de ácido oleico sea como máximo 30,0% sobre el total de ácidos grasos. Debe responder a las siguientes características físico-químicas:

- Densidad relativa a 25/4°C: 0,9180 a 0,9225.
- Índice de refracción a 25°C: 1,4724 a 1,4740.
- Índice de yodo (Wijs): 125 a 137.
- Índice de saponificación: 188 a 195.

Este producto se denominará: aceite de soya o aceite de soja.

2) Aceite de soja alto oleico: aquel cuyo contenido de ácido oleico sea igual o mayor a 75 % sobre el total de ácidos grasos.

Debe responder a las siguientes características físico-químicas:

- Densidad relativa a 25°C: 0,9092 – 0,9127.
- Índice de refracción a 25°C: 1,4671 – 1,4681.
- Índice de yodo (Wijs): 75 – 95.

– Índice de Ara–Beh–Lig: Máx. 2,2.<sup>17</sup>

Este producto se denominará: aceite de soya alto oleico o aceite de soja alto oleico.”

## 2 – 15. Aceite de Girasol

Se cree que el girasol salvaje es originario del sur de los EE.UU. y México. Fue llevado a España por los españoles en 1569 y desde allí se propagó a toda Europa, pero como planta ornamental. Su cultivo como oleaginosa comenzó en Rusia y en algunos países de Europa del Este y llegó a la Argentina con la inmigración rusa de fines del siglo XIX.

El girasol es extremadamente adaptable a diferentes tipos de climas, y crece en los países templados, subtropicales y tropicales. Hoy en día el girasol es una fuente importante de aceite vegetal en el mundo. El girasol es 50 por ciento aceite y 20 por ciento proteína, pero vale fundamentalmente por el aceite



## 2 – 16. Proceso de obtención del aceite de girasol crudo

### 2 – 16.1 Acopio.

Una vez cosechadas, las semillas se envían a las instalaciones destinadas a su almacenamiento hasta el envío a las plantas procesadoras. Cualquiera sea el sistema o volumen de acopio utilizado, este debe asegurar que las semillas minimicen su deterioro por causas tales como humedad elevada, falta de aireación e impurezas, las que provocarían una disminución en la calidad y cantidad del aceite a obtener.

---

<sup>17</sup>Determinación de los restos de los ácidos araquídico (eicosanoico), behénico (docosanoico) y lignocérico (tetra-cosanoico)

## 2 – 16.2. Recepción y almacenamiento en fábrica.

Antes de proceder a la descarga de las semillas en la planta procesadora, se efectúa un muestreo para evaluar su grado sanitario, presencia de insectos, mohos y/o curasemillas. Luego se hace un análisis de la humedad de la semilla apta para procesar. Si la humedad es superior a 14 % se la reduce mediante un secado con aire caliente en contracorriente. Las impurezas que suelen acompañar a las semillas se eliminan por cribado. Estas operaciones son imprescindibles para mantener, durante todo el período que permanecerá en el silo, la calidad del aceite que se extraerá de la semilla. También se controla la temperatura para evitar su elevación y los silos suelen tener sistemas de control de la atmósfera.

## 2 – 16.3 Acondicionado, descascarado, prensado.

Desde los silos de almacenamiento, las semillas se transportan hasta la planta de procesado donde se las acondiciona. Allí se eliminan por aspiración las impurezas residuales, hojas tierra, etc., y se secan por corriente de aire caliente hasta que se alcance el porcentaje de humedad óptima para la operación de descascarado, 5,5 – 6,5 %. Para separar las cáscaras de las pepas se emplean descortadoras a rodillos diseñadas de tal manera que las cáscaras se separen en trozos lo más grande posible y que las pepas permanezcan, en lo posible, enteras. Hay descortadoras especiales para girasol y aceite de palma como la Tinytech<sup>18</sup> o la KMEC<sup>19</sup>.

Los trozos de las cáscaras se separan de las pepas mediante el cribado y la aspiración. Esta se realiza haciendo entrar la mezcla en un sistema de dos cribas de distinta malla, superpuestas. Las hojuelas de las cáscaras son aspiradas desde la criba superior. Lo que queda en la malla inferior, en su mayoría pepas, entra a un aspirador para ser clasificado. El material que fue aspirado desde la criba superior y el separado en el aspirador es recogido dentro de un ciclón y enviado a un sistema de descascarado secundario, donde se recuperan las pepas que hubiesen sido arrastradas. Para liberar el aceite y facilitar su extracción, las pepas se hacen pasar por un sistema de rodillos que las transforman en laminillas (flakes) y luego se tratan con vapor de agua durante un cierto tiempo en equipos llamados “cocinadores”. De esta manera se logra romper sus membranas celulares con la consiguiente liberación del aceite. El material así obtenido se amasa hasta formar una pasta más o menos homogénea y se envía a una prensa a tornillo sinfín que al arrastrarlo y comprimirlo le extrae el aceite. El aceite obtenido se conoce como “aceite crudo de prensa” mientras que el material que queda se llama “torta”.

---

<sup>18</sup> Para obtener los detalles técnicos de esta máquina puede consultarse la página web: <https://tinytechindia.com/products/sunflower-or-palm-nut-cracker/>

<sup>19</sup> Para obtener los detalles técnicos de esta maquinaria puede consultarse la página web <http://www.plantasaceiteras.com/descascarado-de-demillas-oleaginosas.html>

En muchos casos se usa un tipo especial de prensa llamada “expeller” que es una prensa horizontal que trabaja como presiones altísimas 80 – 100 bar. La alta presión provoca una fricción que eleva la temperatura hasta 150 °C, por lo que la extracción no se puede realizar “en frío”. El aceite extraído por expellers retiene mucho de su sabor, aroma y valor nutricional, pero no tanto como los aceites prensados en frío. Hay expellers como el SS-A04 de Shingsung que puede procesar 200 kg de semilla de girasol por hora, o el Automatic Vegetable Seeds Sunflower Soybean Groundnut Oil Expeller de Zhengzhou Dingsheng<sup>20</sup> o la TFYK5000, producida por AYIMPEX Co.<sup>21</sup>.

## 2 – 16.4. Extracción por solvente

La torta separada mediante el prensado es todavía rica en aceite (13 – 15%). Para recuperar el aceite de la torta se la acondiciona convenientemente antes de ingresar a los extractores. Allí se extrae el aceite mediante *n* –hexano en caliente.

Hay diversos diseños para los equipos extractores, donde la torta entra en contacto con el solvente por lavado en contracorriente o por inmersión. Al igual que lo comentado para la extracción con solventes del aceite de soja, la mezcla solvente - aceite, (micela), se envía a una columna de fraccionamiento donde se destila a presión reducida. El solvente, más volátil, se separa por la parte superior de la columna de destilación, se envía a una segunda columna de destilación y de allí a un condensador donde se mezcla con los vapores del desolventizador y condensa para ser usado nuevamente. El aceite que se obtiene por este método se llama “aceite crudo de extracción” y se almacena en tanques apropiados o, en muchos casos, se mezcla con el aceite de prensa formando lo que se llama “aceite crudo”. Este producto se puede comercializar como tal o refinarse. Las principales características del aceite crudo de girasol son:

Acidez	0,7 – 1,5 %
Color Lovibond,* celda 3" Rojo	3 – 3,5
Sedimento	0,1 – 0,2 %
Humedad	0,1 – 0,15 %
Fósforo	100 – 200 ppm

\*. Escala de colores de la empresa Lovibond, empleando su particular colorímetro (También se usa otra escala con el tintómetro AOCS)

<sup>20</sup> Los detalles técnicos se pueden consultar en:

<http://dsoilpress.en.made-in-china.com/product/YKrQMqNJYmho/China-Automatic-Vegetable-Seeds-Sunflower-Soybean-Groundnut-Oil-Expeller.html>

<sup>21</sup> Las especificaciones técnicas pueden obtenerse en: <https://www.indiabizclub.com/company/ayimpex-c0npj0np7g4o08aki/catalogue#popup>

Los valores mencionados dependen de la tecnología de extracción, de la calidad del grano y de la época del año.

El residuo sólido resultante de la separación del solvente en el desolventizador, se seca y se compacta en pequeños cilindros llamados "pellets". Los pellets son ricos en proteínas, — de allí que al producto se lo llame “harina proteínica” — y se destina a la elaboración de alimentos balanceados.

El diagrama de la figura 2.5 esquematiza el proceso de elaboración del aceite crudo de girasol

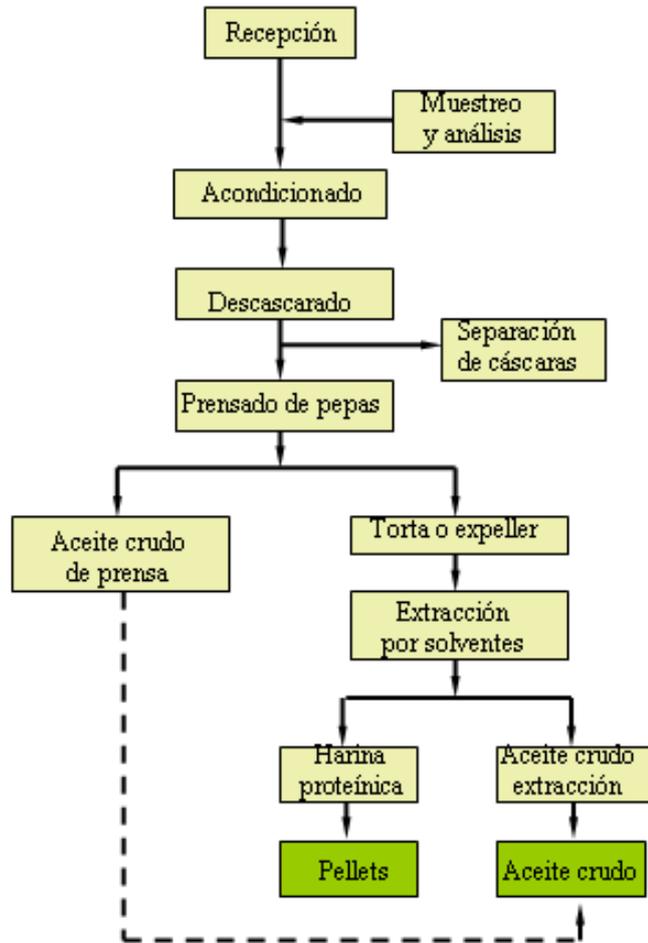


Figura 2.5. Esquema de las etapas de elaboración del aceite crudo de girasol

## 2 – 17. Proceso de obtención de aceite de girasol refinado

El aceite de girasol crudo es la materia prima para obtener aceite refinado. El proceso de refinación comprende varias etapas. El orden y la tecnología de las mismas suelen variar según la maquinaria que disponga la planta elaboradora.

El aceite crudo contiene un conjunto de sustancias que deben ser eliminadas para llegar a un aceite refinado de sabor, aroma, color y aspecto que satisfaga las necesidades del consumidor y cumpla con las normas bromatológicas.

**Descerado:** el aceite crudo se enfría hasta 5 – 8°C con agitación lenta, permaneciendo a esa temperatura durante varias horas. De esta manera se provoca la precipitación de las ceras que pudiera contener el aceite. Estos materiales pueden separarse por centrifugación o filtración.

**Desgomado ácido:** el aceite se trata con solución diluida de ácido fosfórico o cítrico para hidratar los fosfolípidos o lecitinas.

**Neutralización alcalina:** la mezcla anterior se trata con soda cáustica para neutralizar la acidez residual del ácido utilizado y la propia del aceite proveniente de los ácidos grasos libres. El material resultante pasa por centrifugas y allí se separan el aceite neutro y las "borras de neutralización" que arrastran todo lo que se fue eliminando en las etapas anteriores: ceras, lecitinas, acidez libre y también algo de aceite neutro, formando una emulsión consistente con el agua agregada.

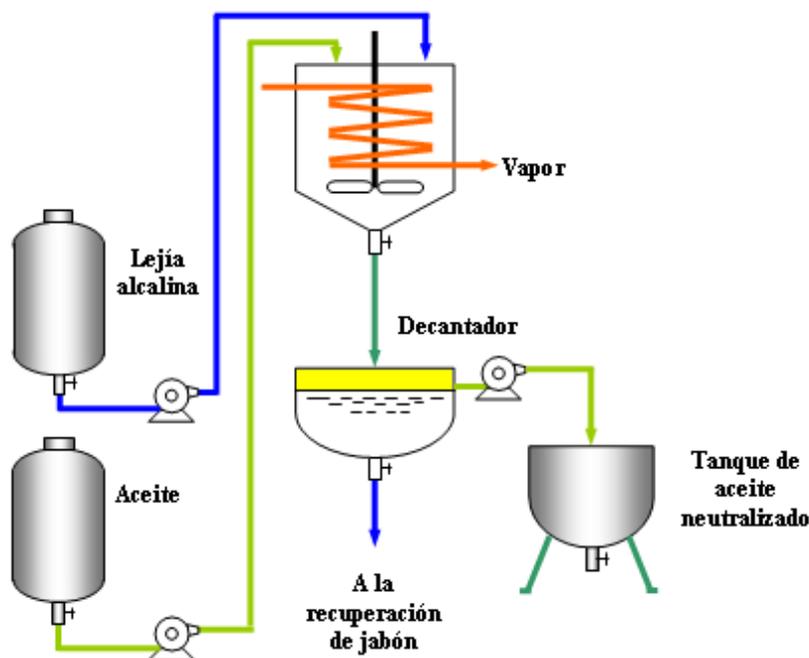


Figura 2.6. Esquema del proceso de neutralización

**Lavados y secado:** el aceite neutro se lava con agua para eliminar restos de los jabones formados en la etapa anterior. La solución acuosa se separa del aceite por centrifugación. El aceite húmedo se envía a una torre de secado que opera a presión reducida y a una temperatura de 90 °C, donde se elimina la humedad residual.

**Blanqueado:** los aceites neutros contienen pequeñas cantidades de pigmentos colorantes, minerales, restos de fosfolípidos y jabones que deben ser removidos para lograr un aceite estable en el tiempo en sus características organolépticas y funcionales. La remoción de estas sustancias se hace mediante arcillas decolorantes, las que adsorben las impurezas. Las arcillas decolorantes son bentonitas que han sido tratadas con ácido para mejorar su capacidad de adsorción y filtración. Este tratamiento se hace a presión reducida y a temperaturas entre 100 y 110 °C durante unos 15 – 20 minutos. Luego, mediante filtros prensa a bastidores, se filtra para retener las tierras decolorantes las que después son tratadas para recuperar el aceite que queda en ellas y poder reciclarlas al proceso.

**Desodorización:** La desodorización se efectúa para separar las sustancias volátiles, responsables de olores y sabores. Esta separación se logra inyectando vapor de agua a través del aceite. El vapor arrastra los componentes volátiles los que se condensan en forma separada. La desodorización se realiza a aproximadamente 240°C y 2-3 milibares. Los tiempos de contacto vapor-aceite son variables ya que dependen del diseño del desodorizador.

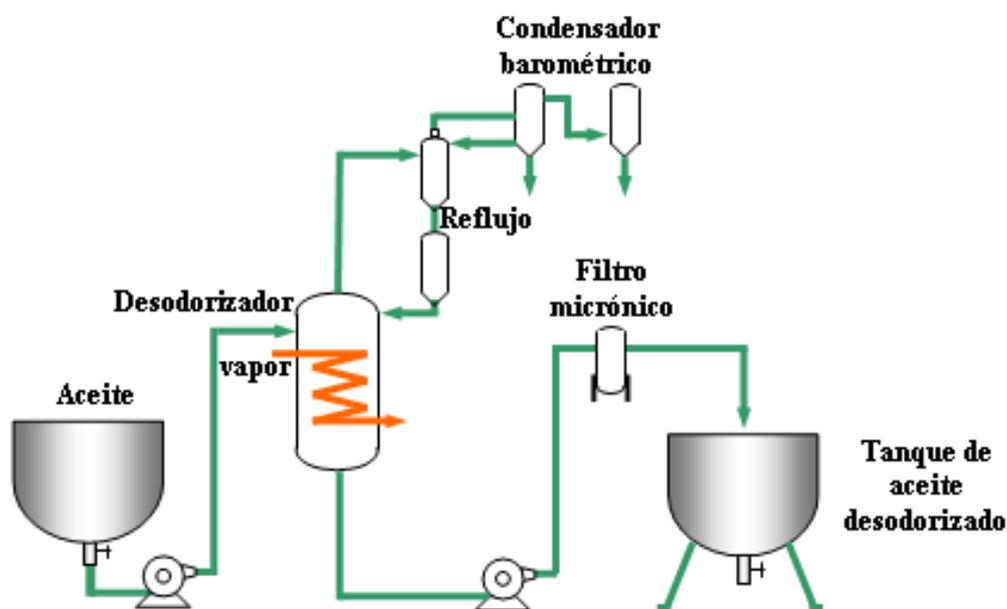


Figura 2.7. Esquema del proceso de desodorización

Según el uso que se le dará al aceite se le pueden agregar antioxidantes. El aceite refinado se almacena en tanques de acero inoxidable ubicados en depósitos que mantienen constante su temperatura (18 – 20 °C). Dado que el oxígeno atmosférico puede dar lugar a procesos de autooxidación, se lo desplaza mediante corriente de nitrógeno.

Los envases más utilizados son el polietileno tereftalato (PET), material plástico muy liviano, inerte y con gran resistencia a la rotura, el vidrio y la hojalata. Las capacidades más comunes que se expenden para consumo doméstico son 0.5, 1.0, 1.5, 3 y 5 litros. Para gastronomía se dispone también de envases de 10 litros mientras que para uso industrial, generalmente, se despacha a granel.

En la Figura 2.8 se aprecia un diagrama de un proceso típico de refinación.

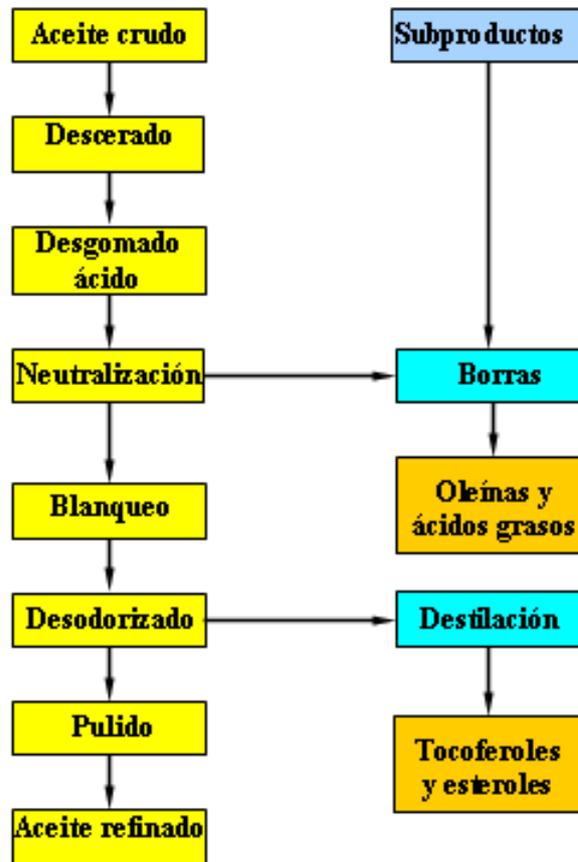


Figura 2.8. Esquema del proceso de refinación del aceite de girasol

**Aceite refinado:** los parámetros que definen un buen aceite refinado son los siguientes:

Sabor y aroma: Insípido e inodoro

Acidez: 0.03 – 0.07%

Índice de peróxido: máximo 2 *mEq/kg*

Color Lovibond celda 5" Rojo: máximo 1

Fósforo: máximo 3 ppm

Resistencia al frío: mínimo 8 hs a 0°C

**Subproductos de la refinación:** durante la refinación se generan algunos subproductos que se utilizan como tales o se procesan para obtener compuestos destinados a otras industrias.

Las borras de neutralización se desdoblan para obtener oleína o ácidos grasos. Las oleínas son una fuente energética interesante para raciones balanceadas, las de girasol contienen cantidades apreciables de vitamina E. Los ácidos grasos se usan en varias industrias químicas, resinas, pinturas, jabones especiales.

Los residuos de la desodorización son fuente de esteroides y tocoferoles. En el caso de girasol el 90% de los tocoferoles están en la forma  $\alpha$  o sea la vitamina E natural que se utiliza en la industria de alimentos y medicamentos.

## 2 – 18. Tipos de aceite de girasol

Los aceites de girasol pueden clasificarse de acuerdo con la composición de los ácidos grasos que están esterificados. Las características comunes a todos ellos son: muy bajo porcentaje de ácidos grasos saturados y una alta cantidad de vitamina E, del orden de 60 mg por 100 g de aceite.

Los tres tipos que se comercializan son:

**A) poliinsaturado:** es el más difundido en todo el mundo y el que se destina para todo tipo de cocina. Lo caracteriza un contenido de ácido linoleico del orden de 60 – 66%. Se lo designa como “Standard” o corriente.

**B) Aceite monoinsaturado:** es un aceite rico en ácido oleico, 80%. Se lo destina a preparaciones de alimentos que requieran un contenido mayor de monoinsaturados. Se lo conoce como “Alto Oleico”.

La compañía SPS cuenta con el único híbrido de girasol alto oleico con tecnología Clearfield del mercado argentino. Gran parte de la producción de la industria nacional está volcada a este tipo de cultivares. Hoy se siembran aproximadamente 180.000 hectáreas, con rendimientos de hasta 3000 kg por hectárea.

**C) Aceite mid-oleico:** es un aceite que tiene un contenido de ácido oleico del orden de 60 – 65%, es un intermedio entre los dos anteriores. En Estados Unidos de Norte América se denomina NuSum, marca registrada de la ASFA, American Sunflower Association

En la tabla siguiente se resumen las composiciones acídicas de los tres aceites.

	<b>A Común</b>	<b>B Alto Oleico</b>	<b>C NuSun</b>
Oleico %	25 – 30	80 - 85	60 - 65
Linoleico %	60 – 65	9 - 11	25 - 30
Saturados %	10 - 11	9 - 10	9 - 11

Tabla 2 .5. Composiciones en ácidos carboxílicos de las variedades de aceite de girasol

El aceite de girasol ofrece alternativas para satisfacer cada una de las necesidades o preferencias de los consumidores a través de estas tres variedades.

Todas ellas son aptas para todo tipo de cocción o de receta doméstica, gastronómica o preparación de alimentos elaborados industrialmente. Algunos detalles pueden servir como guías para una selección más específica.

Si se requiere un uso muy intensivo en frituras entonces el aceite más alto en ácido oleico puede brindarle más tiempo de uso.

Si lo que se busca es una dieta más rica en ácidos grasos esenciales como el linoleico, la elección recaerá en el más poliinsaturado.

Si la búsqueda es un término medio para toda ocasión entonces se puede recurrir al medio oleico.

## 2 – 19. El aceite de girasol y el Código Alimentario Argentino

En su Artículo 528, el Código Alimentario Argentino establece: “Se denomina Aceite de girasol, el obtenido de semillas de distintas variedades de *Helianthus annuus* L.” y dispone las siguientes características fisicoquímicas que debe cumplir el aceite refinado:

A. Con la denominación de “Aceite de girasol virgen” se entiende el aceite extraído de semillas de girasol (*Helianthus annuus* L.) por procedimientos exclusivamente mecánicos pudiendo haber sido modificado por lavado, sedimentación, centrifugación y/o filtración únicamente. No se permite el uso de aditivos alimentarios en el aceite de girasol virgen.

El aceite de girasol virgen debe responder a las siguientes características físico-químicas:

Índice de saponificación: 187,0 a 192,0

Insaponificable: Máx. 1,50%

Índice de peróxidos: Máx. 15,0 miliequivalentes de Oxígeno/Kg

Acidez expresada en ácido oleico: Máx. 2%

Ácidos grasos trans: Máx. 0,1% sobre el total de ácidos grasos

Hexano residual: no debe contener.

B) Con la denominación de “Aceite de girasol refinado” se entiende el aceite obtenido por presión y sometido a proceso de refinación.

El aceite de girasol refinado debe responder a las siguientes características físico-químicas:

Índice de saponificación: 188,0 a 192,0

Insaponificable: Máx. 1,0%

Pérdida por calentamiento: Máx. 0,05%

Índice de peróxidos: Máx. 10,0 miliequivalentes de Oxígeno/Kg

Ácido linolénico: Máx. 0,3%

Acidez expresada en ácido oleico: Máx. 0,20%

Jabones (ppm): Máx. 20 ppm

Hexano residual: no debe contener

Teniendo en cuenta su composición en ácidos grasos, el aceite de girasol se clasifica en:

1) Aceite de girasol: aquel cuyo contenido de ácido oleico sea como máximo 54,9% sobre el total de ácidos grasos.

Deberá responder a las siguientes características físico-químicas:

Densidad absoluta en el vacío a 25°C: 0,9133 a 0,9175

Índice de refracción a 25°C: 1,4706 a 1,4740

Índice de yodo (Wijs): 110,0 a 140,0

Índice de Ara-Beh-Lig: Máx. 2,1

2) Aceite de girasol medio oleico: aquel cuyo contenido de ácido oleico esté comprendido entre 55,0% y 74,9% sobre el total de ácidos grasos.

Deberá responder a las siguientes características físico-químicas:

Densidad absoluta en el vacío a 25°C: 0,9106 a 0,9132

Índice de refracción a 25°C: 1,4684 a 1,4705

Índice de yodo (Wijs): 91,1 a 109,9

Índice de Ara-Beh-Lig: Máx. 2,1

3) Aceite de girasol alto oleico: aquel cuyo contenido de ácido oleico sea igual o mayor a 75,0% sobre el total de ácidos grasos.

Deberá responder a las siguientes características físico-químicas:

Densidad absoluta en el vacío a 25°C: Máx. 0,9105

Índice de refracción a 25°C: 1,4683

Índice de yodo (Wijs): Máx. 91,0

Índice de Ara-Beh-Lig: Máx. 2,1

4) Aceite de girasol Alto Esteárico-Alto Oleico (AEAO): aquel cuyo contenido de ácido oleico sea igual o mayor a 60,0% y cuyo contenido de ácido esteárico sea igual o mayor a 10,0% sobre el total de ácidos grasos.

Deberá responder a las siguientes características físico-químicas:

Densidad absoluta en el vacío a 25°C: 0,9061 a 0,9084

Índice de refracción a 25°C: 1,4653 a 1,4670

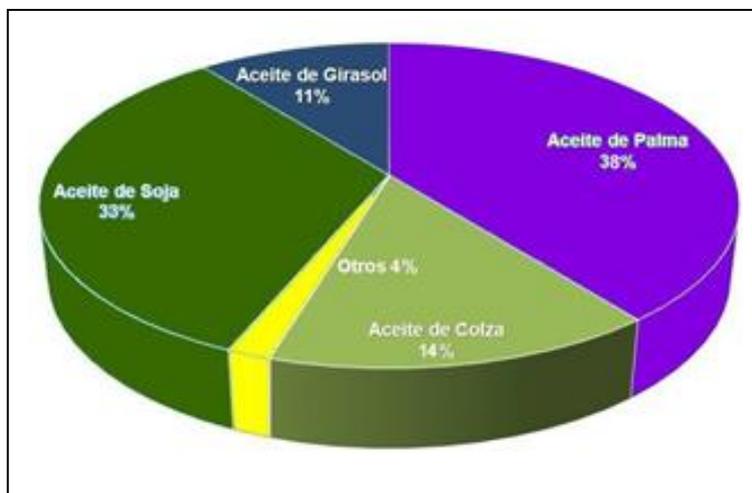
Índice de yodo (Wijs): 58,0 a 76,0

Índice de Ara-Beh-Lig: 3,0 a 6,0.”

## 2 – 20. Producción mundial de girasol

El aceite de girasol es uno de los cuatro aceites que más se producen en el mundo. La Unión Europea, la Federación Rusa, la República Argentina y Ucrania son los principales productores de este aceite.

En la Tabla 2.6., se da la producción mundial de semillas de girasol, en toneladas métricas, incluyendo las estimaciones del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) — al 30/11/2017 — para el período 2017/2018.



Período	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
Producción	41,54	39,25	40,30	47,60	45,72

Tabla 2.6. Producción mundial de semillas de girasol

La producción mundial de aceite de girasol (en todas sus variedades), en millones de toneladas métricas, incluyendo las estimaciones del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) — al 30/11/2017 — para el período 2017/2018, se muestra en la tabla 2.7.

Período	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
Producción	15,45	14,92	15,38	18,17	17,96

Tabla 2.7. Producción mundial de aceites de girasol

En la tabla 2.8., se dan los valores de la producción de semillas, harina y aceites de girasol de sus principales productores (en miles de toneladas métricas)

País	Período	Semillas de girasol			Harina de girasol			Aceites de girasol		
		2015/16	2016/17	2017/18	2015/16	2016/17	2017/18	2015/16	2016/17	2017/18
Ucrania	sep-ago	11.900	15.200	13000	4.811	5.986	5.369	5.010	6.351	5.590
Rusia	sep-ago	9.173	10.858	11.000	3.510	4.167	4.311	3.530	4.192	4.337
U. E.	oct-sep	7.721	8.753	8.700	3.888	4.212	4.239	3.042	3.296	3.317
Argentina	mar-feb	2.700	3.400	3.800	1.141	1.335	1.452	1.142	1.355	1.465
Turquia	sep-ago	1.100	1.320	1.600	743	963	1.040	587	761	822
Otros		7.703	8.253	7.619	2.409	2.604	2.606	2.066	2.219	2.224

Tabla 2.8. Producción de semillas, harina y aceites de girasol por países productores (en miles deToneladas métricas).

## 2 – 21. La producción de aceite de girasol en la República Argentina

En Argentina se produce masivamente el girasol Standard. El girasol Alto Oleico y el NuSum han comenzado a industrializarse en pequeños volúmenes. El aceite de girasol es el segundo en importancia después del de soja por la magnitud de su producción y su consumo alimentario en el mercado interno.

A diferencia de lo ocurrido con la soja, en los últimos años la producción de girasol ha tenido un crecimiento moderado. Ello no obstante que la Argentina tiene uno de los mejores rendimientos del mundo en la producción de esta semilla (1,95 toneladas por hectárea). En la tabla 2.9 se dan los valores de producción de girasol del período 2012 – 2017/18. El grueso de la producción de semilla se muele para aceite. Más del 75 % del aceite se destina a la exportación.

	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18*
Área sembrada (100 ha)	1.657	2.015	2.350	1830	1.890	2.200
Producción de semilla**	3.104	3.844	3.700	3.240	3.600	3.800
Rendimiento (kg/ha)	13.554	11.887	17.636	16.449	20.005	19.500
Exportación de semilla**	64	69	61	306	68	270
Molienda **	3.675	2.584	2.217	2.626	2.746	2.600
Exportación de aceite crudo **	705,8	377,4	293,6	387,9	539,8	560
Exportación de aceite refinado**	29,3	18,8	25,6	13,2	17,2	18
Exportación de aceite envasado**	35,9	30,8	29,3	27,6	37,1	37

\* Valores estimados. \*\*por 1000 toneladas métricas

Tabla 2.9. Producción argentina de semilla de girasol y aceite de girasol. Comercio exterior. Fuentes: Foreign Agricultural Service. U.S.D.A y C.I.A.R.A. y Bolsa de Comercio de Rosario.

## 2 – 22. La producción nacional y el consumo de aceite de girasol.

A lo largo de la década de 1990, el volumen de semillas de girasol producido mostró una tendencia de crecimiento llegando a superar las 6 millones de toneladas en 1999<sup>22</sup>. Pero, desde el año 2000 comenzó a registrarse una importante merma en los precios de los aceites, afectados por la sobreoferta mundial y por la aplicación de políticas proteccionistas por parte de varios países. Este escenario, sumado a la inclinación de los productores hacia el cultivo de soja, de mayor rentabilidad, derivó en una menor producción e industrialización de girasol. Paralelamente, hasta el año 2000, el consumo de aceite de girasol había mostrado una sostenida tendencia creciente, registrándose una caída en los años siguientes.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Producción	1.127,7	1.489,7	1.541,6	1.074,7	931,7	1.142,9	1.355,0	1.465*

\*Estimado.

Tabla 2.10. Producción de aceite de girasol, en miles de toneladas métricas. Fuente C.I.A.R.A. y Secretaría de Agroindustria.

## 2 – 23. Los girasoles transgénicos

Existen en el mercado internacional diversas variedades de girasol transgénico. Algunas están creadas para modificar la composición de los ácidos grasos esterificados en el aceite. Como hoy en día las preferencias del consumidor están orientadas hacia aceites con alto contenido de insaturados se han desarrollado varias clases de girasol transgénico que producen un aceite con mayor contenido de ácido oleico.

En el 2013, científicos de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina) generaron plantas transgénicas de girasol capaces de tolerar sequías extremas. Para ello aislaron y caracterizaron el gen Hahb4 que al modificar la genética del girasol, le confiere una alta tolerancia a condiciones de estrés hídrico. Estas plantas transgénicas no disminuyen su nivel de producción.

A otras variedades transgénicas se le ha introducido en el ADN una secuencia del ADN del *Bacillus Thuringiensis* para que la planta de girasol segregue la misma toxina proteica que el bacilo. Esta toxina infecta a las larvas de lepidópteros y causa su parálisis o muerte vía septicemia general. De esta manera, el girasol transgénico — que por el nombre del bacilo se identifica como “girasol Bt” — tiene propiedades insecticidas.

<sup>22</sup> 6.083.735 toneladas métricas.

## 2 – 24. Aceite de palma y de palmiste

La llamada “palma aceitera”, *Elaeis guineensis*, es una planta propia de la región tropical calurosa y se la ha encontrado en vastas zonas distantes hasta 1000 km del ecuador. La obtención de su aceite, probablemente, se originó en Nigeria y hoy se cultiva en vastas regiones de clima cálido en altitudes de hasta 500m.

La palma aceitera comienza a dar frutos después de 4 ó 5 años y alcanza su máximo rendimiento luego de los 15 años. Producen frutos hasta los 25 años. El racimo de frutos contiene entre 700 y 900 unidades y pesa entre 16 y 21 kilogramos. Cada fruto contiene dos o tres almendras. El aceite de palma se extrae de la parte carnosa del fruto luego de hervir y reducir el mesocarpio a pulpa

El aceite de almendra de palma, o aceite de palmiste, (palm kernel oil) se obtiene de la almendra, semilla, del fruto de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*) que yace en el centro del fruto de la palma. Este aceite es diferente de aceite de palma extraído del mesocarpio carnoso del fruto y se asemeja al aceite de coco en sus constituyentes, propiedades y aplicaciones.



Figura 2.9. Palma aceitera (*Elaeis guineensis*)



Figura 2.10. Palma aceitera



Figura 2.11. Fruto maduro de la palma

A partir del mesocarpio y de la almendra de la palma, se obtiene una amplia gama de productos que son utilizados tanto para consumo humano como para la industria ya sea como productos terminados o como materias primas.

El aceite de palma se emplea para la elaboración de mantecas, margarinas y aceites que son utilizados para panadería, pastelería, confitería, chocolatería, heladerías, frituras, etc. El aceite de palmiste es un aceite con un porcentaje importante de ácido láurico, lo que le confiere características similares a las del aceite de coco, y lo convierte en un excelente sustituto del aceite de coco en la elaboración de jabones. De la harina de palmiste se elaboran concentrados para alimentos aves, cerdos y ganado bovino

Una de las ventajas de utilizar la fracción sólida del aceite de palma (estearina) para la producción de manteca y margarina es su alto contenido de sólidos que en su elaboración elimina la necesidad de hidrogenar el aceite, bajando los costos de producción y evitando la formación de ácidos grasos trans, que no son recomendables para la salud humana. La fracción líquida del aceite de palma (oleica) tiene, como ventaja, una gran resistencia a la oxidación, por lo que puede permanecer más tiempo en la góndola de los comercios y, además, se deteriora menos en la freidora, lo que aumenta su rendimiento.

## **2 – 25. Industrialización de la palma**

En rigor, el procesamiento del aceite de palma comienza en el campo. Para conseguir una buena calidad de aceite, es esencial que los frutos sean manejados con mucho cuidado para minimizar su degradación. Al momento de ser cortados, los frutos tienen un bajo contenido de ácidos grasos libres (0,3-0,8 %), pero el manejo inapropiado incrementa ese contenido rápidamente.

En la planta industrial, el proceso para la obtención del aceite de palma se desarrolla en tres etapas: a) la extracción, b) la refinación y c) el fraccionamiento.

Una vez cosechados, los racimos se llevan a la planta de elaboración para ser procesados lo más frescos que sea posible.

### **2 – 25.1 Esterilización**

Los golpes que reciben los frutos pueden provocar la ruptura de las membranas celulares liberando enzimas que hidrolizan el aceite a glicerina y ácidos grasos. La única manera de detener la acción enzimática es mediante el tratamiento térmico de esterilización. Por ello, al llegar los racimos a la planta de extracción, se descargan en una tolva de recibo, en donde se analizan para determinar su calidad y, posteriormente, se cargan sobre vagonetas que los llevan a un esterilizador o autoclave, donde se cocinan a presión por acción del vapor generado por una caldera o por un boiler

Este proceso no sólo se realiza para evitar en aumento de acidez del aceite extraído. La cocción también facilita el desprendimiento de los frutos del racimo, prepara la pulpa para la extracción del aceite y desprende parcialmente la almendra de la cáscara. Además, permite que se coagulen las proteínas cuyo efecto emulsificante del aceite, en agua, genera inconvenientes en la clarificación.

En esta etapa se debe eliminar el aire del autoclave para lograr la mejor transferencia de calor. La presión en el autoclave se mantiene entre 2,5 y 3,5 atmósferas y el tiempo de cocción depende de las características del fruto. Los frutos que aún no han madurado requieren una cocción de aproximadamente 1 hora. Los frutos maduros alrededor de 45 minutos y los sobremaduros algo menos que media hora.

## **2 – 25.2. Desfrutamiento**

Terminada la cocción, las frutas esterilizadas se separan de los racimos por medio de un desfrutador. En el desfrutador los racimos se someten a golpes repetidos en un tambor giratorio. El tambor está provisto de unos barrotes por los que pasan los frutos pero no los raquis. Estos raquis se coleccionan luego para ser utilizados como abono orgánico.

## **2 – 25.3. Digestión**

En la etapa siguiente, los frutos son llevados a un digestor. La digestión se realiza en un cilindro vertical encamisado, calefaccionado con vapor de tres atmósferas y con un agitador central de paletas que giran a baja velocidad, y que se mantiene a una temperatura de 100°C. El proceso de digestión dura de 20 a 30 minutos. Durante los mismos, la maceración de los frutos desprende la pulpa de las nueces obteniéndose una masa fibrosa. La agitación hace que las células oleíferas se rompan, liberando el aceite en ellas contenido. En algunos casos el aceite se separa de modo espontáneo, por lo cual se lo llama “virgen”. Para una alta eficiencia de mezclado es muy importante que el digestor esté siempre lleno.

## **2 – 25.4. Clarificación**

La masa que se recoge del digestor consiste en la pulpa digerida y las nueces. Este material pasa por una prensa continua, donde se trata de extraer la mayor cantidad posible de aceite sin dañar las nueces. Mediante el empleo de prensas especialmente diseñadas para procesar frutos de palma, se suele obtener tortas con contenido en aceite menor al 7% y con menos de un 5% de nueces partidas

A la salida de la prensa se obtienen dos productos claramente diferenciados, una mezcla de agua, aceite e impurezas sólidas como arena y residuos vegetales y una torta que contiene fibras y

nueces. Los materiales que salen de la prensa, pasan por una criba vibratoria que elimina fibras y otros residuos. Luego se los lleva a un decantador donde los lodos se separan del aceite por sedimentación. Del lodo resultante se puede obtener más aceite mediante el agregado de agua caliente y centrifugando la mezcla resultante para completar la separación

Aún después de esta clarificación, el aceite tiene pequeños porcentajes de agua, menos del 0,1 %, por lo que se lo hace pasar por un secador al vacío. Esto permite secar el aceite a menor temperatura y la ausencia de aire disminuye el peligro de oxidación.

El aceite obtenido se transporta mediante tuberías a grandes tanques de almacenamiento, en donde se conserva hasta ser despachado a las refinерías. Los tanques deben tener un serpentín de vapor que permita mantener el aceite en recirculación, para garantizar su homogeneidad en el momento de la venta.

## 2 – 25.5. Desfibración

La mezcla de nueces y fibras húmedas que se separan del aceite en la etapa del prensado se denomina genéricamente “torta”. Esta torta es posteriormente secada y se hace pasar a través de la misma una corriente de aire que arrastra las fibras separándolas de las nueces. Esas nueces son luego acondicionadas para recuperar la almendra o palmiste.

La inversión industrial para el procesamiento de la palma puede limitarse a esta primera etapa de extracción para obtener aceite crudo, el cual puede ser comercializado como insumo intermedio para las plantas refinadoras. La planta extractora debe estar próxima a las plantaciones de palma ya que los golpes que sufren los frutos durante el transporte de los racimos aumentan el porcentaje de ácidos grasos libres con el consiguiente deterioro de la materia prima. Tampoco es conveniente sacrificar inversión por eficiencia. Al respecto, existe consenso entre los especialistas que un tamaño óptimo es el de plantas modulares de 20 toneladas de racimos por hora para una plantación de aproximadamente 4,000 hectáreas.

El aceite crudo de palma obtenido de la extracción se somete luego a un proceso de refinación. Este consiste en suprimir — a través de un proceso de neutralización, desgomado, decoloración y desodorización — la acidez, gomas, pigmentos, olores y sabores no deseados. Como resultado de este proceso, el contenido de ácidos grasos libres, (calculado como ácido palmítico) no debe superar el 0,1%; la cantidad de carotenoides que le dan el color rojo al aceite se reduce hasta un punto en el que medido por el tintómetro de Lovibond <sup>23</sup> en celdas de 5,5 pulgadas, el color no exceda de 20

---

<sup>23</sup>Los instrumentos Lovibond PFX880/L y PFX880/AT son espectrofotómetros de alta precisión para medición de objetivos de color conforme con estas escalas. El PFX880/L expresa los colores en términos de Rojo Amarillo, Azul y Neutral. El PFX880/AT proporciona los colores de acuerdo a la escala AOCS –Tintometer Colour, una versión especial de la escala de rojo y amarillo de Lovibond. Los resultados también son mostrados en términos de datos espectrales

en la escala del rojo. Los constituyentes no oleosos como las gomas y trazas de metal son también eliminados, especialmente el hierro que actúa como prooxidante y afecta fuertemente la estabilidad del aceite refinado. Durante la desodorización, se eliminan los peróxidos y productos de oxidación secundaria (aldehídos y cetonas) desapareciendo los olores y sabores propios del producto pero que no gustan para el consumo humano directo.

La refinación puede realizarse mediante dos métodos: el método físico y el método químico. La diferencia entre uno y otro proceso radica básicamente en los costos que son más elevados con el segundo método por cuanto las mermas oscilan entre el 8 – 12%, mientras que con la refinación física éstas no sobrepasan el 3,5 %. Asimismo, se diferencian por los efectos que sobre la salud pudieran provocar los desechos tóxicos dejados durante la refinación química.

Una vez refinado, blanqueado y desodorizado, el aceite, tiene una consistencia semisólida. Se lo somete a un proceso de fraccionamiento a través del cual, mediante cambios de temperatura, se separa la fracción líquida (oleína) de la fracción sólida (estearina). Dependiendo del mercado a abastecer, el fraccionamiento puede ser de un 70% de oleína y un 30% de estearina o de 50–50%.

El alto contenido en ácidos grasos saturados del aceite de palma hace que sea innecesaria su hidrogenación. La palma es la única oleaginosa que no requiere someterse a este proceso.

Para el procesamiento del fruto o la almendra de la palma aceitera se puede prescindir del uso de reactivos o sustancias químicas y trabajar sólo con procesos termomecánicos o netamente físicos así como reutilizar todos los subproductos que se obtienen de la planta, como los escobajos o desechos del racimo, que se emplean como abono orgánico en los campos y la fibra y cáscara de la nuez que se utiliza como combustible en los calderos, de tal manera que no se necesita quemar petróleo para la generación de vapor. Obtenidos de esta manera, los aceites de palma o palmiste constituyen lo que se denomina “industria verde”.

## **2 – 26. Producción de aceite de palma**

El aceite de palma es, después del aceite de soja, el que más se produce en el mundo. Sólo dos países, Malasia e Indonesia, elaboran más del 75% de la producción mundial.

En la Tabla 2.11, se dan los valores de la producción de aceite de palma de los principales países productores durante el año 2016.

1	Indonesia	36.000	
2	Malasia	21.000	
3	Tailandia	2.200	
4	Colombia	1.320	
5	Nigeria	970	
6	Guatemala	740	
7	Ecuador	575	
8	Honduras	545	
9	Papua Nueva Guinea	530	
10	Ghana	520	

Tabla 2.11. Países productores de aceite de palma (Año 2016, en miles de toneladas/año)

## 2 – 27. Especificaciones del Código Alimentario Argentino para el aceite de palma

En su Artículo 539 - (Res 2012, 19.10.84) el Código Alimentario Argentino da la siguiente definición: "Se denomina Grasa o Aceite de palma el obtenido de la pulpa (mesocarpio) de la fruta de la palmera *Elaeis guineensis* L." y establece las características fisicoquímicas del aceite refinado. Ellas son

Densidad relativa a 40°C / 4°C	0,897 a 0,900
Índice de refracción a 40°C	1,453 1,456
Índice de yodo (Wijs)	44 a 58
Índice de saponificación	196 a 202
Punto de fusión	30°C a 37°C
Temperatura de solidificación de los ácidos grasos (título)	40°C a 47°C
Índice de Reichert-Meissl	0,1 a 1,9
Índice a Polenske	0,2 a 0,5
Insaponificable, Máx	0,80%
Acidez libre, Máx	0,60 mg KOH/g (0,30% como ácido oleico)
Índice de peróxido, Máx	10,0 miliequivalentes de oxígeno por kilogramo".

## 2 – 28. Obtención del aceite crudo de palmiste

Mientras que el aceite de palma se obtiene de la pulpa de fruto de la palma aceitera, el aceite de palmiste se obtiene de la semilla (almendra) de ese fruto, que se encuentra en el centro de la fruta. Ese aceite se obtiene tanto por medios mecánicos como por extracción con solventes.

Los procesos mecánicos son convenientes tanto para tratamientos a pequeña escala como en plantas de gran capacidad. Estos procesos pueden considerarse que se realizan en tres etapas

- Pre-tratamiento
- Prensado a tornillo
- Clarificación

El diagrama de la Figura 2.12., ilustra las distintas variantes de la extracción mecánica del aceite de palmiste. La línea A corresponde al prensado directo del material que queda luego de la extracción del aceite de palma. La línea B corresponde al pre-tratamiento parcial de la almendra seguido del prensado y la línea C corresponde al pre-tratamiento completo seguido del prensado.

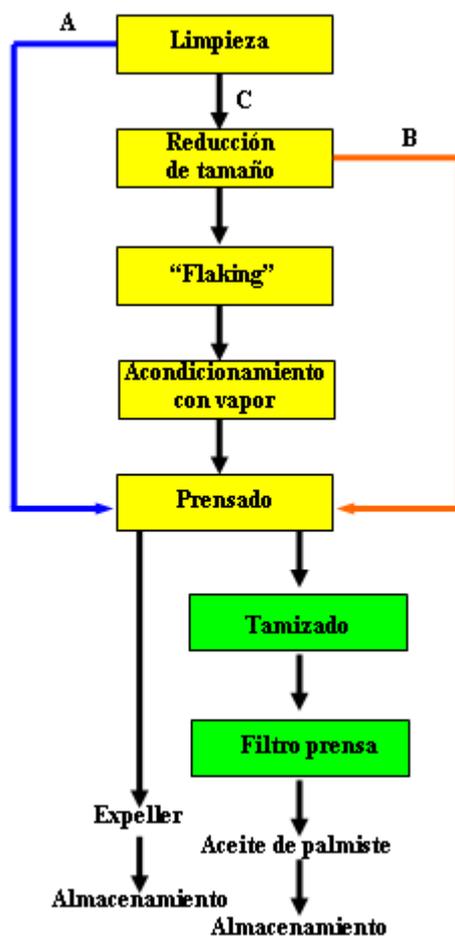


Figura 2.12. Diagrama que esquematiza la producción de aceite de palmiste

## 2 – 29. Pretratamiento de los subproductos de la extracción del aceite de palmiste

### **Limpieza:**

Las nueces de la alimentación deben primero limpiarse de materiales extraños que puedan causar daño a la prensa de tornillo, aumentando costos de mantenimiento, pérdidas de tiempo, y contaminación de los productos. Generalmente se instalan separadores magnéticos para remover trozos de metal, mientras que para separar la arena, piedras u otros materiales indeseables se usan tamices vibratorios. Hecho esto, las nueces se clasifican mecánicamente por tamaño.

**Reducción de tamaño:** Mediante quebrantadoras a martillos o molinos a rodillos (o una combinación de ambos) se rompen las nueces hasta tamaños muy pequeños. Esta operación incrementa el área de superficie de las almendras facilitando el escamado. La mezcla triturada se pasa a través de una columna neumática, en donde el aire a contracorriente separa la cáscara de la almendra, luego por centrifugado se separan las almendras que pudieron haber quedado entre la cascarilla.

**Flaking:** Los fragmentos de almendras son sujetos a un escamado en molinos a rodillos. Un sistema de tales molinos consiste en hasta cinco pares de rodillos montados verticalmente unos sobre otros, cada uno girando a 200 – 300 rpm. En el paso a través de estos rodillos el espesor de los flakes se va reduciendo al tiempo que se inicia la ruptura de las paredes celulares. Los flakes que salen de los rodillos inferiores tienen un espesor de 0,25 – 0,35 mm.

**Acondicionamiento con vapor:** Los flakes se transportan a unos cilindros apilados calefaccionados a vapor donde se ajusta el porcentaje de humedad a valores óptimos. En ellos se completa la ruptura de las paredes celulares (iniciada en los molinos a rodillos) coagulan las proteínas de la harina, lo que facilitará la separación del aceite y los materiales proteico.

La harina fluye del compartimiento superior hacia abajo. En cada etapa, un agitador mecánico agita la harina. Los serpentines por los que circula el vapor van calentando el material y, en algunos casos, se inyecta vapor vivo para corregir el porcentaje de humedad. Las variables importantes son la temperatura, el tiempo de retención y el contenido de humedad. En el aceite de palmiste, las harinas se calientan normalmente a 104 – 110 °C hasta reducir el contenido de humedad al 3%.

**Prensado a tornillo:** Luego de acondicionada convenientemente, la harina es enviada a la prensa a tornillo. Este tipo de prensas consiste esencialmente en una rosca helicoidal (llamada “gusano”) que gira dentro de un cilindro inmóvil llamado la jaula o barril que tiene perforaciones en su base. En su paso a través del barril, la harina es forzada a desplazarse por el giro del gusano. El volumen que desplaza axialmente el gusano disminuye desde el extremo de alimentación al extremo de la descarga, de modo que la harina que va quedando en esos volúmenes experimenta una compresión cada vez mayor a medida que se acerca al extremo de descarga, expulsando el aceite. El aceite expelido drena a través de las perforaciones de la parte inferior del barril, mientras que la torta residual se descarga a través de un orificio anular. Para prevenir que las temperaturas extremas puedan

dañar la calidad del aceite y de la torta, el eje del tornillo se refresca continuamente con agua en circulación mientras que el barril es refrescado externamente.

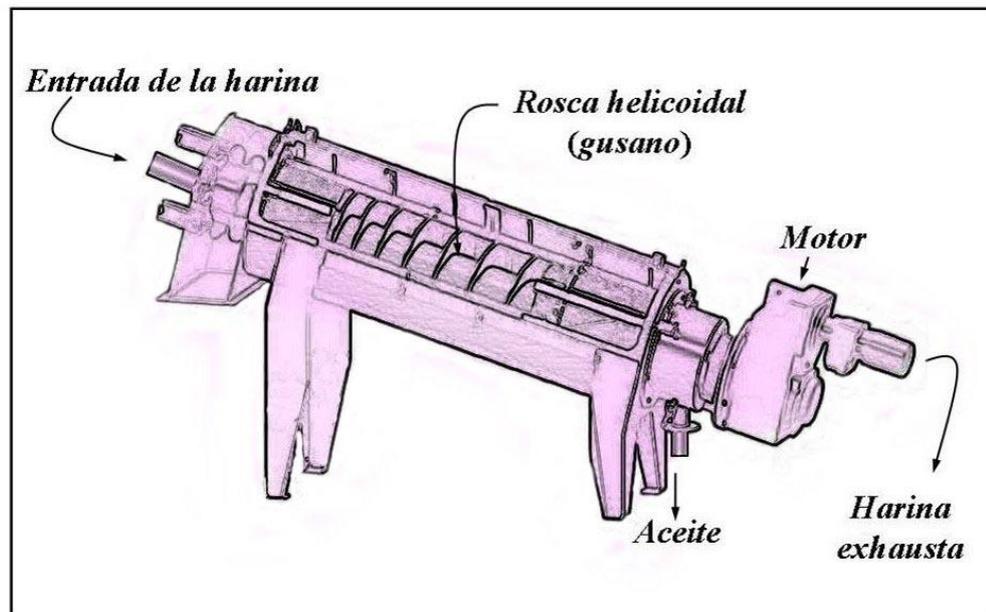


Figura 2.13. Esquema de prensado a tornillo por el sistema de Huber Technologies

**Tamizado:** El aceite expelido contiene invariablemente cierta cantidad de “finos” otros residuos que necesitan ser quitados. El aceite de las prensas se drena a un depósito. Luego se bombea a un decantador o a una zaranda giratoria para quitar gran parte de las impurezas sólidas.

**Filtro prensa:** Una vez realizada la separación grosera en las zarandas giratorias, el aceite se bombea a un filtro prensa para quitar los sólidos y los finos restantes a fin de producir un aceite claro antes del almacenaje. Las tortas descargadas de las prensas se transportan para el empaquetamiento o el almacenamiento a granel.

Como puede apreciarse en el diagrama de la Figura 2.12, no todas las trituradoras utilizan el mismo procedimiento para la extracción mecánica del aceite de la almendra. Hay otras dos variantes al procedimiento que acabamos de comentar: el prensado a tornillo directo, y el pre-tratamiento parcial. Estos se hacen cuando la materia prima es la almendra y no la nuez. Algunos molinos trituran las almendras directamente en las prensas sin ningún pre-tratamiento. Generalmente se requiere un doble prensado para asegurar la extracción eficiente del aceite. Las prensas a tornillos que se utilizan normalmente procesan menos de 10 toneladas por día. En el pre-tratamiento parcial, antes de introducirlas en las prensas a tornillos, las almendras se parten a fragmentos más pequeños. En algunos casos se realiza también la cocción.

**Extracción con solventes.** Los procesos de extracción con solventes se pueden considerar como el resultado de tres operaciones: pre-tratamiento de la almendra, extracción del aceite, y recuperación del solvente del aceite y de la harina. El proceso de la extracción solvente sólo es una alternativa para los molinos de la alta capacidad y no es recomendable para las empresas pequeñas.

El comienzo del proceso tradicional del aceite de palmiste consiste en descascarar las nueces de la palma. Las trituradoras mecánicas producen una mezcla de almendras y de cáscaras que deben ser separadas. La separación se realiza generalmente colocando la mezcla en una dispersión de arcilla en agua. La densidad de esta dispersión viscosa es tal que las cáscaras se hunden mientras que las almendras, menos densas, flotan sobre la superficie. Las almendras se retiran, se lavan con agua limpia y se secan. Periódicamente, las cáscaras se sacan del baño y se desechan o, una vez secas, se usan como combustible.

Las almendras se trituran y luego se hacen pasar por molinos de rodillos lisos para reducir el espesor de los flakes. Los flakes se acondicionan en caliente y se introducen en el extractor

## 2 – 30. Producción mundial del aceite de palmiste

En el mundo se producen unas 7,6 millones de toneladas métricas de aceite de palmiste siendo Malasia e Indonesia los principales productores. Ambos concentran casi el 75 de la producción total. En África, el principal productor es Nigeria, que obtiene unas 335.000 toneladas año de ese aceite. En América del Sur el principal productor es Colombia. Ecuador y Brasil son también productores de este aceite. En la tabla 2.12 se muestran los principales productores de este aceite.

País	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Indonesia	3630	3780	3670	3900	4000
Malasia	2332	2280	2019	2149	2400
Tailandia	280	280	310	339	370
Nigeria	330	330	330	330	335
Colombia	98	104	117	104	120
Guatemala	43	50	60	70	72
Papúa Nueva Guinea	58	70	70	60	65
Ecuador	48	48	51	55	55
Honduras	45	50	50	50	50
Brasil	42	45	46	46	46
Ghana	42	41	47	44	44
Costa de Marfil	39	41	41	41	41
Costa Rica	34	31	32	34	33

Tabla 2.12. Principales productores de aceite de palmiste, en miles de toneladas. Fuente USDA,

Para la obtención del aceite de palmiste se debe procesar la almendra de la palma. En la Tabla 2.13., se dan los valores de las semillas procesadas en el último quinquenio.

Año	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Producción	15,7	16,3	15,7	16,5	17,7

Tabla 2.13. Producción mundial de semillas de palma (En millones de toneladas métricas). Fuente USDA.

La tabla 2.14 muestra las masas de semillas de palma utilizadas por los principales productores de aceite de palmiste.

País	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Indonesia	8100	8700	8500	9000	9500
Malasia	5100	5050	4500	4780	5400
Tailandia	623	628	681	740	820
Nigeria	725	730	730	730	730
Colombia	226	240	270	240	280
Guatemala	90	105	125	150	150
Papúa Nueva Guinea	130	150	150	134	139
Ecuador	99	95	105	114	115
Honduras	105	110	115	115	115
Ghana	105	108	110	110	108
Brasil	95	101	104	104	105
Costa de Marfil	94	94	94	94	94
Costa Rica	60	60	66	66	66
Guinea	53	53	53	53	53
Togo	41	41	41	41	41
Benín	56	59	39	39	39

Tabla 2.14. Principales productores de almendra de palma, en miles de toneladas. Fuente USDA.

## 2 – 31. El aceite de palmiste y el Código Alimentario Argentino

En el Artículo 539bis - (Res 2012, 19.10.84), el Código Alimentario Argentino da la siguiente definición:

“Se denomina Grasa o Aceite de palmiste o de semilla de palma, el obtenido de la semilla del fruto de la palmera *Elaeis guineensis* L. o *Elaeis melanococa*” y establece las características físico-químicas del aceite refinado. Ellas son:

Densidad relativa a 40/4°C:	0,902 a 0,913
Índice de refracción a 40°C:	1,449 a 1,452
Índice de yodo (Wijs):	14 a 22
Índice de saponificación:	242 a 255
Punto de fusión:	23°C a 30°C
Índice de Reichert - Meissl:	5 a 7
Índice de Polenske:	9 a 12
Insaponificable, Máx:	0,80%
Acidez libre, Máx:	0,60 mg KOH/g (0,30% como ácido oleico)
Índice de peróxido:	10,0 miliequivalentes de oxígeno por kilogramo.

## 2 – 32. El Aceite de algodón

Las semillas de algodón son un subproducto de la producción de algodón. El algodón es una planta de la familia de las *Malváceas* y ha sido cultivado desde tiempos inmemoriales. A partir de las especies salvajes encontradas en las regiones tropicales de ambos hemisferios, se han desarrollado muchas variedades. En Irán, Asia Menor, Grecia y Turquía se cultivan las variedades del llamado “grupo Asia” *Gossypium Negraceum* y *Gossypium Arboreum* que dan un algodón con fibras cortas (14-25 mm). En cambio, en los Estados Unidos, Egipto, República de Congo, India y otros países se cultivan las variedades del llamado “grupo americano” (*Gossypium Barbadense*, *Gossypium Peruvianum*, *Gossypium Hirsutum*) que producen un algodón con fibras largas.



### ¿Sabía Ud. que...

... el 39% de las fibras textiles que se emplean en el mundo son de algodón?

El algodón es una herbácea anual de tallo erecto y con ramificación regular que alcanza una altura de 0,6 a 2 metros. Las hojas son pecioladas, de un color verde intenso, grandes y con los márgenes lobulados. Las flores son dialipétalas, grandes, solitarias y penduladas. El cáliz de la flor está protegido por tres brácteas. La corola está formada por un haz de estambres que rodean el pistilo. Se trata de una planta autógama, aunque algunas flores abren antes de la fecundación, produciéndose

semillas híbridas. El fruto es una cápsula en forma ovoide, con tres a cinco carpelos, que tiene entre 3 y 8 semillas cada uno. Las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra llamada algodón. La longitud de la fibra varía entre 20 y 45 mm, y el grosor, entre 15 y 25 micras, con un peso de 4 a 10 gramos. Es de color verde durante su desarrollo y oscuro en el proceso de maduración.

El cultivo de algodón puede rendir hasta 4000 kg de semillas por hectárea. En muchas zonas, la cosecha se efectúa, aún hoy, en forma manual. Una vez cosechadas, las cápsulas se dejan secar durante un par de días para reducir el porcentaje de humedad al 7 – 9 % y luego se separan las semillas de las fibras mediante máquinas desmotadoras.

**¿Sabía Ud. que ...**

...el algodón es capaz de absorber agua en cantidades de hasta 27 veces su propio peso?

Las fibras de la desmotadora representan el 30-35 % de la masa total de las semillas y se emplea en la industria textil.



Figura 2.14. Semillas de algodón cubiertas de linters

Las semillas procedentes del desmote salen acompañadas por impurezas (carpelos, palos, ramas, etc.), que es necesario extraer para facilitar las operaciones posteriores. Para hacerlo se emplean máquinas limpiadoras con zarandas, que separan la semilla de las impurezas.

Las semillas remanentes después de remoción de esas impurezas se encuentran cubiertas con hilachas, fibras cortas adheridas a la corteza, llamadas usualmente "linters".

Las máquinas deslinterizadoras, están construidas siguiendo el mismo principio que las despepitadoras, pero tienen ciertos ajustes o modificaciones para realizar mejor el trabajo específico. Durante la operación, las semillas pasan a través de la máquina una o más veces. Si pasan una sola vez, las fibras de linters se conocen con el nombre de "clase de fábrica". Es más frecuente hacerlas pasar dos veces. En este caso, el producto se llama linters de "primer corte" y de "segundo corte". La proporción de linters puede variar, pero usualmente el primer corte representa aproximadamente 25% y el segundo corte 75% del total de linters extraídos. Algunas fábricas de aceite han hecho experimentos con tres y aún más cortes. Todos los cortes que siguen al primero se mezclan y se venden como linters de segundo corte. Existen clases numeradas del 1 al 7 para clasificar los linters. Todos los cortes están comprendidos en esta escala. El primer corte usualmente suministra las mejores clases.

También se efectúa el deslizado por flameado, en el que la llama de un quemador de gas quema el linter adherido a la semilla. Como el linter es generalmente portador de microorganismos, su chamuscado permite reducir en gran proporción la cantidad de los mismos. El deslizado químico se realiza mediante ácidos que destruyen totalmente el linter dejando una semilla "desnuda" semejante a un grano. Puede realizarse por dos métodos: húmedo, en el cual se emplea ácido sulfúrico concentrado, diluido o espumoso, y gaseoso o seco donde se emplea ácido clorhídrico.

Una vez separados los linters, se procede a quitarle la cáscara a la semilla. Para ello se usan dos tipos de equipos: la descascaradora de banda o la de discos. Esta última es parecida a un molino de fricción, tiene dos discos, uno rotatorio y uno fijo. La superficie de cada disco tiene ángulos salientes, o cuchillas, que irradian del centro. Los discos son cóncavos, a fin de que las semillas puedan entrar del centro y desplazarse por acción de la fuerza centrífuga hacia los bordes, donde son partidas entre las cuchillas giratorias y las fijas. La descascaradora de banda es la más usada actualmente. Consiste en una platina cóncava con cuchillas horizontales fijas colocadas en contacto con una segunda serie de cuchillas giratorias en un eje horizontal. Las semillas penetran entre las dos series de cuchillas, que parten o trituran las cáscaras. Luego de esta operación, pasan a un equipo que separa la cáscara del mesocarpio. Un clasificador separa las semillas que no se han triturado y las recicla a la descascaradora.

La extracción del aceite se puede hacer mediante 3 métodos: empleando una prensa hidráulica, un filtro prensa a tornillo o mediante solventes.

Las prensas hidráulicas están compuestas por una serie de cajas rectangulares, colocadas una encima de otra sobre una base provista de un ariete hidráulico. Al aplicar la presión el ariete empuja cada caja hacia arriba contra la inmediata superior, hasta que la que se halla colocada arriba se comprime contra la cabeza de la prensa. Una vez que la prensa está cargada con tortas, se aplica una presión de 30 atmósferas con lo que comienza el escurrimiento del aceite. Al cabo de unos minutos comienza a aumentarse la presión hasta llegar a las 120 atmósferas. El tiempo de prensado varía con el volumen de la pulpa que haya pasado por el molino, número de cajas en la prensa, el peso de las tortas y el porcentaje de cáscara de la semilla que haya en las tortas. En un molino que cuente con ocho prensas y que procese cien toneladas de semillas algodón por día el tiempo de prensado es de unos 30 minutos.

Aún después del prensado, las tortas contienen aceite, especialmente en los bordes. Estos bordes se recortan y se presan nuevamente en una prensa a tornillo. La torta pasa a través de un triturador donde es desmenuzada y luego molida y pelletizada comercializándose como alimento para ganado.

La extracción del aceite de algodón mediante prensas de tornillo requiere trabajar a presiones mayores que con las prensas hidráulicas, pero insume menos mano de obra. Un molino de semilla de algodón, cuya capacidad de procesado sea de 100 – 120 toneladas diarias de semilla, y que extraiga mediante prensa de tornillo requiere como máximo dos operarios por jornada, mientras que una planta de similar capacidad que trabaje con prensas hidráulicas requiere siete u ocho operarios por jornada.

En la extracción mediante prensas de tornillo, los copos de la pulpa pasan de los rodillos a la caldera. La prensa tiene un tornillo colocado en sentido horizontal que gira dentro de un tambor de acero.

La pulpa entra por un extremo del tambor es comprimida a una presión muy alta, r pulgada cuadrada. El aceite se exprime a través de pequeñas aberturas a medida que la pulpa se desplaza a lo largo del tambor y los residuos, en forma de copos, son expulsados por el otro extremo. La prensa de tornillo requiere más fuerza que la prensa hidráulica, pero menos horas de labor manual.

Una extracción eficaz con solventes deja menos de 1 % de aceite en la torta. Esta cifra se compara con 3 a 4% cuando se usa la prensa de tornillo y con 5% cuando se usa la prensa hidráulica. El resultado es que la extracción con solventes logra mejor rendimiento económico por tonelada de semilla de algodón que en las fábricas de aceite que usan procedimientos mecánicos. La planta de solventes necesita aproximadamente el mismo número de empleados que una planta con prensa de tornillo y un número considerablemente menor que la prensa hidráulica. Pero la instalación de la planta de extracción con solventes requiere una inversión de capital mucho mayor que la extracción por procedimientos mecánicos. Por lo tanto, la ecuación económica de una planta de extracción por solventes sólo deja un resultado positivo si la planta procesa un gran volumen de semilla y opera durante todo el año. Téngase presente que la cosecha de algodón se efectúa durante los meses del verano.

**¿Sabía Ud. que ...**

en la semilla de algodón se encuentra naturalmente una toxina llamada Aflatoxina B1 que es perjudicial para la salud de los mamíferos?

Las Aflatoxinas son un grupo de metabolitos tóxicos producidas por *Aspergillus flavus* y por *Aspergillus parasiticus*, y aunque existen varios compuestos relacionados con ellas, sólo cuatro Aflatoxinas, B1, B2, G1 y G2 se encuentran de manera natural en los granos y alimentos. De estos compuestos la Aflatoxina B1, es la de mayor preocupación ya que es la más tóxica y está asociada con el cáncer de hígado. Afecta a todas las especies animales y la patología se presenta con hígado graso, pálido, descolorido, inflamado y friable. La afectación del hígado ocasiona una disminución en la síntesis de las enzimas digestivas (Osborne y Hamilton 1981) por lo que se produce un síndrome de mala absorción, que ocasiona una disminución en la ganancia de peso y en la producción de huevo. Las Aflatoxinas también afectan los procesos de coagulación de la sangre, los mecanismos de transporte de lípidos y además causa inmunosupresión lo que favorece la susceptibilidad del animal a enfermedades oportunistas. Es por ello que en la industrialización de la semilla de algodón, estas micotoxinas deben destruirse tanto en el aceite como en la torta.

Las pepitas procedentes de las descascaradoras son prensadas entre rodillos. Estas operaciones se repiten hasta que la pulpa de las pepitas ha pasado cuatro veces entre los rodillos, saliendo al final en forma de copos muy finos.

Los copos pasan a una caldera donde se produce su cocción. La cocción de la pulpa de la semilla de algodón tiene varios objetos. Rompe, o completa la ruptura de las células oleíferas comenzada por los rodillos y – al elevar la temperatura – disminuye la viscosidad del aceite. Además, en el proceso de cocción se coagulan las proteínas, lo que facilita la separación del aceite de la torta, y se destruyen los mohos y las bacterias.

La extracción del aceite de algodón empleando solventes se viene usando en Europa y en los Estados Unidos desde hace varias décadas. Para la extracción los copos que salen de los rodillos, se percolan con solvente, casi exclusivamente *n*-hexano, que disuelve el aceite. La mezcla de aceite - solvente se filtra y se pasa a través de una serie de evaporadores y alambiques para quitar todo el solvente del aceite. El solvente se recupera y se vuelve a emplear. Los copos extraídos son sometidos a una serie de operaciones de prensado y secado para quitarles el solvente y se muelen para hacer harina. La mayoría de las instalaciones que emplean solventes para tratar la semilla de algodón, usan prensas de tornillo antes que la unidad extractora. En este tipo de operación, las pepitas pasan por la prensa de tornillo a baja presión y el contenido de aceite se reduce en un 18 a 20%. La pulpa se somete entonces a la extracción con un solvente.

## 2 – 33. El algodón y el gossypol

Tanto la semilla como la torta de algodón se emplean como suplementos alimenticios para el ganado bovino. La semilla tiene un porcentaje de proteínas muy alto (23,9 %) y un alto porcentaje de nutrientes digeribles (96 %). La torta de algodón, que es un subproducto de la extracción de aceite, tiene un contenido proteico aún mayor (36 – 42 %).

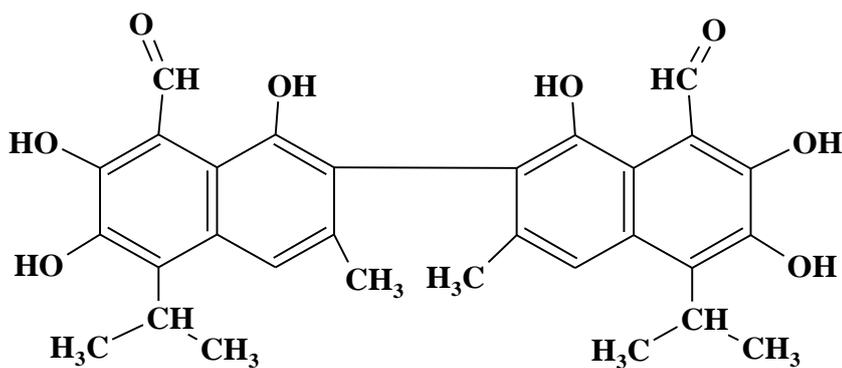


Fig. 2.15. Fórmula estructural plana del gossypol

Tanto en las semillas como en las raíces, la planta de algodón posee glándulas pigmentarias. En estas glándulas el pigmento más abundante es el gossypol. El contenido de gossypol presente en la semilla de algodón y sus subproductos depende de diversos factores: la variedad de la planta de algodón, las precipitaciones pluviales durante la época de crecimiento, la temperatura ambiente durante su crecimiento y el método de extracción empleado para producir el aceite. El aumento de

temperaturas durante el prensado en caliente combina parte del gossypol libre con cadenas proteicas. Las glándulas pigmentarias no se rompen durante el prensado en caliente, en cambio, la pared que recubre a la glándula se rompe fácilmente al contacto tanto con agua como con los solventes que se emplean para la extracción del aceite, lo que aumenta el contenido de gossypol libre en la torta de algodón cuando el aceite se obtiene por extracción con solventes. Los porcentajes de gossypol en la semilla y en la torta se dan en la tabla 2.15.

Semilla de algodón	0,47 – 0,63 %
Torta de algodón según método elaboración:	
prensado	0,02 – 0,05 %
Solvente directo	0,10 – 0,50 %
Solvente con preprensado	0,02 – 0,07 %
Solvente (proceso con expansor)	0,06 – 0,10 %
Cascarilla de Algodón	0,06 %
Semilla de algodón libre de glándulas	0,01 %

Tabla 2.15. Niveles de gossypol libre en subproductos del algodón. Fuente: National Cottonseed Products Association (USA)

## 2 – 34. Efectos tóxicos del Gossypol.

Los animales monogástricos están más expuestos a la toxicidad del Gossypol, que los poligástricos, debido a que lo absorben con más rapidez. Los efectos se van acentuando con el consumo debido a que son acumulativos.

La tolerancia al gossypol varía según la especie. Hay especies que son más susceptibles a dicho tóxico que el hombre, como los terneros — donde una concentración en sangre de 400 ppm por kilogramo de peso, puede provocar la muerte. En cambio, el ganado bovino adulto combina, en el rumen, el gossypol con ciertas proteínas dando compuestos cuyas moléculas tienen un tamaño tal que no pueden atravesar la membrana intestinal, por lo cual, la toxicidad del gossypol se reduce significativamente.

Los síntomas de intoxicación por gossypol incluyen debilidad muscular, pérdida de peso, hemorragias, disnea, bradicardia sinusal, hiperpotasemia y hasta puede provocar un PCR.

### ¿Sabía Ud. que ...

existen tres tipos de orugas que afectan al algodón, entre ellas la más conocida es el gusano rosado? La multinacional Monsanto ha desarrollado un tipo de algodón transgénico resistente a las orugas de las capsulas del algodón que atacan este cultivo de forma pertinaz. Esto ha motivado que varias organizaciones de consumidores de los Estados Unidos le soliciten a la Food and Drug Administration que establezca la obligatoriedad del etiquetado como transgénico del aceite de algodón obtenido a partir de esa variedad.

## 2 – 35. Composición de los diversos aceites de algodón que se encuentran en los mercados

De acuerdo con los tratamientos a los que son sometidos las semillas de algodón y los procesamientos posteriores del aceite crudo se obtienen aceites para frituras y aceites para ensaladas. Además, el aceite de algodón suele hidrogenarse parcialmente para obtener grasas para panadería y otros fines. En la Tabla 2.16 se dan las composiciones en ácidos grasos de las tres clases de aceite de algodón que se encuentran en el mercado.

Ácidos grasos	Aceite para frituras	Aceite para ensaladas	*Parcialmente hidrogenado
Mirístico (14:0)	0.8	0.8	0.9
Palmítico (16:0)	24.4	22.3	22.5
Palmitoleico (16:1)	0.4	0.4	0
Esteárico (18:0)	2.2	2.0	5.5
Oleico (18:1)	17.2	16.7	50.0
**Linoleico (18:2)	55.0	57.6	20.3
**Linolénico (18:3)	0.3	0.3	0.3
<b>Resumen</b>			
% Saturados	27	25	29
% Monoinsaturados	18	17	50
% Poliinsaturados	55	58	21

Tabla 2.16. Porcentajes de ácidos grasos en los diversos tipos de aceite de algodón (valores promedio) Fuente: National Cottonseed Products Association (USA)

## 2 – 36. Valores típicos de productos del aceite de semilla de algodón

En la tabla 2.17, se dan los valores típicos de las características fisicoquímicas de los diversos tipos de aceite de algodón.

	Aceite para fritura (RBD)*	Aceite para ensalada (RBWD)**	Shortening hidrogenado	"Flakes" de aceite hidro- genado
Color Lovibond (Rojo. Max.)	2,0–6,0	2,0–4,0	2,0–2,5	2,0–2,5
Ácidos grasos libres (Como oleico % max.)	0,05	0,05	0,05	0,05
Valor de peróxido (Meq/kg. Max.)	1,0	0,5	0,5	0,5
Valor de yodo	103–116	103–116	50–70	2–5
Estabilidad AOM (horas)	15	15–25	100–200+	350+
Punto de enturbiamiento (°C)	–1 – 3	–	–	–
Punto de fusión completa (°C)	10 –15	–	38 –48	60
Punto de humo (°C)	220	220	–	–
Cold Test (hrs.)	–	5.5–12	–	–
Sabor	Suave	Suave	Suave	Suave
Densidad (lb/gal a 42°C)	–	0,899	0,893	–

\* RBD - Refinado, Blanqueado & Desodorizado

\*\* RBWD - Refinado, Blanqueado, sinterizado & Desodorizado

Tabla 2.17. Características fisicoquímicas de diversos aceites de algodón. Fuente: National Cottonseed Products Association.

## 2 – 37. Producción mundial de aceite de algodón

En este año, la producción mundial de aceite de algodón ha aumentado respecto a las caídas que tuvo en los dos períodos anteriores. Los principales productores son India, China, Pakistán, Brasil y Estados Unidos. En la Tabla 2.18 se dan los valores de la producción mundial de aceite de algodón y en la Tabla 2.19, las de los principales países productores.

Período	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Producción	4800,00	4780,00	4000,00	4090,00	4690,00

Tabla 2.18. Producción mundial de aceite de algodón (en miles de toneladas métricas). Fuente USDA.

	País	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
1°	India	1305,00	1320,00	1230,00	1160,00	1320,00
2°	China	1487,00	1396,00	1091,00	1115,00	1251,00
3°	Pakistán	560,00	615,00	430,00	445,00	520,00
4°	Brasil	384,00	336,00	280,00	320,00	352,00
5°	Estados Unidos	286,00	277,00	211,00	246,00	343,00
6°	Turquía	133,00	185,00	157,00	187,00	223,00
7°	Uzbekistán	233,00	232,00	232,00	222,00	217,00
8°	Australia	109,00	100,00	97,00	117,00	134,00
9°	Turkmenistán	85,00	83,00	77,00	77,00	87,00
10°	México	61,00	79,00	57,00	57,00	82,00
11°	Mali	40,00	44,00	44,00	52,00	58,00
12°	Myanmar	60,00	60,00	48,00	46,00	50,00

Tabla 2.19. Principales productores de aceite de algodón (en miles de toneladas métricas) Fuente USDA.

## 2 – 38. Producción de aceite de algodón en la República Argentina

Además de las pérdidas de las cosechas por el ataque del picudo algodonero (*Anthonomus Grandis Boheman*), en la República Argentina, la producción de aceite de algodón ha ido decayendo debido a los costos de desodorización y eliminación del gossypol. No obstante, a partir del 2016 la producción comenzó a repuntar debido a su uso como materia prima para la elaboración de biodiesel.

Cosecha	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Producción	27,0	19,0	9,0	9,0	16,0

Tabla 2.20. Producción argentina de aceite de algodón (en miles de toneladas métricas) Fuente USDA

Un artículo muy interesante sobre la historia del cultivo de algodón en la Argentina y el “boom” algodonero en la década de 1920, puede bajarse de la página:

<http://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/MAv01n01a01/1555>

## 2 – 39. El aceite de algodón y el Código Alimentario Argentino

En su Artículo 527 - (Res 2012, 19.10.84) el Código Alimentario Argentino da la siguiente definición: " Se denomina Aceite de algodón o Aceite de algodonero, el obtenido de semillas de las distintas especies cultivadas del género *Gossypium*", y establece las siguientes características físico-químicas que debe cumplir el aceite refinado:

Densidad relativa a 25/4°C	0,9120 a 0,9210
Índice de refracción a 25°C	1,4702 a 1,4715
Índice de yodo (Wijs)	102 a 118
Índice de saponificación	192 a 198
Insaponificable, Máx	1,20%
Pérdida por calentamiento, Máx	0,05%
Índice de Bellier modificado (medio acético de precipitación)	19,5°C a 21,5°C
Polibromuros insolubles, Máx	0,4%
Índice de peróxido, Máx	10,0 miliequivalentes de Oxígeno/kg"

El aceite tipo verano permanecerá límpido al cabo de dos horas, de mantener una muestra en reposo de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ .

El aceite tipo invierno mantenido a una temperatura de  $0^\circ\text{C}$  deberá permanecer límpido al cabo de 5,30 horas.

Los aceites de algodón acusarán reacción de Halphen (compuestos ciclopropenoicos) positiva; esta reacción podrá ser débilmente positiva y hasta negativa en aceites de algodón sometidos a tratamientos especiales aprobados por la autoridad sanitaria".

## 2 – 40. Aceite de oliva

El olivo (*olea europæa*) es más antiguo de los árboles cultivados en el mundo. Sedesarrolla muy bien en climas subtropicales. Las zonas en que se cultiva, se extiende desde el Asia Menor, el Sur de Rusia, Irán y la India. Sin embargo, los cultivos más intensos se dan en las costas del Mediterráneo. Un olivo promedio rinde entre 10 y 20 kilogramos de fruto.

El árbol del olivo y el aceite obtenido de sus frutos han acompañado la historia de la humanidad. El Génesis nos cuenta que la paloma que envió Noé para averiguar si las aguas del diluvio habían descendido lo suficiente regresó con una hoja de olivo. Desde muy antiguo el aceite de oliva fue utilizado no sólo en la alimentación sino también en diversas técnicas de masajes, en cosmética y como combustible de lámparas de iluminación. Se han encontrado grabados antiguos y utensilios usados para la molienda de aceitunas que remontan la producción de aceite de oliva a unos 4000 años antes de nuestra era.

La zona donde se desarrolló inicialmente la producción de aceite de oliva comprende Grecia, Creta e islas del Mar Egeo y una parte de Medio Oriente — lo que hoy es Israel, Palestina, Líbano, Siria y Egipto.

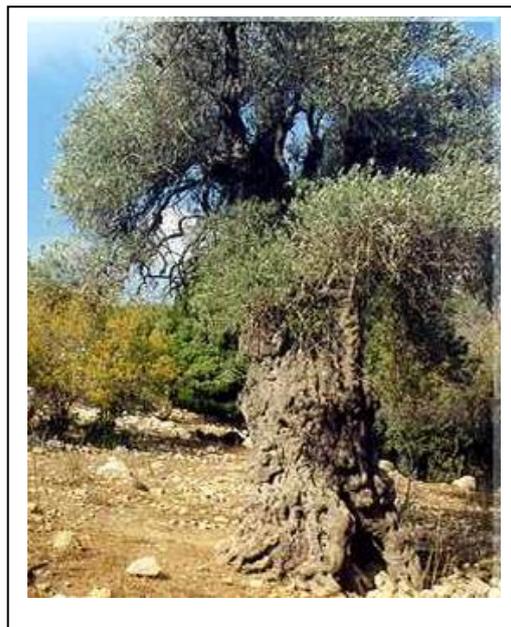


Figura 2.16. Imagen presente en una tumba egipcia de Tebas (alrededor de 1500 a.C.) donde se observa a aprendices machacando aceitunas y hierbas para la preparación de ungüentos.

Existen testimonios de la presencia de olivos desde el siglo XIV A.C. en el área de Micena. La importancia de este cultivo se certifica con una notable serie de citas literarias, además de la presencia del olivo en la mitología griega. La producción aceitera griega, junto a la fenicia, invadió el Mediterráneo. El aceite se transportaba en ánforas de cerámica y odres de piel. Cada comunidad griega del Mediterráneo utilizaba un tipo distinto de ánfora, por lo que se podía reconocer fácilmente la procedencia de la mercancía en los mercados. El transporte en odres de piel, ha persistido durante siglos. En la primera mitad del siglo XX en la Liguria italiana, aún se utilizaban odres de piel para cortos transportes de aceite.

**¿Sabía Ud. que ...**

... en las Olimpiadas, los atletas que participaban en los torneos de lucha se untaban el cuerpo con aceite de oliva? Cómo en esa época no se conocía el jabón, para sacarse el aceite de la piel la frotaban con arena y agua.

Desde muy antiguo se conoce el oleastro, matorral espinoso de frutos pequeños, pocos útiles para el hombre, pero muy extendido en la zona mediterránea. Se supone que en la edad de Cobre (6000 A.C.), en Medio Oriente se desarrolló una variedad de frutos grandes y carnosos, conseguida quizás por hibridaciones entre olivos africanos y orientales. En sus primeras épocas el fruto del olivo fue utilizado con fines alimenticios. Probablemente, pasaron muchos siglos hasta que el fruto del olivo dejó de usarse exclusivamente como alimento para ser usado en la obtención del aceite.

**¿Sabía Ud. que ...**

Marco Porcius Cato (Catón el viejo) es el autor de uno de los más completos manuales de olivicultura de la antigüedad romana (De agricultura y De re rustica) en el Siglo I D.C? Este autor dio detalles muy completos sobre el cultivo y, sobre todo, acerca de las modalidades de elaboración de las aceitunas. Catón explicó que una perfecta empresa agrícola, debe tener 8.000 – 10.000 olivares, y ser completamente autosuficiente en todas las etapas, desde el cultivo del olivo hasta en la producción del aceite.

## **2 – 41. Aceites de oliva y aceites de orujo de oliva**

Existen dos grupos bien diferenciados de aceites que llevan la palabra “oliva” en su denominación: los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva.

El orujo es la pasta residual de aceituna que sigue conteniendo un porcentaje variable de agua y aceite después de haber sido prensada y centrifugada.

## **2 – 42. Diferencias entre los distintos aceites de oliva**

El Código Alimentario Argentino, en su Artículo 535 (Resolución conjunta SPReI y SAGtP N° 165/2012), establece:

“Se entiende por Aceite de oliva, el obtenido de los frutos de *Olea europea L.*” A continuación establece los requisitos para denominar a cada variedad de aceite de oliva:

Se denominan Aceites de oliva vírgenes a los obtenidos a partir del fruto del olivo exclusivamente por procedimientos mecánicos y técnicos adecuados y purificado solamente por lavado, sedimentación, filtración y/o centrifugación (excluida la extracción por disolventes)

El aceite de oliva obtenido por presión y sometido a proceso de refinación se designará como *Aceite de oliva refinado*.

Con la designación de *Aceite de Oliva* (sin otra denominación) se entiende a una mezcla de aceite de oliva virgen con aceite de oliva refinado.”

A continuación el Artículo detalla los requisitos para la denominación comercial de los distintos aceites de oliva:

“Se comercializarán según la denominaciones y definiciones siguientes:

*Aceite de oliva virgen*: es el aceite obtenido del fruto del olivo únicamente por procedimientos mecánicos o por otros medios físicos en condiciones, especialmente térmicas, que no produzcan la alteración del aceite, y que no haya tenido más tratamiento que el lavado, la decantación, la centrifugación y el filtrado.

Se lo clasifica en los siguientes tipos:

- *Aceite de oliva virgen extra*: es el aceite de oliva virgen cuya acidez libre máxima expresada en ácido oleico es 0,8 gr. cada 100 gr., y sus características físicas, químicas y organolépticas corresponden a las establecidas en el presente artículo.
- *Aceite de oliva virgen*: es el aceite de oliva virgen cuya acidez libre máxima expresada en ácido oleico es 2 gr. cada 100 gr., y sus características físicas, químicas y organolépticas corresponden a las establecidas en el presente artículo.
- *Aceite de oliva virgen corriente*: es el aceite de oliva virgen cuya acidez libre máxima expresada en ácido oleico es 3,3 gr. cada 100 gr., y sus características físicas, químicas y organolépticas corresponden a las establecidas en el presente artículo.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup>Este producto sólo puede ser vendido directamente al consumidor si está permitido en el país de venta al por menor. De no estarlo, la denominación de este producto se ajustará a las disposiciones legales del país en cuestión.

- *Aceite de oliva lampante*: es el aceite de oliva virgen cuya acidez libre expresada en ácido oleico es superior a 3,3 gr. cada 100 gr. Este tipo de aceite de oliva virgen no es apto para el consumo humano. Se lo destinará en su totalidad a la industria del refinado de oliva.
  
- *Aceite de oliva refinado*: es el aceite de oliva obtenido de aceites de oliva vírgenes mediante procesos de refinación que no provoquen ninguna modificación de la estructura glicerídica inicial. La acidez libre máxima expresada en ácido oleico es 0,3 gr. cada 100 gr., y las características físicas químicas corresponden a las establecidas en el presente artículo.<sup>25</sup>
  
- *Aceite de oliva*: es el aceite de oliva compuesto por aceite de oliva refinado y por aceite de oliva virgen apto para el consumo humano, y cuya acidez libre máxima, expresada en ácido oleico, es 1,0gr por 100 gr, y las características físicas, químicas y organolépticas corresponden a las establecidas en el presente artículo.<sup>26</sup>

## 2 – 43. Elaboración del aceite de oliva.

Como hemos mencionado, el aceite de oliva se extrae de la aceituna (*Olea Europea*), que es el fruto del olivo. El árbol suele tener una altura de 4,5 a 7,5 metros aunque en ciertas zonas de Grecia los hay más altos. Su tronco es irregular y tiene numerosas ramas cubiertas por una corteza grisácea. Las hojas son perennes, firmes, oblongas o lanceoladas cuyo largo es de 5 a 7 cm cuya superficie superior es de color verde oscuro, mientras que la superficie de abajo es blancuzca o plateada. Las flores son pequeñas de color amarillo claro. Los frutos son drupas ovaladas, verdosas al principio, pero de color violeta oscuro cuando madura, con un mesocarpio carnoso y un endocarpio muy duro. Los racimos de no menos de treinta flores rinden apenas dos o tres frutas maduras. El olivo comienza a dar frutos después del segundo año, alcanza su rendimiento óptimo a partir del sexto año y continúa floreciendo durante más de un siglo. Hay unas cuarenta variedades de olivo, que se distinguen por la forma de la hoja y por el contorno, color y tamaño del fruto. Las variedades que más se cultivan en Italia y el sur de Francia es la *longifolia* y la que más se cultiva en España es la *latifolia*. Si bien esta última da frutos más grandes de la otra su aceite no es tan apreciado.

Las aceitunas no solo se emplean para la obtención del aceite sino que se comercializan como encurtidos, para lo cual, antes de madurar, se las remoja en una solución diluida de hidróxido de sodio, se lavan y se sumergen en salmuera, con lo cual dejan de tener gusto acre.

---

<sup>25</sup>Este producto sólo puede ser vendido directamente al consumidor si está permitido en el país de venta al por menor.

<sup>26</sup>El país de venta al por menor puede exigir una denominación más precisa.

La composición de este fruto en el momento de la recolección es muy variable, dependiendo de la variedad de aceitunas, del suelo, del clima y del cultivo. Por término medio, las aceitunas llevan en su composición:

- aceite: 18-32%
- agua de vegetación: 40-55%
- hueso y tejidos vegetales: 23-35%.



Figura 2.17. Distintas variedades de olivas

Todas las variedades de olivas producen excelentes aceites vírgenes — cada uno con sus características particulares — siempre y cuando las aceitunas estén sanas, se molturen el mismo día de la recolección y el aceite se almacene de forma apropiada.

## 2 – 44. La recolección y el prensado del aceite de oliva.

Para obtener un aceite de calidad, es fundamental recolectar la aceituna en el momento óptimo de maduración, cuando la mayoría está cambiando de color (envero), apenas quedan aceitunas verdes y algunas están completamente maduras.

El mejor método de recolección es el manual, tanto a mano como con rasquetas. Este método se conoce con el nombre de *ordeño*, y su preferencia estriba en que minimiza los daños a las aceitunas. También se efectúa la recolección mediante el *peinado* los frutos son desprendidos de las ramas a través de un tipo de peines, que pueden ser también accionados mecánicamente, y caen en las redes extendidas sobre el terreno. Otro método es el *vareo* en el que las frondas son sacudidas mediante bastones hasta provocar la



Figura 2.18. Imagen de la recolección de aceitunas en un ánfora griega del siglo IV a.C.

caída de las aceitunas. Existen bastones con extremidad accionada mecánicamente pero que provocan daños a las hojas y a las frondas.

En algunos casos la recolección se efectúa dejando que las aceitunas se desprenden espontáneamente y caigan sobre redes que están montadas durante todo el período de la recolección. Este sistema es apto para olivares con plantas espesas y sobre terrenos con cierta pendiente. Sin embargo, a menudo las aceitunas quedan demasiado tiempo en el árbol y resultan excesivamente maduras.

Para evitar su deterioro, las aceitunas deben ser transportadas lo antes posible al edificio donde se encuentra el equipo necesario para la extracción del aceite (edificio que se suele llamar *almazara*).

Las aceitunas se deben molturar el mismo día de su recolección, para evitar tanto los procesos fermentativos que ocurren en sus soluciones acuosas como la oxidación de la aceite. El tiempo de almacenamiento deteriora notablemente la calidad del producto final.

En las almazaras las aceitunas se depositan bajo techo en un solar que se llama “zona sucia” y mediante cintas transportadoras se envían a un lavador primario donde se eliminan piedras e impurezas. El proceso continúa en dos zarandas de lavado donde la fruta es cepillada y lavada a presión y luego se separan las hojas por aspiración. Ya lavada, la fruta ingresa a la “zona limpia” donde sólo tendrá contacto con superficies de acero inoxidable. En el molino se realizan de manera mecánica los siguientes procesos:

➤ La molturación

Se realiza con trituradores de martillo o muelas de piedra, que rompen los tejidos vegetales y liberan el aceite, formando una pasta que es enviada a amasadoras para darle más homogeneidad.

➤ El prensado

Esta pasta se somete a una presión en frío para sacar el aceite y la solución acuosa que contienen los frutos. En la primera prensada en frío de la pasta se extrae el mejor aceite. El orujo se separa mediante un centrifugado.

➤ La decantación

Para separar el aceite de la solución acuosa, llamada “alpechin”, y evitar que se alteren las cualidades del aceite. La operación se hace por decantación natural o mediante centrifugas verticales. El aceite separado se vuelve a centrifugar para extraer el agua residual y el alpechin se centrifuga para extraerle el aceite residual.

Realizadas estas operaciones, el aceite de oliva virgen ingresa a un contador que mide los kilogramos procesados y se envía a una bodega especialmente acondicionada donde se almacena en tanques de acero inoxidable en las que se insufla una atmósfera inerte de nitrógeno para evitar la

oxidación y para que el aceite conserve inalteradas sus cualidades. Las bodegas se mantienen en oscuridad y a temperatura constante de alrededor de los 18 - 20 °C.

## **2 – 45. Refinación del aceite de oliva**

En aquellos casos en que el aceite de oliva ha sufrido algún cambio que desmerece su calidad se realiza un proceso de refinación. En este proceso el aceite se somete a

### **Decoloración física**

La decoloración se efectúa mediante tierras decolorantes altamente purificadas. Producida la adsorción de las impurezas, el aceite se filtra para separarlo del material adsorbente.

### **Desodorización**

Mediante una destilación a presión reducida se separan los componentes volátiles y los ácidos grasos libres que se forman por acción de las lipasas. De esta manera se corrige tanto la acidez libre como el sabor del aceite.

## **2 – 46. Características de los aceites de oliva**

La variedad de los olivos, la composición del suelo en el que el olivo crece, la orografía del terreno, las condiciones atmosféricas en las que han madurado las aceitunas, el cuidado con el que se ha realizado su recolección y molienda, son factores que influyen en los parámetros sensoriales de los aceites de oliva. De modo que se obtienen aceites con diferentes fragancias, mayor o menor dulzor, algunos con regusto almendrado, otros con sabor que recuerda a las manzanas. Hay aceites que parecen afrutados, otros avinados, avinagrados, frescos, etc.

Para apreciar la calidad de los aceites de oliva, se catan. Para ello se llevan a cabo los mismos pasos analíticos que en la cata de otros productos líquidos como, por ejemplo, el vino: se coloca cada muestra en un copa opaca diferente, generalmente de color azul, se tapa, se huele y se degusta. Entre cada cata de aceite, para quitar el gusto de la muestra anterior, se come un pedazo manzana y se bebe un sorbo de agua.

La temperatura de cata del aceite de oliva es de 28°C. Es esta temperatura la que permite la volatilidad de los compuestos aromáticos en un líquido denso y graso.

La cata comprende las siguientes fases:

**Análisis visual:** mediante este análisis se toma en cuenta el aspecto físico del aceite. Se considera positivo o bueno que el aceite no presente residuos del filtrado o de la decantación, que su vea ligeramente velado o velado opalescente. En cambio, se considera negativo el aspecto turbio o sucio.

El color no es un rasgo determinante para la cata, por eso se utilizan copas opacas de color azul aunque, a veces, la cata se realiza en copas semitransparentes de color ámbar. Sin embargo el color da una indicación acerca del tipo de aceituna empleada y del gusto que tiene el aceite. Un aceite de reflejos oscuro-verdosos indica que se han empleado aceitunas que aún no habían completado su proceso de maduración y su sabor será afrutado y ligeramente amargo, mientras que los destellos amarillo-dorados indican que el aceite se ha obtenido con frutos de cosecha tardía y que el sabor será ligeramente dulce.

**Análisis olfativo:** el aroma de los aceites de oliva se valora según su intensidad. Esas sensaciones se clasifican en agradables — positivas — y desagradables — sensaciones negativas. Las principales sensaciones agradables son: aroma frutado de aceituna madura, aroma que recuerda a la manzana, aroma frutado de aceituna verde, de hierba verde, de higuera y de hoja verde. Los caracteres desagradables más comunes son: aroma agrio o avinagrado, avinado, metálico, rancio, a humedad y a grasa de máquina.

**Análisis gustativo:** Las sensaciones en boca se valoran según la intensidad, el sabor y la calidad del mismo. De acuerdo a como impresionen al paladar se consideran buenos los sabores: afrutado, limpio, fresco, a frutas, amargo (justo, agradable), dulce, almendrado y vegetal. Se consideran defectuosos los sabores: amargo intenso, picante intenso, a hojas secas, avinado, agrio, a vinagre, ácido, recalentado, a aceitunas heladas, mohoso, metálico, a madera/leña, a borras, rancio, etc.

**Análisis táctil:** La consistencia física del aceite de oliva al paladar se valora y clasifica según cuatro tipos, pastosa, suave, fluida, o acuosa. Se consideran defectuosos los aceites que presentan una consistencia o una sensación al paladar atípica respecto de esas cuatro clases.

**Equilibrio y armonía:** Según el equilibrio existente entre los aromas y los sabores, los aceites de oliva se clasifican en

- aceites afrutados. Son los que presentan las características más próximas a la clase/tipo de aceituna de la que proceden;
- aceites equilibrados/armónicos Son los que presentan mayor equilibrio entre aromas y sabores
- aceites desequilibrados/descompensados Se califican así aquellos aceites en los que sobresale de forma significativa algún aroma, sabor o defecto.

Los rasgos gustativos de un aceite, su color, su aroma no guardan relación con su concentración de ácido oleico libre, ni con su contenido en peróxidos, datos que sólo definen un conjunto de variables analíticas pero no sensoriales.

## 2 – 47. Producción mundial de aceite de oliva

Si bien se elabora aceite de oliva en regiones muy diversas, son seis los países que producen el 90% del total mundial: España, Grecia e Italia, Turquía, Túnez y Marruecos, siendo España el primer productor mundial. En la tabla 2.21 se dan las cantidades producidas en los últimos años por los principales productores y el total mundial. Las producciones de España, Grecia e Italia, quedan englobadas dentro de la correspondiente a la Unión Europea.

Campaña	U.E.	Turquía	Túnez	Marruecos	Siria	Argelia	Otros	Total
2012/13	1.461,5	195,0	220,0	100,0	175,0	66,0	184,0	2.401,5
2013/14	2.482,5	135,0	70,0	130,0	180,0	44,0	210,5	3.252,0
2014/15	1.434,5	160,0	340,0	120,0	105,0	69,5	229,0	2.458,0
2015/16	2.324,0	150,0	140,0	130,0	110,0	82,0	240,5	3.176,5
2016/17	1.747,5	177,0	100,0	110,0	110,0	63,0	231,5	2.539,0
2017/18*	1.805,0	287,0	220,0	140,0	100,0	80,0	262,0	2.894,0

\*Estimado

Tabla 2.19. Producción de aceite de oliva (incluye aceite de orujo de oliva) en miles de toneladas. Fuente: International Olive Oil Council.

La Unión Europea no sólo es el principal productor del aceite de oliva sino también el principal consumidor de aceite de oliva. El International Olive Oil Council estima que, en el período 2017/18, esa comunidad consumirá 1.549.000 toneladas de aceite de oliva. También estima que en la zona mediterránea, Turquía consumirá unas 170.000 toneladas, Marruecos unas 120.000 toneladas), Siria unas 100.000 y Argelia unas 85.000 toneladas. Los Estados Unidos se han convertido en el segundo consumidor mundial de aceite de oliva con más de 315.00 toneladas anuales. También se ha incrementado el consumo en Australia, Japón, Canadá Brasil cuyos consumos anuales alcanzan 25.000 a 35.000 toneladas. En la Tabla 2.20., se dan los valores registrados de los consumos de los últimos años

Período	U.E.	USA	Turquía	Marruecos	Siria	Otros	Total
2012/13	1.621,0	287,0	150,0	129,0	160,5	641,5	2.989,0
2013/14	1.731,0	301,5	105,0	120,0	170,5	647,5	3.075,5
2014/15	1.604,5	295,0	125,0	120,0	126,0	645,5	2.916,0
2015/16	1.660,0	321,0	116,0	120,0	104,0	658,5	2.979,5
2016/17	1.463,0	315,0	155,0	120,0	110,0	640,0	2.803,0
2017/18*	1.549,0	315,0	170,0	120,0	100,0	700,0	2.954,0

\*Estimado

Tabla 2.20. Consumo mundial de aceite de oliva (incluye aceite de orujo de oliva) en miles de toneladas. Fuente: International Olive Oil Council.

## 2 – 48. La producción de aceite de oliva en la República Argentina

A partir del inicio del siglo XXI, la producción argentina de aceite de oliva comenzó a aumentar como consecuencia del aumento del consumo interno, de las sequías imperantes en los últimos años en los principales países productores y de la promoción que recibe el sector olivícola por medio del sistema de diferimiento impositivo. Aunque no se realiza la clasificación organoléptica como en los países líderes, el aceite de oliva elaborado en la Argentina es de excelente calidad. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación lanzó, con la colaboración de organismos públicos e instituciones privadas sectoriales, el programa “OLIVA XXI” con el objetivo de mejorar la competitividad de la producción nacional.

La producción argentina de aceite de oliva comenzó en la década de 1930 debido a que el comercio con España, que era el principal proveedor, se vio afectado, primero por la Guerra Civil española y luego por las condiciones económicas imperantes durante la Segunda Guerra Mundial. A ello se sumaron las sequías en la cuenca del Mediterráneo que disminuyeron las producciones de los principales países exportadores. Para asegurar un abastecimiento apropiado, los distintos Gobiernos promocionaron las actividades en ese sector y así, a mediados de la década de 1960, se llegó a contar con casi cinco millones de olivos que se explotaban de manera artesanal.

En la década de 1970, el aumento del consumo de aceite mezcla de girasol y maíz fue provocando una caída en la demanda de aceite de oliva, llegando, en la campaña 2000/01, a una producción de apenas 4000 toneladas. A partir de esa campaña, por los cambios de hábitos de los consumidores y gracias a diferimientos impositivos<sup>27</sup>, con altibajos debidos a problemas climáticos y de la economía nacional, la producción fue aumentando, estimándose para la campaña 2017/18 una producción de 37.500 toneladas.

Los datos que registra el International Olive Oil Council, para la producción del último quinquenio están dados en la Tabla 2.21.

Campaña	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
Producción	17,0	30,0	30,0	24,0	21,5	37,5

Tabla 2.21. Producción de aceite de oliva y de orujo de oliva (en miles de toneladas métricas). Fuente: International Olive Oil Council.

El rendimiento promedio nacional de aceituna es de 8 toneladas por hectárea, superando de esta manera a las 5/6 toneladas por hectárea que alcanza la producción mundial.

<sup>27</sup> La Ley N° 22.021 contempla que empresas de cualquier sector puedan diferir el pago de impuestos nacionales durante un período determinado, utilizando ese monto para realizar inversiones en el sector agropecuario. En la plantación de olivos el lapso es de 14 años, después de los cuales comienza la devolución sin intereses. Esto ha motivado inversiones crecientes en el sector con el consiguiente aumento de la producción.

Actualmente, las principales provincias productoras son Mendoza, San Juan, Catamarca, La Rioja y Córdoba.

En la Argentina, el consumo per cápita es relativamente bajo, debido principalmente al alto costo del aceite de oliva relativo a los ingresos de la población, así como la alternativa del uso de aceites de soja y girasol, de menor precio, de los cuales el país es uno de los principales productores mundiales.

Los datos que registra el International Olive Oil Council, para el consumo en Argentina de aceite de oliva durante el último quinquenio están dados en la Tabla 2.22

Campaña	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
Consumo	6,0	6,5	6,5	7,5	7,5	7,5

Tabla 2.21. Consumo de aceite de oliva y de orujo de oliva en Argentina (en miles de toneladas métricas). Fuente: International Olive Oil Council.

## 2 – 49. Especificaciones del Código Alimentario Argentino para las características del aceite de oliva

En el Artículo 535 del Código Alimentario Argentino, mencionado más arriba, se detallan las características fisicoquímicas que deben presentar los aceites de oliva.

- Densidad relativa a 25/4°C: 0,9090 a 0,9130
- Índice de refracción a 25°C: 1,4665 a 1,4683
- Índice de yodo (Wijs): 79 a 89
- Índice de saponificación: 187 a 195
- Insaponificable, Máx: 1,30%
- Índice de Reichert-Meissl, Máx: 1,2%
- Índice de Polenske, Máx.: 2,5%
- Índice de Bellier modificado (medio acético de precipit.), Máx.: 16°C

Extinción específica:

- Aceite de oliva virgen a 232 y 270 nm., Máx.: 4,0 y 0,3 respectivamente.
- Aceite de oliva refinado a 270 nm: Máx 1,10 (variación máxima a cerca de 270 nm: 0,16).
- Aceite de oliva a 270 nm: Máx 0,90 (variación máxima acerca de 270 nm: 0,15).

Acidez libre:

- Aceite de oliva virgen Clase Extra, Máx: 2,00 mg KOH/g (1,00% como ác. oleico).
- Aceite de oliva virgen Clase Fina, Máx: 4,00 mg KOH/g (2,00% como ác. oleico).
- Aceite de oliva virgen Clase Común, Máx: 6,60 mg KOH/g (3,30% como ác. oleico)
- Aceite de oliva Refinado, Máx: 0,60 mg KOH/g (0,30% como ác. oleico).
- Aceite de oliva, Máx 3,00 mg KOH/g (1,5% como ác. oleico).

Por Pérdida por calentamiento:

- Aceite de oliva virgen Clases Extra, Fino y Común, Máx: 0,15%
- Aceite de oliva Refinado, Máx 0,05%
- Aceite de oliva, Máx 0,10%

Índice de peróxidos:

- Aceite de oliva virgen Clases Extra, Fino y Común, Máx: 30,0 miliequivalentes de Oxígeno por Kg.

- Aceite de oliva y Aceite de oliva Refinado: Máx 20,0 miliequivalentes de Oxígeno por kilogramo.

La composición de ácidos grasos determinada por cromatografía en fase gaseosa (ésteres metílicos por ciento) debe encuadrarse dentro de los siguientes límites:

- Ácido láurico (C12:0): No perceptible
- Ácido mirístico (C14:0): Menor de 0,1
- Ácido palmítico (C16:0): 7,5 a 20,00
- Ácido palmitoleico (C16:1): 0,3 a 3,5
- Ácido heptadecanoico (C17:0): Menor de 0,5
- Ácido heptadecenoico (C17:1): Menor de 0,6
- Ácido esteárico (C18:0): 0,5 a 5,0
- Ácido oleico (C18:1): 53,0 a 83,0
- Ácido linoleico (C18:2): 3,5 a 21,0
- Ácido linolénico (C18:3): Menor de 1,5
- Ácido araquídico (C20:0): Menor de 0,8
- Ácido behénico (C22:0): Menor de 0,2
- Ácido erúcico (C22:1): No perceptible
- Ácido lignocérico (C24:0): Menor de 0,1

El contenido de ácidos grasos *trans* (expresado como % respecto de los ácidos grasos totales), será el siguiente:

- Transoleico (C18: 1T):
- Aceites (de oliva virgen: Menor de 0,05.
- Aceite (de oliva: Menor de 0,20.-
- Translinoleico + Translinolenico (C18: 2T + C18: 3T):
- Aceites de oliva vírgenes: Menor de 0,05.
- Aceite de oliva: Menor de 0,30.

La composición de esteroides (expresado como % de desmetilesteroides respecto del total en esteroides), será la siguiente:

- Colesterol: Menor o igual de 0,5.
- Brassicasterol: Menor o igual de 0,1.
- Campesterol: Menor o igual de 4,0.
- Estigmasterol: Menor que campesterol.
- D -7-stigmastenol: Menor o igual de 0,5.
- $\beta$  -sitosterol + D -5-avenasterol + D -5-23-estigmastadienol + clerosterol + sitostanol + D -5-24-estigmastadienol: Mayor o igual de 93,0".

## 2 – 50. Aceite de orujo de oliva.

El aceite de orujo de oliva es el aceite que se obtiene a partir de la grasa que queda adherida a los restos de la extracción del aceite de oliva extra y refinado, y de los residuos de los huesos, los mesocarpios y la piel de las aceitunas, esto es, de todo aquello que queda de las aceitunas molturadas una vez que se le ha separado la mayor parte del aceite. Ese residuo, que puede contener hasta un 2 – 3% de aceite de oliva, se somete a centrifugación o tratamiento extractivo con solventes, obteniéndose un aceite que se suele llamar aceite de orujo crudo, que no es apto para consumo. Se destina al refinado con vistas al consumo humano o a usos técnicos.

Cuando el aceite de orujo crudo es neutralizado, blanqueado y desodorizado, se obtiene un producto que se “aceite de orujo de oliva refinado”. Su acidez libre expresada en ácido oleico es como máximo de 0,3 g por 100 g.

Cuando se mezcla el aceite de orujo de oliva refinado con aceites de oliva vírgenes, se obtiene un producto que se rotula “aceite de orujo de oliva”. Su acidez libre expresada en ácido oleico es como máximo de 1 g por 100 g y sus demás características corresponden a las previstas para esta categoría por las reglamentaciones, pero en ningún caso rotularse como “aceite de oliva”.

El Código Alimentario Argentino, en el Artículo 536 (Res Conj. SPRyRS y SAGPA N° 071 y N° 390 del 27.12.02) define:

Se denomina Aceite de orujo de aceituno refinado, al obtenido de orujos de aceitunas, por medio de los disolventes autorizados y que ha sido neutralizado, blanqueado, desodorizado y desmargariado no pudiendo ser sometido a procesos de reesterificación.

Sus características fisicoquímicas son las indicadas en el Artículo 535 a excepción de:

- Insaponificable, Máx: 2,10%.
- Pérdida por calentamiento, Máx: 0,05%.
- Índice de Bellier modificado (medio acético de precipit.): no aplicable.
- Debe presentar opalescencia estable a temperatura superior a 50°C y luego floculación.
- Acidez libre, Máx: 0,60 mg KOH/g (0,30% como ác. Oleico).
- Índice de peróxido, Máx: 20,0 miliequiv. de Oxígeno/Kg.

Composición de esteroides (expresado como % de desmetilesteroides respecto del total en esteroides): las indicadas en el Artículo 535 a excepción de:

- Brassicasterol: Menor o igual de 0,2.
- Contenido de ácidos grasos trans:
  - Transoleico (C18: 1 T): Menor de 0,2% de los ácidos grasos totales.
  - Translinoleico + Translinolenico (C 18:2 T + C 18:3 T): Menor de 0,3% de los ácidos grasos totales".



Figura 2.19. Algunas variedades de palmas de coco

## 2 – 51. Aceite de coco (como aceite de copra y de coco virgen)

El coco es el fruto de una palmácea de la familia de las *Arecaceadae*, cuyo nombre científico es *Cocus nucífera L.*, conocida comúnmente como palma de coco.

Las palmas de coco se encuentran en las regiones costeras de Asia, en las islas del Pacífico y en otras zonas tropicales, de Centroamérica y el Caribe.

A los 5 ó 6 años, el árbol comienza a dar alrededor de 10 frutos y a los treinta años alcanza su pleno desarrollo, produciendo unos 80 frutos.

El fruto es una drupa, cubierto de fibras, de forma esférica u ovoide cuya longitud máxima alcanza los 20 – 30 cm y que puede llegar a pesar hasta 2,5 kilogramos.

Las plantas se suelen clasificar en tres grandes grupos, gigantes, enanas e híbridos. Pero dado que su polinización suele ser cruzada, hay una gran variedad de palmas de coco.

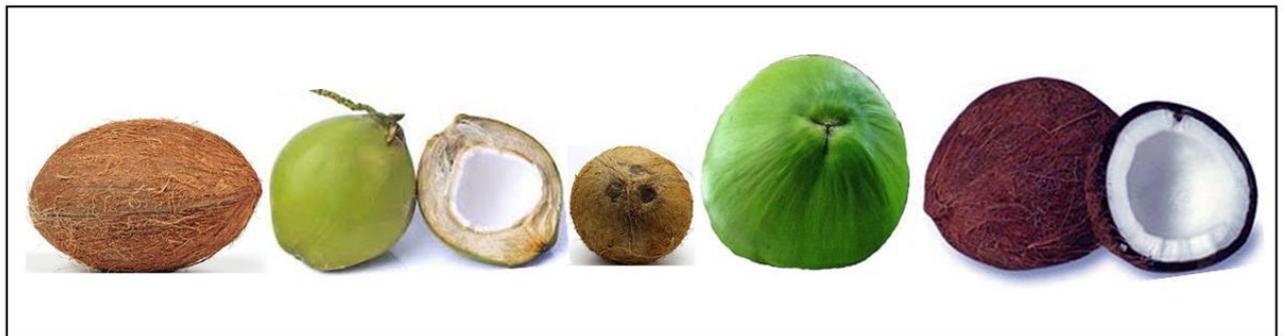


Figura 2.20. Algunas de las diversas variedades de coco.

El coco maduro se descascara removiendo las fibras de la corteza. Luego se parte la corteza y la pulpa blanca se seca obteniéndose así la “copra”, que es el material rico en aceite. La copra contiene

65% de aceite, 6 – 8% de humedad y materia seca rica en proteínas fibrosas, hidratos de carbono, minerales y vitaminas.

Los métodos de secado de la pulpa para obtener la copra — ahumado, secado al sol, hornos — dejan muchas impurezas lo que hace que el aceite crudo que de ella se obtenga sea inapto para consumo y se use para jabonería u otros procesos industriales. Cuando se destina al consumo debe refinarse, blanquearse y desodorizarse. Los procesos RBD que se utilizan para el aceite de coco son similares a los que se emplean para otros aceites, palma, soja, etc. Los ácidos grasos libres se eliminan por neutralización con hidróxido de sodio, el blanqueo se hace con arcillas activadas, la desodorización se hace mediante destilación con vapor al vacío, etc. Luego de la molienda y escamación de la copra, la extracción “tradicional” del aceite se hace mediante expellers mientras que los métodos modernos emplean la extracción con hexano, que deja menor porcentaje de aceite en la torta.

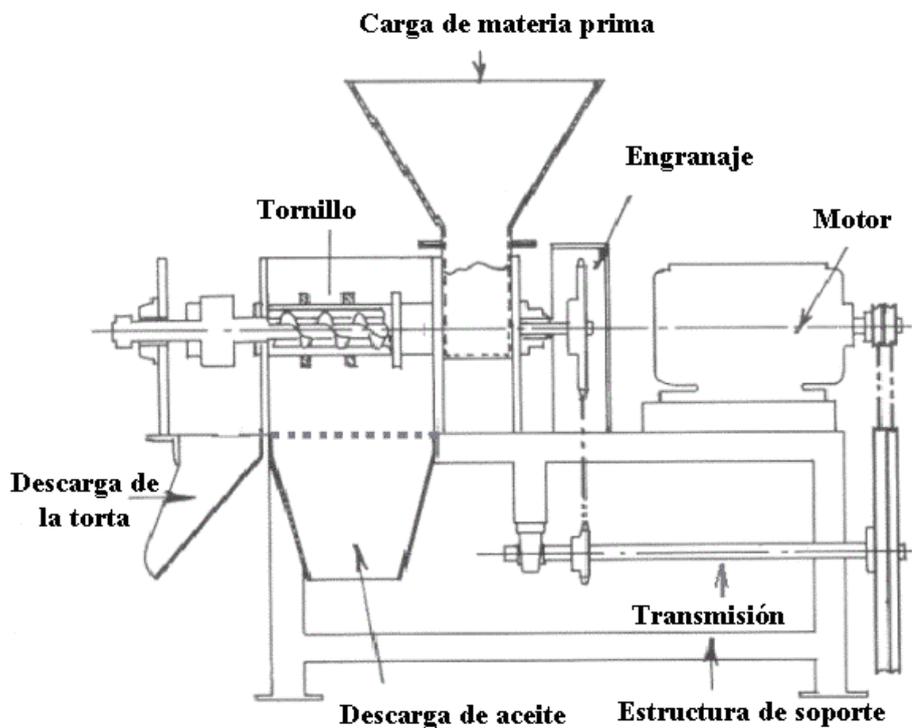


Figura 2.21. Esquema de un expeller para la extracción de aceite de copra.

Debido a su alto porcentaje de saturados, especialmente láurico (50 – 57 %) y caprílico, el aceite de coco funde a unos 25 °C y, generalmente, no se lo hidrogena. Precisamente, ese alto porcentaje de saturados es lo que más conspira contra su consumo. La tendencia contemporánea es la de ingerir aceites con alto porcentaje de insaturados.

En el mercado se comercializa un aceite de coco “virgen” que se obtiene de la parte carnosa del coco, pero no secada sino fresca (por eso se la llama “no copra”). Esa pulpa se prensa mecánicamente para obtener el aceite. Otro método para obtener el aceite de coco “virgen” consiste en extraer la pulpa de los cocos recién cosechados y dejarla fermentar, en recipientes de acero inoxidable,

durante 24 – 36 horas. Durante este tiempo el aceite se separa del agua. Luego se decanta el aceite y se calienta suavemente para eliminar la humedad residual y finalmente se filtra.

La diferencia entre el aceite obtenido por estos métodos y el que se obtiene de la copra radica en el sabor y el olor. El llamado aceite de coco virgen retiene los aromas y el sabor del coco, mientras que el de copra adquiere un sabor “blando” debido al proceso de refinación. La creciente demanda de alimentos “orgánicos” ha hecho que la producción de aceite de coco haya aumentado a lo largo de este siglo.

Uno de los subproductos comerciales derivado del aceite crudo de coco es el llamado LOW ACID OIL (LAO). Se obtiene procesando el aceite crudo de coco mediante una acidificación controlada con ácido fosfórico y adición de agua para precipitar los fosfátidos. Este proceso es un desgomado que se realiza en recipientes herméticos. Luego el aceite se blanquea para reducir el color y se destila con vapor para separar los ácidos grasos y los componentes odoríferos. El LAO se usa para elaborar productos como lardo, shortening, grasas para panadería y margarina.

Si el aceite crudo sólo se refina y blanquea (pero no se desodoriza) se lo identifica como “Cochin Oil”. El Cochin Oil se emplea para elaborar grasas de panadería y margarinas.

Un subproducto de la refinación del aceite de coco es el “aceite acidulado” (AO) que consiste en ácidos grasos libres condensados del arrastre con vapor y de la acidulación de los jabones formados en el proceso de neutralización. El aceite acidulado se usa como fuente de lípidos en los alimentos animales.

Las características promedio del aceite de coco crudo, Low Acid, Cochi Oil, RBD y Aceite acidulado se resumen en la tabla 2.22.

	<b>Aceite de coco crudo</b>	<b>Low Acid</b>	<b>Cochin Oil</b>	<b>Aceite RBD</b>	<b>Aceite acidulado</b>
Ácidos grasos libres como láurico % (máx.)	4,00	1,00	0,10	0,025	80,00
Color, Rojo en la escala Lovibond	15/100max	5/25max	0.7/10 – 1/10	0.7/10 – 1/10	–
Humedad e impurezas (máx.), %	1,00	0,10	0,10	0,08	1,50
Valor de yodo (máx.)	10	10	10	10	25
Índice de saponificación	250 –264	250 – 264	250 –264	250 – 264	240 (min)
Valor de peróxido Value (máx.)	2,0	2,0	0,50	0,50	–
Índice de acidez (min.)	–	–	–	–	180
Materia saponificable, (min.), %	–	–	–	–	95

Tabla 2.22. Características del aceite de coco crudo, refinado y subproductos.

La harina de copra que queda después de la extracción se pelletiza y se usa como alimento para animales por su alto contenido en proteínas e hidratos de carbono. Las reglamentaciones de los países en que se consume, establecen que el tenor de grasas no debe superar el 10%

La composición media de los pellets depende del método de extracción. En el método de extracción con solventes, quedan en los pellets y en la harina más proteínas, glúcidos, minerales y vitaminas, que si se usa el expeller. En la Tabla 2.23. se dan los valores medios de composición según ambos métodos.

	<b>Harina de copra de expeller</b>	<b>Harina/ pellets de copra de extracción con solventes</b>
Proteínas (min.) %	18 – 19	19 – 21
Humedad %	10 – 11	10 – 12
Aceite %	8 – 9	3 – 5
Grasas %	10	10
Carbohidratos, %	45 – 50	45 – 51
Minerales & Vitaminas, %	3 – 5	4 – 7

Tabla 2.23. Composición media de harinas y pellets de copra.

**¿Sabía Ud. que ...**

...en algunos países del sudeste asiático, como Filipinas, la harina de coco se mezcla con harina de trigo para la elaboración de pan y otros productos panificados?

En general, las harinas de copra, se clasifican también por el color y el tamaño de sus partículas. La clase “premium” debe ser de color blanco o color crema y el diámetro de sus partículas debe ser de 0,15 a 0,20 mm. La harina de coco “clase I”, debe ser de un color marrón muy claro y sus partículas deben tener entre 0,21 y 0,25 mm de diámetro. La “clase común” tiene color en la gama del marrón y sus partículas deben tener entre 0,21 y 0,25 mm de diámetro.

**2 – 52. Producción mundial de aceite de coco**

Tres países, Filipinas, Indonesia e India, acaparan más del 80 % de la producción de aceite de coco crudo. En el gráfico de la Tabla 2.24 se resume la producción mundial del último quinquenio, en millones de toneladas métricas (la producción de la campaña 2017/18 es estimada)

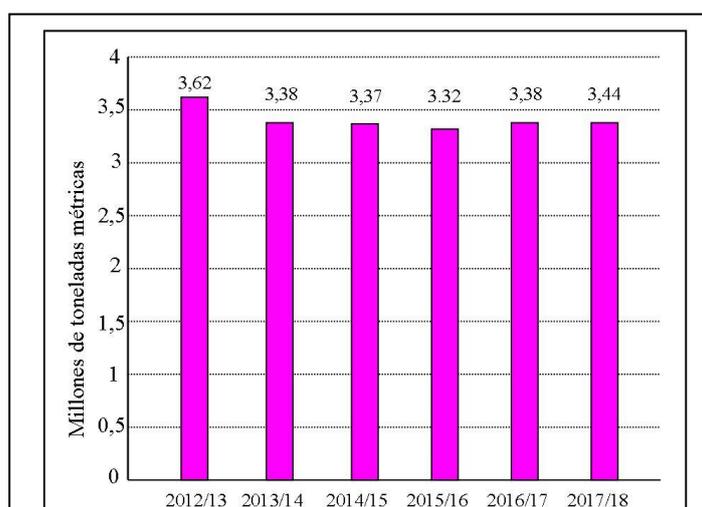


Tabla 2.24. Producción mundial de aceite de coco. Fuente USDA:

En la Tabla 2.25 se muestran los principales productores de aceite de coco durante el último quinquenio. (Los valores de la producción 2017/18 son estimados)

Campaña	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18*
Filipinas	1.484	1.449	1.386	1.460	1.480
Indonesia	975	980	995	999	995
India	438	446	446	425	460
Vietnam	145	155	164	171	174
México	129	130	131	130	129
Sri Lanka	44	44	44	44	44
Papúa Nueva Guinea	35	35	37	40	40
Tailandia	46	46	31	32	33
Malasia	28	31	24	27	26
Costa de Marfil	19	19	19	19	19
Mozambique	12	12	12	12	12
Tanzania	10	10	10	10	10

\*Estimado.

Tabla 2.25. Principales productores de aceite de coco crudo (en miles de toneladas métricas). Fuente: Foreign Agricultural Service. U.S.D.A.

La producción de harina de copra en Filipinas ha ido decayendo a lo largo de esta década. Luego de alcanzar las 945.000 toneladas métricas en el 2010, su producción oscila actualmente alrededor de 750.000 toneladas anuales. En la Tabla 2.26 se da la producción mundial y por países en el último quinquenio.

Campaña	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18*
Filipinas	775	757	720	750	770
Indonesia	509	510	520	509	515
India	247	251	252	245	262
Vietnam	81	87	92	96	97
México	67	68	69	70	70
Sri Lanka	23	23	23	23	23
Papúa Nueva Guinea	19	20	19	21	22
Tailandia	25	25	16	17	17
Malasia	16	17	14	15	16
Costa de Marfil	10	10	10	10	10
Mozambique	7	7	7	7	7
Venezuela	6	6	6	6	6
Tanzania	5	5	5	5	5
Ghana	4	4	4	4	4
Nigeria	4	4	4	4	4
Fiji	2	2	2	2	2
Samoa	1	1	1	1	1
Total mundial	1.802	1.798	1.765	1.786	1.832

\* Estimado.

Tabla 2.26. Producción mundial y por países de harina de copra (en miles de toneladas métricas). Fuente Foreign Agricultural Service USDA.

## 2 – 53. El aceite de coco y el Código Alimentario Argentino

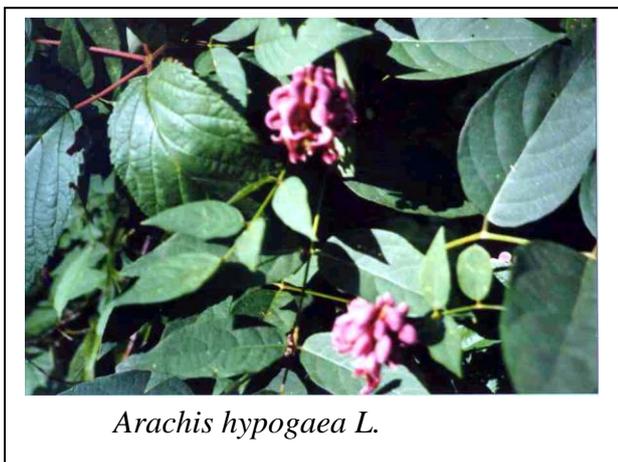
En la República Argentina no se produce aceite de coco. Este aceite se importa, fundamentalmente para jabonería, cosmética, shampoo y otros productos para el cuidado de la piel y el cabello.

En su Artículo 538 - (Res 2012, 19.10.84), El Código Alimentario Argentino da la siguiente definición: "Se denomina Grasa o Aceite de coco la materia grasa extraída del endosperma de la semilla del fruto del cocotero (*Cocos nucifera* y *Cocos butyracea*)" y establece las características físico-químicas de la grasa refinada cuando se usa para alimentación:

Densidad relativa a 25/25°C	0,917 a 0,919
Índice de refracción a 40°C	1,4480 a 1,4500
Índice de yodo (Wijs)	7,5 a 10,5
Índice de saponificación	248 a 264
Insaponificable, Máx	0,50%
Índice de Reichert-Meissl	6 a 8
Índice de Polenske	14 a 18
Punto de fusión	23°C a 29°C
Acidez libre, Máx	0,60 mg KOH/g (0,30% como ácido oleico)
Índice de peróxido	Máx 10,0 miliequivalentes de oxígeno por kilogramo.

## 2 – 54. Aceite de maní

El maní es una planta que pertenece a la familia de las Leguminosas (*Arachis hypogaea* L.) Es originario de Sudamérica, probablemente de Brasil, y los pueblos indígenas americanos lo cultivaban varios siglos antes del descubrimiento de América. Su denominación "cacahuete" es una voz náhuatl. En el siglo XVI, los portugueses llevaron su cultivo a sus colonias en África.



*Arachis hypogaea* L.

La planta de maní alcanza unos 75 cm de altura y hasta 1,2 m de extensión. Las semillas se encuentran encerradas en vainas. Cada vaina contiene hasta 4 semillas y una planta puede producir 40 vainas o más. Algunas variedades de maní desarrollan un porte erguido y compacto, mientras que otras, llamadas rastreras, se extienden sobre el terreno. El maní tiene la peculiaridad de que, una vez fecundada la flor, el receptáculo alargado gira hacia abajo desde la base del pedúnculo floral y entierra el ápice del ovario en el suelo, donde se desarrolla el fruto. De allí que en inglés se llame al maní "groundnut"

Además de su contenido en aceite, 43 – 54 %, la semilla de maní contiene entre un 25 y un 35% de proteínas y constituye una fuente excelente de vitaminas del grupo B. Después de recolectar el maní, el resto de la planta se usa como forraje para el ganado.

De acuerdo con el porcentaje de semillas rotas, el maní se clasifica en 3 categorías. La U.S.D.A. las denomina Segregation I, II y III. Las de grado I son las únicas semillas que se usan para comestibles, las demás se emplean para aceite. Las de grado 1 pasan por un sistema de limpieza que remueve tierra, piedras, ramas y todo otro material extraño. Luego es enviada mediante cintas transportadoras a una máquina descortezadora provista de rejillas especiales a través de las cuales se separan las pepitas de las cáscaras. Mediante agitadores se separa la vaina de la almendra<sup>28</sup>.

El maní pelado pasa sobre varias cribas donde se separan por tamaño y grado comercial. Estos maníes pasan luego por un clasificador electrónico que elimina los granos defectuosos o decolorados así como toda otra impureza que pudiera estar presente.

El maní que no se destina a la elaboración de aceite se tuesta, para usarlos después en la elaboración de los alimentos, pasta de maní, repostería, etc.

Para obtener el aceite de maní se emplean tanto prensas hidráulicas como expellers o la extracción con solventes.

El aceite crudo se refina mediante los procesos usuales, desgomado, neutralización, blanqueo y desodorización.

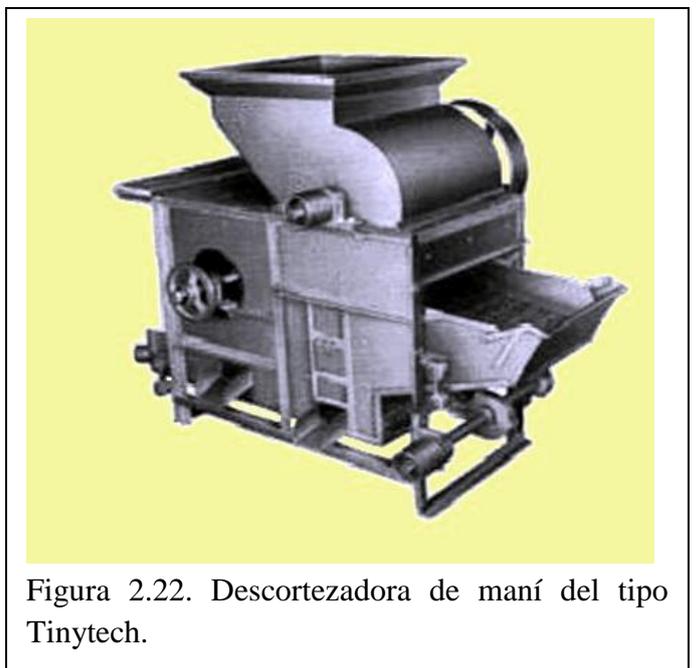


Figura 2.22. Descortezadora de maní del tipo Tinytech.

El porcentaje de aceite obtenido a partir de la semilla depende de la variedad de maní y de las condiciones climáticas en que ha sido cultivado.

## 2 – 55. Producción mundial de aceite de maní

Los principales países productores de aceite de maní son China e India. En la tabla 2.23 se expresan los volúmenes producidos en los últimos años por los principales productores.

---

<sup>28</sup> Los detalles técnicos de una descortezadora como las que fabrica Tinytech, pueden consultarse en la página web: <https://tinytechindia.com/products/groundnut-castorseed-decorticator/>

	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17*	2017/18**
China	2.747	2.787	2.686	2.816	2.864	2960
India	990	1.287	990	875	1.240	1.190
Myanmar	270	270	270	270	270	270
Nigeria	280	229	265	265	265	265
Sudán	150	190	190	220	220	220
EE. UU.	96	95	97	103	129	142
Tanzania	133	133	133	133	133	133
Argentina	59	59	83	79	81	86
Burkina Faso	71	79	75	76	76	76
Brasil	56	43	53	57	58	60
Camerún	56	55	55	55	55	55
Níger	40	43	46	46	46	46
Congo, Rep. Dem.	41	41	41	41	41	41
Mali	40	39	40	40	40	40
Senegal	22	30	51	27	36	36
Uganda	36	36	36	36	36	36
Chad	64	64	64	48	32	32
Malawi	41	41	38	33	28	28
Rep. Centroafricana	28	28	28	28	28	28
Nicaragua	25	25	25	25	25	25
Benín	20	20	21	21	21	21
Vietnam	13	13	13	20	13	20
Mozambique	20	20	20	20	20	20
Otros	90	99	92	95	98	104
<b>Total mundial</b>	<b>5.388</b>	<b>5.726</b>	<b>5.413</b>	<b>5.434</b>	<b>5.860</b>	<b>5.934</b>

\* Preliminar \*\* Estimado

Tabla 2.23. Producción mundial de aceite de maní. En miles de toneladas. Fuente: Foreign Agricultural Service. U.S.D.A.

## 2 – 56. Producción de aceite de maní en la República Argentina

La producción de maní y de aceite de maní en los últimos años ha sido errática e influida tanto por la crisis económica como por factores climáticos, oscilaciones de los precios internacionales y

el boom de la soja. La producción se concentra mayoritariamente en las Provincias de Córdoba y Santa Fe y, prácticamente se destina totalmente a la exportación. En la Tabla 2.24 se dan los valores de molienda de maní y producción de harina y de aceite de las últimas tres campañas.

	2014/15	2015/16	2016/17
Área sembrada*	330	365	370
Área cosechada*	290	360	370
Stock inicial de semilla**	565	271	191
Producción de semilla**	930	1240	1130
Disponibilidad total**	1495	1511	1321
Exportaciones**	876	960	850
Molienda **	268	275	280
Consumo doméstico de semilla **	55	58	61
Uso doméstico, pérdidas **	25	27	29
Consumo doméstico total **	348	360	370
Stock final **	271	191	101
<b>Distribución total **</b>	<b>1495</b>	<b>1511</b>	<b>1321</b>
Stock inicial de harina **	4	2	1
Producción de harina **	114	117	120
Exportación de harina **	16	18	19
Consumo domestico total **	100	100	102
Stock final de harina **	2	1	0
Stock inicial de aceite de maní**	0	1	1
Producción de aceite de maní**	83	79	81
Exportación de aceite de maní**	81	77	79
Consumo doméstico**	1	1	1
Stock final de aceite de maní**	1	1	1

\*En miles de hectáreas. \*\*En miles de toneladas métricas. Fuente: Foreign Agricultural Service. U.S.D.A.

Tabla 2.24. Molienda, producción de harina y aceite de maní de las últimas tres campañas.

**¿Sabía Ud. que...**

La alergia al maní se transmite principalmente a través de la leche materna? En las últimas décadas ha crecido tanto este tipo de alergia alimentaria que se estima que uno de cada 50 niños la padece. Las personas alérgicas al maní no sólo deben evitar su ingesta sino también evitar el contacto con la piel. Sin embargo, en la mayoría de los casos, no son afectados por consumir aceite de maní. Esto se debe, principalmente, a que en el proceso de refinación del aceite se separan todas las proteínas de la semilla.

**2 – 57. Especificaciones del Código Alimentario Argentino para el aceite de maní**

En su Artículo 531 - (Res 2012, 19.10.84), el Código Alimentario Argentino define: "Se denomina Aceite de maní, el obtenido de semillas de distintas variedades de Arachis" y establece las características fisicoquímicas que debe cumplir el aceite refinado. Ellas son:

Densidad relativa a 25/4°C	0,9090 a 0,9170
Índice de refracción a 25°C	1,4690 a 1,4703
Índice de yodo (Wijs)	92 a 106
Índice de saponificación	187 a 195
Insaponificable, Máx	0,80%
Pérdida por calentamiento, Máx	0,05%
Índice de Bellier modificado (medio acético de precipitación)	38°C a 42°C
Polibromuros insolubles, Máx	0,4%
Índice de peróxido, Máx	10,0 miliequivalentes de oxígeno/kg"

**2 – 58. Aceite de pepita de uva.**

El aceite de pepita de uva es un subproducto de la elaboración del vino que se obtiene a partir del residuo del prensado de la uva (orujo de uva). Cada uva contiene entre 3 y 5 semillas con un contenido en aceite que varía ampliamente entre 6 y 21% según el tipo de uva. Las semillas provenientes de uvas blancas dulces son las que contienen mayor porcentaje de aceite mientras que las provenientes de algunas variedades de uvas negras son las que contienen la menor proporción de aceite.

El aceite de pepitas de uva es considerado internacionalmente como un “nicho”, que surge del aprovechamiento de los residuos de la producción de otra mercancía.



De acuerdo con la variedad de uva y su destino industrial, — por ejemplo, vino o pasas de uva — resultan distintos porcentajes de residuos.

Estos residuos tienen tres componentes principales: el pellejo, el tallo y la semilla. Si bien los porcentajes de aceite extraídos de la uva son muy bajos comparados con las oleaginosas, los volúmenes de producción de uva empleados en la vitivinicultura justifican la producción del aceite. Así, la producción mundial del año 2017 se estima en 35.000 *tm*.<sup>29</sup> Comparativamente, esta producción es ínfima respecto de otros aceites, como los de palma, soja o girasol, pero es muy redituable por el altísimo precio al cual se transa en los mercados, llegan a costar .

Una vez que la uva ha sido procesada, las semillas deben separarse del orujo y secarse lo más rápidamente posible a fin de evitar su contaminación por mohos y para producir un aceite con bajo índice de acidez.

El orujo de envía a una criba rotatoria donde, a través de una malla de 3 mm, se separa la pulpa de la semilla. La semilla separada se envía a un secador a tambor rotatorio. Una vez secas, las semillas se trituran y se prensan en frío. En otros casos, las semillas se trituran en molinos a rodillos y se calientan a 100 °C durante 20 minutos luego de lo cual se extrae con hexano.

El aceite crudo es neutralizado, decolorado con carbón activado y arcilla decolorante y finalmente desodorizado al vacío. En algunos casos, cuando el contenido en ácidos grasos libres es bajo, el proceso de refinación se reduce al blanqueo. Para producir 250 ml de aceite de pepita de uva se requiere entre 28 y 30 kg de orujo.

El aceite obtenido se filtra y se almacena en tanques de acero inoxidable en atmósfera inerte, manteniéndose a temperaturas de 18 – 20 °C.

La torta residual de la extracción del aceite se usa como combustible o como alimento para ganado. Contiene 25 – 45% de fibra y 8 – 12% de proteínas.

El aceite de pepita de uva es rico en ácidos insaturados linoleico y oleico, por lo que su ingesta es recomendable para reducir el nivel de lipoproteínas de baja densidad LDL en sangre. En la tabla 2.25 se dan los valores típicos de los ácidos grasos presentes en el aceite de uva.

---

<sup>29</sup>El aceite de pepitas de uva, no es un commodity, es decir, no se transan contratos estandarizados de este producto. Por eso, ni, la FAO, ni otros organismos nacionales e internacionales llevan estadísticas de su producción y consumo.

Láurico	C 12:0	< 0,5
Mirístico	C 14:0	< 0,3
Palmítico	C 16:0	5,5-11,0
Palmitoleico	C 16:1	< 1,2
Estearico	C 18:0	3,0-6,0
Oleico	C 18:1	12,0-28,0
Linoleico	C 18:2	58,0-78,0
Linolénico	C 18:3	< 1,0
Araquídico	C 20:0	< 1.0
Behénico	C 22:0	< 1.3

Tabla 2.25. Composición típica de ácidos grasos en el aceite de uva. Fuente: Eckey, E.W., Vegetable Fats and Oils, Reinhold Publishing Corp, 1954.

En la tabla 2.26 se sintetizan las características típicas del aceite de uva

Densidad relativa al agua(a 20°C/ °C)	0.923 - 0.926
Índice de refracción ( $n_D^{40}$ )	1.473 - 1.477
Valor de Saponificación (mg KOH/g aceite)	188 – 194
Valor de yodo (Wijs)	130 – 138
Materia Insaponificable g/kg aceite	<20
Eritrodioles (5 del total de esteroides)	<20
Punto de solidificación °C	-10 a -24 °C
Sólidos 0 °C (%)	0

Tabla 2.26 Características fisicoquímicas típicas del aceite de uva

Los principales productores de aceite de pepitas de uva son, naturalmente, los principales productores de vino. En Europa: España, Francia e Italia. En América del Norte, Estados Unidos, en América del Sur, Chile y Argentina.

En Argentina, el principal productor es Derivados-Vínicos S.A. que, con la marca “Frutos de la viña” produce, en la Provincia de Mendoza, unas 2000 toneladas anuales.

**¿Sabía Ud que ...**

entre las sustancias presentes en la semilla de uva, y que en el proceso de extracción se incorporan al aceite, se encuentran flavonoides que se usan para el tratamiento de la insuficiencia venosa crónica? Son las proantocianidinas también llamadas "OPC" como abreviatura de oligómeros pro-cianidólicos. Este grupo de flavonoides, en dosis de 100-300 mg al día durante al menos cuatro semanas, (Maffei F, et al., 1994) ha logrado reducir la inflamación en las piernas y otros síntomas de este padecimiento.

**2 – 59. Especificaciones del Código Alimentario Argentino para el aceite de pepita de uva**

En su Artículo 532 - (Res 2012, 19.10.84), el Código Alimentario Argentino define: "Se denomina Aceite de uva o de Pepita de uva, el obtenido de semilla de distintas variedades de *Vitis vinifera L.*" y establece las características fisicoquímicas que debe cumplir el aceite refinado. Ellas son:

Densidad relativa a 25/4°C	0,9060 a 0,9200
Índice de refracción a 25°C	1,4730 a 1,4745
Índice de yodo (Wijs)	130 a 140
Índice de saponificación	185 a 195
Insaponificable, Máx	1,00%
Pérdida por calentamiento, Máx	0,05%
Índice de Bellier modificado (medio acético de precipitación)	13°C a 16°C
Polibromuros insolubles, Máx	0,4%
Índice de peróxido, Máx	10,0 miliequivalentes de Oxígeno/kg"

**2 – 60. Aceite de sésamo (de ajonjolí)**

Se desconoce el lugar de origen del sésamo, pero ha crecido en China, India, África, Japón, Indonesia, Tailandia, Egipto, México y otras partes. Hay semillas de colores blancos y otras de colores oscuros que se conocen comercialmente como "blancas" y "negras", las variedades blancas dan un rendimiento superior a las negras y se usan generalmente para los mismos propósitos que el aceite de oliva.

Es un aceite particularmente rico en dos insaturados, oleico y linoleico que componen más del 70% del total de ácidos, llegando, en algunos cultivos hasta el 90%.

El principal país productor mundial de aceite de sésamo es Myanmar, (320.000 tm en 2016), seguido por China (235.000 tm, en 2016) e India (115.000 tm en 2016).

## 2 – 61. Especificaciones del Código Alimentario Argentino para el aceite de sésamo

En su Artículo 533 bis - (Res 2012, 19.10.84), el Código Alimentario Argentino define: ""Se denomina Aceite de sésamo, el obtenido de las semillas de *Sesamun indicum L.*” y establece las características fisicoquímicas que debe cumplir el aceite refinado. Ellas son:

Densidad relativa a 25/4°C	0,918 a 0,923
Índice de refracción a 25°C	1,4704 a 1,4744
Índice de yodo (Wijs)	104 a 120
Índice de saponificación	187 a 195
Insaponificable, Máx	2,00%
Pérdida por calentamiento, Máx	0,05%

## 2 – 62. Aceite de colza y de canola. El problema de la semilla de colza.

La colza (*Brassica campestris L.*) es una especie oleaginosa proveniente de Europa y Asia cuyo aceite se utilizó, principalmente, para fines industriales. Desde un punto de vista nutricional, el aceite de semilla de colza y la harina presentaban ciertos problemas fisiológicos tóxicos debido a la presencia de altas concentraciones de ácido erúico (ácido (Z)-docosa-13-enoico, C<sub>22</sub>H<sub>42</sub>O<sub>2</sub>) en el aceite y materiales conocidos como “glucosinolatos” en la harina que resultaban tóxicos para la hacienda.



Figura 2.23. Flores de *Brassica campestris L.*

Durante la Segunda Guerra Mundial, la necesidad de aceites lubricantes hizo que comenzara a intensificarse en Canadá el cultivo de una variedad de colza (*Brassica napus*) diferente a la europea. Luego se descubrió que el aceite obtenido de esta variedad no tenía tantas características indeseables como el que se obtiene de la *Brassica campestris* lo que permitió que, a partir de 1956, comen-

zara su uso para la alimentación humana. En 1974, el Dr. Baldur Stefansson, un fitogenetista de la Universidad de Manitoba, desarrolló la primera variedad de colza llamada inicialmente “doble cero” que reducía tanto el ácido erúxico como la concentración de glucosinolatos. En 1978, esta variedad se registró con el nombre de CANOLA (Canadian Oil Low Acid). Desde entonces el aceite comestible procesado de las semillas de los cultivos de canola se conocen en el mercado como aceite de canola, — aunque a veces se los llama LEAR (Low erucic acid rapeseed). El nombre de “aceite de canola” se reserva exclusivamente para el aceite que contiene menos del 2 % de ácido erúxico esterificado, mientras que el aceite que contiene de 2 a 5% de ácido erúxico se llama “aceite de colza”.

Si bien se conocía que el ácido erúxico esterificado en el aceite obtenido de la *Brassica campestris* L. producía efectos nocivos sobre la salud humana, recién a mediados de la década de 1970 se comprobó la relación entre ese ácido y ciertas afecciones cardíacas. Entre los efectos adversos detectados se encuentra las lipidosis miocárdica que reduce la fuerza contractiva del músculo cardíaco. También se comprobó que, en animales de laboratorio, produce necrosis y fibrosis del músculo cardíaco.

La colza es el cultivo oleaginoso más importante de Europa Occidental. Francia, Alemania y Suecia son los mayores países productores de Europa. En América, Canadá es uno de los países productores más importantes (como aceite de canola) mientras que en Asia lo son la India y China.

El contenido en aceite de las semillas varía entre 33 y 47 % con menos del 8% de restos de ácidos grasos saturados. Las semillas contiene 8,5% de humedad y una vez separado el aceite, la harina contiene entre un 30 y un 40 % de proteínas.

El proceso de obtención del aceite se inicia con un control fitosanitario y de humedad. Luego las semillas se limpian haciéndolas pasar por separadores magnéticos seguidas de una aspiración de polvos y finalmente pasan por dos zarandas vibratorias: una cuya malla separa las partículas que exceden del cierto tamaño y la otra separa las partículas que están por debajo de cierto tamaño. Una vez realizada esta limpieza las semillas se envían al equipo de descascarillado. El propósito del descascarillado es el de remover la mayor parte de la fibra y de un grupo de pigmentos presentes en la cáscara que, al pasar a la harina, disminuirían su valor alimenticio. El proceso global de descascarillado incluye la cocción, el descascarillado en sí mismo y la separación de la cáscara.

Si bien están en uso procesos de prensado a tornillo y procesos por extracción con solventes, parece ser más económica una pre-extracción mediante expeller completándose, después, la extracción con hexano.

Antes de entrar al expeller, la semilla descascarada se somete a un pre-tratamiento consistente en calentarla en forma indirecta a 30 – 40 °C, triturlarla y luego hacerla pasar por rodillos planos hasta obtener “flakes” de 0,25 – 0,30 mm de espesor. Los flakes se envían a un sistema de cilindros de cocción calefaccionados externamente por vapor donde se calientan a 75 –80 °C. Luego los flakes son transportados al expeller que les extrae el 60 – 70 % del aceite. La torta que sale del expe-

lter es enviada a un extractor donde se completa la extracción mediante el hexano. El proceso se completa con la recuperación del solvente tanto de la torta (desolventización) como del aceite (por destilación). El aceite crudo obtenido es sometido a un desgomado para remover los fosfátidos y la humedad. Hecho esto, el aceite seco se enfría y se transfiere al proceso de refinación o al depósito de almacenaje. El proceso de refinado es el RBD que ya hemos comentado para otros aceites.

En Argentina, el cultivo de colza es escaso y se lo evalúa el uso del aceite para la producción de biodiesel.

## 2 – 63. Producción mundial de aceite de colza

La Unión Europea, China, India y Canadá concentran más del 85% de la producción mundial del aceite de colza, siendo este aceite el tercero en volumen de producción. En la Tabla 2.30 se da la producción mundial de los últimos años.

País	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18*
Unión Europea	10.011	10.596	10.157	10.336	10.450
China	7.215	7.137	7.258	6.551	6.865
Canadá	3.050	3.230	3.625	4.020	4.020
India	2.280	1.596	1.900	2.200	2.250
Japón	1.054	1.074	1.050	1.061	1.075
Estados Unidos	710	704	723	798	768
México	589	616	610	715	715
Pakistán	428	435	530	470	490
Rusia	412	463	388	392	470
Emiratos Árabes Unidos	280	354	280	325	335
Australia	310	310	318	330	310
Irán	167	149	182	187	193
Bangladesh	103	121	181	153	162
Ucrania	61	108	130	80	120
Belarus	239	262	135	98	109
Total mundial	27.260	27.630	27.830	28.160	28.790

\*Estimado.

Tabla 2.27. Producción de aceite de colza. En miles de tm. Fuente USDA. Diciembre de 2017.

## 2 – 64. Especificaciones del Código Alimentario Argentino para el aceite de colza

En su Artículo 534 (Res 2012, 19.10.84), el Código Alimentario Argentino define: " Se denomina Aceite de nabo o de colza o de nabina, el obtenido de semillas de variedades oleíferas de

*Brassica campestris L.* y *B. napus L.*” y establece las características fisicoquímicas que debe cumplir el aceite refinado. Ellas son:

Densidad relativa a 25/4°C	0,9100 a 0,9200
Índice de refracción a 25°C	1,4710 a 1,4718
Índice de yodo (Wijs)	110 a 118
Índice de saponificación	175 a 185
Insaponificable, Máx.	1,00%
Pérdida por calentamiento, Máx.	0,05%
Índice de Bellier modificado (medio acético de precipitación)	18°C a 22°C
Polibromuros insolubles, Máx.	0,4%
Ácido erúxico, Máx.	5% referido a los ácidos grasos totales
Índice de peróxido, Máx.	10,0 miliequivalentes de oxígeno/kg.

## 2 – 65. La producción de colza en la República Argentina

La producción de colza en la Argentina es muy reciente, ya que se inicia en 1998. En la Tabla 2.31 se dan los volúmenes cosechados

Año	Cosecha
2010	23,3
2011	50,6
2012	128,3
2013	111,9
2014	104,8
2015	67,4
2016	49,8

Tabla 2.28. Producción de aceite de colza en la Argentina. En toneladas. Fuente: Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina.

Los expertos del INTA están haciendo estudios experimentales para mejorar la producción de semilla de colza y el desarrollo de una variedad autóctona. Para obtener información acerca del cultivo de esta variedad, puede consultarse la página web: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=35441>

## 2 – 66. Aceite de maíz

El maíz, *Zea mays L.*, es una planta de la familia de las gramíneas. Al igual que otros cereales, se cultiva por su contenido de almidón y proteínas. El maíz destinado a molienda se utiliza para la obtención de almidones, dextrinas, dextrosa, jarabes y forrajes siendo el aceite es un subproducto del proceso de industrialización. Si bien representa sólo un pequeño porcentaje del peso del grano, los volúmenes de producción de este cereal justifican la inversión económica para la obtención de aceite a escala comercial.



El proceso comienza con la inspección del grano que arriba a la refinería y la realización de los controles fitosanitarios del cereal. Luego de efectuar la limpieza para eliminar los restos de mazorca, polvo, pajas y otros materiales, los granos de maíz se introducen en tanques de acero inoxidable donde se remojan durante 30 – 40 horas con agua a 50 °C. Durante esta etapa los granos absorben alrededor de un 45 % de agua duplicando su volumen. La adición de 0,1 % de dióxido de azufre previene un excesivo desarrollo bacteriano en el agua a esa temperatura. A medida que los granos se ablandan en el agua de remojo comienzan a liberar el almidón.

Después del remojado, los granos son triturados para liberar el germen de los otros componentes. El agua de remojo se condensa para recuperar el almidón y los granos son conducidos en una lechada acuosa a los separadores del germen. El germen del maíz es separado de los restos de los granos mediante ciclones. El material así separado contiene el 85 % del aceite de maíz y es bombeado a cribas rotatorias donde es lavado repetidamente para eliminar todo resto de almidón que pudiera haberse arrastrado. El germen es prensado en frío para extraer la mayor parte del aceite. El aceite que queda en la torta se extrae con hexano. El residuo del germen se utiliza para alimentación animal.

El aceite crudo de maíz se somete a los procesos usuales de refinación: filtración, desgomado, neutralización, blanqueo y desodorización.

**2 – 67. Producción mundial de maíz y de aceite de maíz.**

País	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18*
Estados Unidos	351.272	361.091	345.506	384.778	370.286
China	218.489	215.646	224.632	219.554	215.000
Brasil	80.000	85.000	67.000	98.500	95.000
Unión europea	64.931	75.734	58.748	61.095	59.585
Argentina	26.000	29.750	29.500	38.500	39.000
México	22.800	25.480	25.971	27.565	26.200
India	24.259	24.170	22.570	26.220	25.000
Ucrania	30.900	28.450	23.333	28.000	25.000
Rusia	11.635	11.325	13.168	15.305	15.000
Canadá	14.194	11.487	13.559	13.200	14.100
Sudáfrica	14.925	10.629	8.214	17.475	12.500
Indonesia	9.100	9.000	10.500	10.900	11.350
Nigeria	8.423	10.791	9.540	10.755	10.500
Filipinas	7.532	7.671	6.970	8.087	8.300
Etiopía	6.492	7.235	6.800	6.350	6.500
Egipto	5.800	5.960	6.000	6.000	6.000
Total mundial	996.150	1.023.352	973.452	1.075.550	1.044.752

\*Estimado.

Tabla 2.29. Producción de maíz. En miles de tm. Fuente USDA. Diciembre de 2017.

La producción mundial de aceite de maíz está dada en la tabla 2.29.

Campaña	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Producción mundial	3.000	3.148	3.187	3.405	3.480

Tabla 2.29. Producción mundial de aceite de maíz. En miles de tm. Fuente USDA. Diciembre de 2017.

A la fecha de la publicación del presente, no hay datos actualizados de organismos internacionales que indiquen la producción de aceite de maíz por países. En la tabla 2.30 se dan los valores correspondientes a los principales productores hasta la campaña 2014/2015.

Campaña	2012/13	2013/14	2014/15
Estados Unidos	1.111.300	1.082.300	1.818.100
China	258.274	268.129	277.389
Brasil	91.692	93.790	93.797
Japón	85.758	84.854	82.256
Sudáfrica	79.500	80.700	81.300
Italia	63.900	64.600	65.200
Canadá	57.300	58.300	59.200
Francia	53.100	54.300	55.900
Argentina	40.900	39.100	40.700
México	25.600	26.100	27.100
Reino Unido	23.000	23.300	23.500
Tanzania	22.400	22.500	22.500
España	18.100	18.400	18.600
Alemania	16.200	16.700	17.300

Ucrania	10.033	8.710	7.969
Moldavia	7.100	7.300	7.600
Indonesia	6.326	6.361	7.417
Rusia	6.394	5.842	5.717
Filipinas	6.000	6.000	6.000
India	4.950	4.950	5.000

Tabla 2.30. Principales productores de aceite de maíz. En tm. Fuente USDA. Diciembre de 2016.

## 2 – 68. El maíz en la República Argentina

El maíz es uno de los principales granos de la cosecha gruesa de la República Argentina. En la campaña 2016/2017 se cosecharon 38,5 millones de toneladas de este producto sobre un área sembrada de 5,8 millones de hectáreas. El rendimiento de este cultivo excede largamente la media mundial. Para la campaña 2017/18, el área sembrada supera las 6 millones de hectáreas estimándose una producción ligeramente superior a las 39 millones de toneladas. La producción de aceite de maíz se incrementó en las dos últimas campañas estimándose a diciembre de 2017, que la producción será superior a 45.000 toneladas.

## 2 – 69. Especificaciones del Código Alimentario Argentino par el aceite de maíz

En su el Código Alimentario Argentino da la siguiente definición:

"Se denomina Aceite de maíz, el obtenido del germen de semilla de *Zea mays* L." y establece que las características fisicoquímicas del aceite refinado deben ser:

Densidad relativa a 25/4°C	0,9145 a 0,9200
Índice de refracción a 25°C	1,4710 a 1,4725
Índice de yodo (Wijs)	111 a 121
Índice de saponificación	188 a 195
Insaponificable, Máx	2,00%
Pérdida por calentamiento, Máx	0,05%
Índice de Bellier modificado (medio acético de precipitación)	16 °C a 22 °C
Polibromuros insolubles, Máx	0,4%
Índice de peróxido, Máx	10,0 miliequivalentes de Oxígeno/kg"

## 2 – 70. El caso del maíz StarLink

El maíz StarLink es uno de los varios tipos de maíz Bt que han sido modificados genéticamente insertando en sus genes una porción del ADN del *Bacillus Thutiniensis* — de allí el nombre Bt. El bacilo mata especialmente a lepidópteros, pero también a coleópteros y dípteros. Lo que se le transmite a la planta son genes codificadores de las *proteínas Bt* que tienen esa propiedad insecticida. Mientras que otros Bt que estaban en el mercado en 1999 y 2000 producían una toxina Bt llamada Cry1A(b), StarLink tiene Cry9C, una versión ligeramente distinta de la proteína.

Una de las pruebas que exigían las autoridades de contralor en los Estados Unidos — FDA y EPA — para aprobar la producción del cultivo, era que la proteína que genera el maíz, en este caso la proteína Cry9C, debía degradarse en un cierto lapso y no producir alérgenos. Como los resultados de los ensayos con el maíz StarLink no fueron concluyentes (y, en rigor producen alérgenos) y los trámites para la aprobación se demoraban, la empresa que había desarrollado la semilla, Aventis, solicitó autorización para comercializarla excluyendo el consumo humano. La EPA otorgó el permiso, lo que no le ocasionaba mayores perjuicios a Aventis, ya que el grueso de la cosecha de maíz se destina a la alimentación de animales y a la producción de alcohol combustible. En el contrato de venta, la empresa comprometía a los agricultores a no derivar su cosecha de maíz StarLink a canales que pudieran incluir este maíz en alimentos de consumo humano.

En los Estados Unidos, las empresas que comercializan semillas no tienen silos separados para maíz apto para consumo humano y maíz no apto para tal consumo. Una encuesta del New York Times reveló que gran parte del maíz StarLink había terminado siendo materia prima para alimentos de consumo humano al punto que buena parte de la harina de maíz, o de los granos de maíz existentes en las góndolas de los supermercados derivaban del StarLink.

La detección de la proteína Cry1Ac del maíz Bt se realiza sencillamente colocando la muestra sobre un tira que tiene un anticuerpo monoclonal contra esa proteína. La aparición de una banda coloreada indica un resultado positivo.

El Washington Post realizó otra encuesta y encontró proteína Cry1Ac del maíz StarLink en el maíz blanco, que es una variedad no transgénica. Esto se había producido naturalmente por polinización cruzada. La incertidumbre provocada en la población y la actitud de los importadores internacionales, que comenzaron a proveerse de maíz no transgénicos en la Argentina y Brasil motivaron que el gobierno de los Estados Unidos iniciara un programa de recompra por 20 millones de dólares para eliminar de las existencias alimentarias los granos contaminados con StarLink.

La experiencia con el maíz StarLink logró que la EPA ya no otorgue más autorizaciones restringidas a consumo animal y que en la empresa AventisCropScience fueran despedidos el presidente, el asesor jurídico y el vicepresidente de desarrollo de mercado.

El episodio de StarLink constituye uno de los ejemplos de los problemas que pueden suscitarse relacionados con la tecnología transgénica.

### Actividad Práctica N° 3

#### Identificación de aceites de oliva, soja sésamo, girasol y maní mediante reacciones coloreadas.

**Reacción de Hauchecorne:** Se colocan 3 ml de aceite de oliva en un tubo de ensayos. Se agregan 3 ml de ácido nítrico concentrado y se agita vigorosamente durante un minuto. Se deja reposar durante 15 minutos y se observa y registra la coloración.

Se repite el ensayo con aceite de soja, con aceite de sésamo y con aceite de girasol.

El aceite de oliva apenas cambia de color o presenta una coloración ligeramente amarillenta.

El aceite de soja adopta un color anaranjado.

El aceite de sésamo presenta color rojo.

El aceite de girasol manifiesta un color pardo oscuro.

**Reacción de Billier:** En un tubo de ensayo se colocan 2 ml. de una solución de resorcina saturada de benceno, se añaden 3 ml de ácido nítrico concentrado y 3 ml de aceite de oliva; se agita la mezcla y se examina su color instantáneamente (después, el ácido que se separa en la parte inferior del tubo adquiere un color distinto).

Se repite el ensayo con aceite de soja y con aceite de maní.

El aceite de oliva adquiere un color amarillo grisáceo, a veces ligeramente violáceo (posteriormente, el ácido pasa a color rojo o rojo pardo).

El aceite de soja presenta un color violeta.

El aceite de maní manifiesta color azul.

### 2 – 71. Aceite de lino

El aceite de lino se obtiene de la semilla del lino (*linum usitatissimum*). Es una planta cultivada por los sumerios y los egipcios quienes usaban un tejido de lino para cubrir a sus momias. Es también la planta más antigua cultivada en Europa. Su aceite fue usado por los romanos para elaborar pinturas y barnices.

Las cápsulas marrones del fruto del lino contienen 6 – 7 semillas con un contenido del 38 – 44 % de aceite



Lino (*linum usitatissimum*)

El aceite de semilla de lino se obtiene tanto por prensado en frío, por extracción con solventes o mediante un pretratamiento en expeller y posterior extracción con hexano. El aceite crudo obtenido por prensado en frío es claro, de color amarillo oro, o bronce y a veces amarillo verdoso, con un sabor y olor característico. Con el proceso de refinación el sabor y el olor se reducen considerablemente.

El proceso de obtención del aceite se inicia mediante una limpieza por aspiración de polvos y otras impurezas a la vez que un separador magnético atrapa los restos de hierro o acero que lo puedan acompañar. Una vez limpias las semillas, se la deja madurar durante un tiempo prolongado (si la maduración es a temperatura ambiente el proceso lleva un mes). Con esto se logra que disminuya el porcentaje de mucílagos en el aceite prensado y se mejoran las características secantes del producto.

Mediante sucesivos cribados se separan las semillas y se envían al equipo de descascarado. La semilla descascarada se somete a un calentamiento indirecto a 30 – 40 °C, se tritura y luego pasa por rodillos planos para obtener “flakes” de 0,25 – 0,30 mm de espesor. Los flakes se acondicionan mediante calefacción externa (70 – 80 °C) y son transportados al expeller que les extrae una parte del aceite. La torta que sale del expeller es enviada a un extractor donde se le extrae el resto del aceite con hexano. Mediante la desolventización se recupera el solvente de la torta y la micela se fracciona por destilación. Los fosfátidos del aceite crudo se separan por desgomado.

El aceite de lino desgomado se refina colocándolo en recipientes recubiertos de plomo donde se le agrega alrededor del 1 % de ácido sulfúrico el que se dispersa mediante un agitador. El sedimento de color verde oscuro que se forma se separa por la parte inferior del reactor, luego de lo cual, el ácido remanente se neutraliza por lavado con una lejía alcalina al 3% a 15 – 20 °C. El aceite así refinado se seca destilándolo al vacío a 70 – 80 °C.

El blanqueo se efectúa en caliente (80 °C) con tierras decolorantes activadas en una proporción del 3 %. El blanqueo transcurre con agitación continua durante una hora a hora y media, luego de lo cual se filtra. El olor característico de la semilla de lino se elimina mediante una destilación con vapor al vacío. Finalmente se eliminan las ceras enfriando el aceite a una temperatura de 4 °C. El enfriamiento se mantiene hasta que toda la cera haya cristalizado. Luego se separa el aceite de la cera por filtración.

El aceite de lino es rico en oleico y linoleico (prácticamente en las mismas proporciones) pero su mayor contenido es de ácido linolénico. El aceite tiene carácter fuertemente secante y cuando se esparce sobre una superficie, al cabo de 24 – 36 horas, forma una película transparente debido a un proceso de auto oxidación.

En la tabla 2.31 se resumen las características fisicoquímicas habituales del aceite de lino

Punto de ebullición	365 – 372 °C
Punto de solidificación	–18 a – 27 °C
Punto de inflamación	265 – 275 °C
Densidad 20/20 °C	0,925 – 0,932
Índice de refracción $n_{D40}$	1,4758 – 1,4820
Viscosidad a 20 °C	46,5 – 50 cp
Índice de yodo	175 – 200
Índice de acidez	2 – 4
Índice de saponificación	188 – 196
Insaponificable	0,5 – 1,5 %
Índice de hexabromuro para linoléico	48 – 55

Tabla 2.31. Principales características fisicoquímicas del aceite de lino

Adicionando materias sólidas al aceite de lino se reduce el tiempo de secado en un 80 – 85 %. Esto se realiza calentando el aceite a unos 130 °C. Alcanzada esa temperatura se le agregan óxidos metálicos (pirolusita, óxidos de manganeso hidratados y litargirio) y se continua el calentamiento durante algunas horas a 220 – 250 °C. En otros procesos, cuando la mezcla está a 150 °C se insufla aire durante una hora. En otros procesos, en vez de óxidos metálicos se agregan oleatos o naftenatos metálicos porque se disuelven mejor en el aceite lo que permite una mejor dosificación. El aceite así tratado se llama *aceite de lino cocido* y tiene mejores propiedades secantes. En general, el contenido en óxidos metálicos en el aceite de lino cocido no debe superar el 2 %. En el caso de usar oleatos o naftenatos su contenido no debe superar el 5 %.

Otro proceso al que se somete el aceite de lino es el de estandolización, consistente en calentar durante 10 – 18 horas el aceite de lino en un reactor de acero inoxidable a una temperatura de 290 – 300 °C. La cocción se hace en atmósfera inerte (nitrógeno o CO<sub>2</sub>) para evitar el pardeamiento por el oxígeno. Mediante este proceso se inicia la polimerización del aceite que se denomina comercialmente *aceite de lino espesado* o *standoil de lino*. Las películas de barnices preparados con aceite de lino espesado amarillean menos, son más elásticas y resistentes, tienen mejor brillo y logran un mejor proceso de secado. A diferencia de las películas con aceites de lino sin polimerizar no se hinchan, prácticamente, en agua.

El aceite de lino se usa mayoritariamente en la industria química como materia prima para la elaboración de barnices, colores al óleo para pintura artística, esmaltes y linóleos. También se usa para modificar las propiedades físicas de resinas alquídicas, en la preparación de jabones blandos, tintas de imprenta, en cosmética para elaborar cremas defoliantes, etc. También se utiliza en veterinaria como purgante para ganado equino y caprino.

En algunos países de Europa del Este, el aceite de lino prensado en frío se consume como aceite comestible

## 2 – 72. Producción mundial de semillas de lino

Canadá es hoy el mayor productor mundial de semillas de lino. En la tabla 2.37 se dan los volúmenes de producción de esta semilla de los últimos años.

	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18*
Canadá	489	730	942	579	635
China	398,9	387	361	362	360
Estados Unidos	85	162	231	220	215
India	147	142	155	125	123
U.E.	116	96	121	148	125
Otros	936	1033	890	1046	1096
<b>Total</b>	<b>2450</b>	<b>2550</b>	<b>2700</b>	<b>2480</b>	<b>2520</b>

\* Estimado

Tabla 2.32. Producción mundial de semillas de lino. En millones de toneladas. Fuente: Flax Council of Canada, Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives, Market and Industry Services Branch (AAFC), FAOSTAT. Oil-world.

Los principales productores de aceite de lino son la Unión Europea, los Estados Unidos y China. En la Tabla 2.38 se dan los valores de la producción mundial

Campana	2012/13	2013/14	2014/15
UE	194,1	192,1	196,8
EE.UU	98,0	94,2	105,0
China	147,6	158,5	196,2
Turquía	34,1	16,2	75,7
Etiopía	41,6	41,9	32,4
India	46,0	37,9	34,7
Canadá	10,2	10,2	8,6
<b>Total mundial</b>	<b>657,3</b>	<b>622,0</b>	<b>714,0</b>

Tabla 2.33. Productores de aceite de lino (en miles de tm), Fuente FAO.

## 2 – 73. La producción de lino en la República Argentina

En la década de 1980, la República Argentina llegó a ser uno de los principales productores de semillas de lino, llegando a cosechar, en 1986, 3.258.000 de toneladas y a producir 172.878 toneladas de aceite. La inestabilidad económica, factores climáticos, y el desarrollo en el mundo de resinas sintéticas, contribuyeron a que la producción de esta oleaginosa fuese decayendo hasta llegar, en la campaña 2013/14, a ¡204 toneladas! En las campañas posteriores la producción de aceite de

lino repuntó algo, pero no superó las 2000 toneladas. La mayor parte de las semillas cosechadas se exporta.

## 2 – 74. Aceite de tung

El aceite de tung se obtiene de las pepitas del fruto del árbol de tung (*Aleuritis fordii*) — aceite de tung chino o aceite de madera china — o de la *Aleuritis cordata*, conocido como aceite de tung japonés. También se obtienen aceites parecidos al de tung, a partir de las semillas de las nueces de la *Aleuritis montana*, *Aleuritis trisperma* — conocido como “aceite de kekuna” — y de la *Aleuritis moluccana* — llamado “aceite de lumbang”.



Frutos del *Aleuritis cordata*

### Sabía Ud. que ...

... el aceite de tung fue traído a Europa por Marco Polo? En 1298, Marco Polo trajo unas muestras de aceite de tung y comentó que mezclado con cal, los chinos lo usaban para impermeabilizar el papel de sus paraguas y para sellar la madera de sus embarcaciones. Sin embargo, fue recién a fines del siglo XIX que en Europa se comenzó a importar el aceite de tung.

El árbol de tung suele medir entre 8 y 10 metros y su fruto es del tamaño de una manzana pequeña. Cada fruto contiene de 3 a 7 semillas. Las semillas contienen, aproximadamente, 50 – 55% de aceite y se separan fácilmente de la pulpa por tostación de la fruta aún verde o por fermentación de los frutos apilados y cubiertos. El aceite de tung se obtiene fácilmente al calentar las semillas con vapor y luego triturarlas y prensarlas. También se puede obtener el aceite por extracción con solventes. El aceite se filtra para remover las impurezas y se somete a los métodos usuales de refinación y blanqueo.

El aceite refinado se llama “aceite blanco” tiene un olor desagradable y característico, potenciado por los ésteres del ácido eleostearico que es el ácido graso de mayor proporción en el aceite. Las composiciones medias de los aceites de tung de diversas procedencias se dan en la tabla 2.40. Cualquiera sea su procedencia, el aceite de tung contiene más del 90 % de glicéridos de ácidos insaturados. Curiosamente, no contiene ácido linolénico. Debemos hacer notar que su alta insaturación no es un rasgo que lo haga comestible. Todo lo contrario, al estado líquido es tóxico. Su toxicidad desaparece durante el secado, de manera que los objetos pintados no son tóxicos (pero tampoco comestibles)

En el comercio se suelen distinguir tres clases de aceite de tung. La primera clase es apta para preparar pintura artística, la segunda para recubrir circuitos electrónicos impresos en placas y la ter-

cera para impermeabilizar madera. Las especificaciones usuales para el comercio del aceite de primera clase son:

Densidad a 25 °C	0,932 – 0,937 g/ml.
Humedad	Máx. 0,20 %
Ácidos grasos libres (como ácido oleico)	Máx. 2,25%
Color Lovibond (cubeta de 25,4 mm)	Amarillo 35 Rojo $\leq$ 5.
Color Garder	Máx. 9
Flash point	Negativo a 121 °C
Índice de yodo Wijs (mínimo)	158g I <sub>2</sub> /100g
Índice de saponificación	189 – 198
Viscosidad Saybolt	1000 – 2000
Índice de refracción	1,5165 – 1,5200
Ácido $\beta$ -eleostearico (como éster metílico)	Máx. 6,00 %
Tiempo de gelificación	Máx. 13 min. 30 s.
Claro y transparente	Aún a 65 °C.

El tung comienza a dar frutos a los tres años de ser plantado y alcanza su máxima producción a los 10 – 12 años. Luego la producción va decayendo aunque todavía dan un rendimiento aceptable a los 30 años.

La campaña comienza normalmente en otoño, cuando la fruta — del tamaño de una pelota de tenis — al madurar cae del árbol y es recogido del suelo por los productores. Usualmente se recoge entre 3.000 y 5.000 kilogramos por hectárea.

El fruto contiene entre el 14 y el 20% de aceite. Tiene de tres a cinco semillas con 53 – 60% de aceite. El aceite de tung se extrae por los métodos usuales de expeller o con solventes.

El tung fue introducido en la Argentina a principios de la década de 1940 llegando a ser el principal exportador mundial de este producto, principalmente a los Estados Unidos y a Holanda. El desarrollo de resinas y barnices sintéticos, más los problemas propios de la economía local hicieron que la producción fuera decayendo, al punto que hoy queda una única planta de obtención del aceite, que se espera que pueda resolver sus problemas económicos para retomar la producción de unas 2500 toneladas al año. Los principales productores son China y Paraguay. En la tabla 2.39 se dan los valores de producción de semilla de tung que informa la FAO. Esta entidad no suministra valores del aceite, aunque se puede estimar que es un 60% de la masa de semilla.

	2012	2013	2014	2015	2016
China	427.048	418.294	416.065	412.042	412.485
Paraguay	52.285	52.200	52.280	52.716	52.742
Argentina	5.271	5.465	5.400	5.335	5.269
Total mundial	491.479	483.008	480.879	477.455	477.468

Tabla 2.34. Producción de semilla de tung. En toneladas métricas. Fuente FAO.

### **III. GRASAS Y ACEITES DE FUENTES ANIMALES.**

Las grasas animales se clasifican en tres grupos según se obtengan de la leche de animales mamíferos, de los tejidos grasos de animales terrestres o que provengan de fuentes marinas.

#### **3 – 1. Grasas de la leche.**

Las grasas de este grupo provienen de la leche de animales terrestres domesticados y son todas comparativamente similares en su composición. Se distinguen de las otras grasas por la presencia de una amplia gama de ácidos grasos de bajo peso molecular. Son las únicas grasas que contienen ácido butírico. También contienen una pequeña proporción de ácidos grasos monoinsaturados y trazas de ácidos poliinsaturados, pequeñas proporciones de ácidos de cadena impar y de cadena ramificada. Todas estas grasas son comestibles y la manteca de vaca y de búfala de agua son las más importantes

La manteca se obtiene a partir de la crema de la leche. La crema o nata de leche es el resultado de concentrar la materia grasa de la leche cruda, y se obtiene ya sea por la separación espontánea o por la centrifugación de la leche. En la crema, los glóbulos de grasa se mantienen en buen estado; esto permite que, luego de su procesamiento y envasado, el producto pueda ser batido.

Las cremas se clasifican por su contenido de materia grasa (M.G.). La crema “liviana” o delgada tiene entre 18 y 34 % de M.G.; la crema “normal”, que es la que se consume habitualmente, tiene un tenor graso de entre 34,1 y 50 %; y la crema “doble” posee un contenido de materia grasa superior al 50 %.

Según el proceso de elaboración utilizado, se distinguen varios tipos de crema: la crema pasteurizada, que es la más difundida; la crema esterilizada, que es sometida al proceso térmico de Ultra Alta Temperatura; la crema acidificada, que es aquella que se obtiene por acidificación biológica; y la crema chantilly, que es aquella a la que se adiciona azúcar y se le insufla aire por batido.

#### **3 – 2. Elaboración de la crema y la manteca**

La tecnología básica del preparado de la crema de leche es relativamente sencilla y se efectúa mediante dos operaciones que son comunes a todos los subtipos de crema: el descremado y estandarización. Las cremas de leche, como todos los productos ricos en grasas, deben ser cuidadosamente manejadas, dada la facilidad que tiene la materia grasa para absorber aromas extraños. También se

debe evitar todo desarrollo de acidez, provocada por la proliferación bacteriana que normalmente se encuentra en la leche recién ordeñada. Ese aumento de acidez genera un espesamiento no deseado en los productos frescos, por lo que, para impedir cambios en su calidad, la leche cruda debe ser procesada lo más pronto posible.

Para hacer el descremado, la leche se calienta a la temperatura de 38°– 40°C en un intercambiador de calor y de allí pasa a la desnatadora centrífuga; la materia grasa queda en el centro y constituye la crema y las sustancias más densas, caseína, albúmina, sales minerales, lactosa, etc., son arrastradas con el suero.

La eficiencia del descremado depende de la velocidad de la centrífuga del tiempo de centrifugado, de la temperatura de la leche, etc. Un buen descremado es aquel que logra que en el suero quede menos del 0,05% de materia grasa. El porcentaje de grasa en el suero se controla a la salida de la centrífuga mediante un butirómetro para suero. Esta crema debe pasteurizarse si es que la leche no ha sido pasteurizada antes. Los establecimientos que reciben cremas de los distintos productores deben también pasteurizar las cremas. La higiene de la manteca no reside solamente en la pasteurización sino también en las manipulaciones e influye notablemente la clase de agua de lavado.

A partir de la crema, se obtiene la manteca, uno de los productos lácteos más conocidos. Al conjugar dos componentes, el agua y la grasa (nutriente energético por excelencia) mediante un fuerte batido, se obtiene una mezcla homogénea, que debe permanecer como tal para obtener la consistencia adecuada. Tal como sale de la desnatadora y pasteurizada, la crema se suele llamar “crema dulce”. La crema dulce se podría batir inmediatamente, pero la manteca obtenida no tendrá aroma y daría pérdidas sensibles en el batido. Para darle sus características particulares y evitar las pérdidas, es indispensable dejar que la crema fermente por la acción de los estreptococos lácticos que transforman la lactosa en ácido láctico. Esta etapa se llama “maduración” La maduración se traduce en un espesamiento de la crema y, sobre todo, por el aumento de su acidez. Precisamente, la maduración se monitorea por el aumento de la acidez. Durante la maduración precipita una parte de las materias proteicas lo que permite una buena homogeneización de los glóbulos de grasa en el batido. La acidez se titula con solución valorada de NaOH 0,1 N usando fenolftaleína al 5% en etanol de 95 ° como indicador. El porcentaje masa/volumen, calculada como ácido láctico, neutralizada por esa solución y multiplicado por 100 expresa la acidez en “grados Dornic”. La acidez óptima que debe adquirir la crema es de alrededor de 30° Dornic. Para conseguir esta fermentación se deja la crema durante 24 horas a la temperatura de 18 a 22°C.

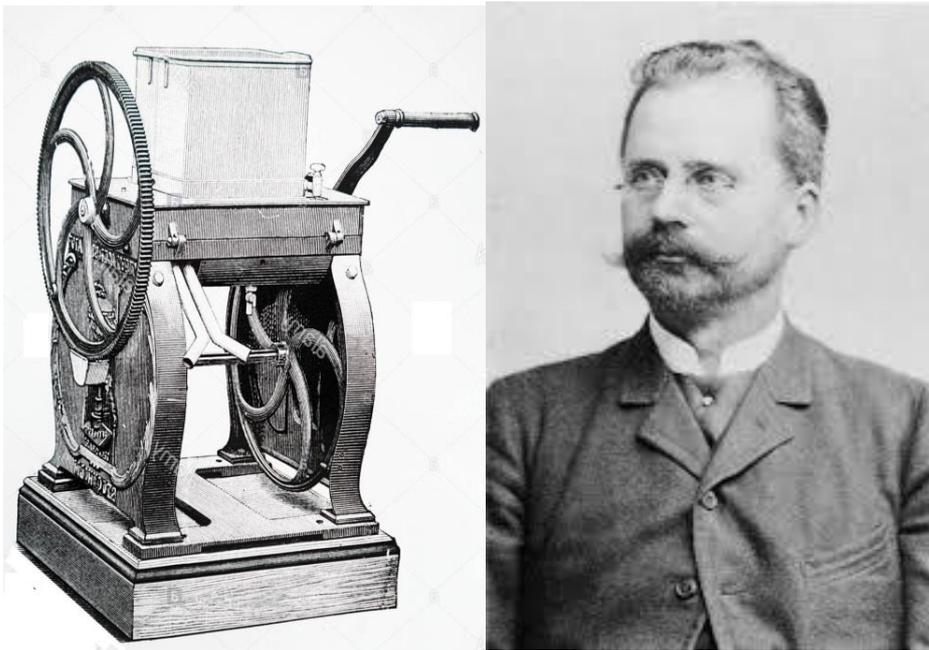
La crema preparada, es decir que tiene la madurez adecuada y la materia grasa correspondiente, alrededor de 30 %, se coloca en las batidoras amasadoras que deben cargarse solamente en un 40 % de su capacidad.

Una vez cargada, la batidora se pone en marcha a velocidad moderada durante 45 – 55 minutos. La temperatura a cual se realiza el batido varía entre 10 y 20 °C, dependiendo de la temperatura ambiente y de las características de la crema. Una vez finalizado el batido la máquina deja salir el suero luego de lo cual ingresa agua fría a la máquina para lavar y unir los granos de grasa. Luego la

máquina escurre el agua y comienza el amasado. De acuerdo con las características del producto final, en esta etapa se le agrega sal (máximo 2g/100g de manteca) o no. Durante el amasado, la batidora gira a una velocidad mucho menor, lo que permite que la masa adquiera mayor homogeneidad. El tamaño y la distribución de los glóbulos de agua en la manteca se determinan mediante examen microscópico.

Con la aplicación de los primeros implementos para el descremado y el batido de la crema, la elaboración de manteca adquirió carácter de industria con posibilidades económicas. Para obtener la separación de la crema, en 1864, los hermanos Alexander y Antonin Prandtl, de Baviera diseñaron un aparato que permitía separar la grasa de la leche mediante la fuerza centrífuga.

Las primeras máquinas eran de trabajo intermitente, hasta que en 1878 el sueco Gustaf de Laval inició la construcción de la primera máquina desnatadora de centrifugado continuo, es decir, con dispositivos que retiraban el exceso de la grasa de la leche cruda antes de su pasteurización. Mediante este proceso se podía separar, eficientemente, la leche descremada por un lado, y la crema por el otro. La manteca podía obtenerse, luego, a partir de la crema. Con la invención de estas máquinas fue posible la fabricación industrial de manteca, que se extendió rápidamente en todo el mundo.



Gustav de Laval y su centrífuga para separar la crema

#### **Actividad práctica N° 4**

La leche es la materia prima para la obtención de la crema y de la manteca. Para obtener productos óptimos se requiere partir de una leche con muy baja acidez. La siguiente actividad permite determinar la acidez de la leche utilizando el mismo método que se emplea en las lacterías.

#### **Determinación de la acidez de la leche (Método AOAC 947.05 1990)**

En su estado normal, la leche fresca no contiene, prácticamente, ácido láctico. Al determinarse la acidez total, el gasto de álcali se debe al CO<sub>2</sub> disuelto, a los fosfatos ácidos, a las proteínas (especialmente a la caseína) y a los citratos ácidos que están presentes en la leche. El ácido láctico producido durante el “agriado” se debe, principalmente, a la acción de los microorganismos del tipo de los estreptococos lácticos, sobre la lactosa.

#### **Materiales:**

Pipetas graduadas de 10 mL  
Matraz de Erlenmeyer de 50 mL  
Bureta de 25 mL con soporte y agarradera  
Embudo  
Hoja de papel blanco  
Leche fresca

#### **Reactivos:**

Solución valorada de NaOH 0,1 N  
Solución de fenolftaleína al 5% en etanol de 95 °

#### **Procedimiento**

Se miden 10 ml de leche con una pipeta aforada y se trasvasan a un Erlenmeyer de 50 mL. Se añade 1 mL de solución de fenolftaleína. Utilizando el embudo, se coloca la solución de NaOH en la bureta y se titula la leche hasta que aparezca una coloración rosa, débil pero persistente. Se usa como contraste la hoja de papel blanco.

Se calcula el porcentaje peso/ volumen de ácido (como ácido láctico) en la muestra. El resultado obtenido se multiplica por 100, con lo que la acidez queda expresada en grados Dornic.

### 3 – 3. Valores nutritivos de la manteca

La manteca tiene un valor energético elevado, es rica en vitaminas del tipo A, D, E, y en sustancias carotenoides. La manteca contiene, aproximadamente, entre un 15 y un 16 % de agua, un 82 % de materia grasa y entre 1,5 y 2 % de componentes sólidos no grasos de la leche. Sin embargo, sus valores nutritivos son inferiores a los de la leche de la cual se obtiene, ya que en el proceso de elaboración se han separado la mayoría de los componentes proteicos, fosfatos e iones calcio.

Una buena manteca tiene las siguientes características: consistencia sólida y homogénea, sabor y aroma característicos, color amarillento (de distinta intensidad, según diversos factores).

Uno de los atributos más valorados por el consumidor es la consistencia. Esta está muy relacionada con la untabilidad de la manteca, esto es, su capacidad para ser distribuida sobre la superficie de algún otro alimento. La consistencia de la manteca tiene que ver con la composición de la materia grasa, que puede variar de acuerdo con la alimentación de los animales y el proceso de elaboración, lo que dará como resultado una manteca más dura o más untable.

En cambio, el color se debe a la presencia de carotenos en la leche de la que la manteca se obtiene. La tonalidad e intensidad del color de la manteca dependen no sólo del tipo de alimentación de la vaca sino también de la época del año en la que se efectúa el ordeño.

La manteca tradicional está compuesta por un 75 % de componentes semiduros y un 25 % de componentes semiblandos, que le dan la consistencia habitual. Es posible separar esos componentes mediante un proceso natural que permite incrementar, en el batido final, la proporción de partes semiblandas a un 35 %, reduciendo las semiduras a un 65 % para obtener un pan de manteca más untable.

#### **Actividad Práctica N° 5**

Desde hace varias décadas, la empresa “La serenísima” abre sus puertas para que profesionales, estudiantes y público en general, puedan conocer el origen de los productos que elabora, y los procesos de elaboración, realizando una visita guiada a su Complejo Industrial de General Rodríguez, Para solicitar una visita guiada, deberá enviar un correo electrónico manifestando su interés a la dirección [visitas@mastellone.com.ar](mailto:visitas@mastellone.com.ar).

### 3 – 4. Producción mundial de manteca

La India es el principal productor de manteca. Su producción anual supera al conjunto de los países de la Unión Europea. Las cifras correspondientes a los principales países a lo largo de los últimos años se dan en la tabla 3.1.

	2013	2014	2015	2016	2017*	2018**
India	4.745	4.887	5.035	5.200	5.400	5.600
U.E.	2.100	2.250	2.235	2.345	2.310	2.320
EE. UU	845	842	839	834	838	850
Nueva Zelanda	535	580	594	564	535	540
Rusia	219	252	260	246	262	260
Belarus	99	107	113	120	125	130
Canadá	95	88	91	93	120	127
Australia	117	125	120	110	103	105
Ucrania	93	115	103	103	107	104
Brasil	83	85	83	82	84	85
<b>Total</b>	<b>9.254</b>	<b>9.651</b>	<b>9.904</b>	<b>10.014</b>	<b>10.193</b>	<b>10.435</b>

\*Preliminar \*\*Estimado

Tabla 3.1. Producción mundial de manteca. En miles de toneladas métricas. Fuente: Foreign Agricultural Service. U.S.D.A. Diciembre 2017.

### 3 – 5. Producción de manteca en la República Argentina

A lo largo de los últimos años, la elaboración de manteca viene decayendo. Algo similar ocurre con el consumo: de casi 2 kg por habitante y por año en la década de 1970 se redujo a apenas 1 kg por habitante y por año. En la tabla 3.2., se dan los valores de producción, consumo y comercio exterior de los últimos años.

Año	2013	2014	2015	2016	2017*
Producción	46.946	48.040	45.140	34.233	32.000

\*Preliminar.

Tabla 3.2. Elaboración de manteca, en toneladas métricas. Fuente Ministerio de Agroindustria. Diciembre de 2017.

### 3 – 6. La manteca en el Código Alimentario Argentino

En su Artículo 596 - (Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 33/2006 y N° 563/2006), el Código Alimentario Argentino da la siguiente definición de manteca: “Con el nombre de Manteca se entiende el producto graso obtenido exclusivamente por el batido y amasado, con o sin modificación biológica, de la crema pasteurizada derivada exclusivamente de la leche, por procesos tecnológicamente adecuados. La materia grasa de la manteca deberá estar compuesta exclusivamente de grasa láctea.

1) Clasificación: La manteca se clasificará en:

a. Manteca Calidad Extra: la manteca que responda a la clase de calidad "I" de la clasificación por evaluación sensorial.

b. Manteca Calidad Primera: la manteca que responda a la clase de calidad "I-" de la clasificación por evaluación sensorial.

Métodos de toma de muestra y análisis:

FIL 50 C: 1999. FIL 99A: 1987.

2) Denominación de venta: Dicho producto se designará como “Manteca” o “Manteca sin sal”, “Manteca Salada” o “Manteca con sal”, según corresponda a lo definido en el inciso 3.b) del presente artículo.

Podrá denominarse “Manteca Madurada”, si correspondiere, según lo definido en el inciso 3.b) del presente artículo.

Podrá denominarse “Manteca Extra” o “Manteca Primera”, según corresponda a la clasificación dada en el inciso 1) del presente artículo.

3) En la elaboración de manteca se utilizarán:

a. Ingredientes obligatorios: Crema pasteurizada obtenida a partir de leche.

b. Ingredientes opcionales:

Cloruro de sodio hasta un máximo de 2 g / 100 g de manteca (manteca salada).

Fermentos lácticos seleccionados (manteca madurada).

c. Aditivos:

Colorantes: se permite el agregado de los siguientes colorantes naturales o sintéticos idénticos a los naturales en cantidades suficientes para lograr el efecto deseado: Bija o bixa, beta caroteno y cúrcuma o curcumina.

Decolorantes: se permite el uso de clorofilina o clorofilina cúprica en cantidades suficientes para lograr el efecto deseado.

d. Coadyuvantes de tecnología / elaboración: se permite la adición de las siguientes sales neutralizantes, en una dosis máxima de 2000 mg/kg solas o en combinación, expresadas como sustancias anhidras:

Ortofosfato sódico.  
Carbonato sódico.  
Bicarbonato sódico.  
Hidróxido sódico.  
Hidróxido cálcico.

4) Consideraciones generales: Las prácticas de higiene para la elaboración del producto estarán de acuerdo con lo que se establece en el presente Código sobre las condiciones higiénico–sanitarias y de Buenas Prácticas de Fabricación para Establecimientos Elaboradores / Industrializadores de Alimentos.

5) La manteca deberá responder a los siguientes requisitos:

5.1) Características sensoriales:

Aspecto: Consistencia sólida, plástica a temperatura de 20°C, de textura lisa y uniforme, untuosa, con distribución uniforme de agua.

Color: Blanco amarillento sin manchas, vetas o puntos de otra coloración.

Sabor y olor: De sabor suave, característico, aroma delicado, sin olor ni sabor extraño.

Métodos de toma de muestra y análisis:

FIL 50 C: 1999

FIL 99A: 1987

5.2) Características fisicoquímicas:

Parámetros mínimos de calidad:

Requisitos	Valores	Método de análisis
Materia grasa (% m/m)	mín. 82,0 (*)	FIL 80: 1977
Humedad (%m/m)	máx. 16,0	FIL 80: 1977
Extracto seco no graso (% m/m)	máx. 2,0	FIL 80: 1977
Acidez Grasa (milimoles / 100 g de materia grasa)	máx. 3,0	FIL 6B: 1989
Índice de Peróxido (meq. de peróxido/ kg de materia grasa)	máx. 1	AOAC15° Ed. 965.33

(\*) En el caso de manteca salada, el porcentaje de materia grasa no podrá ser menor que 80,0%.  
Método de toma de muestra: FIL 50 C: 1999.

5.3) Criterios macroscópicos y microscópicos:

Ausencia de cualquier tipo de impurezas o elementos extraños.

5.4) Criterios microbiológicos:

Microorganismos	Criterios de Aceptación	Categoría ICMSF	Métodos de Ensayo
Coliformes totales /g	n = 5 c = 2 m =10 M = 100	5	FIL 73A : 1985
Coliformes/ g (45°C)	n = 5 c = 2 m < 3 M=10	5	APHA 1992 Cap. 24 (1)
Estafilococos coag.pos/g	n=5 c=1 m=10 M=100	8	FIL 145: 1990
Salmonella spp/25g	n=5 c=0 m=0	10	FIL 93A: 1985

n: número de unidades en la muestra analizada

c: número máximo de unidades de muestra cuyos resultados pueden estar comprendidos entre m (calidad aceptable) y M (calidad aceptable provisionalmente).

m: nivel máximo del microorganismo en el alimento, para una calidad aceptable.

M: nivel máximo del microorganismo en el alimento, para una calidad aceptable provisionalmente

Fuente: ICMSF - Métodos de muestreo para análisis microbiológicos.

(1) Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3° Edición. Editado por Carl Vanderzant y Don F. Splittstoesser.

Método de toma de muestra: FIL 50 C: 1999.

5.5) Contaminantes:

Los contaminantes orgánicos e inorgánicos no deben estar presentes en cantidades superiores a los límites establecidos en el presente Código.

6) La manteca deberá ser presentada en envases bromatológicamente aptos en conformidad con el presente Código, con materiales adecuados para las condiciones previstas de almacenamiento y que confieran una protección apropiada contra la contaminación.

Queda prohibido cualquier tipo de fraccionamiento en los lugares de expendio al público.

7) El rotulado de la manteca deberá efectuarse en conformidad con las siguientes exigencias: Se denominará "Manteca" o "Manteca Salada" o "Manteca con sal", según corresponda.

Podrá indicarse como "Manteca sin sal" en el caso de no haberse utilizado sal como ingrediente opcional.

Podrá denominarse "Manteca Madurada" cuando corresponda.

Podrá consignarse la calidad "Extra" o "Primera" según corresponda de acuerdo con la clasificación del inciso 1) del presente artículo.”

(El Artículo 597 fue derogado por la Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 33/2006 y N° 563/2006)

En el Artículo 598 (Resolución 1276, 19.07.88), el CAA establece

"La manteca ya elaborada que se someta a un procedimiento completo de mezcla, aireado, lavado y amasado, con el objeto de mejorar su calidad, se deberá expender con el nombre de Manteca Reamasada. Exceptúase de esta designación la manteca elaborada con bajo índice de humedad para su conservación y luego reelaborada para su expendio por reamasado previamente al fraccionamiento".

Los Artículos 599, 600 y 601, fueron derogados.

En su Artículo 602, (Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 33/2006 y N° 563/2006) el CAA establece:

“Se entiende con el nombre de Manteca de Suero, la manteca elaborada, total o parcialmente, con grasa extraída del líquido residual de la elaboración de queso.

El expendio de manteca de suero de queso, sin pasteurizar, sólo puede efectuarse con la advertencia "Solo Apta para Cocinar" y “No debe consumirse sin cocción”.”

El Artículo 603, (Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 33/2006 y N° 563/2006) define:

“Con el nombre de Grasa Anhidra de Leche o Butteroil, se entiende el producto graso obtenido a partir de la crema o manteca, por la eliminación casi total del agua y sólidos no grasos, mediante procesos tecnológicamente adecuados”.

1) Denominación de venta: El producto se designará como "Grasa Anhidra de Leche" o "Butteroil".

2) En la elaboración de Grasa Anhidra de Leche o Butteroil, se utilizarán:

a) Ingredientes obligatorios: Crema obtenida a partir de leche y/o manteca.

b) Aditivos:

b.1) No se admite el uso de aditivos en Grasa Anhidra de Leche o Butteroil que sea utilizado en: Productos y derivados lácteos que se destinen al consumo directo. Recombinación de leche.

b.2) Se acepta el uso de los siguientes antioxidantes para la Grasa Anhidra de Leche o Butteroil no destinado a la elaboración de productos lácteos o derivados lácteos:

Butilhidroxianisol (BHA) y/o

Butilhidroxitolueno (BHT) y/o

Terbutilhidroxiquinona (TBHQ) y/o

Propil, octil y dodecilgalatos.

Solos o en mezclas en cualquier proporción, siempre que los galatos no excedan los 100 mg/kg solos o combinados, el BHT los 75 mg/kg y la TBHQ los 120 mg/kg.

En todos los casos el total de aditivos no debe superar los 200 mg/kg (límite máximo para el BHA).

Esteres de ascorbilo: Palmitato o Estearato de Ascorbilo, solos o en combinación, con una concentración máxima de 500 mg/kg.

Citratos: Isopropilcitrato o Citrato de Monoglicerilo, solos o en combinación, con una concentración máxima de 100 mg/kg.

c) Coadyuvantes de tecnología / elaboración: Se acepta el uso de los siguientes reguladores de acidez:

Sodio hidróxido.

Sodio carbonato.

Sodio bicarbonato.

3) Consideraciones generales: Las prácticas de higiene para la elaboración del producto estarán de acuerdo con lo que se establece en el presente Código sobre las condiciones higiénico-sanitarias y de Buenas Prácticas de Fabricación para Establecimientos Elaboradores/ Industrializadores de Alimentos.

4) La Grasa Anhidra de Leche o Butteroil, deberá responder a los siguientes requisitos:

4.1) Características sensoriales:

Aspecto: A 35° - 40°C líquido algo viscoso, exento de cristales.

Color: Amarillento.

Sabor y aroma: Propio, no rancio, exento de sabores y/u olores extraños o desagradables.

Método de toma de muestra: FIL 50 C: 1999.

#### 4.2) Características fisicoquímicas:

Requisitos	Valores	Método de análisis
Materia grasa (g/100 g de muestra)	min. 99,7	FIL 24: 1964
Humedad (g/100g de muestra)	máx. 0,2	FIL 23A: 1988
Índice de Peróxidos (meq./kg de materia grasa)	máx. 0,35	FIL 74A: 1991
Acidez grasa (g de ác. oleico / 100 g de grasa)	máx. 0,4	FIL 6B: 1989

Método de toma de muestra: FIL 50 C: 1999.

4.3) Criterios macroscópicos y microscópicos: Ausencia de cualquier tipo de impurezas o elementos extraños.

#### 4.4) Criterios microbiológicos:

Microorganismos	Criterios de Aceptación	Categoría ICMSF	Métodos de Ensayo
Coliformes/ g (30°C)	n = 5 c = 2 m = 10 M = 100	5	FIL 73A : 1985
Coliformes/ g (45°C)	n = 5 c = 2 m < 3 M = 10	5	APHA 1992, Cap. 24 (1)
Estafilococos coag.posit./g.	n = 5 c = 1 m = 10 M = 100	8	FIL 145: 1990

n: número de unidades de muestra analizada.

c: número máximo de unidades de muestra cuyos resultados pueden estar comprendidos entre m (calidad aceptable) y M (calidad aceptable provisionalmente).

m: nivel máximo del microorganismo en el alimento, para una calidad aceptable.

M: nivel máximo del microorganismo en el alimento, para una calidad aceptable provisionalmente.

Fuente: ICMSF - Métodos de muestreo para análisis microbiológicos.

(1) Compendium of methods for the microbiological examinations of foods. 3° Edición. Editado por Carl Vanderzant y Don F. Splittstoesser.

Método de toma de muestra: FIL 50 C: 1999.

4.5) Contaminantes: Los contaminantes orgánicos e inorgánicos no deben estar presentes en cantidades superiores a los límites establecidos en el presente Código.

5) La Grasa Anhidra de Leche o Butteroil deberá ser presentada en envases bromatológicamente aptos de conformidad con el presente Código, con materiales adecuados para las condiciones previstas de almacenamiento y que confieran una protección apropiada contra la contaminación.

6) El rotulado de la Grasa Anhidra de Leche o Butteroil deberá efectuarse en conformidad con las siguientes exigencias:

El producto se designará como "Materia Grasa Anhidra de Leche", "Butteroil", "Grasa de Manteca Deshidratada" o "Grasa de Manteca Deshidratada".

### **3 – 7. Las especificaciones para la manteca en el Mercosur.**

Para armonizar las especificaciones para la manteca, Argentina ha incorporado al Código Alimentario el siguiente Reglamento técnico para la fijación de la identidad y la calidad de la manteca:

Art 1° - Los Estados Partes no podrán prohibir ni restringir la comercialización de la manteca que cumpla con lo establecido en el Anexo de la presente Resolución.

Art 2° - Los Estados Partes pondrán en vigencia las disposiciones legislativas, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a la presente Resolución y comunicarán el texto de las mismas al Grupo Mercado Común a través de la Secretaría Administrativa.

Art 3° - La presente Resolución entrará en vigor el 31 de Enero de 1994.

#### Anexo

##### 1. Alcance.

###### 1.1 Objetivo.

Fijar la identidad y las características mínimas de calidad a las que deberá obedecer la manteca.

###### 1.2 Ámbito de aplicación.

La presente norma se refiere a la manteca destinada al consumo humano directo, a ser comercializada en el Mercosur.

##### 2. Descripción.

2.1 Definición. Con el nombre de manteca se entiende el producto graso obtenido exclusivamente por el batido y amasado, con o sin modificación biológica, de la crema pasterizada derivada exclusivamente de la leche de vaca, por procesos tecnológicamente adecuados. La materia grasa de la manteca deberá estar compuesta exclusivamente de grasa láctea.

###### 2.2 Clasificación.

2.2.1 Manteca Calidad Extra. La manteca que responda a la clase de calidad I de la clasificación por evaluación sensorial según Norma FIL 99A: 1987.

2.2.2 Manteca Calidad Primera. La manteca que responda a la clase de calidad I-de la clasificación por evaluación sensorial según Norma FIL 99A: 1987.

2.3 Designación (denominación de venta).

"Manteca" o "manteca sin sal", "manteca salada" o "manteca con sal", según corresponda a lo definido en el punto 4.1.2.

Podrá denominarse "Manteca madurada", si correspondiere, según lo definido en el punto 4.1.2.

Podrá denominarse "Manteca Extra" o "Manteca Primera", según corresponda a la clasificación 2.2.

### 3. Referencias

AOAC 15th Ed. 965. 33.

International Commission on Microbiological Specification for Foods (I.C.M.S.F.)

CODEX ALIMENTARIUS, CAC/VOL A. 1985

FIL 6B: 1989

FIL 50B: 1985

FIL 73A: 1985

FIL 80: 1977

FIL 93A: 1985

FIL 99A: 1987

FIL 145: 1990

APHA 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Cap. 24.

### 4. Composición y requisitos.

#### 4.1. Composición.

4.1.1. Ingredientes obligatorios. Crema pasterizada obtenida a partir de leche de vaca.

4.1.2. Ingredientes opcionales.

4.1.2.1. Cloruro de sodio hasta un máximo de 2g / 100g de manteca (manteca salada).

4.1.2.2. Fermentos lácticos seleccionados (manteca madurada).

#### 4.2. Requisitos.

4.2.1. Características sensoriales.

4.2.1.1. Aspecto. Consistencia sólida, plástica a temperatura de 20°C, de textura lisa y uniforme, untuosa, con distribución uniforme de agua.

4.2.1.2. Color. Blanco amarillento sin manchas, vetas o puntos de otra coloración.

4.2.1.3. Sabor y olor. De sabor suave, característico, aroma delicado, sin olor ni sabor extraño.

4.2.2. Características fisico-químicas.

4.2.2.1. Parámetros mínimos de calidad.

	REQUISITO	MÉTODO DE ANALISIS
Materia grasa (% m/m)	Min. 82*	FIL 80: 1977
Humedad (% m/m)	Max. 16	FIL 80: 1977
Extracto seco no graso (% m/m)	Max. 2	FIL 80: 1977
Acidez grasa (milimoles /100g de materia grasa)	Max. 3.0	FIL 6B: 1989
Í. de Peróxido (meq. de peróxido/kg de mat. grasa)	Max. 1	AOAC 15ª Ed. 965.33

\* En el caso de manteca salada el porcentaje de materia grasa, no podrá ser menor que 80%

4.2.3. Acondicionamiento.

La manteca deberá ser envasada con materiales adecuados para las condiciones previstas de almacenamiento y que confieran una protección apropiada contra la contaminación.

5. Aditivos y coadyuvantes de tecnología/elaboración.

5.1. Aditivos.

5.1.1. Colorantes.

Se permite el agregado de los siguientes colorantes naturales o sintéticos idénticos a los naturales en cantidades suficientes para lograr el efecto deseado:

Bija o bixa, beta caroteno y cúrcuma o curcumina.

5.1.2. Decolorantes.

Se permite el uso de clorofilina o clorofilina cúprica en cantidades suficientes para lograr el efecto deseado.

5.2. Coadyuvantes.

Se permite la adición de las siguientes sales neutralizantes, en una dosis máxima de 2000 mg/kg solas o en combinación, expresadas como sustancias anhidras.

Ortofosfato sodico  
Carbonato sodico  
Bicarbonato sodico  
Hidróxido sódico  
Hidróxido cálcico

#### 6. Contaminantes.

Los contaminantes orgánicos e inorgánicos no deben estar presentes en cantidades superiores a los límites establecidos por el Reglamento MERCOSUR correspondiente.

#### 7. Higiene.

7.1. Consideraciones generales. Las prácticas de higiene para la elaboración del producto estarán de acuerdo a lo que se establece en el Código Internacional Recomendado de prácticas, Principios generales de Higiene de los Alimentos (CAC/VOL A 1985).

7.2. Criterios macroscópicos y microscópicos. Ausencia de cualquier tipo de impurezas o elementos extraños.

#### 7.3. Criterios microbiológicos y tolerancias.

Microorganismos	Criterio de Aceptación	ICMSF	Métodos de Análisis
Coliformes totales/g	n=5 c=2 m=10 M=100	5	FIL 73A: 1985
Coliformes/g (a 45°C)	n=5 c=2 m < 3 M=10	5	APHA (*) 1992 Cap. 24
Salmonella spp/25g	n=5 c=0 m=0	10	FIL 93A: 1985
Estafilococos coag.pos/g	n=5 c=1 m=10 M=100	8	FIL 145: 1990

(\*) Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.

#### 8. Pesos y medidas.

Se aplicará el Reglamento MERCOSUR correspondiente.

#### 9. Rotulado.

Se aplicará el Reglamento MERCOSUR correspondiente.

Se denominará "manteca" o "manteca salada" o "manteca con sal", según corresponda.

Podrá indicarse como "manteca sin sal" en el caso de no haberse utilizado sal como ingrediente opcional.

Podrá denominarse "manteca madurada" cuando corresponda.

Podrá consignarse la calidad "Extra" o "Primera" según corresponda de acuerdo a la clasificación 2.2.

#### 10. Métodos de análisis.

Los métodos de análisis correspondientes son los indicados en los puntos 4.2.2 y 7.3.

#### 11. Muestreo.

Se seguirán los procedimientos recomendados en la norma FIL 50B: 1985.

RESOLUCIÓN GMC N° 063/94

Incorporada por Resolución MSyAS N° 110 del 4.04.95

Toda modificación en la composición, formulación o rotulado de los alimentos en virtud de las Resoluciones MERCOSUR, serán de cumplimiento obligatorio por parte de los elaboradores no siendo exigible presentación alguna ante cualquier Autoridad Sanitaria. Se deroga toda legislación del Código Alimentario Argentino que se oponga al dictado de la presente Resolución

### REGLAMENTO TÉCNICO MERCOSUR DE IDENTIDAD Y CALIDAD DE GRASA ANHIDRA DE LECHE

Art 1° - Aprobar el Reglamento Técnico Mercosur de Identidad y Calidad de Grasa Anhidra de Leche o Butteroil que figura en Anexo de la presente Resolución.

Art. 2° - Los Estados Partes no podrán prohibir ni restringir la comercialización de Grasa Anhidra de leche o Butteroil que cumpla con lo establecido en Anexo de la presente Resolución.

Art 3° - Los Estados Partes pondrán en vigencia las disposiciones legislativas, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a la presente resolución y comunicarán el texto de las mismas al Grupo Mercado Común.

Art 4° - Las autoridades Competentes de los Estados, Partes encargadas de la implementación de la presente Resolución serán:

Argentina: Ministerio de Salud y Acción Social; Ministerio de Economía y obras y Servicios Públicos; Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca; (Servicio Nacional de Sanidad Animal.

Brasil: Ministerio de Salud; Ministerio de Agricultura, de Abastecimiento y de Reforma Agraria  
Paraguay: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social.

Uruguay: Ministerio de Salud Pública; Ministerio de Industria, Energía y Minería; (Laboratorio Tecnológico del Uruguay); Ministerio de Ganadería. Agricultura y Pesca

Art 5° - La presente Resolución comenzará a regir a partir del 31 de diciembre de 1994.

## ANEXO

### 1. ALCANCE

#### 1. 1. Objetivo.

El presente reglamento fija los requisitos mínimos de calidad e identidad que deberá obedecer la Grasa Anhidra de Leche o Butteroil destinado a consumo humano.

#### 1.2. AMBITO DE APLICACION

El presente reglamento se refiere a la Grasa anhidra de leche o butter oil comercializado en el Mercosur

### 2. DESCRIPCIÓN

2.1. Definición Con el nombre de Grasa anhidra de leche o Butter oil se entiende el producto graso obtenido a partir de crema o manteca, por la eliminación casi total de agua y sólidos no grasos, mediante procesos tecnológicamente adecuados.

2.2 Designación (denominación de venta]. Se designará como Grasa anhidra de leche o Butter oil.

### 3. REFERENCIAS

APHA 1992, Cap. 24 CAC/Vol A 1985

FIL 6B: 1989

FIL 23A: 1988

FIL 24: 1964

FIL 50B: 1985

FIL 73A: 1985

FIL 74A: 1991

FIL 145: 1990

### 4. COMPOSICIÓN Y REQUISITOS

#### 4.1 Composición

4.1.1. Ingredientes obligatorios Crema obtenida a partir de leche de vaca y/o manteca.

#### 4.2 Requisitos

##### 4.2.1 Características sensoriales

4.2.1. 1. Aspecto. A 35-40°C líquido algo viscoso, exento de cristales.

#### 4.2.1.2. Color Amarillento

4.2.1.3. Sabor y Aroma. Propio, no rancio, exento de sabores y/u olores extraños o desagradables.

#### 4.2.2 Características físico químicas.

	LÍMITE	MÉTODO ANALÍTICO
Materia grasa (g/100 g de muestras)	Mín. 99.7%	FIL 24: 1964
Humedad (g/100 g de muestra)	Máx. 0, más 2%	FIL 23A: 1988
Índice de peróxido (meq./kg de materia grasa)	Máx. 0, más 35%	FIL 74A: 1991
Acidez grasa (g de ácido oleico/100 g de grasa)	Máx. 0, más 4%	FIL 6B: 1989

#### 4.2.3. Acondicionamiento

Deberá ser envasado con materiales adecuados para las condiciones de almacenamiento previstas y que confieran al producto una protección adecuada.

### 5. ADITIVOS Y COADYUVANTES DE TECNOLOGÍA / ELABORACIÓN

#### 5.1 Aditivos

5.1.1 No se admite el uso de aditivos en Grasa Anhidra de leche o Butter oil que sea utilizado en:

- a) Productos y derivados lácteos que se destinen al consumo directo.
- b) Recombinación de leche.

5.1.2 Se acepta el uso de los siguientes antioxidantes para la grasa anhidra de leche o butter oil no destinado a la elaboración de productos lácteos o derivados lácteos:

##### 5.1.2.1. Butil Hidroxianisol (BHA) y/o

Butilhidroxitolueno (BHT) y/o

Terbutilhidroxiquinona (TBHQ) y/o

Propil, octil y dodecylgalatos

Solos o en mezclas en cualquier proporción, siempre que los galatos no excedan los 100 mg/kg solos o combinados, el BHT los 75 mg/kg y la TBHQ los 120 mg/kg.

En todos los casos el total de aditivos no debe superar los 200 mg/kg límite máximo para el BHA).

#### 5.1.2.2. Esteres de ascorbilo:

Palmitato o estearato de ascorbilo, solo o combinado, con una concentración máxima de 500 mg/kg.

#### 5.1.1.3. Citratos.

Isopropilcitrato o citrato de monoglicerilo, solo o combinado con una concentración máxima de 100 mg/kg.

### 5.2. Coadyuvantes de tecnología / elaboración

Se acepta el uso de los siguientes reguladores de acidez:

Sodio Hidróxido  
Sodio Carbonato  
Sodio Bicarbonato

## 6. CONTAMINANTES

Los contaminantes orgánicos e inorgánicos presentes no deben superar los límites establecidos por el Reglamento MERCOSUR correspondiente.

## 7. HIGIENE

### 7.1 Consideraciones generales.

Las prácticas de higiene para la elaboración del producto estarán de acuerdo a lo que se establece en el Código Internacional Recomendado de Prácticas. Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/Vol. A 1985).

### 7.2 Criterios macroscópicos y microscópicos.

Ausencia de cualquier tipo de impurezas o elementos extraños.

### 7.3. Criterios microbiológicos y tolerancias

Microorganismos	Criterio de aceptación	Categoría I.C.M.S.F.	Método de análisis
Coliformes a 30°C	n=5 c=2 m=10 M=100	5	FIL 73 A: 1985
Coliformes a 45°C	n= 5 c= 2 m< 3 M =10	5	APHA 1992. Cap. 24
Estafilococos Coag. positiva/g	n= 5 c= 1 m= 10 M= 100	8	FIL 145:1990

## 8. Pesos y medidas

Se aplicará el Reglamento Mercosur correspondiente.

## 9. Rotulado

9.1 Se aplicará el Reglamento Mercosur correspondiente.

9.2 Se designará como "Materia Grasa Anhidra de Leche", "Butter oil", "Grasa de Mantequilla Deshidratada" o "Grasa de Manteca Deshidratada"

## 10. Métodos de análisis

Los métodos de análisis recomendados son los indicados en los puntos 4.2.2 y 7.3 del presente Reglamento.

11. MUESTREO Se seguirán los procedimientos recomendados en la Norma FIL 50B: 1985.

### **3 – 8. Lípidos de tejidos grasos animales**

Este grupo consiste en las grasas extraídas de los cuerpos de animales domésticos terrestres, tales como cerdo, ganado vacuno, ovino, caprino, etc. Contienen cantidades considerables de triglicéridos totalmente saturados lo que les confiere un amplio rango de plasticidad. Son grasas comestibles importantes, pero un porcentaje importante de la producción total, que no es apropiada para el consumo humano, se separa del cuerpo animal y se vende como material no comestible para la manufactura de jabón y materiales lubricantes.

La extracción de las grasas del tejido graso animal se lleva a cabo en un triturador, en donde la materia prima se reduce a trozos de aproximadamente 1cm, mientras se inyecta vapor de agua en la masa para producir su fusión. La mezcla resultante, grasa fundida y agua, es una emulsión que se separa del material no emulsionado, mal llamado "residuo seco". La emulsión se envía a una centrífuga, de donde se separa la mayor parte del sebo.

En el proceso de obtención de sebo vacuno, queda un 10 – 12% de residuo seco y un 65 – 70% de primer sebo vacuno que luego es sometido a diversos tratamientos para mejorar su calidad.

La mejora de la calidad se logra mediante la remoción de:

Ácidos grasos libres

Colágeno y proteínas

Sustancias odoríferas

Sustancias coloreadas

Productos de oxidación

Humedad.

El proceso para eliminar estos materiales se llama “refinación” y comprende dos tipos de técnicas: El blanqueo y la refinación física. Para el blanqueo se utiliza agua oxigenada 3%, solución de hipoclorito de sodio, de peróxido de sodio, tierras blanqueadoras o carbón activado. Mediante las técnicas de refinación física se somete el sebo a un nuevo calentamiento y se lo comprime para que pase a través de filtros especiales.

El residuo seco, suele contener un porcentaje importante de lípidos que, en algunos casos llegan al 30% en peso. Para recuperar esa masa, se lo trata en autoclave con agitador y los triglicéridos se extraen con solventes. Luego, el solvente se recupera por destilación y la masa de grasa recuperada se somete a una inyección de vapor que arrastra el solvente que pudiera haber quedado.

La materia prima para la obtención de grasas animales puede provenir de frigoríficos legalmente habilitados para la faena de animales o de los comercios minoristas que comercializan la carne de los animales faenados. Como sólo en el primer caso las empresas están sometidas a inspecciones de las autoridades sanitarias, las grasas obtenidas industrialmente pueden destinarse a la alimentación humana. En cambio, la materia prima proveniente los comercios minoristas, sólo puede usarse para la obtención de productos no aptos para la alimentación humana, como el jabón.

Las materias grasas reglamentariamente aptas para el consumo humano se rotulan como “Grasas comestibles animales” o “Grasas alimenticias animales”. Las que no son reglamentariamente aptas para el consumo humano se identifican como “sebo”.

El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) da la siguiente definición de sebo (DE 4238/68 Cap. XXV):

“Se entiende por sebo a la grasa cuando ha perdido sus condiciones de aptitud para el consumo humano. Se designará de acuerdo a la especie animal de que provenga”

Y define “sebería” como

“Se entiende por sebería todo establecimiento o sección de establecimiento que elabore sebos y/o aceites incomedible de origen animal”

Luego da una serie de requisitos que debe cumplir toda sebería, el más importante es que debe estar suficientemente aislado de toda industria que elabore productos comestibles.

Las reglamentaciones vigentes, obligas a los productores a desnaturalizar los restos de sebo que no se industrializan. Así el SENASA establece:

“Los sebos que no se destinen a la recuperación, deben ser desnaturalizados con floroglucina, brucina, aceites minerales, querosene, fuel oil, colorantes inorgánicos u otra sustancia aprobada por SENASA.”

Además de clasificarse por los animales de origen, los sebos se tipifican en dos categorías A y B. Según la misma norma (Apartado 25.3):

“Los sebos se tipificarán en sebos "A" y "B". Se entiende por sebo vacuno, ovino o porcino según corresponda, del tipo "A", el sebo que responda a las siguientes características: acidez máxima, calculada como ácido oleico, tres (3) por ciento en peso; pérdida máxima por calentamiento, medio (0,5) por ciento de peso; materia insoluble en éter de petróleo, cuatro centésimas (0,04) por ciento como máximo en peso; contenido en materia insaponificable, medio (0,5) por ciento como máximo en peso; que presente o no rancidez. El sebo que no reúna las condiciones especificadas en el apartado 25.3, será tipificado como sebo "B".”

En lo que respecta a las grasas comestibles animales, el Código Alimentario Argentino en su Art. 540 (Resolución 20.12 del 19.10.84) establece:

"Se entiende por Grasas comestibles animales o Grasas alimenticias animales, las separadas de los tejidos grasos y partes adiposas limpias e inalteradas de animales bovinos, ovinos, porcinos o caprinos, sacrificados para el consumo en condiciones de salud, bajo inspección sanitaria oficial.

Se consideran como Grasas vírgenes, las separadas exclusivamente por procedimientos mecánicos y/o térmicos (excluida la fusión por fuego directo), pudiéndose las purificar únicamente por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación.

Se consideran como Grasas refinadas, las grasas vírgenes que se han sometido a proceso completo de refinación a través de procesos tecnológicamente adecuados.

Se permite la refinación de grasas vírgenes que presenten valores de acidez libre excesiva, siempre que sus índices de peróxido no superen los 20,0 miliequivalentes de oxígeno por kilogramo, no debiendo exceder los límites especificados en los artículos correspondientes en el producto refinado.

En la Resolución 101 del 22.02.93, se agregan al Artículo 540 los parámetros fisicoquímicos en que deben encuadrarse las grasas alimenticias animales, tanto vírgenes como refinadas. En esta Resolución se establece:

"Las grasas comestibles animales vírgenes o refinadas deberán responder a las siguientes exigencias:

Pérdida por calentamiento a 105°C, Máx: 0,3%

Contenido de jabón:

grasas vírgenes: nulo

grasas refinadas, Máx: 0,005% como oleato de sodio

Acidez libre: grasas refinadas, Máx: 0,3% como ácido oleico

Índice de peróxidos: grasas refinadas, Máx: 1,0 miliequivalentes de oxígeno por Kg

Cobre:

en grasas vírgenes, Máx: 0,4 mg/kg (como Cobre)

en grasas refinadas, Máx: 0,1 mg/kg (como Cobre)

Hierro: en grasas vírgenes y refinadas, Máx: 1,5 mg/kg (como Hierro)

Plomo: en grasas vírgenes y refinadas, Máx: 0,1 mg/kg (como Plomo)

Arsénico: en grasas vírgenes y refinadas, Máx: 0,1 mg/kg (como Arsénico)".

Muchas veces, el producto graso se separa no por arrastre con vapor sino por calentamiento directo a temperaturas de 70 – 80 °C con lo que se obtiene un mayor rendimiento. Las grasas así obtenidas presentan un índice de acidez y un valor de peróxido superior al permitido para la rotulación como grasa virgen o grasa refinada. Estos productos están contemplados en el Artículo 543 (Resolución 2012 del 19.10.84) del Código Alimentario Argentino que los autoriza a ser comercializados como “Primer jugo vacuno” o “Primer jugo ovino”. Al respecto, el artículo citado establece:

"Se entiende por Primer jugo bovino u ovino, según corresponda, el producto separado por fusión a temperatura no mayor de 80°C de los tejidos y partes adiposas limpias e inalteradas de animales bovinos (*Bos taurus*) u ovinos (*Ovis aries*).

Deberá responder a las exigencias del Art 540 y a las siguientes:

Índice de saponificación: 190 a 200

Índice de yodo (Wijs): 31 a 47

Insaponificable, Máx: 1,00%

Acidez libre, Máx: 1,60 mg KOH/g (0,80% como ác. oleico)

Temp. de solidif. de ác. grasos (título), Máx: 46°C

Índice de peróxido, Máx: 10,0 milieq. de Oxígeno/kg

Impurezas insolubles en éter de petróleo, Máx: 0,05%

Presentará color blanco-crema a amarillo pálido y sabor característico exento de olores y sabores extraños".

Las grasas alimenticias animales que, además de vísceras y músculos, se obtengan de los huesos de bovinos u ovejas, deben rotularse como “grasa bovina” o “grasa ovina” según corresponda. Los valores de acidez y de peróxido de estas grasas son superiores a los de los primeros jugos. Cuando las grasas bovina u ovina se destinan exclusivamente a la exportación, pueden rotularse “sebo de vaca” o “sebo de oveja” para cumplir con la nomenclatura internacional.

Las especificaciones para grasa bovina y ovina están indicadas en el Artículo 544 (Resolución 2012 del 19.10.84) del Código Alimentario Argentino. Al respecto establece:

"Se entiende por Grasa bovina o Grasa ovina, según corresponda, (sebo de vaca o sebo de corde-ro para la exportación), los productos obtenidos por la fusión de tejidos grasos (incluyendo las gra-sas de recortes) de músculos y huesos conexos de animales bovinos (*Bos taurus*) u ovinos (*Ovis aries*).

Deberá responder a las exigencias del Artículo 540 y a las siguientes:

Índice de yodo (Wijs): 32 a 50

Índice de saponificación: 190 a 202

Insaponificable, Máx: 1,20%

Acidez libre, Máx: 2,00 mg/KOH/g (1,00% como ác. oleico)

Temperatura de solidificación de ácidos grasos (título), Máx:46°C

Índice de peróxido, Máx: 10,0 miliequivalentes de Oxígeno/kg.

Impurezas insolubles en éter de petróleo, Máx: 0,50%

Presentará color blanco-grisáceo a amarillo pálido y olor y sabor característicos a sebo, exento de olores y sabores extraños.

Las mezclas de grasa bovina y grasa ovina se rotularán como tales. La adición de grasa bovina o grasa ovina refinada deberá declararse en el rótulo.

En los productos que contengan grasa refinada el contenido de jabón no excederá de 0,005% como oleato de sodio".

### **3 – 9. Oleomargarinas y oleoestearinas**

Sometiendo la grasa vacuna u ovina a presión y a una temperatura de 30 – 35 °C se obtienen dos fracciones una líquida, semiaceitosa a temperatura ambiente denominada óleo u oleomargarina y otra fracción sólida llamada estearina. La oleomargarina se emplea para la fabricación de margari-nas animales o margarinas provenientes de aceites vegetales y animales. La estearina se emplea como materia prima para la obtención de jabón.

Al respecto el Código Alimentario Argentino establece:

#### **Artículo 545 - (Res 2012, 19.10.84)**

"Se entiende por Oleo margarina (óleo-oil) bovina u ovina, según corresponda, el producto re-sultante de la separación de la mayor parte de la oleoestearina a partir de grasas o primeros jugos bovinos u ovinos, por procedimientos adecuados de cristalización fraccionada y prensado.

Deberá responder a las exigencias del Artículo 540 y a las siguientes:

Punto de fusión, Máx: 36°C

Acidez libre, Máx: 1,60 y 2,00 mg KOH/g (0,80% y 1,00% como ácido oleico) para los oleo oils separado de los primeros jugos bovino u ovino y de las grasas bovina u ovina respectivamente.

Índice de peróxido, Máx: 10,0 miliequivalentes de Oxígeno/kg.

Presentará color amarillo brillante y sabor y olor agradables, exentos de olores y sabores extraños.

Las mezclas de oleo oil bovino y ovino se rotularán como tales".

#### **Artículo 547 - (Res 2012, 19.10.84)**

"Se entiende por Oleostearina bovina u ovina, según corresponda, el producto remanente de la separación de la oleomargarina bovina u ovina definida en el Artículo 545.

Deberá cumplir con las exigencias del Artículo 540 y las siguientes:

Temperatura de solidificación de ácidos grasos (título), Mín.: 46°C

Acidez libre, Máx: 1,60 mg KOH/g (0,80% como ác. oleico)

Índice de peróxido, Máx: 10,0 milieq. de Oxígeno/kg

Se presentará como sólido blanco de sabor y olor agradables, exentos de olores y sabores extraños".

### **3 – 10. Grasa de cerdo**

Los triglicéridos del ganado porcino se obtienen por procedimientos similares a los del ganado bovino. Procesados en establecimientos autorizados y sometidos a la inspección de su producción se denominan “manteca de cerdo” y “grasa de cerdo”. La diferencia entre estas dos clases de grasas porcinas radica en las materias primas empleadas para su obtención.

La “manteca de cerdo” es la grasa fundida de los tejidos grasos, frescos, limpios y sanos de cerdo (*Sus scrofa*) en buenas condiciones de salud en el momento de su sacrificio y apta para el consumo humano. Los tejidos empleados para su obtención no deben ser huesos, piel desprendida, piel de la cabeza, orejas, rabos, órganos, tráqueas, grandes vasos sanguíneos, restos de grasa, recortes, sedimentos, residuos de prensado y similares, y deben estar razonablemente exentos de tejido muscular y sangre.

La “grasa de cerdo” es la grasa fundida procedente de los tejidos y huesos de cerdo en buenas condiciones de salud en el momento de su sacrificio y apta para el consumo humano. Puede conte-

ner grasa de huesos (convenientemente limpiada), de piel desprendida, de piel de la cabeza, de orejas, de rabos y de otros tejidos aptos para el consumo humano.

Al respecto, el Código Alimentario Argentino, establece las características que deben cumplir la manteca y la grasa de cerdo.

**Artículo 541 - (Res 2012, 19.10.84)**

"Se entiende por Manteca de cerdo, la grasa separada por fusión de los tejidos grasos del cerdo (*Sus scrofa*).

Los tejidos de que procede no deben contener huesos, piel desprendida, piel de cabeza, orejas, rabos, órganos, tráqueas, vasos sanguíneos grandes, desperdicios de grasas, sedimentos, residuos de prensado y similares y estarán razonablemente exentos de tejido muscular y de sangre.

Deberá responder a las exigencias del artículo 540 y a las siguientes:

Índice de refracción a 45°C: 1,4559 a 1,4609

Índice de yodo (Wijs): 45 a 70

Índice de saponificación: 192 a 203

Insaponificable, Máx: 1,00%

Acidez libre, Máx: 1,30 mg KOH/g (0,65% como ác. oleico)

Temperatura de solidificación de los ácidos grasos (título), Máx: 43°C

Impurezas insolubles en éter de petróleo, Máx: 0,05%

Índice de peróxido, Máx: 10,0 milieq. de Oxígeno/kg

La manteca de cerdo podrá ser mejorada en su consistencia y textura a través de adecuados procesos de interesterificación, por adición de manteca de cerdo refinada, de estearina o de manteca de cerdo hidrogenada, siempre que tales procesos o agregados se declaren en el rótulo.

La manteca de cerdo así modificada responderá a las exigencias señaladas en este artículo, a excepción de:

La temperatura de solidificación de ácidos grasos (título), Máx: 45°C y

El contenido de jabón, Máx: 0,005% como oleato de sodio.

La manteca de cerdo modificada o no, será de color blanco en estado sólido y presentará olor y sabor característicos, exenta de olores y sabores extraños

**Artículo 542 - (Res 2012, 19.10.84)**

"Se entiende por Grasa de cerdo, la grasa separada por fusión de los tejidos y huesos del cerdo (*Sus scrofa*).

Puede contener grasa de huesos convenientemente limpia, de piel desprendida, de piel de cabeza, de orejas, de rabo y de otros tejidos aptos para el consumo humano.

Deberá responder a las exigencias del artículo 540 y a las siguientes:

Índice de refracción a 45°C: 1,4559 a 1,4609

Índice de yodo (Wijs): 45 a 70

Índice de saponificación: 192 a 203

Insaponificable, Máx: 1,20%

Acidez libre, Máx: 2,00 mg KOH/g (1,00% como ác. oleico)

Temperatura de solidificación de ácidos grasos (título), Máx: 45°C

Índice de peróxido, Máx: 16,0 milieq. de Oxígeno/kg

Impurezas insolubles en éter de petróleo, Máx: 0,50%

La grasa de cerdo podrá ser mejorada en su consistencia y textura a través de adecuados procesos de interesterificación por agregado de manteca de cerdo refinada, de grasa de cerdo refinada, de manteca de cerdo hidrogenada, de grasa de cerdo hidrogenada, de estearina de manteca de cerdo o de estearina de grasa de cerdo, siempre que tales procesos o agregados se declaren en el rótulo.

La grasa de cerdo así modificada responderá a las exigencias señaladas en este artículo, a excepción del contenido de jabón, Máx: 0,05% como oleato de sodio.

La grasa de cerdo modificada o no, será de color blanco en estado sólido y presentará olor y sabor característicos, exenta de olores y sabores extraños".

Al igual que en el caso de las grasas vacunas u ovinas, cuando se prensa la grasa o la manteca de cerdo a una temperatura de 30 – 35 °C se separan dos fracciones de diferente punto de fusión. Una líquida aceitosa que se llama "aceite de manteca de cerdo" y otra semisólida llamada "estearina de cerdo".

El aceite de manteca de cerdo se emplea para elaborar margarinas, shortening, productos de repostería, mayonesas, etc. La estearina de cerdo se emplea mayoritariamente para la fabricación de jabón.

#### **Artículo 546 - (Res 2012, 19.10.84)**

"Se entiende por Aceite de manteca de cerdo y Aceite de grasa de cerdo, los aceites resultantes de la separación de la mayor parte de la oleostearina a partir de manteca de cerdo o grasa de cerdo, por procedimientos adecuados de cristalización fraccionada y prensado."

Deberá responder a las exigencias del Artículo 540 y a las siguientes:

Temperatura de solidificación: 1°C a 5°C

Acidez libre, Máx: 1,30 a 2,00 mg KOH/g (0,65% y 1,00% como ácido oleico) para los aceites separados de la manteca de cerdo y de la grasa de cerdo, respectivamente.

Índice de Peróxido, Máx: 10,0 y 16,0 miliequiv. de Oxig/kg para los aceites separados de la manteca de cerdo, respectivamente.

Índice de yodo (Wijs): 67 a 83

### **Actividad práctica N° 6**

Las disposiciones del Código Alimentario Argentino respecto de grasas y aceites pueden bajarse de la página web:

[http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas\\_alimentos\\_caa.asp](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp)

Analice las disposiciones relativas a las grasas y aceites animales y efectúe un trabajo de campo, consistente en un relevamiento de los comestibles que contienen triglicéridos de origen animal. Para ello deberá hacer una inspección por los comercios que expenden alimentos envasados y, mediante la lectura de las etiquetas, investigar si hay alimentos que contravienen las disposiciones del Código Alimentario.

La inspección no debe limitarse a las margarinas, mantecas o grasas vacuna o porcina. Hay muchos alimentos que contienen grasas y aceites de origen animal — galletitas, caldos de verdura, mayonesas, etc.

### **3 – 11. Aceites marinos**

Los aceites de animales marinos se obtienen de algunos peces pequeños, tales como sardinas, arenques y sábalos. Todo el pescado es procesado para dar aceite como producto primario y el residuo remanente se vende como alimento para ganado o como fertilizante. Los aceites de este grupo contienen grandes proporciones de ácidos grasos saturados de cadena larga así como ácidos grasos insaturados, como los omega-3.

La materia prima es analizada para medir su grado de frescura, a través de la determinación del llamado TVN (Nitrógeno Total Volátil). Este índice estima las bases nitrogenadas producidas por el deterioro del pescado, lo que permite establecer distintas calidades del producto final.

A fin de extraer el aceite, los pescados se introducen en reactores llamados “cocedores” calentados por vapor a 90 – 100 °C. Por el calentamiento se desnaturaliza la mayor parte de las proteínas del pescado que se integran a la fase sólida, a la vez que se detiene la actividad enzimática y microbiana responsables de la degradación del material. La fase líquida es llevada a través de un meca-

nismo a tornillo hacia mallas que retienen los huesos y fibras musculares que constituyen la mayor parte de la llamada “torta de prensa” y permiten el paso de una dispersión líquida, llamada “licor de prensa” que contiene agua, pequeñísimas partículas sólidas y coloides. El licor de prensa es volcado en decantadores, donde sedimenta gran parte de los sólidos arrastrados y luego es llevada a separadores centrífugos llamados “decanter” que operan a gran velocidad y mediante los cuales se logra separar el aceite del agua y de los otros materiales que pudieran haber sido arrastrados.

El aceite de pescado se almacena crudo para su venta o se refina de la manera convencional.

Los residuos sólidos del proceso se desecan y se utilizan como alimento para ganado o como fertilizantes.

A pesar de su índice de yodo relativamente elevado, los aceites marinos no son buenos aceites secantes. Sólo forman películas polimerizadas luego de someterse a tratamientos específicos consistentes en congelarlos y separar los glicéridos saturados mediante filtros prensa. Luego se le agrega el decolorante y se los calienta a temperaturas de 180 – 190 °C. Finalmente se filtra, neutraliza y destila al vacío. El aceite así refinado puede calentándolo a 260 – 275°C hasta que alcance la viscosidad deseada obteniéndose un aceite llamado stand oil, o aceite estandarizado.

### **3 – 12. Sustitutos de grasas y aceites comestibles**

Los sustitutos de la grasa existen desde hace varios años y ya se han formulado más de un centenar. La F.D.A. (Food and Drug Administration), clasifica a estos sustitutos en dos categorías:

\* Aditivos

\* Sustancias generalmente reconocidas como seguras

Los aditivos, deben ser evaluados y luego aprobados antes de poder puestos a la venta. Las “sustancias generalmente reconocidas como seguras” (Generally Recognized As Safe, GRAS) son sustancias comestibles conocidas — por ejemplo, almidón modificado, ciertas proteínas, goma arábiga, gel de celulosa, etc., — que se combinan en determinada manera y proporción para darle al alimento la apariencia física y organoléptica de grasa o aceite. En general, las GRAS se emplean para rebajar el contenido lipídico de alimentos como mayonesas, margarinas, sopas deshidratadas, etc. El primer sustituyente de este tipo fue un gel de celulosa, conocido con el nombre comercial de Avicel, inicialmente utilizado como estabilizante de alimentos, pero que en los '90 comenzó a utilizarse como sustituto de la grasa. Otros sustitutos a base de hidratos de carbono son el N-Oil, (dextrina de tapioca), Littese (polidextrosa), malto dextrinas, goma guar, carboximetilcelulosa, etc.

Los sustitutos hechos a base de proteínas se comenzaron a usar a mediados de 1990 con el único propósito de sustituir la grasa. Hay dos tipos que han sido reconocidos como GRAS por la F.D.A.: proteínas microparticuladas (MPP - Microparticulated Protein Product) de la clara de huevo o de los lácteos, y el concentrado de proteína de suero. Un sustituto del tipo MPP es el Simplese, lanzado al mercado en 1988 por The NutraSweet Co. El proceso de microparticulación, es un tratamiento que modifica la forma y reduce el tamaño de las proteínas a 0,1 – 2  $\mu$ m. Las proteínas adquieren una forma globular que les permiten girar fácilmente unas sobre otras, esto hace que le dé al paladar un gusto cremoso y una textura similar a la que dan las grasas. Una vez ingeridas son absorbidas por el cuerpo como proteínas, pero debido al alto porcentaje de agua en el producto, en vez de 4 *kcal/g* como suministran las proteínas usuales, cada gramo de sustituto sólo provee de 1 a 2 *kcal/g*. Los MPP se usan para cremas heladas, yogures, cuajadas, mayonesas, etc. Si bien algunos de estos sustitutos pueden emplearse para alimentos que requieren cocción, no pueden ser sometidos a fritura porque a temperatura elevada la proteína se gelifica y pierde sus caracteres cremosos.

Entre los aditivos autorizados por la FDA se encuentra el Olestra, marca comercial registrada por Procter & Gamble. Esta sustancia es un poliéster de la sacarosa que tiene propiedades físicas y caracteres organolépticos similares a los de las grasas, pero no es absorbida en el intestino y por lo que no aporta ni calorías ni grasa. En la molécula de Olestra, la sacarosa se encuentra esterificada con 6 a 8 ácidos grasos de cadena larga, provenientes de grasas comestibles como el aceite de soja o el de algodón. Al ser una molécula sintética de estructura compleja, no es hidrolizada por las enzimas del tracto digestivo y, al ser su tamaño muy grande, comparado con las de los triglicéridos, no puede atravesar la pared intestinal, por lo que no aportan ni ácidos grasos ni calorías al cuerpo humano.

Las propiedades físicas, químicas y caracteres organolépticos de Olestra son bastante parecidos a los de los aceites y están determinados por las longitudes de las cadenas hidrocarbonadas y del grado de insaturación de los ácidos grasos esterificados. El color, sabor, estabilidad al calor y en la góndola hacen de Olestra un buen sustituto de grasas y aceites. Su estabilidad al calor lo hace apto para cocinar, hornear y freír.

Entre los inconvenientes encontrados en este producto se encuentra que, al formar una dispersión lipófila, dispersa en ella las vitaminas liposolubles y carotenos, los que son arrastrados por el Olestra y tampoco atraviesan la pared intestinal.

Llama la atención que los investigadores involucrados en la producción de Olestra, no hayan tomado en cuenta que, al igual que la celulosa y otros materiales que el ser humano no digiere, la acumulación de esa sustancia en el intestino puede provocar, peristaltismo, especialmente en los casos de ingesta abundante. Por eso, luego de ser liberado su uso como aditivo, comenzaron a producirse casos en los que las personas que lo habían ingerido, comenzaron a experimentar calambres abdominales. Otros consumidores sufrieron diarrea y aún hubo caso de incontinencia fecal.

### 3 – 13. El biodiesel

El biodiesel es un combustible que se obtiene a partir de aceites vegetales y que puede funcionar en cualquier motor diésel, sin que sea necesaria ningún tipo de modificación en los mismos. Inclusive como sus propiedades son similares al combustible diésel de petróleo, se pueden mezclar ambos en cualquier proporción sin problemas. De hecho en Europa y Estados Unidos se mezclan 80 partes de gas oil y 20 partes de biodiesel.

La primera referencia a este tipo de combustibles fue a fines del siglo XIX cuando Rudolf Diesel probó aceite de maní en el motor que había creado para demostrar la adaptabilidad del mismo.

En 1912 Diesel, afirmaría: El uso de aceites vegetales en los motores puede hoy parecer insignificante. Pero con el transcurso del tiempo se volverán tan importantes como los son hoy el petróleo y el alquitrán de hulla. La crisis del petróleo iniciada a mediados de los '70 generó gran incertidumbre por los recursos no renovables e hizo que en los '80 se reflatara la idea de utilizar biocombustibles.

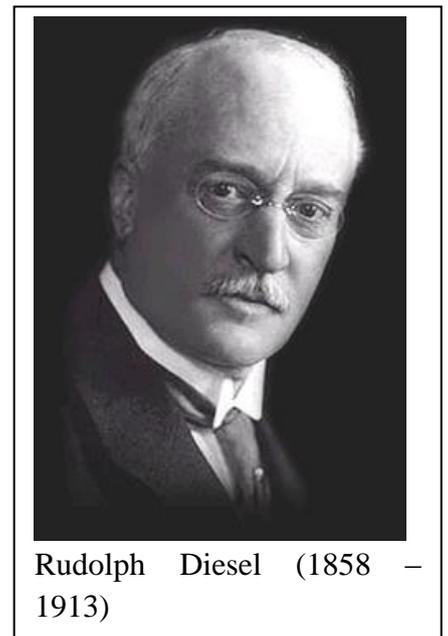
El biodiesel se obtiene por “transesterificación”, proceso que combina aceites vegetales, grasas animales y/o aceites de algas con alcohol en presencia de un catalizador con el fin de formar ésteres grasos.

La mezcla de ésteres de etilo, glicerina y el etanol que no reaccionó se fracciona para separar la glicerina, que es un subproducto muy valioso para la industria mientras que el exceso de alcohol es reciclado. Posteriormente los ésteres son sometidos a un proceso de purificación consistente en lavado con agua, secado al vacío y posterior filtrado.

Para la obtención del biodiesel se usan las materias primas más abundantes y baratas en cada uno de los países que lo elaboran. En los Estados Unidos se utiliza el aceite de soja, en Europa el de colza y en los países tropicales el de coco y el de palma. Se ha experimentado también, obtener biodiesel a partir de aceite gastado (por ejemplo de frituras industriales).

En países como la Argentina, que son grandes productores de oleaginosas, la elaboración de biodiesel es una buena opción ya le permite al productor adquirir un combustible más barato para su maquinaria agrícola, combustible que se fabrica con los granos que él produce. Es decir, se incorpora valor agregado a los granos.

Comparado con el combustible diésel obtenido a partir de petróleo, el biodiesel tiene un punto de inflamación más alto y no produce vapores inflamables, por lo que su almacenamiento y manipulación es mucho más seguro. Además, es un recurso renovable.



Rudolph Diesel (1858 – 1913)

El costo de producción depende de la materia prima que se utilice. Su precio puede resultar ligeramente por encima o por debajo del precio del gasoil. Pero la economía estriba en que, en la mayoría de los países, el biodiesel está exento del impuesto a los combustibles.

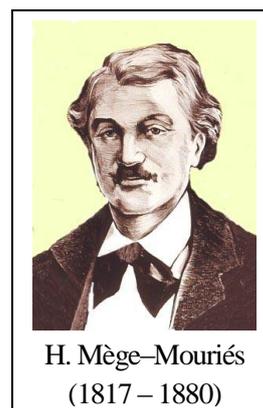
En la República Argentina es más interesante producir biodiesel a partir del aceite de girasol que a partir del aceite de soja. Esto se debe a que el girasol contiene 45 – 47% de aceite mientras que la soja solo rinde un 18%. Además, influye el precio del cereal en los mercados internacionales. Una depresión en los precios en Chicago favorece el uso del aceite para producir biodiesel.

#### 4 – 1. Margarinas

Las margarinas son emulsiones de triglicéridos comestibles (de origen animal o vegetal) y agua a las que se les puede adicionar leche y otros materiales para darle la apariencia, textura, sabor, olor de la manteca o para hacerla adecuada para cocinar. Los triglicéridos pueden ser grasas o aceites, hidrogenados, parcialmente hidrogenados o sin hidrogenar. Una margarina debe contener un mínimo de 80% de grasa y, como máximo, 16% de agua.

##### ¿Sabía Ud. que ...

... la margarina fue inventada en 1869 por el químico francés Hippolyte Mège-Mouriés, quien se hizo acreedor a un premio ofrecido por Napoleón III a quien encontrara un sustituto de la manteca? Napoleón III ofreció este premio porque había gran escasez de manteca en Francia debido a las continuas guerras. Debido a su alto poder calorífico, la manteca era una parte importante de la alimentación de los soldados y marinos franceses.



En su Artículo 551 el Código Alimentario Argentino establece:

“Con la denominación de Margarina, se entiende el alimento constituido por una fase acuosa íntimamente mezclada con una fase grasa alimenticia formando una emulsión plástica. La fase grasa podrá estar constituida por:

- a) Grasas animales comestibles (enteras o fraccionadas)
- b) Aceites vegetales comestibles (enteros o fraccionados)
- c) Aceites y/o grasas comestibles hidrogenados, los que no podrán constituir la totalidad de la fase grasa, debiéndose incluir obligatoriamente en la misma, aceites o grasas no hidrogenados.
- d) Aceites y grasas interesterificados y/o transesterificados.
- e) Mezcla de las sustancias grasas mencionadas precedentemente.
- f) Grasa de leche, Máx.: 5,0% en peso.

En el mismo Artículo el Código establece los componentes y aditivos permitidos

“En la elaboración de la margarina queda permitido el empleo de los siguientes ingredientes y aditivos:

- a) Leche pasteurizada, leche en polvo (entera, parcial o totalmente descremada) y/o crema de leche pasteurizada.
- b) Edulcorantes nutritivos, autorizados por el presente Código, Máx.: 2% en peso.
- c) Proteínas comestibles incluyendo, pero no limitadas a, suero líquido, condensado o seco, suero modificado por la reducción de lactosa y/o minerales, componentes del suero libre de lactosa, albúmina, caseína, caseinato, en cantidades no mayores a las requeridas para lograr el efecto deseado.
- d) Sal (cloruro de sodio), Máx.: 3% en peso.
- e) Colorantes de origen vegetal de uso permitido consignados en el Artículo 1324 del presente y/o sus equivalentes sintéticos.
- f) Diacetilo, como reforzador de la aromatización biológica, Máx.: 1 mg/kg (1 ppm).
- g) Aromatizantes sintéticos cuyos componentes, purezas y dosis hubieren sido previamente autorizados por la autoridad sanitaria nacional.
- h) Antioxidantes y sinergistas autorizados en el Artículo 523 bis y en las concentraciones que correspondan según su contenido graso.
- i) Sustancias conservadoras: ácido sórbico y/o ácido benzoico y/o sus sales autorizadas por el presente Código en cantidades no superiores a 1 g/kg (1000 ppm) expresados como ácidos.
- j) Agentes emulsionantes: los consignados en el Artículo 550 y en las mismas proporciones.
- k) Lecitina, Máx.: 0,2% en peso.
- l) Vitaminas: sólo se autoriza en las margarinas rotuladas para untar y en las siguientes cantidades: Vitamina A: 15.000 a 30.000 UI/kg equivalente a 4500 a 15.000 microgramos/kg de retinol. Vitamina D: 1.500 a 3.000 UI/kg equivalente a 37,5 a 75,0 microgramos/kg de colecalciferol.
- m) Reguladores de Acidez: ácido cítrico y láctico q.s.

La margarina deberá responder a las siguientes características y/o exigencias físicas, químicas y microbiológicas:

1. El contenido de materia grasa no será menor de 80,0% en peso.
2. La cantidad de agua no será mayor de 16% en peso.
3. La fase grasa presentará un punto de fusión no mayor de 42°C en las margarinas para untar y de 48°C en las margarinas para uso culinario.
4. Deberá presentarse sólida a 20°C, su textura será lisa y homogénea sin cámaras de agua o aire.
5. Presentará una distribución y tamaño razonablemente uniforme de los glóbulos de agua al examen microscópico en capa delgada entre porta y cubreobjeto.
6. Presentará color amarillento uniforme y no evidenciará sabores y olores extraños.
7. El contenido de metales y catalizadores residuales no será superior al indicado en el Artículo 548 del presente Código.
8. Cumplirá con los siguientes criterios microbiológicos:

Parámetro	Criterio de aceptación	Técnica
Enumeración de Enterobacterias NMP/g	n=5, c=2, m=10 M=10 <sup>2</sup>	ISO 21528-1:2004 ICMSF
Recuento de hongos y levaduras UFC/g	n=5, c=2, m=10 M=10 <sup>2</sup>	ISO 21527-2:2008; BAM-FDA: 2001, APHA: 2001

Donde n: número de unidades de muestra analizada. c: número máximo de unidades de muestra cuyos resultados pueden estar comprendidos entre m (calidad aceptable) y M (calidad aceptable provisionalmente); m: nivel máximo del microorganismo en el alimento, para una calidad aceptable; M: nivel máximo del microorganismo en el alimento, para una calidad aceptable provisionalmente.

En cuanto a la presentación del producto, el Artículo 551 establece: “La margarina deberá ser envasada en recipientes o envolturas impermeables, previamente autorizados por la autoridad sanitaria competente. La denominación de venta será “Margarina” y deberá consignarse con caracteres de color rojo, de buen realce y visibilidad, cuyo tamaño no podrá ser menor que el de cualquier otra inscripción o designación del rotulado con excepción de la marca. Se indicará en el rótulo para untar o para repostería cuando corresponda. Además de lo exigido en el Capítulo V deberá consignarse con caracteres bien visibles en el rótulo o en las tapa de los envases el mes y año de elaboración así como la leyenda conservar refrigerado o similar. En caso de utilizarse papel impermeabilizado la fecha deberá ser bien legible, impresa o perforada. La perforación no debe exponer el contenido al medio ambiente. En caso de agregarse vitamina A y/o D deberán ser claramente declaradas en el rotulado, así como su concentración. Estos productos se considerarán como productos dietéticos por lo que deberán cumplir con las exigencias consignadas en el Capítulo XVII del presente Código”.

De acuerdo con los usos a los que se las destina — untar, freír, hornear, etc. — se les puede agregar vitamina A y sus ésteres, vitamina E y sus ésteres, sal, hidratos de carbono, proteínas comestibles y aditivos alimentarios. En la tabla 4.1 se dan algunos de los aditivos alimentarios autorizados y sus concentraciones máximas permitidas.

Si bien el Código Alimentario Argentino no establece taxativamente restricciones en cuanto a los porcentajes de colorantes, las concentraciones máximas de colorantes que se suelen agregar a las margarinas son

Material colorante	Concentración máxima
β-caroteno	25 mg/kg
Extractos de bixa orellana	20 mg/kg (calculados como bixina o norbixina totales)
Cúrcuma, curcumina	5 mg/kg
β-apo-8' carotenal	25 mg/kg
Ésteres metílico y etílico del ácido β-apo-8' carotenoico	25 mg/kg

Tabla 4.1. Colorantes admitidos y sus concentraciones máximas usuales en las margarinas.

Esencialmente, el proceso de elaboración de las margarinas comprende tres etapas

- Mezclado y homogeneización del aceite con el agua y los aditivos.
- Enfriamiento-cristalización.
- Envasado-Empaquetado.

Los métodos antiguos de elaboración de la margarina consistían en revolver la emulsión en un reactor tratando de que el producto adquiriera una textura lo más homogénea posible. Para ello, la emulsión de grasa y leche se enfriaba rápidamente manteniéndola en un tanque con hielo picado durante dos o tres horas, después de lo cual al material solidificado se le agregaba leche cortada adicional y se salaba como con la manteca. Al perfeccionarse los procedimientos de refrigeración, se reemplazó el hielo picado con una mezcla de hielo y agua. Posteriormente comenzó a emplearse un tambor rotatorio enfriado exteriormente por una salmuera frigorífica, con lo que se producía la cristalización de la emulsión sin contacto con el líquido refrigerante. Esta práctica todavía se emplea en algunos países de Europa.

Más allá del método de cristalización empleado, el material solidificado es una masa de cristales que no se adhieren entre sí. Para producir una masa de textura uniforme, los cristales deben amasarse o ser trabajados de manera de unirlos formando una masa homogénea. Los métodos de amasado empleados en las primeras décadas del siglo XX eran ineficientes. Se trabajaba por lotes, con el material amasado expuesto a problemas microbiológicos serios que derivaban del agua contaminada o de organismos aerobios.

En 1937 se puso en práctica el método Votator, un procedimiento continuo en el que el oxígeno del aire no entra en contacto directo con el material cristalizado, lo que mantiene la estabilidad de la materia grasa. En este procedimiento,

- Se mezcla el aceite con los componentes que se disuelven en aceite (Vitaminas liposolubles, colorantes, etc.)

- Se mezcla el agua desmineralizada (máximo 16 % en peso) con los componentes solubles en agua (leche, sal, etc.)

- Se mezclan las soluciones oleosas y acuosas en una mezcladora donde se dividen finamente los glóbulos de grasa hasta conseguir una suspensión lo suficientemente estable como para evitar que la grasa se separe del resto de los componentes y ascienda a la superficie.

- El enfriamiento se efectúa en un intercambiador de calor con raspador, conocido también como SSHE (sigla de Scraped-Surface Heat Exchanger) y también por su marca comercial: Votator®. La eficiencia y productividad del Votator se deben a que opera en forma continua enfriando la emulsión a medida que esta pasa a lo largo de un tubo. El tubo tiene un eje con cuchillas (scrapers) que gira a 400 - 700 rpm removiendo los cristales de la emulsión que se depositan en las paredes y mezclándolos tan íntimamente que se obtiene una masa homogénea. Rodeando a este tubo hay otro tubo concéntrico por el que circula gas (generalmente amoníaco o Freón) enfriado por expansión adiabática.

tica y rodeando al tubo de circulación de gas hay otro tubo que aísla al sistema reduciendo al mínimo las pérdidas de energía, además de actuar como protector para los operarios.<sup>30</sup>

#### 4 – 2. Principales productores de margarinas

Los principales países productores de margarinas son los Estados Unidos, Pakistán, India y Turquía. En la Tabla 4.2 se muestra la producción de algunos países en los últimos años. Como puede apreciarse la producción argentina es mínima comparada con los principales productores.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
USA	4.581	4.269	3.856	3.788	3.842	3.924	3.915	3.856
Pakistán	1.490	1.500	1.492	1.531	1.570	1.647	1.675	1.650
India	1.285	1.380	1.532	1.539	1.364	1.332	1.318	1.300
Turquía	605,2	694,2	702,9	684,8	901,6	683,0	694,3	704,1
Brasil	503,0	510,0	502,6	510,3	513,6	522,1	531,5	536,0
Alemania	430,4	419,9	405,3	394,7	384,4	382,5	535,1	525,4
Rusia	752,0	761,5	692,8	437,4	432,5	472,9	455,6	511,6
Polonia	345,0	328,1	415,5	389,8	400,1	424,3	420,6	421,4
Japón	375,3	369,9	361,6	377,2	368,2	382,0	391,5	397,6
Bélgica	370,0	385,0	398,7	393,0	388,2	385,0	373,1	361,0
U.K.	345,0	343,0	340,0	330,0	327,0	321,0	330,0	328,0
Holanda	249,0	247,0	257,0	285,0	262,0	242,0	231,0	224,0
Argentina	7,7	7,4	9,6	8,5	9,9	9,5	9,7	1,6
Mundial	14.949	14.473	14.131	13.880	14.254	14.097	14.188	14.199

Tabla 4.2. Principales productores de margarinas (en todas las formas) en miles de toneladas. Fuente FAOSTAT.

<sup>30</sup> Los detalles y características técnicas de estos intercambiadores de calor se pueden consultar en la página web: <http://www.spxflow.com/en/waukesh-cherry-burrell/pd-wcb-scraped-surface-heat-exchanger-votator-2-horizontal/>

## Actividad Práctica N° 7

### Identificación de reveladores en margarinas y mantecas.

El código alimentario indica que las margarinas comerciales han de salir de fábrica marcadas con sustancias reveladoras, con el fin de que los posibles fraudes por adición de margarina a la manteca se detecten fácilmente. Las margarinas fabricadas con grasas animales utilizan como revelador el aceite de sésamo (5 por 100), mientras que las que contienen grasas vegetales contienen almidón (0,2 por 100) como revelador.

**Reacción de Badouin** o análisis del aceite de sésamo: En un tubo de ensayo se añade 1 ml de margarina con grasa animal y en otro tubo una cantidad igual de margarina con grasa vegetal. En ambos tubos se agrega éter de petróleo, gota a gota, hasta disolver la margarina. Seguidamente se añade ácido clorhídrico concentrado en el que se ha disuelto previamente 0,5 g. de sacarosa (reacción de Badouin). Se deja reposar unos diez minutos. En el tubo de margarina animal aparecerá una coloración rojiza (en la capa clorhídrica), mientras que en el tubo de margarina vegetal no debe aparecer dicha coloración.

2.- Reacción del lugol o análisis del almidón: Se disponen de nuevo dos tubos de ensayo con cantidades semejantes de margarinas vegetal y animal, respectivamente. Se añade agua destilada a ambos tubos. Los tubos se colocan en un vaso de precipitados conteniendo agua y se hierve para que el almidón pase a la fase acuosa. Luego se enfrían los tubos mediante chorro de agua y su contenido se filtra sobre un papel de filtro previamente humedecido. La grasa queda retenida en el filtro y el almidón estará en el líquido filtrado. Cuando este líquido está frío, se le añaden unas gotas de lugol. Si aparece coloración violácea, indica la presencia de almidón.

Repetir los ensayos con manteca. Si al realizar estas dos últimas pruebas analíticas alguna de ellas diese positiva, indicaría un fraude alimentario.

## V. LÍPIDOS Y LA ALIMENTACIÓN

### 5 – 1. Usos de las grasas y de los aceites en la alimentación

Las grasas son los principales constituyentes de las margarinas, grasas de mantequilla, grasas de repostería, y aceites para ensaladas y para cocinar. Pero, además de la grasa “visible” que contienen los alimentos, se encuentran grandes cantidades de grasas y aceites en muchos productos de panadería, alimentos para lactantes, productos lácteos y hasta en algunos dulces. Aceite, manteca y margarina se suelen emplear directamente en los alimentos.

### 5 – 2. Aceites de cocina

El principal uso del aceite en la cocina es la fritura, donde funciona como medio transmisor de calor y aporta sabor y textura a los alimentos. Uno de los requisitos del aceite de cocina es que sea estable en las condiciones extremas de fritura por inmersión: altas temperaturas y humedad. En general, en la fritura el aceite debe mantenerse a una temperatura máxima de 180 °C. Si se fríen los alimentos a una temperatura demasiado baja, absorben mucha grasa. El agua, presente en los alimentos que se fríen, provoca un cierto porcentaje de hidrólisis de los glicéridos. Esta hidrólisis disminuye la calidad del aceite al disminuir su punto de humo, dar una coloración más oscura y alterar el sabor. Durante el calentamiento, los aceites también polimerizan, generando un aceite viscoso que es absorbido fácilmente por los alimentos y que genera un producto grasiento. Cuanto más saturados (sólidos) sean los aceites, más estables serán frente a la disociación oxidativa e hidrolítica, y más se dificulta su polimerización. Los aceites, como el de soja y el de canola, ricos en ácido linolénico son particularmente susceptibles de sufrir estos cambios indeseables.

Si el aceite de soja se hidrogena parcialmente reduciendo el ácido linolénico de un 8 % a menos del 3 %, se obtiene un aceite para frituras relativamente estable, utilizable en productos fritos elaborados comercialmente, para frituras en sartén y para la elaboración de salsas. La estabilidad puede aumentarse utilizando aceites con menor índice de yodo como el de semilla de algodón, de maíz o de palma.

Los alimentos que se fríen pero que no se ingieren inmediatamente, como los aperitivos, requieren un aceite aún más estable. Los aceites más saturados mejoran la estabilidad, pero si la grasa de freír es sólida a temperatura ambiente generará una superficie dura desagradable. Para aceites se usan continuamente, como en los restaurantes, se necesita una grasa de freír que sea muy resistente. En estos casos se emplean mantecas más sólidas que maximicen la estabilidad de la grasa durante todo el tiempo de fritura.

Por su alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados y su bajo contenido de  $\gamma$ -tocoferol, el aceite de girasol estándar no es muy bueno para freír ya que pierde rápidamente su estabilidad, en cambio el girasol alto oleico es adecuado para frituras.

### 5 – 3. Margarinas

Las margarinas deben tener una cierta estructura cristalina para mantener una consistencia semi-sólida a temperatura ambiente. Se requiere que se derritan rápidamente a la temperatura corporal, ya que deben derretirse rápidamente en la boca sin dejar una sensación pegajosa.

Mientras que el ácido oleico funde a 16 °C, su isómero *trans*, el ácido elaidínico, funde a 44 °C. Esto explica por qué la presencia de isómeros *trans* puede elevar considerablemente el punto de fusión y la estabilidad de un producto. Las margarinas contienen porcentajes de compuestos *trans* que dependen de los triglicéridos de partida. La consistencia adecuada de una margarina puede conseguirse tanto por hidrogenación parcial como mezclando grasas duras y blandas. Las margarinas “para untar” contienen menos grasas saturadas y, de ellas, un menor porcentaje de ácidos grasos en *trans*.

Otro factor importante en la consistencia de las margarinas es el tipo de estructura cristalina de la grasa a partir de la cual se forma. Las grasas son polimórficas, es decir, son capaces de formar varios tipos diferentes de cristales. Los cristales  $\alpha$  son los más pequeños, originan un cristal liso pero inestable. Los cristales  $\beta$  tienen un tamaño medio, y son los más apropiados para las margarinas porque proporcionan una textura lisa, son bastante estables y aseguran la plasticidad del producto. Los cristales de mayor tamaño son los de tipo  $\beta$ , que son estables y granulados, y generalmente indeseables. Las grasas con estructura cristalina de la forma  $\beta$  dan margarinas de estructura dura y quebradiza. Las grasas con esta estructura se emplean para elaborar productos de recubrimiento.

#### ¿Sabía Ud. que ...

El “chocolate blanco” se suele elaborar sin cacao, con aceite hidrogenado, jarabe de maíz de alta fructosa y esencia de vainilla? Otros “chocolates” de bajo precio se hacen con aceite hidrogenado, azúcar caramelizado esencia de vainilla y colorantes.

### 5 – 4. Grasas de repostería

Las grasas de repostería son grasas semisólidas que proporcionan una textura tierna a los productos horneados, favorecen la aireación de los productos fermentados, y promueven una textura y

sabor agradables. En los productos horneados, se emplea la grasa de repostería que mejora su “cremosidad” y lubrica el producto. En las pastas blancas que se hacen con azúcar y almidón, en las mousses y en los rellenos, ayuda a formar pequeñas burbujas de aire que crean una estructura ligera y suave. Estas grasas son bastante estables al calentamiento por lo que también se las puede usar para freír.

Las grasas de repostería deben tener un rango de fusión estrecho y constante. Deben derretirse a temperatura más alta que la ambiente, para ser manipuladas con facilidad y tener la plasticidad adecuada que favorezca su mezclado.

Las grasas de repostería se obtienen mezclando aceites de soja (de cristales  $\beta$ ) con aceites parcialmente hidrogenados y aceites con estructura cristalina  $\beta$ .

### **5 – 5. Aceites para ensaladas**

El principal uso de los aceites para ensaladas es el de integrar los aderezos. Los aderezos tradicionales para ensaladas, algunos de los cuales son emulsiones, consisten en un sistema bifásico de aceite y agua, con un 55 – 65 % de aceite. El aceite de las ensaladas recubre sus ingredientes, distribuyendo el sabor de la mezcla lo que mejora el gusto de la ensalada. Otro uso importante de los aceites para ensaladas es el de formar parte de las mayonesas. El aceite para mayonesa es el que le confiere viscosidad al producto.

Un aceite para ensaladas no debe contener cristales sólidos que, al refrigerarlo, le confieran una textura pegajosa de sebo, rompan la emulsión formada entre el agua y el aceite, o den al producto un aspecto turbio. Los aceites pueden ser winterizados.

Los aceites para ensaladas que más se utilizan son el de soja sin hidrogenar, de canola, de semilla de algodón winterizado<sup>31</sup>, de cártamo, de girasol y de maíz. El aceite de oliva tiene un sabor único, y aunque forma cristales a temperaturas bajas, se suele servir a temperatura ambiente como aceite para ensaladas.

### **5 – 6. Triglicéridos de cadena mediana (TCM)**

Además de las grasas comunes de la alimentación, las fracciones lipídicas tales como los triglicéridos de cadena media (aceite TCM) se utilizan en preparaciones terapéuticas especializadas. El aceite TCM es una fracción del aceite de coco que contiene triacilglicéridos con ácidos grasos de 8-

---

<sup>31</sup> La winterización o invernación, es un proceso en el cual se eliminan las grasas sólidas de aceites líquidos mediante enfriamiento. Por lo que permiten que los aceites winterizados se guarden en el refrigerador.

10 átomos de carbono. El aceite TCM se emplea en productos para alimentación de pacientes con síndromes de mala absorción.

### **5 – 7. Shortening**

El shortening o manteca vegetal es un tipo de grasa utilizado tanto para horneado como para fritura. Su nombre proviene de su habilidad para hacer más tierno o para “acortar” el tiempo en el que el producto se mantiene en la boca antes de tragarlo.

El aceite destinado a shortening debe ser tratado para reducir su índice de yodo a 70 – 77. Generalmente se obtiene mezclando un tipo de aceite en diversas proporciones de aceites parcialmente hidrogenados. La naturaleza de los aceites que intervienen en la mezcla y sus proporciones están condicionadas por el producto que se desea obtener. Así hay shortenings para cremas heladas, para pan, para tortas, etc.

## VI. LOS LÍPIDOS Y LA SALUD

### 6 – 1. Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido los consumos mínimos convenientes de grasas y aceites. En ellos recomienda que, para los adultos, es esencial para la salud ingerir cantidades adecuadas de triglicéridos alimentarios. Además de contribuir a satisfacer las necesidades energéticas, el consumo de esos triglicéridos debe ser suficiente como para satisfacer las necesidades de ácidos grasos esenciales y de vitaminas liposolubles.

Para una persona dada, el consumo mínimo necesario de triglicéridos para mantener un buen estado de salud varía a lo largo de la vida. Además los requerimientos de lípidos varían de una persona a otra. En particular, la OMS recalca la importancia de un consumo adecuado de lípidos durante el embarazo y la lactancia.

Las ingestiones mínimas recomendada para los adultos son:

Para el adulto en general: los triglicéridos ingeridos mediante la alimentación deben aportar, al menos, un 15 % del consumo energético.

Las mujeres en edad fértil deberían obtener al menos el 20 por ciento de su necesidad energética en forma de grasas.

En función de estas recomendaciones, la OMS exhorta a los países miembros a realizar esfuerzos concertados para asegurar un adecuado consumo de grasas entre poblaciones en las que los triglicéridos aportan menos del 15 % de la energía requerida para sostener las actividades normales.

Tanto la cantidad como la calidad de las grasas ingeridas pueden afectar al crecimiento y desarrollo de los niños. Ya que su desarrollo requiere de la ingesta no sólo una cantidad proporcionalmente mayor de triglicéridos sino de la incorporación al organismo de ácidos grasos específicos.

La leche materna le aporta al lactante entre el 50 y el 60 por ciento de la energía en forma de triglicéridos. Los ácidos araquidónico y docosahexanoico que el bebé incorpora a través de la leche materna son particularmente importantes para el desarrollo del cerebro. Si por algún motivo la lactancia se imposibilita, se le debe suministrar al bebé leches especiales que contengan en sus triglicéridos restos de esos ácidos.

La OMS recomienda que, durante el destete y al menos hasta la edad de dos años, la alimentación infantil contenga entre 30 y 40% de energía en forma de triglicéridos que aporte ácidos grasos esenciales en concentraciones similares a la de la leche materna.

Así como se requiere la ingesta de cantidades mínimas de triglicéridos para desarrollar un estado físico saludable, también hay límites superiores a la ingestión de triglicéridos.

El consumo excesivo de grasas aumenta del riesgo de obesidad, de enfermedades coronarias. Las concentraciones elevadas de colesterol sérico y de lipoproteínas de baja densidad (LDL) constituyen factores de alto riesgo de aterosclerosis y de enfermedades cardíacas. El grado de riesgo de éstos factores puede variar, entre otros, según: el tipo y el grado de consumo de ácidos grasos, el porcentaje de energía que aporta el total de los lípidos, cuánto colesterol se encuentra presente en los alimentos, las concentraciones de lipoproteínas en sangre, el consumo de antioxidantes y de fibra, los niveles de actividad y el estado de salud.

Para los adultos, una vez que se han satisfecho las necesidades energéticas y nutritivas esenciales, el consumo de alimentos ricos en grasas no presenta ninguna ventaja nutritiva.

Entre los límites a la ingesta de grasas alimentarias la OMS recomienda que, para personas activas, no superen el 35 del aporte energético del total de alimentos y que de este total el aporte por ácidos grasos saturados no supere el 10 %. Para los adultos que llevan una vida sedentaria, la OMS reduce el límite superior al 30% del aporte energético total.

Las recomendaciones restringiendo el consumo de lípidos que contienen restos de ácidos grasos saturados se debe a que los ácidos láurico, mirístico y palmítico elevan los niveles de colesterol y de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) en el suero. En cambio, los ácidos poliinsaturados linoleico, linolénico y linoico reducen moderadamente los niveles de colesterol y de LDL en el suero. El ácido oleico, monoinsaturado, presenta un comportamiento neutro respecto a las LDL, pero incrementa moderadamente el nivel de las lipoproteínas de alta densidad (HDL). El consumo de colesterol en la alimentación aumenta los niveles séricos de colesterol y de LDL, pero la magnitud de este aumento es muy variable, por lo se recomienda que la ingesta de alimentos no incorporen al organismo más de 300 mg de colesterol por día.

Los consumidores deberían sustituir las grasas “duras” (aquellas que tienen mayor consistencia sólidas a temperatura ambiente), con aceites líquidos y grasas “blandas” (aquellas que se mantienen blandas a temperatura ambiente) con el fin de reducir tanto los ácidos grasos saturados como los isómeros *trans* de los ácidos grasos insaturados.

Además de las recomendaciones alimentarias para las personas, la OMS recomienda que

- Los elaboradores de alimentos deberían reducir los niveles de los isómeros en *trans* de los ácidos grasos que se generan en la hidrogenación.
- Los gobiernos deberían vigilar los niveles de ácidos grasos isoméricos en el abastecimiento de los alimentos.
- Los gobiernos deberían limitar declaraciones de propiedades relativas al contenido de ácidos grasos saturados de los alimentos que contienen cantidades apreciables de ácidos grasos *trans*, y no deberían permitir que los alimentos con un contenido elevado de ácidos grasos *trans* se etiqueten como productos con bajo contenido en ácidos grasos saturados.

Se dispone de datos fundados que indican que un consumo relativamente elevado de frutas y hortalizas, – fuentes de varios antioxidantes, carotenoides y otros componentes no glicéricos – reducen el riesgo de enfermedades coronarias del corazón y de algunos tipos de cáncer. No obstante ello, sobre la base de los resultados actualmente disponibles, la OMS ha decidido no establecer todavía ninguna conclusión ni recomendación relativa a los beneficios generales de estas sustancias para la salud y al consumo conveniente de las mismas.

En los países en que la carencia de vitamina A constituye un problema de salud pública, la OMS recomienda que debe fomentarse la utilización de aceite de palma rojo, donde ya se disponga o sea posible adquirir. Si el aceite es refinado, se deben utilizar técnicas de elaboración que preserven el contenido de carotenoides y de tocoferol del aceite de palma rojo.

Los niveles de tocoferol en los aceites comestibles deben ser suficientes para estabilizar los ácidos grasos insaturados presentes. Por lo tanto, los alimentos con alto contenido de poliinsaturados deben contener al menos 0,6 mg equivalentes de tocoferol por gramo de ácido graso poliinsaturado. En el caso de grasas ricas en ácidos grasos que contengan más de dos dobles enlaces tal vez se requieran niveles superiores.

## 6 – 2. Ácidos grasos esenciales

Los llamados *ácidos grasos esenciales* son ácidos grasos poliinsaturados con todos los dobles enlaces en posición *cis*. Los únicos dos ácidos grasos esenciales para el ser humano son el  $\alpha$ -linoléico (18.3  $\omega$  – 3) y el linoleico (18. 2  $\omega$  – 6) — también llamados n–3 y n–6). Estos ácidos cumplen funciones muy importantes tanto en la estructura de la membrana celular como en la formación de eicosanoides que actúan como mediadores en diversas reacciones características del sistema nervioso central, en los procesos de inflamación y en la respuesta inmune.

A menudo, los diversos eicosanoides presentan efectos opuestos, por ejemplo, sobre las células del músculo liso, la agregación plaquetaria, los parámetros vasculares (permeabilidad, contractibilidad) y sobre el proceso inflamatorio y el sistema inmunitario). Puesto que los ácidos grasos de  $\omega$  – 3 y de  $\omega$  – 6 compiten por las mismas enzimas pero tienen roles biológicos diferentes el equilibrio entre ellos en la alimentación puede ser considerablemente importante.

Algunos estudios han mostrado que el consumo de alimentos, como pescados ricos en aceite que contienen ácidos grasos de cadena larga con n – 3, como el ácido eicosapentanoico (AEP) y (ADH), se asocia con una disminución del riesgo de enfermedades coronarias, probablemente debido a mecanismos que no se relacionan con el nivel de lipoproteínas en el suero.

Tanto el ácido linolénico como el linoleico son importantes para el crecimiento y desarrollo normal del feto durante la gestación. Durante el embarazo de una mujer bien alimentada se depositan, cada día, aproximadamente 2,2 gramos de ácidos grasos esenciales en los tejidos materno y fetal. En los lactantes, coadyuvan en el desarrollo del cerebro y de la agudeza visual.

*Recomendaciones de la FAO relativas al consumo de ácidos grasos esenciales:*

- La relación entre ácido linoleico y ácido  $\alpha$ -linolénico debería estar comprendida entre 5:1 y 10:1.
- A personas en que dicha relación sea superior a 10:1 debería estimularse a que consuman alimentos ricos en n-3, como hortalizas de hoja verde, legumbres, pescado, y mariscos.
- Se debería prestar especial atención a promover en las madres un consumo suficiente de ácidos grasos esenciales durante la gestación y la lactancia, a fin de recabar las cantidades necesarias para el desarrollo fetal y del lactante.

*Recomendaciones de la FAO relativas a la alimentación de lactantes y de niños pequeños:*

- Los lactantes deberían alimentarse con la leche materna siempre que sea posible.
- La composición de los ácidos grasos de los preparados para lactantes debería corresponder a la cantidad y proporción de los ácidos grasos contenidos en la leche materna.
- Durante el destete, y al menos hasta la edad de dos años, la alimentación infantil debería contener del 30 al 40 por ciento de la energía en forma de grasas, y aportar unos niveles de ácidos grasos esenciales similares a los que se encuentran en la leche materna.

El exceso en el consumo de lípidos en la alimentación se correlaciona con la obesidad, ciertas enfermedades cardíacas y hasta con ciertos tipos de cáncer.

Los niveles elevados en la sangre de colesterol y de lipoproteínas de baja densidad (LDL) constituyen factores de alto riesgo de aterosclerosis y de enfermedades cardíacas. Por ello, en los adultos, una vez satisfechas las necesidades energéticas y nutritivas esenciales, la ingesta de alimentos ricos en grasas no presenta ninguna ventaja nutritiva.

*Recomendaciones de la FAO sobre límites superiores de ingestión de grasas alimentarias:*

- Las personas activas que se encuentran en equilibrio energético pueden recabar de las grasas alimentarias hasta el 35 por ciento de su aporte energético total, si su aporte de ácidos grasos esenciales y de otros nutrientes es suficiente, y si el nivel de ácidos grasos saturados no supera el 10 por ciento de la energía que consumen.

- Los individuos que llevan a cabo una vida sedentaria no deberían consumir más del 30 por ciento de su energía en forma de grasas, especialmente si éstas son ricas en ácidos grasos saturados que proceden fundamentalmente de fuentes animales.

## VII CERAS

### 7 – 1. Ceras

Las ceras están ampliamente difundidas en la naturaleza, tanto en animales como en vegetales y en ciertos microorganismos.

Desde el punto de vista químico, las ceras son monoésteres de ácidos grasos de cadena larga, con alcoholes monohidroxilados de alto peso molecular. En las ceras más abundantes, los restos alcohólicos son alifáticos de cadena lineal con 10 a 44 átomos de carbono, pero hay también ceras en las que el radical alcohólico es policíclico — por ejemplo, los esteroides y los alcoholes triterpénicos. También hay ceras en las que el radical alcohólico es insaturado, como la de joroba.

Las ceras vegetales se encuentran recubriendo hojas, tallos, flores o semillas de las plantas. Las ceras animales son secreciones de ciertos insectos para formar cubiertas protectoras.

Las llamadas “ceras minerales” son sustancias parafínicas obtenidas del petróleo o de carbones minerales, pero no son verdaderas ceras ya que en ellas el porcentaje de ésteres de alcoholes monohidroxilados es ínfimo o no existe. Sin embargo, se las clasifica así debido a que sus características físicas son similares a las ceras verdaderas.

### 7 – 2. Algunas ceras vegetales de importancia comercial

#### 7 – 2.1. Cera de carnauba

La cera de carnauba (Número CAS 8015-86-9) se obtiene de las hojas de la palmera *Copernicia cerifera*. Esta palmera, también llamada “el árbol de vida” es originaria de América del Sur y crece especialmente en la región de Ceará, en el noreste de Brasil, en las orillas de los cursos de agua y en tierras bajas. Al igual que todos los vegetales, la función de la cera es la de evitar el intercambio de agua con el medio exterior. Como en el noreste de Brasil el período de la seca dura un lapso muy grande, hasta seis meses, la palmera recubre sus hojas con una capa muy gruesa de material insoluble con lo que evita la pérdida de agua por evaporación. Esa capa protectora contiene mayoritariamente cera pero también sus productos de hidrólisis: ácidos grasos saturados y alcoholes monohidroxilados de cadena larga.

La obtención de la cera de carnauba se realiza cortando las hojas de la palmera con cuchillo de mango muy largo, — la palmera mide entre 7 y 19 metros de altura — y dejándolas secar durante tres días al cabo de lo cual se realiza el batido. El secado afloja la cera del material fibroso de las hojas lo que permite su separación por batido. Se obtiene así un material pulverulento que se refina

por fusión. La cera líquida se filtra a través de filtros de tela y se deja solidificar. Aún con los mejores métodos de extracción, para producir 1 kg de cera se requieren las hojas de 15 palmeras.

El color y calidad de la cera están en función de la edad de las hojas y de los cuidados usados en su procesamiento.

La cera de carnauba se conoce también como la "reina de las ceras", por sus características y por la calidad de sus aplicaciones, especialmente por el brillo que su aplicación le comunica a las superficies. Además, como tiene el punto de fusión más alto entre las ceras naturales (80 – 86 °C) presenta una mayor dureza y resistencia al desgaste que otras ceras.

Se expende comercialmente en hojuelas, en trozos o en polvo.

Los requerimientos de calidad que se especifican para la cera virgen producida directamente del polvo obtenido de las hojas de la palma carnauba (*Copernicia carnauba*) libre de aditivos o de mezclas con otras sustancias son



Figura 7 – 1. *Copernicia cerifera*

Punto de fusión	81 – 86 °C
Residuos de ignición	0,25 % máx.
Volátiles	Sin olor acre
Metales pesados	0,004%
Valor de acidez	2 – 7 mg de KOH/g de cera
Valor de saponificación	80 – 95 mg KOH/g de cera

Tabla 7.1. Propiedades de la cera de carnauba.

Según su calidad, la cera de carnauba virgen se suele clasificar según 5 tipos

Tipo 1. “Flor primera”

Tipo 2. “Mediana”

Tipo 3. “Caripe, Gorda clara”

Tipo 4. “Gordarosa”

Tipo 5. “Arenosa”

La cera “flor primera” es la que se reconoce por tener la coloración más clara y es la que tiene mayor valor comercial por su bajo contenido de impurezas. La intensidad del color va aumentando con el número de tipo, siendo la “arenosa” la de menor valor comercial relativo.

Los usos de la cera de carnauba son diversos, desde aplicaciones alimenticias (chicles y chocolates confitados), hasta productos para obtener brillo como pomadas para calzado, ceras para pisos y automóviles, y en la industria de los cosméticos (labiales y pinturas), en la industria farmacéutica, en la fabricación de papel carbónico, tintas de imprenta, papel parafinado, recubrimiento de frutas, etc.

La cera de carnauba es compatible con la mayoría de ceras animales, vegetales y minerales, así como con una gran variedad de resinas naturales y sintéticas.

### 7 – 2.2. Cera de jojoba

La “jojoba” (*Simmondsia chinensis*), pertenece al orden Sapindales, familia de las Simmondsiáceas. Es una planta originaria del noroeste de México y suroeste de EEUU. La Jojoba es una planta arbustiva que crece en zonas muy áridas, es perenne, siempre verde, de porte variado que puede alcanzar de 0.60 m a 3 m de altura, aunque la mayoría de los ejemplares adultos no suelen superar los 2 m de altura.

Es una planta cultivada en numerosos países del mundo entre los productores más importantes se encuentran los Estados Unidos, Perú, México, Israel, Egipto, Australia y Argentina.

Generalmente, las plantas presentan numerosas ramificaciones que se inician en la base de la planta. Hay plantas masculinas y femeninas. Las plantas masculinas son bastante más altas que las femeninas y son las productoras del polen, mientras que las femeninas son las que producen las semillas. Las flores masculinas son pequeñas y se presentan como racimos redondeados. En cambio, las flores femeninas son individuales. El ovario tiene tres celdas, con uno o dos óvulos en cada celda. La polinización es anemófila. Los frutos tienen unos 2cm de diámetro. Al cabo de unos tres meses, el fruto alcanza su desarrollo completo y la semilla, de color marrón oscuro y de 1cm de longitud, cae al suelo por sí misma. De esas semillas se extrae el “aceite de jojoba”.

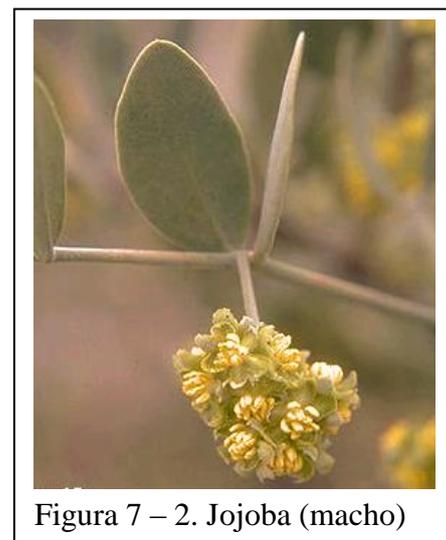


Figura 7 – 2. Jojoba (macho)

El aceite de jojoba, no contiene prácticamente triglicéridos. Es una mezcla de ésteres de ácidos grasos superiores con alcoholes monohidroxilados de cadena larga. De modo que, en realidad, ese “aceite” es una cera. A diferencia de la mayoría de los vegetales en los que las hojas o tallos están recubiertos exteriormente con pequeñas cantidades de cera, la jojoba se caracteriza no sólo por contener ceras en sus semillas, sino que la proporción de cera es muy importante: 50 – 55% en peso.



Figura 7 – 3. Jojoba (hembra) y semillas a punto de caer por maduración.

Alrededor del 75 de los ésteres del ácido gondoico [*cis* – 11– eicosenoico] (20:1), un 12 – 13 % son ésteres del erúcico y un 8 – 9% derivan del oleico.

Los restos alcohólicos esterificados que más abundan son el 13- docosenol (43 – 46%), el 11- eicosenol (41 – 44 %) y el 15– tetracosenol (8 – 9 %)

Las semillas se recogen manualmente y la obtención de la cera de jojoba se realiza de manera similar a la de los aceites. El proceso se inicia con una limpieza minuciosa de las semillas ya que la jojoba e cultiva en zonas desérticas y la arena arrastrada por el viento puede arruinar los rodillos de los molinos escamadores. La arena y el polvo se separan por aspiración, los restos de metal mediante electroimanes y las partículas extrañas (tallos, ramas, etc.) mediante cribados apropiados. Las semillas se trituran y se muelen en molinos a rodillos, se acondicionan a temperaturas de 60 – 75 ° C y la cera se extrae “en frío” mediante expellers. Debe cuidarse que la humedad no supere el 3 % ya que valores mayores pueden empastarlos molinos. Generalmente no se hace la extracción por solventes por las dificultades que acarrea una separación completa por destilación ya que el punto de fusión del hexano es 67 °C y hay ésteres de la cera que hierven a una temperatura similar.

El International Jojoba Export Council establece tres tipos de cera de jojoba:

**Jojoba “Golden Quality”.** Es la cera de jojoba que ha sido prensada en expeller por el sistema estándar y no ha sido posteriormente procesada para remover el color o el olor naturalmente presentes en ella. Esta calidad de jojoba es la más popular y la que más se vende al menudeo. Se usa para preparaciones cosméticas en las que el color y el olor de la jojoba no afectan las características del producto.

**Jojoba “Lite”** Es la cera de jojoba que ha sido prensada en expeller por el sistema estándar y luego decolorada y/o desodorizada. Esta calidad de jojoba se emplea para elaborar cosméticos incoloros o de color blanco en los que el olor de la jojoba puede ser un inconveniente. La jojoba lite se usa también como materia prima para productos derivados: ceras hidrogenadas, ésteres, ácidos grasos, etc.

**Jojoba hidrogenada.** Es una mezcla de ésteres de alto punto de fusión resultante de la hidrogenación completa de la cera de jojoba. Su hidrogenación se realiza a presión y mediante catalizado-

res. Al carecer de insaturaciones el punto de fusión se eleva a 68 – 70 °C y el índice de yodo cae por debajo de 2. El proceso torna al producto relativamente incoloro y sin olor por lo que es particularmente apto para lápices labiales, delineadores, máscaras faciales, etc.

El International Jojoba Export Council también estableció los valores de los parámetros a los cuales se deben encuadrar las ceras de jojoba. La Tabla 7.2 muestra algunos de estos requisitos.

Parámetros, unidades	Rango de especificación		Método de ensayo	Métodos suplementarios
	Lite	Golden		
Densidad relativa 25/4°C	0,86 – 0,87	0,86 – 0,870	AOCS Cc 10a-25	
Índice de Refracción $n_D$ a 40°C	1,45 – 1,47	1,45 – 1,47	AOCS Cc 7-25	
Valor de yodo, g/100g	82 – 87	82 – 87	AOCS Cd 1-25%	
Valor de Saponificación mg KOH/g	88 – 96	88 – 96	AOCS Cd 3-25	
Valor de Peróxido, meq/kg	2 máx.	2 máx.	AOCS Cd 8-53	
Contenido de triglicéridos, %	< 1%	< 1%	AOCS Ci 2-91	JEC01
Valor de acidez, mg KOH/g	1,0 máx.	1,0 máx.	AOCS Ci 4-91	
Color Gardner (unidades)	1+ máx.	9 máx.	AOCS Td. 1a-64	
Color Lovibond (unidades)	1 R. 3A. máx.	5 R. 75 A. máx.	AOCS Cc 13e-92	
Contaminación microbiana CFU/g	< 100	< 100	CTFA M-1	JEC03
Bacterias Gram Negativas, CFU/g	0	0	CTFA M-2	
Composición de ác. Grasos (%)			Cromatografía en fase gaseosa.	
C16,0	≤ 3,0	≤ 3,0		
C16,1	≤ 1,0	≤ 1,0		
C18,1	5,0 – 15,0	5,0 – 15,0		
C20,1	65,0 – 80,0	65,0 – 80,0		
C22,0	≤ 1,0	≤ 1,0		
C22,1	10,0 – 20,0	10,0 – 20,0		
C24,1	≤ 3,0	≤ 3,0		
Otros	≤ 3,0	≤ 3,0		
Composición éster %				
C36	0 – 2	0 – 2		
C38	5 – 8	5 – 8		
C40	26 – 34	26 – 34		
C42	44 – 56	44 – 56		
C44	8 – 12	8 – 12		
C46	0 – 3	0 – 3		

Tabla 7.2. Características fisicoquímicas que debe cumplir la jojoba según el I.J.E.C.

### 7 – 2. 3. La cera de jojoba en la República Argentina

La República Argentina es uno de los principales productores de ceras de jojoba. El cultivo de la jojoba se inició en la provincia de La Rioja en la década de 1970, instalándose las primeras plantaciones en la zona de Bañado de los Pantanos (departamento Arauco) y en Cotinzaco (departamento Chilecito). Las primeras plantaciones se hicieron con semillas seleccionadas de EEUU. Posteriormente las plantas fueron obtenidas por plantines (“cuttings”) de clones seleccionados. Hoy en día se cultiva en los departamentos de Arauco y Chilecito de La Rioja y en el Departamento de Valle viejo de Catamarca, el área sembrada con jojoba supera las 3700 ha y la producción anual supera las 2300 toneladas. La casi totalidad de la producción se exporta.

### 7 – 2.4 Cera de Candelilla

La candelilla (*Euphorbia Antisyphillitica* y *Pedilanthus Pavonis*) es una planta que crece en el Norte de México, así como también en las llanuras centrales y en las colinas de desierto de Chihuahua, una área semiárida de más de 100,000 kilómetros cuadrados. También crece en las zonas semidesérticas del sur de los Estados Unidos. Las condiciones climáticas y topográficas se combinan para producir las variedades de cera de candelilla más altamente productivas. Las plantas que crecen en las áreas más cálidas y secas producen una cubierta de cera vegetal más dura y de calidad insuperable. El nombre deriva de las propiedades medicinales del jugo de la planta que era utilizado por los indígenas como un remedio para tratar la enfermedad venérea de la sífilis.



Figura 7 – 4. Planta de candelilla. *Euphorbia Antisyphillitica*

La cera se obtiene hirviendo las hojas y tallos con ácido sulfúrico diluido, y el "cerote" resultante se desnata de la superficie y se refina posteriormente para eliminar las impurezas.

La cera de candelilla (Nº CAS 8006-40-4) se expende comercialmente como cera cruda en trozos, cera refinada en trozos, escamas y en polvo.

Se emplea para la elaboración de cosméticos, pomadas para brillo, productos farmacéuticos, lubricantes, adhesivos, impermeabilizado para papel, base para goma de mascar, aislantes eléctricos y fabricación de velas.

La cera de candelilla es compatible con la mayoría de ceras animales, vegetales y minerales, así como con una gran variedad de resinas naturales y sintéticas.

En la Tabla 7.4 se dan algunas de las propiedades de la candelilla comercial.

Punto de fusión	68,5 – 72,5 °C
Punto de ignición	241 °C
Valor de acidez	12 -22
Valor de saponificación	43 – 65
Hidrocarburos parafínicos (Max.)	45 %
Contenido en volátiles	no
Impurezas insolubles	no
Color	amarillo
Paso del polvo por 60 mallas	98,00 %

Tabla 7.4. Propiedades de la candelilla comercial

### 7 – 3. Ceras animales

#### 7 – 3. 1. Cera de abejas

De las ceras de origen animal, la más importante es la cera de abejas.

La abeja, *Apis Mellifera*, secreta la cera de abejas (Nº CAS 71243-51-1) para construir a una célula hexagonal en donde se almacena la miel. Esta cera es secretada por 4 pares de glándulas ceríferas ubicadas del 4º al 7º segmento del lado ventral del abdomen de las abejas obreras, entre los 12 y 18 días de edad.

La secreción de la abeja es inicialmente un líquido incoloro y transparente que, se endurece al contacto con el aire, formando pequeñas escamas blancas que poseen un diámetro de 0,6 a 1,6 mm con un peso promedio de 1,6 mg. Mediante las patas traseras las abejas retiran las escamas de cera del abdomen las que son llevadas a las partes bucales, para ser amasadas, moldeadas y utilizadas en la construcción de los panales. Productivamente, esta cera es conocida como *cera virgen*. En la colmena, la cera virgen se oscurece a medida que los panales son utilizados por las abejas, principalmente en la cámara de cría. El color de la cera de abejas varía desde el blanco amarillento pasando por el color café y hasta el negro, El oscurecimiento natural de la cera de los panales de cría es producto de la incorporación de polen, propóleos, mudas y restos anatómicos.



Cera de abejas

Las ceras de abejas se clasifican en función de la coloración, Las calidades de la cera de abejas más apreciadas son la “cera blanca” y la “cera amarilla”. En el comercio se expenden como tales, en placas moldeadas o en pastillas o mezclada con ceras vegetales o parafinas minerales.

Las calidades de las ceras de abejas dependen de varios factores, como la temperatura interna de la colmena, que debe estar entre 33 y 36°C; la presencia de abejas obreras con edad media de 12 a 18 días y la influencia de los detalles constructivos de los panales que darán ceras más o menos oscuras.

Desde el punto de vista químico, las ceras de abeja son una mezcla de hasta 300 sustancias distintas, entre las cuales hay ésteres del ácido palmítico, del ácido 15-hidroxi palmítico y del ácido oleico. En ellos hay monoésteres e hidroximonoésteres (35 – 45%) del ácido palmítico con alcoholes superiores cuyos números de átomos de carbono, totales, varían entre 40 y 48 átomos.

Entre un 15 y un 27% son ésteres del ácido 15-hidroxi palmítico, el que por tener un grupo –OH libre no sólo puede esterificarse con alcoholes de cadena larga a través de su grupo carboxilo, sino que puede esterificarse con otra molécula de ácido, formando un “diéster” y un diéster puede esterificarse con una tercera molécula de 15–hidroxipalmítico formando un triéster y éste, a su vez, puede formar ésteres superiores. También se encuentran ácidos grasos libres.

En las ceras de abeja se suelen encontrar pequeñas cantidades, alrededor de 1%, de alcoholes primarios de cadena larga.

Entre un 12 y un 16% de las ceras de abeja, son hidrocarburos saturados de cadena lineal y número impar de átomos de hasta 33 átomos. Los hidrocarburos lineales de más de 33 átomos son insaturados y se han identificado pequeñísimas proporciones de alcadienos y alcatrienos.

Algunos de los parámetros que se suelen utilizar para evaluar la calidad de las ceras son

Valor de acidez	17 – 24
Valor de saponificación	89 – 103
Índice de esterificación	72 – 79

En cuanto a sus propiedades físicas, las ceras de abeja tienen consistencia sólida a 25°C y a 32°C presentan una alta plasticidad, a diferencia de las ceras vegetales que a esa temperatura son poco maleables y con una estructura cristalina. Entre 62 y 65°C se encuentran totalmente en estado líquido.

Estas ceras son insolubles en agua, levemente solubles en alcohol frío, parcialmente solubles en alcohol caliente y éter, completamente solubles en aceites fijos o volátiles, cloroformo, éter, benceno y disulfuro de carbono (a 30 °C).

En cuanto a la producción de cera de abejas, cuando los panales están muy viejos se someten a fusión. De un panal Langstroth, se obtienen entre 120 y 180 gramos de cera virgen. Los panales Dadant y Layens rinden un poco más, entre 180 y 230 gramos, en tanto que de los opérculos, con que las abejas tapan las celdillas llenas de miel, se obtienen entre un kilo y un kilo y medio de cera por 100 kilos de miel extraída.

Hay tres métodos principales para extraer la cera: cerificador solar, caldera a vapor y caldera de agua.

Cerificador solar: Consiste en una caja bien aislada, con una tapa de cristal dirigida al sol. Contiene una cubeta cerrada por una malla fina.

Los panales viejos colocados sobre la malla sueltan, por exposición al sol, una cera de primera calidad aunque demasiado oscurecida.

Las materias extrañas: mudas de las crías, polen, restos diversos, se comportan como esponjas, empapándose de cera fundida. Con este método, solo se recupera una pequeña parte de la cera contenida en los panales viejos.

Caldera de vapor: Los opérculos o los viejos panales son introducidos en un recipiente colocado encima de una caldera cuyo vapor los atraviesa. La cera fundida se desliza a los moldes. Los restos de la caldera, pasan a una prensa cuando aún están calientes liberando cera.

Caldera de agua: Se introducen los panales o los opérculos en una caldera con agua muy caliente (entre 80 y 90 grados), cuando el agua caliente ha arrastrado toda la cera que son capaces de liberar los panales, se vierte todo en espuelas (sacos de esparto), que se apilan sobre el plato de la prensa y se riegan con agua hirviendo durante el prensado. El chorro resultante (mezcla de agua y cera), pasa a un depósito decantador, donde la cera fundida menos pesada que el agua sube a la superficie, después es bombeada a los moldes definitivos, donde se enfriará y solidificará.

Las prensas hidráulicas dan un rendimiento mayor que las manuales y son capaces de alcanzar presiones del orden de 100 a 300 kilos por centímetro cuadrado, con lo que extraen casi toda la cera de los panales.

Las ceras de abeja se emplean en la elaboración de cosméticos, cremas, productos farmacéuticos, velas, confitería, abrillantadores para pisos y maderas, etc.

Las ceras de abejas son compatibles con la mayoría de las ceras animales y vegetales, así como con “ceras minerales” y una gran variedad de resinas naturales y sintéticas.

### 7 – 3.2. La cera de abejas en la República Argentina

La cera de abejas es un subproducto de la elaboración de la miel. En los últimos años la actividad apícola en la Argentina tuvo un crecimiento importante. Correspondientemente también aumentó la producción de cera de abejas, la que se destina mayoritariamente a la exportación.

Las ceras tienen marcos regulatorios y normativos tanto en lo nacional, como en lo regional y lo internacional. A nivel nacional y regional (Mercosur) está regulada sobre dos conceptos fundamentales: como insumo apícola y como aditivo alimentario.

Como insumo de la actividad apícola y sus productos está regulada por la Resolución MERCOSUR/GMC N° 23/07 — Requisitos zoonosanitarios para la importación de abejas reinas y productos apícolas destinados a los estados partes<sup>32</sup> y por la Resolución SENASA N° 220/1995 – Habilitación, inscripción, y funcionamiento de todo establecimiento donde se trate, manipule, industrialice, procese, extraiga, fraccione, estacione, acopie, envase o deposite miel u otros productos apícolas<sup>33</sup>

Como aditivo alimentario, está regulada en el Código Alimentario Argentino (CAA) en los siguientes capítulos y Resoluciones vinculantes:

Como Agente protector en superficie, en el Capítulo XVIII, Aditivos Alimentarios – INS 901. Establece que “Cumplirá las exigencias de identificación y pureza de la Farmacopea Nacional Argentina”

Como diluyente y vehículo en la elaboración de aromatizantes/saborizantes en la Resolución GMC N° 10/06 Resolución Conjunta SPyRS y SAGPA N° 37/2007 y N° 73/2007.

Integrante de la Lista General Armonizada de Aditivos Alimentarios y sus Clases Funcionales, del Reglamento Técnico Mercosur, mediante la Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 38/2007 y N° 74/2007.

- Como aditivo autorizado para ser utilizados según las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF), con sus respectivas clases funcionales INS 901. Sólo para tratamiento de superficie.
- Como conservador y glaseante.

A nivel Internacional existe gran variedad de regulaciones y normativas, entre las que se destacan como insumo apícola

Insumo Apícola:

---

<sup>32</sup> <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/148200/norma.htm>.

<sup>33</sup> <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=16898>.

REGLAMENTO (CE) No 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo del 21 de octubre de 2009 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano y por el que se deroga el Reglamento (CE) no 1774/2002 (Reglamento sobre subproductos animales)<sup>34</sup>, donde en el Artículo 19 trata sobre la recogida, transporte y eliminación de los subproductos de la apicultura.

REGLAMENTO (UE) N° 142/2011 DE LA COMISIÓN del 25 de febrero de 2011, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n° 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano, y la Directiva 97/78/CE del Consejo en cuanto a determinadas muestras y unidades exentas de los controles veterinarios en la frontera en virtud de la misma.<sup>35</sup>

La producción mundial de ceras de abeja está en el orden de las 19.000 toneladas métricas anuales. Los principales exportadores son Chile, Tanzania, Brasil, Holanda y Australia. El principal importador es Estados Unidos, aproximadamente el 30% de la producción mundial. Otros grandes importadores son Alemania, Reino Unido, Japón y Francia.

La producción nacional de ceras de abeja en el quinquenio 2012-16 se detalla en la Tabla 7.5.

Año	2012	2013	2014	2015	2016
Producción	573	405	608	551	590

Tabla 7.5. Producción argentina de ceras de abeja en toneladas métrica. Fuente INTA.

Las estimaciones oficiales consideran que la producción para el año 2017 fue de 650 toneladas. La exportación de ceras no ha estado influida por la caída en las exportaciones de miel, motivada por la detección de nitrofurano en varios embarques de miel.

#### 7 – 4. “Ceras minerales”

Reciben esta denominación ciertos materiales que se obtienen de diversos minerales y del petróleo y que tienen propiedades físicas similares a las ceras vegetales y animales. Pero el porcentaje de ésteres de ácidos grasos con alcoholes de cadena larga en las ceras minerales es ínfimo.

Las ceras minerales se suele clasificar en:

<sup>34</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:300:0001:0033:ES:PDF>

<sup>35</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32011R0142>

- Ceras de parafina: Están constituidas por una mezcla de hidrocarburos de alto peso molecular, principalmente alcanos saturados. Poseen un peso molecular que oscila en el rango de 350 – 420 (dependiendo del grado técnico de obtención), son relativamente blandas y funden entre los 50° y 70°. Se emplean en la fabricación de velas, como sellante para papel o productos alimenticios, para la extracción de perfumes de las flores o como base para los chicles.
- Ceras microcristalinas: se obtienen a partir de fracciones pesadas de la refinación del petróleo, especialmente, en la etapa de obtención de aceites lubricantes y tienen colores que van del blanco al amarillo. A diferencia de las ceras de parafina, que contienen mayoritariamente alcanos de cadena lineal, las ceras microcristalinas contienen porcentajes relativamente altos de hidrocarburos de cadena ramificada y de hidrocarburos nafténicos. Se caracterizan por la fineza de sus cristales. Funden a temperaturas superiores a las de parafina y presentan mayor flexibilidad y adhesividad que las de parafinas. Se emplean en la producción de materiales cosméticos, para la elaboración de productos Hot melt y como impermeabilizantes y sellantes.
- Cera de Barnsdahl: sus propiedades físicas son muy similares a las ceras microcristalinas pero tiene un punto de fusión entre 70 y 74°. A 25°C, su densidad relativa al agua es 0,92 – 0,94 mientras que a 100°C y al estado líquido, la densidad relativa es 0,80 – 0,82. La viscosidad (Saybolt) a 100°C, varía entre 75 y 100 y el punto de ignición (mínimo) es 302°C.
- Cera ozoquerita: este tipo de cera se distingue por ser una de las mejores en mezclarse con los aceites, su temperatura de fusión es de 65°. Es una parafina encontrada originalmente en Utah (USA) pero hoy en día se extrae en más de 30 países. Está formada por un elevado porcentaje de alcanos y pequeñas proporciones de compuestos que contienen nitrógeno, oxígeno o azufre. Su densidad relativa al agua a 25°C varía ente 0,85 y 0,95. Por la disparidad de su composición, su punto de fusión varía entre 58 y 100°C. Se presenta en colores amarillo pálido, marrón o negro y tiene olor parecido al queroseno.
- Ceresina: poseen un peso molecular mayor al de las ceras de hidrocarburos destiladas a partir del petróleo. Se obtiene por refinación de la ozoquerita y tiene propiedades similares a la cera de abeja.
- Cera Montana: sus características principales, es que son duras, frágiles y lustrosas; su temperatura de fusión oscila entre 72° y 92°. Esta cera se extrae de los lignitos. Es de color marrón oscuro pero por refinación adopta una coloración amarilla pálida. Está constituida, aproximadamente, por un 53 % de monoésteres de ácidos de 22 a 32 átomos de carbono, 17 % de ácidos libres, 1 – 2 % de alcoholes libres, 3 – 6 % de cetonas (“cerotona” o “montanona”), 20 – 23 % de resinas y 3 – 4% de sustancias alifáticas.

Hay una gran variedad de ceras minerales, tanto obtenidas de productos naturales como producidas artificialmente. Al no ser materiales que contienen lípidos, una descripción detallada de las mismas, está fuera de los objetivos de esta obra.

Las ceras minerales se emplean para la fabricación de velas, en la formulación de productos abrillantadores de superficies y como cubiertas protectoras contra la humedad y agentes químicos.

## VIII JABONES

### 8 – 1. Jabones

En su acepción más amplia, se llaman jabones a las sales de ácidos grasos de cadena larga o de ácidos nafténicos. De manera más restringida, el término se usa para las sales de sodio y potasio de ácidos grasos de masa molar elevada, derivados de grasas y aceites vegetales y animales. Estos son jabones moderadamente solubles en agua, por lo que se los llama “jabones solubles” y son los que más se fabrican en el mundo.

#### ¿Sabía Ud. que ...

el napalm es un jabón? Es un jabón mixto de aluminio y su nombre deriva de “naftenato y palmitato de aluminio. En 1942, fue desarrollado para el ejército norteamericano por Louis Fieser para ser adicionado a las bombas incendiarias. Cuando un combustible inflamado incide sobre una superficie, debido a su temperatura, tiene una viscosidad tan baja que fluye sobre esa superficie y, muchas veces no la quema. El napalm calentado por el material ardiente se transforma en una gelatina que se adhiere fuertemente a la superficie donde impacta, posibilitando que esta se queme. Cientos de miles de estas bombas fueron arrojadas sobre Vietnam en la década de 1970.

Existen en el comercio sales esos ácidos grasos pero de otros metales, de transición, alcalinotérreos, pesados, etc., llamados “jabones insolubles”. Estos jabones son insolubles en agua pero solubles en triglicéridos, y aceites minerales. Los que derivan de ácidos grasos no saturados son solubles también en diversas fracciones del petróleo, éter etílico, etc. Los jabones de aluminio tienen gran importancia para espesar aceites lubricantes; los de plomo y manganeso para secantes del aceite de lino y los de cobre para impermeabilizar ciertas superficies.

En esta sección solamente nos ocuparemos de la elaboración de los jabones de sodio y potasio.

Los jabones de sodio o potasio, pueden provenir tanto de grasas y aceites como de ácidos grasos. En ambos casos, para obtener el jabón, las materias primas se tratan con hidróxido de sodio o hidróxido de potasio en solución acuosa. Cuando se emplean grasas o aceites el subproducto es glicerina. Cuando se parte de ácidos grasos el proceso es, simplemente, una neutralización. Los productos obtenidos son algo solubles en agua y tienen propiedades enteramente diferentes a las sustancias grasas de partida.

#### Materias primas

##### A) Álcalis.

Los álcalis que más se emplean en la fabricación de “jabones solubles” son

NaOH sólido  
KOH sólido  
Lejía de soda cáustica  
Lejía de potasa cáustica  
Carbonato de sodio  
Carbonato de potasio

Los compuestos de sodio se usan para fabricar los llamados “jabones duros” (jabones de consistencia sólida a temperatura ambiente). En cambio los compuestos de potasio se emplean para obtener “jabones blandos”

#### B) Glicéridos

En la industria del jabón se usan grasas naturales, vegetales o animales y, en menor medida, también las grasas artificiales.

Para elaborar jabones duros, son adecuados los aceites y las grasas que contienen un porcentaje elevado de ácidos saturados de 16 a 20 átomos de carbono. Para obtener jabones blandos se suelen utilizar aceites con preponderancia de insaturados o con porcentajes importantes de láurico y/o mirístico.

Una de las materias primas que más se usan en la industria del jabón es el sebo. Se emplea tanto sebo vacuno como ovino y, para que no resulte un jabón muy duro se lo suele mezclar con otras grasas y aceites.

De los aceites vegetales que se emplean para elaborar jabones, el de coco es uno de los más comunes. El aceite de coco se usa para fabricar jabones de tocador duros y para jabones en frío. Su alto porcentaje de cadenas de ácido láurico y de ácido mirístico hacen al jabón de coco bastante más soluble que los demás jabones, por lo que en su elaboración se agrega sebo. El aceite de coco también se usa para elaborar los llamados “jabones marinos” porque la sal no los corta.

El aceite de palmiste tiene un alto porcentaje de ácido láurico y muchas veces se lo utiliza en reemplazo del aceite de coco.

Otro aceite muy usado para saponificación es el de palma. Se usa para jabones de todas clases duros y blandos. Su elevada acidez libre disminuye el rendimiento en glicerina.

También se emplean como materia prima algunos aceites vegetales líquidos. Con ellos se obtienen jabones de diversas características. Así el aceite de oliva que se extrae con solventes de las tor-

tas residuales del orujo de oliva se usa para los jabones finos de tocador<sup>36</sup>. El aceite de ricino (aceite castor) se usa para obtener jabones transparentes.

También se utilizan las fracciones “estearina” de los proceso de refinación de aceites, margari-  
nas, etc.

Además de las sustancias grasas, para la obtención de jabones se usan como materia prima áci-  
dos grasos y resinas.

### C) Ácidos grasos - Oleínas.

Los ácidos grasos que se utilizan para elaborar jabones, provienen de otros procesos industriales como, por ejemplo, de las borras de neutralización. En la mayoría de los casos, son mezclas de áci-  
dos grasos en las que predomina el ácido oleico y que suelen tener entre un 3 y un 11 % de grasa  
neutra, no desdoblada. Por ello se las llama, genéricamente, “oleínas”.

Las características medias de las oleínas para saponificación son:

Ácidos grasos libres	87 – 92 %
Densidad 20/20 °C	0,897 – 0,902
Punto de solidificación	8 – 12 °C
Índice de yodo	78 – 82
Índice de yodo	198 – 208
Índice de neutralización	170 – 190

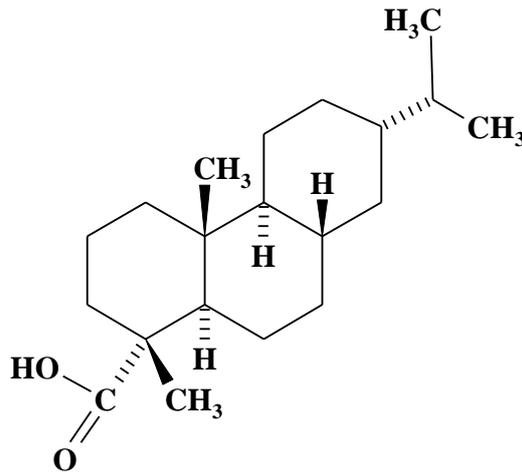
### D) Resinas.

Además de las grasas y ácidos grasos antes comentados, en la fabricación de jabones se suelen  
emplear oleorresinas que fluyen de las maderas jóvenes y de las cortezas de pinos y abetos. Por des-  
tilación seca de la oleorresina se separa el aceite de trementina de un residuo: la colofonia. Después  
de clarificada y filtrada en caliente, la colofonia se enfría dando una masa vítrea, frágil y pulveriza-  
ble, de color entre amarillo rojizo y pardo oscuro.

La densidad relativa al agua de la colofonia (a 20/20 °C) es 1,045 – 1,085; el punto de fusión es  
100 –150 °C, variando según la procedencia y la calidad. La colofonia es insoluble en el agua pero,  
en cambio, es muy soluble en casi todos los solventes orgánicos. Tiene índice de saponificación de  
170 a 195, índice de yodo 55 a 185, número de acidez 155 a 180. Está constituida en un 80 – 90%  
por diterpeno tricíclico el ácido abietico  $C_{20}H_{30}O_2$ .

---

<sup>36</sup> Precisamente, el jabón Palmolive lleva ese nombre porque originariamente se fabricaba a partir de aceites de  
palma y de oliva.



ácido abiético (C<sub>20</sub>H<sub>30</sub>O<sub>2</sub>)

La mejor manera de saponificar la colofonia es con lejías diluidas de 10° a 15° Bé con las cuales a la temperatura de ebullición forman rápidamente una solución. Los jabones obtenidos son blandos y suaves, muy espumosos y con elevado poder detergente. Por ello, la colofonia se agrega para incrementar la espuma de los jabones de lavar. Esta resina no debe considerarse como carga.

**Blanqueo de aceites y grasas.** La obtención de jabones de tocador requiere productos lo más blancos posibles. Para esto, se necesita blanquear el sebo, la grasa o el aceite antes de la saponificación. Para lograrlo se emplean muchos métodos, pero el más común consiste en calentar el material a blanquear en un tanque de acero inoxidable a 82 °C y, mientras se agita la masa fundida, se introduce 1 % de sal común seca. Luego se mezcla completamente el contenido en la caldera y se deja reposar toda la noche. El material se deshidrata y la sal coagula las sustancias proteicas presentes que son responsables de la coloración. El material coagulado y la solución de sal se purgan desde el fondo del tanque. Luego se calienta el material a blanquear a la temperatura de 71 °C. Se agrega 5 % de tierra fuller y se agita una hora y se bombea a un filtro prensa que se ha calentado previamente con vapor sobrecalentado y se seca con aire caliente.

E) Materias auxiliares.

Las materias auxiliares son el agua y el cloruro de sodio.

El agua es indispensable en la elaboración del jabón. Dado que los iones calcio y magnesio forman sales insolubles con los ácidos grasos, el agua que se emplea en la fabricación de jabón no debe ser dura.

La sal se emplea para separar el jabón de la solución acuosa que contiene la glicerina. Teóricamente no es una materia prima, ya que se recupera al final del proceso. Pero esta recuperación nunca es completa y en los volúmenes de producción de jabón las pérdidas de sal son tan importantes que, técnicamente, se la considera materia prima.

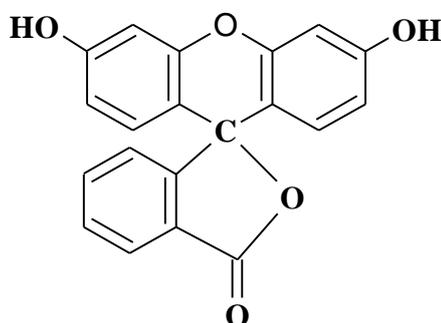
F) Materias colorantes.

Si bien para lavar es indiferente que el jabón esté o no teñido y aunque la coloración del agua provocada por sustancias colorantes de color intenso, suele provocar las quejas de algunos consumidores, la costumbre de teñir los jabones se ha generalizado y es una operación habitual en la elaboración de los mismos. Para ello se emplean diversos tipos de colorantes, cuya requisito fundamental es que no tiñan las telas. Se emplean colorantes sintéticos, óxidos metálicos — como el de cromo — y colorantes vegetales — como la clorofila, el extracto de azafrán, decocciones de maderas de cedro, sándalo, etc.

La clorofila conviene especialmente para colorear jabones por su estabilidad en presencia de álcalis. Se encuentra en el comercio en forma de pasta o de líquido oleoso de diferentes densidades. Hay productos comerciales a base de clorofila que son solubles en cuerpos grasos, otros que son solubles en agua, y otros que son solubles en etanol diluido.

Como colorante animal se emplea la cochinilla

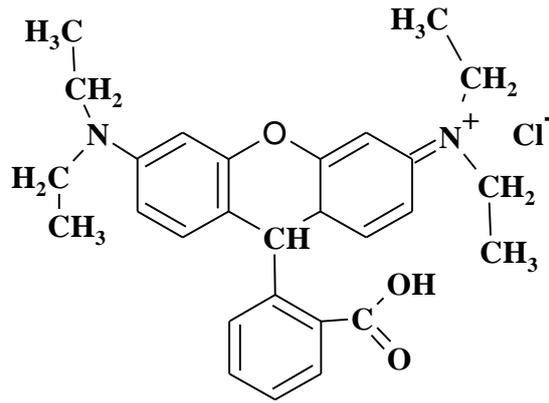
Los colorantes derivados del alquitrán de hulla presentan una gran variedad de colores. Los requisitos para jabonería, son que sean solubles en agua y resistentes a los álcalis. Estos colorantes tienen el inconveniente que expuestos al Sol o ante la luz difusa cambian de color. Unos de los colorantes más usados es la *fluoresceína* que se obtiene de la condensación del anhídrido ftálico y la resorcina.



Fluoresceína

La fluoresceína es soluble sin residuo en 10 partes de agua. Esta solución tiene una fuerte fluorescencia amarilla en medio ligeramente alcalino que deja de ser perceptible por completo en el jabón que colorea. Su solubilidad en agua es bastante elevada, alrededor de 100 gramos por litro. 50 cm<sup>3</sup> de esta solución son suficientes para colorear 100 kg de jabón. Pero para evitar que precipite en medio excesivamente alcalino se usan, como máximo, 10 cm<sup>3</sup> por cada 100 kilogramos de jabón.

Como colorante rojo se emplea la rodamina que se obtiene por condensación del anhídrido ftálico con *m*-dietilaminofenol. Al incorporarla al jabón o a una resina, la rodamina también da coloración fluorescente, pero este producto es mucho menos soluble en agua que la fluoresceína.

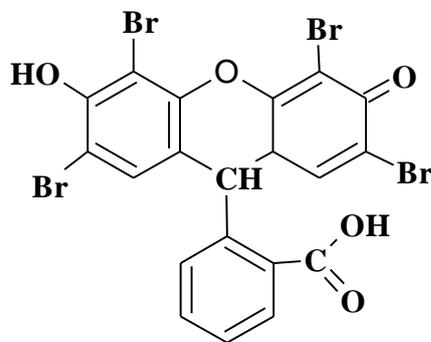


Rodamina

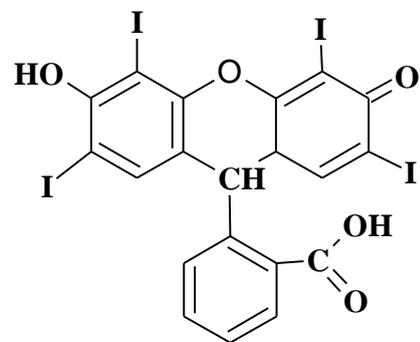
Se disuelven 200 g. en 6 litros de agua y 4 litros de alcohol desnaturalizado. Para disolver el precipitado que se forma, se agrega poco a poco lejía de soda cáustica en cantidad suficiente (cerca de 20 cm.<sup>3</sup>). Se emplean generalmente 50 cm<sup>3</sup> de esta solución para colorear 100 kg de jabón.

Mezclando fluoresceína con rodamina en distintas proporciones se obtienen una gama de colores que va desde el amarillo al rojo escarlata.

También se usan como colorantes rojos la eosina y la eritrosina.

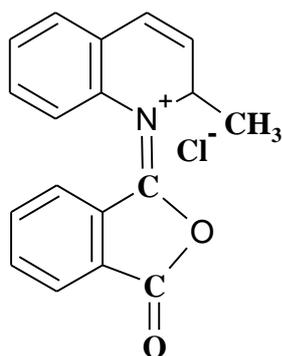


eosina



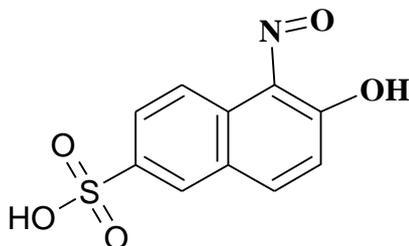
eritrosina

Para colorear jabones transparentes se usa el amarillo de quinoleína, que es el producto de condensación del anhídrido ftálico con la quinaldina (2- metilquinoleína).



quinoleína

Como colorante verde, y especialmente para jabones no cargados, se usa el verde naftol B.



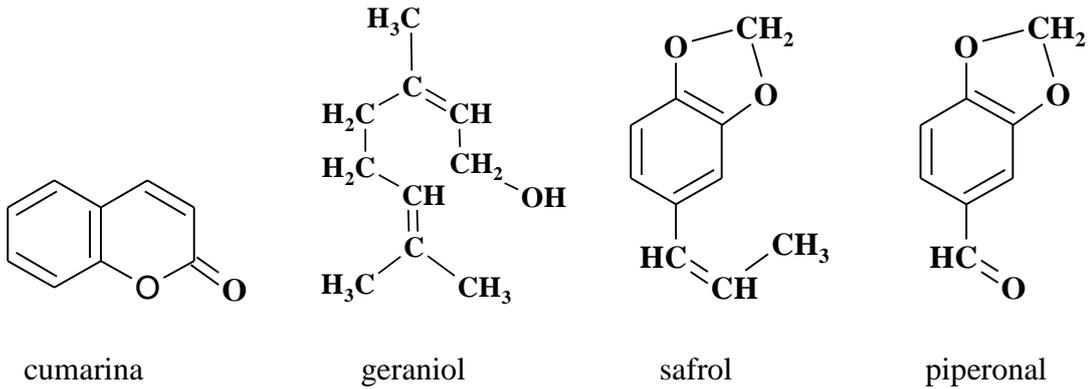
Verde de naftol B

Este verde naftol es sensible a un exceso de álcali en caliente. Es por eso que no conviene su uso para los jabones cargados. Tampoco conviene para jabones que se exponen largo tiempo al calor.

En vez de colores de anilina se suelen emplear colorantes minerales, como tierra siena y ocre en cantidades que oscilan de 300 a 500 g por cada 100 kg de jabón. Una cantidad de colorante tan grande influye en la calidad del jabón y enturbia el agua de lavado. Se los usa para jabones de lavar de bajo precio para enmascarar las impurezas de las materias primas, pero a veces manchan las telas de algodón.

#### G) Perfumes

En la industria del jabón se consumen grandes cantidades de perfumes tanto naturales y sintéticos. Entre los sintéticos los más empleados son: cumarina, geraniol, safrol, piperonal (heliotropina), almizcle artificial, etc.



Entre los perfumes naturales se usan las esencias de lavanda, rosas, bergamota, geranio, citronella, limón, neroli, eucalipto, patchulí, almendras amargas, etc.

F) "Materiales de ayuda" y materiales de relleno.

Algunos materiales, que por sí mismos no "lavan" pero que mejoran las propiedades de los jabones — ablandan el agua, aumentan el contenido de álcali, modifican la tensión superficial, etc. — son considerados como "materiales de ayuda". Otros materiales, cuya función principal es aumentar el peso o la consistencia de los jabones, se consideran materiales "de relleno" o "de carga". No hay una distinción definida entre relleno y material de ayuda, ya que la mayoría de los materiales de carga, mejoran las propiedades tensioactivas del jabón. Esto sucede particularmente con el carbonato de sodio y el silicato de sodio. El silicato de sodio, también llamado vidrio soluble, se emplea en mayor cantidad que cualquier otro material, en la formulación de los jabones. La calificación de "relleno" se hace porque son más baratos que el jabón.

Los metasilicatos de sodio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), se usan ampliamente en los jabones de lavar y limpiadores de industria. Los metasilicatos son buenos ablandadores de agua, actuando como agentes emulsificantes y se incorporan realmente al jabón.

También se emplea en grandes cantidades el fosfato trisódico ( $\text{Na}_3\text{PO}_4\text{Na} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) tanto para jabones de lavar, como para jabones en polvo y limpiadores. También se emplean fosfato disódico, pirofosfatos de sodio y carbonato de sodio como materiales de ayuda. En algunos jabones se agrega bórax o polifosfatos como ablandadores del agua.

La piedra pómez, cuarzo, carbonato de calcio, etc., tienen aplicación en la elaboración de ciertas clases de jabones, donde se requiere acción abrasiva.

## 8 – 2. Propiedades de los jabones

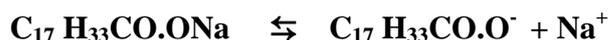
En general los jabones de los ácidos grasos sólidos, son sustancias cristalizables, mientras que es muy difícil cristalizar las sales de los ácidos grasos no saturados. La sal de potasio y amonio, del ácido oleico posee ya plasticidad y es un ejemplo típico de los llamados “cristales líquidos”.

Los jabones exentos de agua son higroscópicos. Las sales potásicas mucho más que las de sodio y las de ácidos grasos no saturados mucho más que las sales de los saturados.

La función de los jabones (y de los detergentes) es emulsionar la grasa y provocar la suspensión de las partículas sólidas de suciedad en el agua, actuando como agente defloculante. Los agentes emulsionantes reducen la tensión de la interfase aceite - agua. Esto es precisamente lo que hace que jabones y detergentes “laven”.

La suciedad se adhiere a los tejidos y otras superficies, principalmente mediante películas de materiales de estructura orgánica, grasas, proteínas, etc. El agregado de un jabón, por ejemplo el estearato de sodio ( $C_{17}H_{33}CO.ONa$ ) cumple dos funciones. Por un lado el jabón se adsorbe sobre la superficie a lavar más fuertemente que el agua. Se provee de esta manera, una nueva superficie que adsorbe fuertemente al agua permitiendo que el agua “moje” la superficie. Este proceso se llama *humectación*.

El aceite y el agua no se mezclan debido a que hay mayor afinidad por las moléculas de aceite entre sí y de las de agua entre sí. Pero el agregado del jabón favorece la formación de una emulsión. Las partículas de materia orgánica de la superficie pueden ser removidas de la misma por efecto del “mojado” provocado por el jabón y por la agitación del proceso de lavado (manual o mecánico). La molécula de jabón, en nuestro caso estearato de sodio, se disocia en agua según



El anión posee una parte no polar – la cadena hidrocarbonada de 17 átomos – y una parte polar (el grupo carboxilato,  $-CO.O^{-}$ ). Dada la estructura polar del agua, los aniones se agrupan formando *micelas*.

La estructura de las micelas es aproximadamente esférica pudiendo contener entre 50 y 100 iones estearato. La parte no polar de cada molécula de jabón se orienta hacia el centro de la micela (Figura ) mientras que la parte polar se orienta hacia la periferia ya que tiene afinidad por el solvente polar ( $H_2O$ ). Esta afinidad es la que estabiliza a la micela en el medio acuoso. La micela tiene el tamaño de un ión coloidal y el hecho de estar formada por un número de aniones le confiere una carga eléctrica. De modo que la micela es un *ion coloidal*, aunque buena parte de su carga es neutralizada en su superficie por un cierto número de cationes  $Na^{+}$

Todos los aniones que forman la micela se comportan como si fuera un solo ion con carga múltiple.

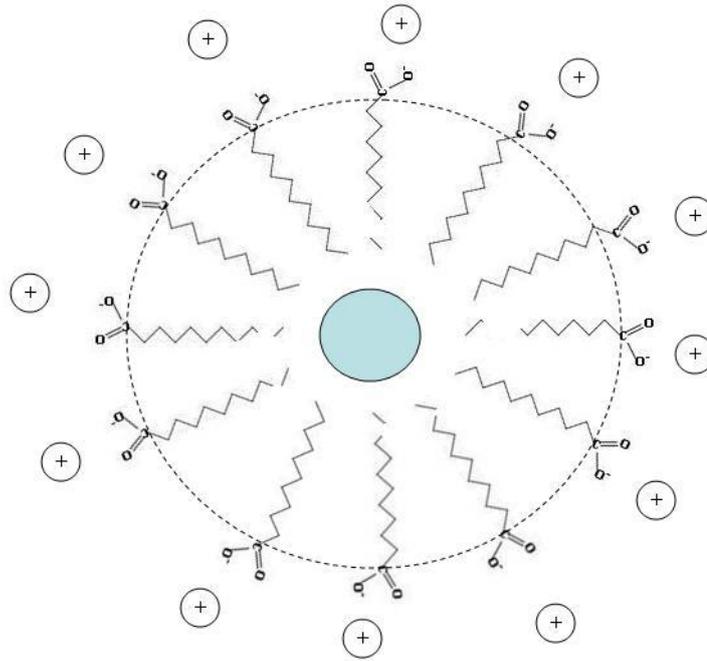


Figura 8.1. Diagrama de una micela de jabón atrapando a una partícula de grasa.

Las partículas de materia orgánica insoluble en agua que son removidas de la superficie por el proceso de humectación son capturadas por las micelas mediante la agitación. Estas partículas orgánicas se ubican en la parte central de la micela donde tienen afinidad por la parte no polar del jabón. De esta manera, la dispersión jabonosa actúa como “disolvente” de la materia orgánica insoluble en agua.

Si el jabón hace espuma, la materia orgánica insoluble se emulsiona más fácilmente por agitación debido a que se divide en partículas finas en la superficie de las burbujas. Debemos hacer notar que *la acción detergente de un jabón no depende de la formación de espuma*. Hay numerosos detergentes de “baja espuma” que presentan ventajas importantes en aparatos y equipos tales como lavarropas automáticos y máquinas lavaplatos.

La acción detergente de las disoluciones jabonosas depende del estado coloidal de las mismas. Así los jabones industriales en los que predominan sales de ácidos grasos saturados de más de 18 átomos de carbono tienen escaso poder detergente en frío y sólo son eficaces cuando están en solución caliente, mientras los jabones de aceites líquidos, y las sales de ácidos grasos como el láurico o el mirístico, poseen un buen efecto detergente y capacidad de formar espumas a temperatura ambiente.

Para un determinado tipo de jabón, su poder detergente depende de su concentración en la solución jabonosa, del pH de esa solución — para cada tipo de jabón los valores de pH óptimo fluctúan entre 8 y 10 — y también influyen la temperatura y la presencia de sales en la solución jabonosa.

Como para que ocurra la acción detergente se necesita una humectación completa, es requisito imprescindible cierta solubilidad mínima del jabón en el agua. Cuanto más alto es el punto de fusión de los ácidos grasos con que se preparan los jabones alcalinos, más dura será la torta de jabón terminado, menos soluble en agua será el jabón y menor será su detergencia. Por otra parte, si un jabón es demasiado blando, se disuelve rápidamente, y el gasto por su uso es excesivo. Esto hace imprescindible regular la composición de las materias primas para lograr un jabón con detergencia óptima con el menor gasto de producto.

La solubilidad en agua de casi todos los jabones disminuye rápidamente, y hasta precipitan de la solución, por la presencia en el medio de sales solubles, cloruro de sodio, cloruro de potasio, sulfato de sodio, carbonato de sodio, etc. Este efecto se conoce como “salting out”. Estas sales no descomponen al jabón sino que reducen su grado de disociación por lo que precipitan. En este efecto se fundamenta la operación industrial de separar el jabón de la solución en la que se formó.

### **8 – 3. Elaboración de jabones**

Los procesos de elaboración de jabón pueden ser continuos o por batch, es decir por lotes. La elección del procedimiento y de las materias primas dependen de la calidad que se quiera obtener, de la instalación para el manejo y tratamiento de las materias primas y de los medios para producir el jabón y recuperar la glicerina.

Los procesos continuos son ventajosos en cuanto acrecientan la capacidad productiva de una fábrica, sin aumentar las dimensiones de sus edificios, especialmente si la fábrica puede funcionar largo tiempo sin parar. Entre los inconvenientes que plantean se encuentran

No proporcionan la flexibilidad de operación que tienen los procesos discontinuos ante los cambios en la naturaleza o composición de la materia prima.

Requieren operarios especializados.

Al cambiar la formulación hay que rehacer cantidades sustanciales del jabón que están en la línea de producción.

La puesta en movimiento y la parada de las unidades insumen mucho tiempo.

En general, las plantas medianas o chicas prefieren trabajar por lotes, también llamados “método de caldera” o “de cocción total”.

En el proceso de elaboración del jabón se emplean calderas de variada forma en su sección transversal, pero las que más se emplean son cilíndricas de fondo ligeramente cónico. Las hay de 10 a 400 toneladas de capacidad, aunque las más comunes son de 50 a 60 toneladas. Estos reactores están contruidos de acero inoxidable, con válvulas de descarga en el cono. El calor se suministra

por vapor directo, mediante un serpentín agujereado en el fondo de la caldera. El vapor cumple la función de agitación. Cada reactor está provisto de un tubo oscilante, o chupador móvil, que permite extraer la masas jabonosa por la parte superior de la caldera mientras que el jabón sucio y las lejías se separan por la válvula de descarga en la base del cono.

Se bombea a la caldera una solución de NaOH de 18° a 20° Bé (12,6 a 14,4 % de NaOH). El agregado de lejía puede hacerse en forma directa o en contracorriente. En este último caso la lejía que sale del fondo de una caldera alimenta a la siguiente por la parte superior. Luego se bombea también la grasa fundida o los aceites. La soda cáustica se agrega en cantidad suficiente para que se combine con los ácidos grasos de los glicéridos. Se eleva la temperatura del conjunto alrededor de 100°C por medio de vapor vivo, que calienta y agita. La reacción es exotérmica y se verifica entre la grasa y la solución de sosa cáustica en la interfase o superficie de separación entre el aceite y el agua. Al mezclarse el aceite con el álcali, se produce el primer jabón, el cual emulsiona el aceite sin saponificar y expone así grandes superficies de este a la acción de la soda cáustica. La velocidad de la saponificación aumenta a medida que se va formando la cantidad de jabón suficiente para emulsionar todo el aceite. Los ácidos grasos libres contenidos en el aceite, inician la reacción antes que los glicéridos, porque obran por simple neutralización. El jabón así formado es el agente emulsionante necesario para iniciar la saponificación del aceite neutro.

En este proceso se le suele agregar a la materia grasa el jabón sucio, procedente de un proceso anterior. El contenido de jabón de este jabón sucio basta para promover la rápida emulsión y saponificación de la nueva carga.

Se mantiene hirviendo la caldera hasta que la saponificación sea completa, lo que requiere alrededor de 4 - 5 horas. Se agrega una solución de cloruro de sodio para producir grumos o gránulos. Como la sal es electrolito, reduce la solubilidad del jabón en la fase acuosa o lejía, por lo que el jabón se separa de la solución. Esta precipitación del jabón se llama “saladura” o “graneado” del jabón. Manteniendo un grano blando en el jabón durante la saponificación se evita el espesamiento de la masa, y que se formen nódulos duros que ocluyan grasas sin saponificar lo que dificultaría la producción de un jabón de buena calidad.

En la caldera existen diversas formas físicas de jabón:

**Jabón granulado:** es un jabón grumoso separado de la lejía acuosa por saladura o por la adición de soda cáustica.

**Jabón limpio:** es el producto acabado de la caldera de jabón. Contiene 61 - 63% de total de los ácidos grasos del material de partida y cantidades pequeñas de NaOH libre, NaCl y glicerina. El total de ácidos grasos es también influido por el tipo de acabado y la duración de la sedimentación después del acabado.

**Jabón gomoso:** es una solución viscosa de jabón que se forma cuando el contenido de electrolito de la fase acuosa o lejía está por debajo de cierta concentración. Debido a su alta viscosidad este jabón es difícil de operar.

Jabón sucio o negro: es una dispersión jabonosa de color oscuro que chorrea de la masa de jabón que se separa por saladura. Usualmente, el jabón sucio se une a la carga de una cocción subsiguiente.

La sublejía se extrae por el fondo de la caldera y se trata con sales solubles de hierro o de aluminio. Se filtra para eliminar las impurezas precipitadas y luego se destila para separar la glicerina del agua y recuperar la sal que se volverá a usar para la saladura. La glicerina cruda que se obtiene por destilación es del 82 % y su venta es una importante fuente de ingresos para la industria.

La operación completa de saponificación requiere de 8 a 10 horas. Al segundo día se agrega agua a la masa jabonosa y se hierva. Este tratamiento sirve para que el agua agregada disuelva la glicerina, sal, álcalis y otras materias extrañas solubles en agua que hayan quedado en el jabón; esta solución constituye luego la capa más baja y se separa del fondo de la caldera agregándose a la sublejía obtenida en el primer día.

Al tercer día se agrega a la caldera lejía fresca de 10° Bé. (6,5 % de NaOH) y se hierva con el jabón. Así se saponifica todo resto de grasa que no haya sido saponificado en la primera operación. El jabón que no es soluble en solución alcalina, adquiere una estructura granular. Esta operación se llama *liquidación*. Después, dejando reposar la lejía, se separa y se usa en un proceso de elaboración posterior.

Al cuarto día se agrega una pequeña cantidad de agua al jabón y se calienta hasta fusión. Con este tratamiento el jabón fundido adquiere una apariencia lustrosa y homogénea. Se deja reposar para que se formen tres capas: la superior es el jabón fundido, la capa media consiste en una mezcla mecánica de jabón y solución de jabón y la capa más baja y muy pequeña, contiene algo de álcali. El jabón fundido se bombea de la caldera por medio de un chupador móvil sin remover la capa media, ésta queda en el tanque para ser trabajada en una nueva elaboración; la capa más baja se envía al tratamiento de aguas residuales. Todo este proceso requiere alrededor de una semana.

El jabón fundido aún contiene porcentajes apreciables de agua, alrededor del 30%, por lo que se bombea a los secadores, para reducir su nivel de humedad al menos del 13% y luego a mezcladoras donde se le agregan colorantes, perfumes, materiales de ayuda y de relleno.

Las virutas de jabón molido se convierten en barras de jabón de tocador por medio de una máquina de extrusión. Las virutas se comprimen en caliente para eliminar todas las burbujas de aire y formar una masa plástica compacta, se hace pasar por una abertura troncocónica que dispone de una matriz por la que sale, a gran presión, una barra continua de jabón plástico caliente que tiene el formato de la barra de jabón. Esta barra se corta en trozos sobre una mesa de corte adjunta. Los trozos se enfrían, estampan, envuelven y empaquetan para despacharlos como pastillas de jabón.

Hemos descripto un proceso tipo, pero existen numerosas variantes de elaboración.

#### **8 – 4. Jabón de lavar**

Para obtener jabón de lavar se emplea el proceso caliente (hervido) que es igual al anterior pero con distinta materia prima, por ejemplo 4 partes de sebo y 2 a 3 partes de resina. Esta última se agrega después que la grasa ha sido saponificada y en forma de resinato de sodio; esto se hace en una caldera separada por acción del carbonato de sodio sobre la resina. En realidad la resina no se “saponifica” ya que consiste principalmente en ácido abiético, es decir, no es un glicérido, por lo que la formación del resinato de sodio es, simplemente una neutralización.

La resina es más barata que la grasa y el jabón que produce es, más bien, soluble. Del tanque de cocido se bombea a un tanque mezclador, que es un tanque pequeño que tiene un agitador especial y una camisa de vapor. Allí es donde se agregan silicato de sodio de 40° – 41° Bé y otros materiales de ayuda o de relleno. Se suele agregar hasta un 40 % de estos materiales, entre ellos ceniza de soda, bórax y fosfato trisódico. Una vez homogeneizada la mezcla, se la extrae por la parte inferior del mezclador y se lleva a la zona de moldeo. Al cabo de unas horas el jabón en los moldes se enfría y adquiere la consistencia apropiada, entonces es desmoldado y enviado a la sección de empaque. El contenido en agua del jabón terminado, es alrededor de 10 – 12 % . .

#### **8 – 5. Jabón de tocador**

Para obtener jabón de tocador, el jabón de la caldera se corta en pequeños trozos o en forma de virutas. Fraccionado de esta manera, el jabón contiene de 30 a 38 % de agua; por lo que se lo seca parcialmente, una parte por exposición al aire y otra por pasaje a través de un secador de túnel de donde debe salir con 10 – 12 % de agua. La masa jabonosa se mezcla con perfume y con los colorantes en amasadoras especiales. Para incorporarlos a la amasadora, los colorantes, — que se encuentran como polvo impalpable —, se disuelven en el solvente adecuado. En esta etapa se le suele agregar 1 – 2 % de lanolina para que el producto conserve plasticidad. Una vez homogeneizado, el jabón se prensa, estampa y moldea según su formato comercial. El envasado se hace inmediatamente para que el jabón no pierda humedad.

El método de elaboración de los jabones de tocador en caliente (hervidos) es el mismo que para el jabón de lavar, excepto en la clase y calidad de las materias primas empleadas. Estas consisten principalmente en aceites vegetales, a los que sólo se les agrega una pequeña cantidad de sebo refinado. No se agrega resina ya que los aceites vegetales poseen suficiente capacidad para generar espuma. Se requiere materia prima de la mejor calidad. Generalmente se usan, aceite de coco, aceite de palma, sebo vacuno refinado, 10 % o menos de aceite de ricino, para darle transparencia, aceite de oliva o de algodón en la proporción de 5 – 10 %. Los álcalis deben ser de la mejor calidad.

## 8 – 6. Jabones en frío

Se llaman jabones en frío a aquellos jabones que se obtienen calentando las materias grasas nada más que hasta la temperatura de su fusión completa, que es bastante menor que la temperatura a la cual se elaboran los “jabones en caliente” antes descritos. Una vez que la masa está al estado líquido se agregan las lejías. Los jabones en frío no se someten ni a la separación de las lejías, ni a la liquidación y por lo tanto se mantienen amasados homogéneamente con la lejía empleada y con la glicerina. Por ello, las grasas deben estar muy bien refinadas para evitar que colorean los jabones. Además, a partir de los análisis químicos de las materias primas debe calcularse con mucha precisión la cantidad de álcali requerido para evitar que el producto tenga una alcalinidad excesiva.

En los procesos de obtención de jabones en frío se pierde la glicerina de la grasa empleada. Como las materias primas suelen tener restos de ácidos de baja masa molar, — como el caprílico, láurico y mirístico — y/o insaturados; los jabones en frío son más solubles en agua y se gastan más rápidamente con el lavado que los jabones “en caliente”.

Para la elaboración en frío se usan calderas cilíndricas. La grasa se coloca en la caldera y se calienta externamente con vapor a temperaturas que no exceden de los 50 °C. Luego se agrega la cantidad estequiométrica de lejía y se agita la masa. Como toda neutralización, la reacción es exotérmica. De modo que la masa desarrolla lentamente calor suficiente para completar el proceso de saponificación en unas 24 horas. En ese lapso la temperatura no debe superar los 60°C, ya que por encima de 60°C la pasta comienza a formar pequeños grumos que resultan en un jabón con imperfecciones.

Producida la saponificación la masa se lleva a una mezcladora donde se le incorpora el perfume y el colorante. Luego se prensa y se pasa a los moldes donde se cubren y se la deja en reposo para que se establezca la humedad.

Operando cuidadosamente se pueden obtener en frío jabones neutros.

Los jabones en frío contienen toda la glicerina resultante de la saponificación de las materias primas grasas. La glicerina es la que le da transparencia y suaviza el jabón.

La materia grasa que más se usa para estos jabones es el aceite de coco, que se convierte fácilmente en jabón agitándolo con solución de soda cáustica de 38 °Bé (32 – 33 %). Para jabones más untuosos y menos duros, se sustituye un 10 a un 20 % de soda cáustica por potasa cáustica. La temperatura de las lejías en el momento de agregarlas al reactor debe estar entre 21 y 26°C. La temperatura para el empastado debe ser lo suficiente para que estos cuerpos se mantengan fluidos: si se usa aceite de palmiste, o de coco, la temperatura luego de agregar la lejía a la grasa fundida debe ser de 30 – 34°C. En cambio, si se usa sebo refinado esa temperatura debe ser de 45 – 48 °C y para mezclas de sebo y aceite de coco de 37°C – 39 °C. Una temperatura demasiado elevada indica una saponificación rápida y da un jabón ordinario. Una temperatura baja precipita los cuerpos grasos al adicionar la lejía fría.

### **8 – 7. Jabones semi-hervidos**

Este proceso es muy similar al proceso frío; la principal diferencia consiste en que al final de la operación se usa vapor vivo. La grasa se saponifica gradualmente. Este proceso es de limitada aplicación y los jabones contienen las impurezas de la materia prima y la glicerina.

### **8 – 8. Jabón transparente**

Para su elaboración, se emplea aceite de coco, aceite castor y sebo; azúcar, glicerina y alcohol. Se caracterizan por su constitución completamente clara, translúcida y hasta transparente. Se fabrican tanto con color muy claro, con amarillo de ámbar, o en colores pardo oscuro o pardo rojizo.

### **8 – 9. Jabones especiales**

**A.** Polvo de jabón (o jabón en polvo). Son mezclas de ceniza de soda, jabón y cuarzo, junto con carbonato de calcio molido como polvo fino. Este jabón se usa para sustituir el jabón de cocina.

Con respecto a la cantidad de agua se conocen dos clases de jabones; aquellos que contienen de 10 a 20 % de agua y los que contienen de 30 a 40 %.

**B.** Jabones flotantes. Se usan para baños, flotan en el agua y se preparan en la misma forma que los otros, disminuyendo su peso específico por batido de la masa jabonosa, cuando está enteramente saponificada, de modo que los poros absorban gran cantidad de aire.

Las materias primas usadas son: aceite de coco y de palma, generalmente con pequeños porcentajes de sebo.

**C.** Jabones de afeitarse. Deben ser suaves y finos, que no ataquen la piel y den una espuma lo más persistente posible.

Son generalmente jabones de soda y de potasa hechos con materias primas de gran calidad, sebo, coco, palma y oliva. Deben ser neutros y dar espuma abundante. Se les agrega ácido esteárico para darle cuerpo y una goma para mantener la espuma al secarse. Muchos de estos jabones contienen glicerina o azúcar.

**D.** Jabones medicinales. Así como los jabones corrientes para tocador llevan perfumes, los jabones medicinales contienen sustancias activas de efecto desinfectante o terapéutico. Su uso es muy variado; siendo los jabones medicinales más usados los de alquitrán y los de azufre. Entre los jabones medicinales líquidos se usa la mezcla de partes iguales de jabón blando potásico y cresoles.

**E. Jabones de nafta.** Son jabones blancos de lavandería, a los que les ha añadido un pequeño porcentaje de nafta de petróleo. Como la nafta se vaporiza fácilmente, el porcentaje de la misma en las barras de jabón es muy variable. En los Estados Unidos un jabón no se puede vender como jabón de nafta a menos que contenga un mínimo de 1% de hidrocarburos. Pero a esa concentración la nafta no refuerza la acción detergente del jabón. Generalmente, estos jabones llevan silicato de sodio como relleno.

**F. Jabones textiles.** Son jabones indispensables para varias ramas de la industria textil. Las fibras de origen animal contienen elevado porcentaje de impurezas, 20 a 50 % en el caso de la lana y 20 a 30 % en la seda, por lo que en esta industria se consumen grandes cantidades de jabón. Los jabones que se usan deben reunir dos condiciones: sus materiales no deben afectar la fibra y no deben depositar impurezas en las fibras que interfieran las subsiguientes operaciones, por ejemplo, teñido.

**G. Jabones blandos especiales.** Se hacen con potasa cáustica y aceites que tengan alto porcentaje de ácido oleico.

**H. Jabones líquidos.** Los modernos jabones líquidos son jabones de potasio, generalmente obtenidos a partir de aceite de coco. Se elaboran agregando agua y alcohol al jabón. Estos jabones encuentran su uso más amplio para tocador en lavaderos públicos, clubs, etc. Son económicos y sanitarios.

## **8 – 10. Jabones metálicos**

Estos jabones son mezclas de sales obtenidas a partir de ácidos monocarboxílicos de alta masa molar y óxidos de diversos metales. A diferencia de los jabones alcalinos son insolubles en agua, pero son solubles en grasas y aceites. Se emplean en la industria de los barnices y pinturas (jabones en el aceite). Se obtienen a partir de óxidos, boratos, carbonatos y sales inorgánicas de metales como plomo, cobalto, manganeso, y aceite de lino o de tung. De esta manera se forman linoleatos y tungatos de esos metales.

Los jabones de cinc, hierro, cobalto, níquel y cromo, se usan para impermeabilizar cueros y lanas y en la elaboración de barnices coloreados. Los jabones de magnesio y aluminio, además de emplearse para impermeabilizar productos textiles se usan para impermeabilizar papeles y en la preparación de ciertos materiales aislantes.

Los jabones de calcio y aluminio se usan para formar emulsiones. Estas emulsiones son muy viscosas.

Los jabones de cobre y mercurio sirven como fungicidas y en pinturas anticorrosivas. Estas últimas aplicaciones son para proteger los fondos de los barcos

El método para preparar jabones metálicos es la doble descomposición de la solución acuosa alcohólica, usando el acetato del metal y la sal alcalina del ácido graso. La precipitación del jabón ocurre inmediatamente. Antes de mezclarse, las soluciones se calientan a 60 °C. El precipitado de jabón metálico se deja reposar y se filtra, se lava varias veces con agua, luego con alcohol para separar el agua y restos de ácidos grasos libres.

## 8 – 11. Otros métodos de elaboración de jabón

En la industria jabonera existen varios métodos que acortan notablemente el tiempo en el que se produce la saponificación y los lavados. Entre ellos se encuentran:

**Método de Sharples.** En este método se usan centrífugas de gran velocidad para separar la lejía del jabón. El proceso comprende la saponificación, los lavados, el acabado y el lavado final. A medida que el proceso transcurre, el jabón se va lavando con la lejía que regresan de las etapas posteriores.

En la primera etapa de este proceso se hace ingresar a una cámara de saponificación una mezcla caliente de grasa y aceite conjuntamente con la lejía de soda cáustica. La cámara está permanentemente llena de lejía y jabón y opera en las condiciones ideales de temperatura y concentraciones para la mejor saponificación. Mediante un sistema de bombas y tuberías se hace circular la mezcla entrante a una velocidad igual a la que desaloja grumos de jabón y lejía.

En la segunda etapa, el jabón y la lejía se enfrían e ingresan a una centrífuga donde se separan. La lejía separada se refuerza con soda cáustica y regresa como alimentación de la primera etapa. El jabón aquí separado se pone en contacto con la lejía que regresa de la tercera etapa para completar su saponificación y se deriva a la tercera etapa donde se centrifuga.

En la tercera etapa se mezcla el jabón proveniente de la segunda con la lejía proveniente de la cuarta etapa y se centrifuga. Se obtienen separados los grumos de jabón lavado y lejía. Como ya hemos mencionado, esta lejía se deriva a la segunda etapa.

En la cuarta etapa, el jabón de la tercera etapa se pone en contacto con solución fresca de soda cáustica y sal. La mezcla se separa por centrifugado dando un jabón limpio y lejía que irá a la tercera etapa. Parte de la lejía se separa de la tercera etapa para ir recuperando la glicerina. El proceso da un jabón de buena calidad pero no separa el jabón sucio. En muchos casos, en cuarta etapa se reajusta el contenido de electrolito de la solución fresca de soda y sal para arrastrar al jabón sucio el que se separa en la tercera en lugar de lejía.

En este proceso todas las materias primas se distribuyen automáticamente. La producción de jabón limpio de estas instalaciones es de unos 550 Kg/hora y por centrífuga en la etapa final de acabado de jabones de tocador, y de unos 1100 Kg/hora y por centrífuga de acabado de jabones de lavandería.

**Método French Monsavon.** Este método se aplica a la manufactura continua de jabón empleando materias grasas neutras y comprende la saponificación, el lavado para la extracción de glicerina de los grumos de jabón y el acabado del jabón.

Para producir la saponificación se usan las cantidades estequiométricas que resultan de los análisis de los índices de saponificación y la lejía cáustica y las grasas se mezclan en un homogeneizador de alta velocidad. Se forma una emulsión de agua y aceite que se descarga en una cámara calentada por el vapor que circula por una camisa exterior. La saponificación ocurre con bastante rapidez y cuando se ha completado, la masa se deriva a un tanque auxiliar.

En este sistema, el lavado se realiza en una torre cilíndrica que consta de cuatro compartimientos. Cada uno de ellos tiene una zona de mezcla y una zona de sedimentación. En la primera zona se mezclan los grumos de jabón con la salmuera, y en la segunda la salmuera sedimenta y se separa. El intercambio de materia ocurre en contracorriente; el jabón crudo, procedente de la etapa de saponificación entra en la torre por el fondo y la salmuera entra por la parte superior para la extracción de la glicerina. A medida que asciende, el jabón se va mezclando con la salmuera. La salmuera va lavando al jabón y disolviendo la glicerina. La corriente de salmuera se mantiene a la velocidad adecuada mediante un sistema de bombeo. De la parte superior de la torre se descargan continuamente grumos de jabón lavados, y por el fondo se extrae la salmuera para la recuperación de la glicerina.

El jabón en grumos procedente de la torre Monsavon se elabora continuamente mediante la adición de agua. Este acabado es regulado por un operador y debe ser comprobado con frecuencia. A diferencia con el método Sharples, el jabón elaborado se descarga en un tanque de sedimentación, en que se separa por gravedad y de modo continuo el jabón sucio del limpio. Este se saca por la parte superior del tanque para su tratamiento y aquél se extrae por el fondo para la recirculación en la torre de lavado.

**Método Clayton.** Este proceso se realiza en poco tiempo mezclando la grasa y la soda cáustica a temperatura elevada de modo que se produce una saponificación rápida, alrededor de 5 minutos, mientras que ambas materias primas se bombean a través de un serpentín de calefacción. El jabón que sale del serpentín a unos 290°C se pulveriza dentro de una cámara de vacío donde se separa la glicerina y se vaporiza la mayor parte del agua arrastrada. Regulando el tiempo y la temperatura se logra una mínima reacción de la glicerina con la soda cáustica. El jabón, caliente y deshidratado, circula a través de un transportador a tornillo refrigerado externamente con agua, que lo lleva a otra sección donde se vuelve a hidratar con vapor, esta vez hasta el grado de humedad deseado y luego es enviado a través de un refrigerante al sistema de moldeo.

### Actividad Práctica N° 8

La obtención de jabón en el laboratorio no requiere de materias primas muy caras ni de instrumental sofisticado. Una de las tantas recetas para elaborar jabón es la siguiente:

En un vaso de precipitados de 100 mL se colocan 20 mL de aceite de oliva y 12 mL de solución de NaOH al 20 %. Se calienta en baño de María agitando suavemente con una varilla de vidrio. Se regula la llama para que la temperatura no supere los 60 °C. Al cabo de 25 – 30 minutos se suspende el calentamiento y se comienza a agregar gota a gota unos 20 – 25 mL de solución saturada de NaCl. Una vez que la masa de jabón flota sobre la solución líquida, se separa con espátula y se filtra. El jabón del filtro se lava tres veces con agua destilada. Luego se toma una muestra de este jabón, se la coloca en un tubo de ensayos y se le añade etanol hasta cubrir. Se agregan al tubo unas gotas de fenolftaleína. Un color rosa pálido indica que se ha separado prácticamente todo el álcali. Si el color de la solución es intenso, se vuelve a lavar.

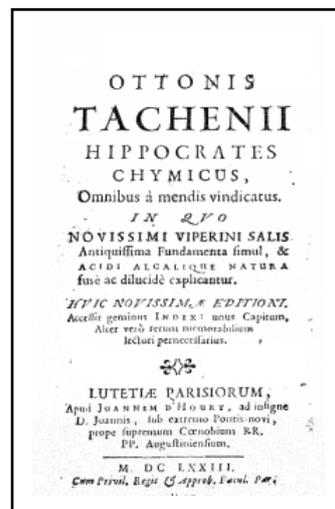
Se le sugiere a los alumnos que reelaboren el trabajo práctico, pero usando otro aceite y solución de hidróxido de potasio al 18 %, para lo cual deben buscar información sobre el índice de saponificación del aceite a utilizar y hacer todos los cálculos estequiométricos.

## IX EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO SOBRE LÍPIDOS

### 9 – 1. Cronología del conocimiento sobre lípidos

1673

Otto Tachenius (1610 – 1680) publicó su *Hippocrates Chymicus* donde sugiere que en las grasas hay “*acidum occultum*”, ácidos “escondidos” ya que “la fuerza de los álcalis desaparece al hacer jabón”, anticipándose así en más de un siglo y medio a los trabajos de Chevreul que establecieron las composiciones de las grasas y los jabones.



1719

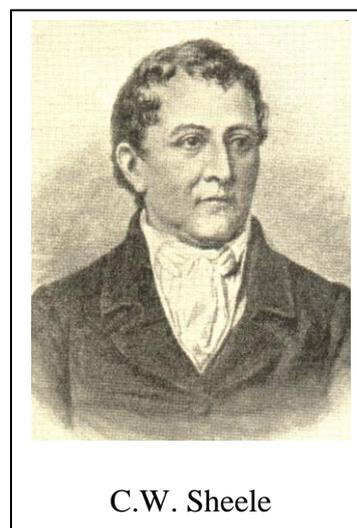
Un profesor de medicina de la Universidad de Giessen, Johann Thomas Hensing (1683 – 1726) publicó *Cerebri examen chemicum ex eodemque Phosphorus singularem omnia inflammabilia accendentem...*, (Giessen, Vulpius, 1719) la primer monografía en la describe el examen químico del cerebro bovino en el que halló fósforo (hoy sabemos que el fósforo integra la estructura de los fósfolípidos). Este trabajo es hoy considerado como una de las piedras basales de la neuroquímica.

1769

François Poulletier de la Salle (1719 – 1788), realizó el primer estudio químico sobre un lípido: el colesterol, que había encontrado y extraído de los cálculos biliares.

1779

Carl Wilhelm Scheele (1742 – 1786), al calentar accidentalmente aceite de oliva con óxido de plomo, observó la formación de un líquido viscoso, más denso que el agua y que tenía sabor dulce. Calentando durante varias horas diversos aceites y grasas con óxido de plomo encontró que se forma el mismo producto, glicerina, al que bautizó con el nombre de Olsuss, por su sabor dulce.



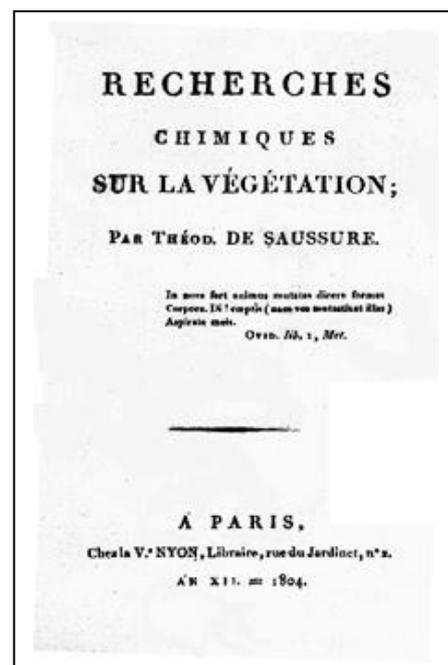
C.W. Scheele

1783

Antoine François (1755 – 1809) conde de Fourcroy utilizó con éxito el alcohol etílico para extraer los lípidos del tejido cerebral.

## 1804

Nicolas -Theodore de Saussure (1767 – 1845) publicó *Recherches chimiques sur la végétation*, donde describe una serie de experimentos que muestran que el aceite de semillas de lino se puede polimerizar con oxígeno. Por este libro, Saussure es considerado el fundador de la fitoquímica.

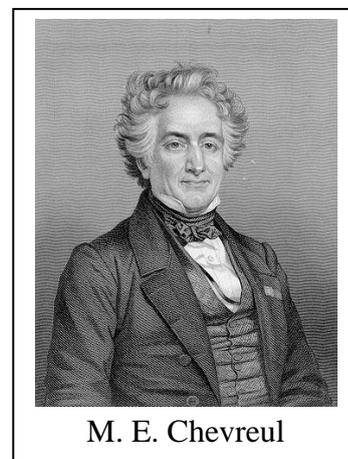


## 1811

Louis Nicolas Vauquelin (1763 – 1829) hizo la primera descripción de cómo está unido el fósforo a las grasas en el cerebro (*Analyse de la matière cérébrale de l'homme et de quelques animaux*, *Ann Mus Hist Nat* 1811, **18**, 212). El impacto de esta tesis sobre la comunidad científica fue muy grande. El texto fue impreso en varias revistas científicas de Francia, Inglaterra y Alemania. En 1874, el famoso bioquímico Johann Ludwig Wilhelm Thudichum escribiría “Los datos de Vauquelin son perfectamente correctos para la época en que se hallaron y suministran una excelente base sobre la cual métodos más perfectos desarrollados posteriormente han construido un completo análisis de la materia cerebral”

## 1813

Michel Eugene Chevreul (1786 – 1889)<sup>37</sup> publicó su primer trabajo sobre la composición de las grasas animales. En este trabajo hizo la primera descripción de lo que son los ácidos grasos desde el punto de vista químico. Un año más tarde publicó otro trabajo sobre la participación del agua en el proceso de saponificación y en 1817 ideó un método para diferenciar oleína de estearina.



M. E. Chevreul

## 1815

<sup>37</sup> No es un error. Vivió hasta los 103 años. Participó activamente en los festejos de su centenario, dando varias conferencias.

El químico francés Henry Braconnot (1780 – 1855) sostuvo que las grasas están formadas por una parte sólida (sebo absoluto) y una parte líquida (aceite absoluto) y que su consistencia resulta de las proporciones de ambas partes. Llegó a estas conclusiones luego de prensar grasas en frío sobre papel de filtro (*Ann. Chimie* 1815 93, 225) También observó que luego de saponificar y acidificar el sebo vacuno, se separa una fracción similar al “*adipocire*” sustancia descrita por Fourcroy en 1806. Lamentablemente no comprobó sus propiedades ácidas, lo que sí hizo Chevreul en 1820 permitiéndole descubrir el ácido esteárico. Los trabajos de Braconnot eran similares a los realizados por Chevreul en 1813, por lo que este último envió una carta a la revista “*Annales de Chimie*” reclamando su prioridad (*Ann. Chim.* 1815, 94, 73)

### 1818

Chevreul caracterizó a las propiedades de los esteroides en los cálculos biliares (*Memoires Muséum* 1818, 11, 308)

Henry Braconnot patenta el proceso de manufactura de velas hechas con cera de abejas y una fracción purificada del “sebo absoluto” (estearina). Siete años más tarde, Chevreul patentaría un proceso mejorado para fabricar velas de estearina.

### 1819

El farmacéutico francés Jean Joseph Étienne Poutet (1779 – 1858), al tratar trioleína con óxidos de nitrógeno logró isomerizar el ácido oleico a ácido elaidínico, obteniendo un producto “de consistencia de la grasa de cerdo”. (*Ann. Chim. Phys.* 1819, 12, 58) Esta reacción que se conoce como elaidinización es el primer método para obtener grasas “trans”

### 1823

Chevreul publicó su obra más importante sobre la química de los lípidos: “*Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale*”, donde describe por vez primera las propiedades de diversos ácidos grasos (margarico, oleico, esteárico, butírico y caproico) incluyendo al ácido isovalérico (al que el llamó “ácido eocénico) el primer ácido graso de cadena ramificada que aisló del aceite de la cabeza de delfín y del aceite de marsopa.

### 1827

El médico inglés William Prout (1785 – 1850) reconoció que las grasas y aceites son nutrientes tan importantes en la dieta como las proteínas y los hidratos de carbono.

### 1829

El químico francés Louis René Le Canu (1800 – 1871), descubrió la presencia de colesterol en un extracto de la yema de huevo. (*J de Pharm* 1829, 15,1).

### 1832

Felix Henri Boudet (1806 – 1878), demostró que solo el aceite de oliva es capaz de aumentar su viscosidad por acción del peróxido de nitrógeno, con lo que se genera una nueva sustancia, el ácido elaidínico. (*Ann Chim* 1832, 50, 391). La elaidinización había sido descubierta por Poutet en 1819.

### 1834

Jean Pierre Couerbe (1805 – 1867), empleó éter etílico para extraer lípidos cerebrales e informó que en la composición de los lípidos del cerebro hay una fracción saponificable (*céphalote*) soluble en éter y que contiene 5,8 % de fósforo y una fracción no saponificable (*cérébrote*) que contiene 2,3 % de fósforo (*Ann. Chim. Phys.* 1834, 56, 160).

### 1838

Théophile-Jules Pelouze (1807 – 1867) y Felix Henri Boudet formularon la hipótesis de que en los aceites vegetales se encuentran combinados el ácido oleico y el ácido margárico (una mezcla de ácidos palmítico y esteárico) (*J. de Pharm.* 1838, 24, 385).

Louis René Le Canu encontró colesterol en el suero sanguíneo (*Ann. Chim. Phys.* 1836, 66, 162).

### 1841

Edmond Fremy (1814 – 1894), aisló una sustancia lipídica del cerebro a la que llama ácido oleofosfórico. (*Ann Chim Phys* 1841, 2, 463).

Lyon Playfair (1818 – 1898), descubrió el ácido mirístico (14:0) en las semillas de todas las plantas de la familia de las *Myrusticaceae* (*Ann* 1841, 37, 152).

### 1843

Nicolas – Theodore Gobley (1811 – 1876), describió el elaidómetro, el primer instrumento dedicado a determinar la pureza de los aceites de oliva mediante determinaciones de su densidad. (*Note sur l'Elaiomètre, nouvel instrument d'essai pour les huiles d'olive. M. Gobley. J Pharm Chim* 1843, 4, 285)

### 1844

Fritz Sacc (1819 – 1890), aisló el ácido linoleico (“Leinoil”) a partir del aceite de semillas de lino. (*Ann* 1844, 51, 213).

### 1844

Theophile – Jules Pelouze (1807 – 1867) et al., describieron por primera vez la síntesis de un lípido neutro, la tributirina, por esterificación directa de glicerina con ácido butírico. (*Ann. Chim. Phys.* 1844, 10, 434).

### 1846

Claude Bernard (1813 – 1878), demostró la actividad de las lipasas en el páncreas. *Archiv. Gén. de méd.* (Vol suppl.) 1846, p- 201 – 209.

### 1847

Nicolas-Theodore Gobley, 1811 – 1876), informó que tanto en la yema del huevo como en el cerebro hay una fracción que contiene fósforo y que por hidrólisis da “ácido oleico, ácido margárico y ácido fosfoglicérico” (*J. Pharm, Chim*, 1847, 12, 5).

### 1848

A. Woelcker descubrió el ácido behénico (22:0) en el aceite de ben (semillas de la *Moringa oleifera*) (*Ann.* 1848, 64, 342).

Louis Eduard Saalmüller aisló del aceite de castor el primer hidroxiácido graso, el ácido ricinoico (12 – hidroxioleico) del cual es el principal componente. (*Ann.* 1848, 64, 108).

### 1849

Stephen Darby descubrió el ácido erúxico ( $C_{22:1}$ ) en el aceite de colza (*Ann 1849, 69, 1*).

Theodor Friedrich Marsson (1816 – 1892) descubrió el ácido láurico (12: 0) en las semillas de la familia de las *Laureaceae* (*Laurus nobilis*) (*Ann 1842, 41, 429*).

### 1850

Nicolas Theodore Gobley aisló de la yema del huevo un lípido que contiene fósforo al que bautiza “lecitina” (del griego *lekithos*: yema de huevo) (*J. Pharm. Chim, Paris*, 1850, 17, 401).

Michel Eugène Chevreul demostró que el secado de las pinturas (la oxidación de ácidos grasos insaturados va acompañada por una aumento de la masa, la que corresponde a la fijación de oxígeno (*Mem Acad Sci* 1850, 22, 685-732).

### 1852

Patrick J. Duffy describió la primera reacción de interesterificación de lípidos realizado con triestearina en etanol. (*J. Chem. Soc.* 1852, 5, 303).

### 1853

Charles Gerhardt usó por primera vez la palabra “glicérido” para los compuestos presentes en las grasas y los aceites. (*Traité de Chimie organique*, 1853, t.1, 768).

Patrick J. Duffy hace la primera descripción de la cristalización de los triglicéridos con la descripción de los tres puntos de fusión de la tristearina (*J Chem Soc* 1853, 5, 197).

Martin Friedrich Websky aisló el ácido erúico del aceite de colza (*J. Prakt.Chem.* 1853, 58, 449).

### 1854

Marcelin Berthelot logró sintetizar mono, di y triglicéridos a partir de glicerina y ácidos grasos. (*Ann. Chim. Phys.* 1854, 41, 216).

### 1855

W. H. Heintz demostró que el “ácido margárico, descubierta por Chevreul es, en realidad, una mezcla indefinida de ácido palmítico y esteárico.

El químico francés Charles Würtz propuso la fórmula correcta de la glicerina (*Ann. Chim. et Phys.* 1855, 43, 492).

### 1856

Claude Bernard demostró la importancia del jugo pancreático y la bilis para la digestión y la absorción de grasas en el duodeno "*Leçons de physiologie expérimentale appliquées à la médecine*", Ballière, Paris.

### 1861

Adolf Strecker encontró una sustancia nitrogenada en la bilis y la llama “colina”.

M. Töpler demostró la existencia de fosfolípidos en las semillas de las plantas (*Landw. Vers. Sta.* 1861, 3, 85).

### 1862

G. M. Beneke aisló de un extracto de plantas (semillas de arveja) un compuesto que él creía era colesterol (*Ann. Chem. Pharm.* 1862, 122, 249).

### 1869

Hippolyte Mège-Muries patentó en Francia un proceso para obtener “margarina”

### 1871

M.A. Muntz demostró la existencia de lipasas en las semillas de las plantas (*Ann. Chem. Liebig.* 1871, 22, 472).

### 1877

A. Bókay, al hidrolizar lecitina con jugo pancreático obtuvo ácido glicerofosfórico, ácidos grasos y colina lo que constituye la primera indicación de la existencia de enzimas. (*Z. physiol. Chem.* 1877, 1, 157).

### 1878

Oswald Hesse aisló de un extracto vegetal un compuesto cuyos punto de fusión y composición difieren ligeramente de los del colesterol (colesterina). Él llamó a esa sustancia “fitosterina” (*Ann. Chem. und Pharm.* 1878, 192, 175).

### 1879

El químico alemán Franz Soxhlet, inventó el aparato de extracción sólido-líquido que lleva su nombre. Este aparato fue usado para separar grasas de los alimentos. (*Dingler's Polytechnisches J.* 1879, 232, 461).

J. Köttstorfer propuso caracterizar a las grasas y aceites por el índice de saponificación (miligramos de KOH necesarios para saponificar 1 gramo de grasa) (*Z. anal. Chem.* 1879, 18, 199).

### 1881

R. Müller descubrió el primer hidroxiácido graso, el ácido hidroximirístico en el aceite de *Angelica archangelica* (*Ver.* 1881, 14, 2476).

### 1884

Se publica en Londres la obra maestra de Johan Ludwig Wilhelm Thudichum “A Treatise on the Chemical Constitution of the Brain” donde describe la presencia de lípidos sulfatados en los extractos cerebrales, el aislamiento de la esfingomielina y la obtención de esfingosina por hidrólisis alcalina de los lípidos cerebrales. También individualizó a la cefalina (fosfatidiletanolamina) como un fosfolípido distinto de la lecitina (fosfatidilcolina)

El Barón Arthur von Hübl propuso usar el índice de yodo como una medida de la insaturación de grasas y aceites. (*Dingler's Polytech. J.* 1884, 253, 281).

### 1886

Primera descripción hecha por Karl Peters de la estructura diénica del ácido linoleico (*Monatsch* 1886, 7, 522).

Leonard Charles Wooldridge sugirió que el activador de la protrombina es un complejo proteína – fosfolípido.

Ernest Leopold Salkowski describió la presencia de colesterol en el aceite de hígado de bacalao y concluye que las grasas y aceites animales contienen colesterol mientras que las grasas y aceites vegetales contienen fitoesteroles. (*Z. anal. Chem* 1887, 26, 557).

### 1889

Karl Hazura encontró, en el aceite de semilla de cáñamo, el primer ácido graso con tres dobles enlaces en su molécula, el ácido linolénico (*Monatsch* 1887, 8, 147)

### 1890

Charles Tanret descubrió el ergosterol en el “seigle” (centeno) (*Ann. Chim. Phys.* 1890, 20, 289).

A. Schmidt descubrió que varios extractos lipídicos de diversos tejidos contienen un factor rico en lecitina (que él llamó *agente zimoplástico*) que permite activar la coagulación sanguínea.

### 1894

A. G. Goldsobel estableció la estructura correcta del ácido ricinoleico. (*Ber.* 1894, 27, 3121).

### 1895

Rudolph Diesel desarrolló el primer motor que funcionó con aceite de maní que luego presentaría en la Exposición Universal de París de 1900.

### 1897

Paul Sabatier (1857 – 1941) et al. describieron el proceso de hidrogenación de sustancias olefínicas en presencia de catalizadores metálicos (*C. R. Acad. Sci.* 1897, 124, 1358). Por sus descubrimientos en el campo de la catálisis Sabatier obtuvo el Premio Nobel de Química en 1912.

R. Heise demostró la existencia de triglicéridos mixtos al encontrar oleodiestearina en la grasa de la pepita de la *Allanblackia (Guttiferae)* (*Tropenpflanzer* 1897, 1, 10).

### 1898

F. G. Edmed demostró la estructura del ácido oleico. (*J. Chem. Soc.* 1898, 73, 627).

## 1899

Richard Altman y colaboradores introdujeron el uso de acetona en la separación de fosfolípidos de triglicéridos o de colesterol.

## 1900

En la Exposición Universal de París, la compañía francesa Otto presentó un motor construido por Rudolf Diesel que funcionaba con aceite de maní.

## 1901

John Lewis William Thudichum propuso el término de “fosfátidos” para designar a los lípidos que contienen fósforo.

Mikhail Semyonovich Tswett realizó la descripción de un método para separar los pigmentos de las plantas mediante una columna cromatográfica de carbonato de calcio usando éter de petróleo como eluyente. (*Proc. Warsaw. Soc. Nat. Sci.* 1903, 14).

Wilhelm Normann (1870 – 1939) patentó en Inglaterra un proceso para “la conversión de ácidos grasos insaturados o sus glicéridos en compuestos saturados” por hidrogenación. (*Patent N° 1515 A.D.* 1903).

E. Molinari desarrolló el método de ozonólisis para determinar la posición de los dobles enlaces en las cadenas insaturadas de las grasas y aceites. (*Ann. Soc. Chim. Milano* 1903, 9, 507).

P. Kyes y colaboradores demostraron que la reacción de la lecitina con veneno de cobra origina un nuevo producto al que llaman “cobra-lecitida” que tiene la propiedad de holizar los glóbulos rojos de la sangre (*Berlin klin. Wochschr.* 1903, 40, 57).

## 1904

F. B. Power y colaboradores encontraron el primer ácido graso con estructura cíclica de ciclopenteno, el ácido hidnocárpico (de la *Hydnocarpus Kurzii*) obtenido del aceite de chaulmoogra (*J Chem Soc* 1904, 85, 838)

## 1906

August Paul von Wassermann descubrió un anticuerpo antifosfólido lo que le permite desarrollar un test para la detección de la sífilis. (*Dtsch. Med. Wochenschr.* 1906, 32, 745).

Mitsumaru Tsujimoto descubrió un hidrocarburo en el aceite de hígado de tiburón al que bautizó “escualeno” (*J. Soc. Chem. Ind. Jpn*, 1906, 9, 953)

**1907**

Percival Hartley aisló el ácido araquidónico de los lípidos del hígado (*J. Physiol.* 1907, 36, 17).

**1909**

E. Erdmann y colaboradores describieron la estructura del ácido linolénico. (*Ber.* 1909, 42, 1334).

**1911**

J. Baugault y colaboradores encontraron un ácido cetoalcanoico en el hongo *Lactarius refus*, al que llaman "ácido lactarínico" (6-cetosteárico) (*C R Acad Sci Paris* 1911, 153, 572).

**1912**

William Henry Howell presentó la evidencia de que la acción tromboplástica sobre los tejidos es causada por un fosfolípido insaturado, la cefalina, extraída con dietil éter del cerebro o del timo. (*Am. J. Physiol.* 1912, 31, 1).

**1913**

Elmer Verner McCollum y M. Davis demostraron que durante el crecimiento se requiere la ingesta de ciertos lípidos

A. Baumann y M. H. Renall demostraron, independientemente, que la cefalina (fosfatidiletanolamina) extraída del cerebro humano contiene un aminoetilalcohol. (*Biochem. Z.* 54, 30 y *Biochem. Z.* 1913, 55, 296).

Jules Bordet y colaboradores describieron un activador rico en lecitina (citozima) en un extracto alcohólico de plaquetas de la sangre (*Ann. Inst. Pasteur* 1913, 27, 341).

**1914**

Phoebus Aaron Theodore Levene obtuvo esfingomielina cristalizada y establece su composición (*J. Biol. Chem.* 1914, 18, 453).

C. Delezenne y colaboradores demostraron que la "cobra – lecitida" encontrada por Kyes en 1903 es lecitina de la que se ha separado un ácido graso insaturado. Llamaron a esa sustancia "liscitina" (*Bull. Soc. Chim.* 1914, 15, 421).

Ernst Schmidt midió por primera vez los niveles de colesterol en pacientes con xantomatosis reconociendo que es, esencialmente, un efecto de la hipercolesteremia. (*Dermat. Z.* 1914, 21, 137).

**1916**

Mitsumaru Tsujimoto le asignó la fórmula empírica correcta  $C_{30}H_{50}$  al escualeno

### 1921

Ernest Twitchell separó selectivamente ácidos insaturados de saturados mediante su precipitación como sales de plomo (*Ind. Eng. Chem.* 1921, 13, 806).

### 1922

Casimir Funk inventó el término “vitaminas”

Después de demostrar que el “principio antirráquítico” y la vitamina A son sustancias distintas, el grupo de Elmer Verner McCollum llamó a esta nueva sustancia “vitamina D” (*J. Biol. Chem.* 1922, 53, 293).

### 1924

Christiaan Van Loon patentó en Inglaterra un proceso para interesterificar industrialmente las grasas. (*Patent N° 249,916*).

Hans Lieb identificó a los cerebrósidos como el material que se almacena en las células de los pacientes que padecen la enfermedad de Gaucher (*Hoppe-Seylers Z. physiol. Chem.* 1924, 140, 305).

### 1925

Walter R. Bloor hizo la primera clasificación química de los lípidos (*Chem. Rev.* 1925-26, 2, 243).

### 1926

F. H. Car y E. A. Price inventaron el test para detectar coloriméticamente la vitamina A usando tricloruro de antimonio. (*Biochem. J.* 1926, 20, 497).

### 1927

Albert Charles Chibnall y colaboradores encontraron ácido fosfatídico en hojas de repollo (*Biochem. J.* 1927, 21, 233).

### 1928

Adolf Otto Reinhold Windaus recibió el Premio Nobel de Química por sus estudios sobre “la constitución de los esteroides y su conexión con las vitaminas”.

S. H. Bertram demostró la presencia de isómeros “trans” de los ácidos grasos en la grasa de los rumiantes (*Biochem. Z.* 1928, 197, 433).

## 1929

Michel Macheboeuf y colaboradores lograron aislar lipoproteínas cristalizadas (*Disc. Faraday Soc* 1929, 6, 62).

Ernst Klenk demostró que la esfingosina contiene una cadena lineal de 18 átomos de carbono (*Z. physiol. Chem.* 1929, 185, 169).

R.J. Anderson logró aislar, del bacilo de la tuberculosis, un ácido graso de cadena ramificada, el 10-metil esteárico al que bautiza “ácido tuberculoesteárico” (*J. Biol. Chem.* 1929, 85, 77).

Thomas Moore probó *in vivo* la conversión de carotene en vitamina A (*Lancet* 1929, ii, 217).

Thomas Percy Hilditch demostró que la hidrogenación catalítica de la trioleína produce ácidos grasos isómeros geométricos del oleico (*Proc. Roy. Soc. London* 1929, 552, 563).

## 1930

George O. Burr y colaboradores descubrieron el carácter esencial de los ácidos grasos insaturados (*J. Biol. Chem.* 1930, 86, 587).

R. J. Anderson informó la presencia de inositol en los lípidos del bacilo de la tuberculosis (*J. Am. Chem. Soc.* 1930 52, 1607).

## 1931

Richard Kuhn y colaboradores mejoraron la técnica de Tswett y logran separar mediante cromatografía de columna todos los carotenoides naturales. (*Z Physiol Chem* 1931, 197, 141).

Paul Karrer estableció la estructura correcta de la vitamina A (*Helv. Chim. Acta.* 1931, 14, 1036).

## 1932

Adolf Windaus describió la estructura correcta del colesterol (*Ann. Rev. Biochem.* 1932, 1, 109).

## 1933

Fritiof Gunnar Blix determinó la estructura correcta del sulfátido del cerebro humano encontrado por Thudichu y demostró que es una galactosilceramida sulfatada (*Z. Phys. Chem.* 1933, 219, 82).

## 1934

Carl R. Noller describió la síntesis del ácido oleico. (*J. Am. Chem. Soc.* 1934, 56, 1563).

### 1935

Ernst Klenk caracterizó un nuevo tipo de ácido glicolípido al que llamó “sustancia X” (hoy gangliósidos) (*Hoppe-Seyler's Z Physiol Chem* 1935, 235, 24).

William Henry Howell descubrió que la citozima descrita por Bordet en 1913 es una cefalina (fosfatidiletanolamina) y no una lecitina (*Physiol. Rev.* 1935, 15, 435).

Yoshiyuki Toyama y colaboradores informaron haber hallado un ácido graso de 25 átomos de carbono en el aceite de sardina (ácido eicosapentanoico) al que llamaron ácido timnodónico (*Bull. Chem. Soc. Jap.* 1935, 10, 192).

### 1936

Herbert McLean Evans y colaboradores lograron aislar los  $\alpha$  y  $\beta$ -tocoferoles de aceites vegetales (*J. Biol. Chem.* 1936, 113, 319).

Rudolf Schoenheimer y colaboradores usaron por vez primera un isótopo radiactivo (deuterio) para estudiar *in vivo* la conversión del ácido esteárico en oleico (*J. Biol. Chem.* 1936, 114, 381).

Frank H. Stodola encontró un componente importante de la cera del *Mycobacterium tuberculosis*, el ftiocerol y determina su fórmula molecular (*J. Biol. Chem.* 1936, 114, 467)

### 1937

Thomas Moore postuló la existencia de dobles enlaces conjugados en el ácido linolénico (*Biochem. J.* 1937, 31, 138).

H.S. Olcott y colaboradores descubrieron las propiedades antioxidantes de los tocoferoles (*J. Am. Chem. Soc.* 1937, 59, 1008).

Carl R. Noller y colaboradores sintetizaron el ácido linoleico (*J. Am. Chem. Soc.* 1937, 59, 522)

### 1938

Richard Kuhn renunció al Premio Nobel de Química otorgado “por su trabajo sobre carotenoídeos y vitaminas” (Después de la Guerra lo reclamó aduciendo que había sido obligado a renunciar por orden de Hitler)

Erhard Fernholtz propuso la estructura correcta del  $\alpha$ -tocoferol (*J. Am. Chem. Soc.* 1938, 60, 700).

Paul Karrer y colaboradores sintetizaron el  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E) (*Helv. Chim. Acta* 1938, 21, 520).

Frank H. Stodola aisló los ácidos micólicos de un extracto de cera del bacilo de la tuberculosis humana (*Mycobacterium tuberculosis*) (*J. Biol. Chem.* 1938, 126, 506).

#### 1940

Thomas Percy Hilditch publica su obra más importante "*The chemical constitution of natural fats, London*".

Friedrich Bengen describió los complejos urea – ácidos grasos que revolucionarían la química los siguientes 20 años (*German Patent Appl. OZ* 12438, marzo 18, 1940).

R.J. Anderson encontró glucolípidos que contienen trehalosa en el *Mycobacterium tuberculosis* (*The Harvey Lectures* 1940, 35, 271).

#### 1941

E. Klenk aisló el ácido neuramínico como producto de la hidrólisis de un cerebrósido (*Z. physiol. Chem.* 1941, 268, 50).

#### 1942

Ernst Klenk propuso llamar "gangliósidos" a la "sustancia X" presente en las células ganglionares y en el tejido cerebral. (*Hoppe-Seylers Z. Physiol. Chem.* 1942, 273, 76).

Jordi Folch Pi (1911 – 1979) descubrió, en el cerebro, un fosfolípido conteniendo inositol (*J. Biol. Chem.* 1942, 142, 963). Ese mismo año Folch Pi obtiene fosfatidiletanolamina del tejido cerebral (*J. Biol. Chem.* 1942, 146, 35).

S. Matsuda obtuvo ácido docosahexenoico del aceite de pescado (*J- Soc- Chem- Ind- Jap-* 1942, 45, 49).

#### 1943

Henrik Dam y Edward Adelbert Doisy recibieron el Premio Nobel de Medicina y Fisiología por su descubrimiento de la vitamina K y su síntesis.

#### 1945

Leonard G. Ginger y colaboradores aislaron un ácido graso levorrotatorio, el ácido micocerósico, de la cera del *Mycobacterium tuberculosis* (*J. Biol. Chem.* 1945, 157, 203).

#### 1947

Wilson G. Rose logró sintetizar un fosfolípido, dipalmitoilglicerosfosfoetanolamina, (*J. Am. Chem. Soc.* 1947, 69, 1384).

Herbert Edmund Carter y colaboradores propusieron el término "esfingolípido" para designar a los lípidos que contiene esfingosina (*J. Biol. Chem.* 1947, 169, 77).

Donald J. Hanahan sugirieron que, en los tejidos vegetales, existe una enzima, la fosfolipasa D, que actúa sobre los fosfolípidos produciendo ácido fosfatídico (*J. Biol. Chem.* 1947, 168, 233).

## 1948

Jordi Folch Pi obtuvo fosfatidilserina del tejido cerebral (*J. Biol. Chem.* 1942, 146, 35).

## 1950

Erich Baer y colaboradores lograron sintetizar la fosfatidilcolina fosforilando un diacilglicérido (*J. Am. Chem. Soc.* 1950, 72, 942).

Jean Asselineau elucidó la estructura de los ácidos micólicos (*C. R. Acad. Sci. Paris.* 1950, 230, 1620).

## 1951

Donald J. Hanahan y colaboradores separaron la fosfatidilcolina de la yema del huevo (*J. Biol. Chem.* 1951, 192, 623).

Erich Baer sintetiza ácido fosfatídico (*J. Biol. Chem.* 1951, 189, 235).

Peter L. Nichols y colaboradores informaron que la isomerización alcalina del ácido linoleico da un mezcla de ácidos cis-9, trans -11 y trans 10, cis-12 octadecadienoicos (ácidos linoleicos conjugados) (*J. Am. Chem. Soc.* 1951, 73, 247).

## 1952

Daniel Swern y colaboradores demostraron por análisis infrarrojo la presencia, en concentraciones importantes, de ácidos grasos trans en la grasa vacuna. (*JAOCS.* 1952, 29, 44).

Lester J. Reed y colaboradores aislaron cristales de ácido lipoico (o tióctico) del hígado vacuno (*J. Am. Chem. Soc.* 1953, 75, 1767).

## 1954

Konrad Bloch y Feodor Lynen fueron galardonados con el Premio Nobel de Medicina y Fisiología "por sus descubrimientos referidos al mecanismo y regulación del colesterol y el metabolismo de los ácidos grasos".

### 1957

Sune Karl Bergström aisló las prostaglandinas (*Acta Chem. Scand.* 1957, 11, 1086)

### 1958

Herbert Edmund Carter y colaboradores aislaron un éter fosfolipídico de la yema del huevo (*J. Biol. Chem.* 1958, 232, 681).

Richard Alan Morton descubrió la ubiquinona (coenzima Q) en la fracción insaponificable de los lípidos del hígado (*Nature* 1958, 182, 1764)

### 1959

Louis F. Fieser popularizó el término “esteroide” para aquellos compuestos que tienen un núcleo similar al del colesterol (*Steroids, Reinhold, NY, 1959*)

### 1960

John Nigel Hawthorne propuso la clasificación de los fosfolípidos hoy aceptada (*J. Lipid. Res.* 1960, 1, 255).

Herbert Edmund Carter y colaboradores identificaron los cerebrósidos en la harina de trigo (*Biochim. Biophys. Acta.* 1960, 45, 402).

### 1961

La International Union of Biochemists definió la nomenclatura de actividades de la fosfolipasa.

Herbert Edmund Carter y colaboradores identificaron dos importantes glicoglicerolípidos en la harina de trigo, mono- y digalactosil-diacilglicerol (*J. Lipid. Res.* 1961, 2, 215 y 223).

David Schapiro y colaboradores informaron la síntesis total de un cerebrósido (*J. Am. Chem. Soc.* 1961, 83, 3327).

### 1963

Andrew A. Benson descubrió un sulfolípidos (sulfoquinovosildiacilglicerol) en *Chlorellas* (*Adv. Lipid. Res.* 1963, 1, 387).

### 1964

Ralph T. Holman propuso un nuevo sistema de numeración para los ácidos grasos insaturados: la nomenclatura omega

Sune Karl Bergström y colaboradores demostraron la conversión enzimática de ácido araquidónico en prostaglandina E<sub>2</sub>. (*Biochim Biophys Acta*. 1964 Jul 15;90:207–10).

### 1965

Hans Brockerhoff describió un método enzimático para determinar la posición estereoquímica de los ácidos grasos en las moléculas de triglicéridos (*J. Lipid. Res.* 1965, 6, 10).

Ossi Renkonen fue el primero en caracterizar eficazmente especies moleculares de fosfolípidos después de la eliminación enzimática del grupo fosfato (*J Am Oil Chem Soc* 1965, 42, 298).

H. J. J. Pabon y colaboradores lograron la síntesis total de ácido docosahexaenoico (*Recl. Trav. Chim. Pays-Bas* 1965, 84, 1319).

### 1967

George Rouser y colaboradores aislaron el digalactosildiacilglicerol del tejido cerebral humano (*Lipids* 1967, 2, 37).

### 1969

Kenneth L. Mikolajczak y colaboradores describieron la estructura de los cianolípidos presentes en una *Boraginaceae* (*Cordia verbenacea*) (*Lipids* 1969, 4, 617).

J. P. LaBach et al., demostraron la estructura exacta de una fosforilglicerolceramida de una bacteria anaeróbica (*J. Lipid Res.* 1969, 10, 528).

Herbert Edmund Carter y colaboradores demostraron la estructura correcta de las glicofosfoce-ramidas presentes en extractos vegetales (*Biochemistry* 1969, 8, 383).

### 1972

Hans O. Bang y colaboradores informaron que los esquimales de Groenlandia tienen menores niveles de colesterol sérico, menor concentración de LDL y menor concentración de triglicéridos en sangre que los controles daneses (*Acta med. Scand.* 1972, 192, 85).

### 1973

Stanley E. Gordesky y colaboradores demostraron que casi toda la fosfatidilserina y al menos un 70% de la fosfatidiletanolamina se encuentran en la capa interior de la membrana de los eritrocitos humanos, lo que expresa “una fuerte evidencia de una distribución asimétrica de los fosfolípidos” (*Biochem Biophys Res Comm* 1973, 50, 1027).

### 1974

S. W. Smith y colaboradores encontraron inositolfosforilceramida en la levadura (*J. Biol. Chem.* 1974, 249, 3395).

### **1976**

Michael B. Sporn y colaboradores introdujeron el término “retinoide” para designar a todos los análogos naturales o sintéticos del retinol (*Fed. Proc.* 1976, 35, 1332).

### **1978**

Jørn Dyerberg y colaboradores propusieron que el ácido eicosapentaenoico (EPA) cumple un papel importante en la prevención de la trombosis y la aterosclerosis (*Lancet* 1978, 2, 117).

### **1979**

Jørn Dyerberg y colaboradores sugirieron que hay una estrecha relación entre el agregado plaquetario, el tiempo de sangrado y los ácidos  $\omega$ -3 (*Lancet* 1979, 2, 433).

### **1980**

Ned A. Porter y colaboradores demostraron la oxidación por radicales libres de los fosfolípidos de la membrana celular (*Lipids* 1980, 15, 163)

### **1982**

Sune Karl Bergström, Bent Ingemar Samuelsson y Sir John Robert Vane fueron galardonados con el Premio Nobel de Medicina y Fisiología “por sus descubrimientos referidos a las prostaglandinas y las sustancias activas biológicamente relacionadas” Sus trabajos ayudaron a explicar los efectos de la droga más usada en el mundo: la aspirina.

### **1984**

C.N. Serhan y colaboradores descubrieron dos nuevos compuestos biológicamente activos formados en los leucocitos a partir del ácido araquidónico: las lipoxinas A y B (*Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 1984, 81, 5335).

### **1985**

Michael S. Brown y Joseph L. Goldstein fueron galardonados con el Premio Nobel de Medicina y Fisiología “por sus descubrimientos referidos a la regulación del metabolismo del colesterol”.

Peter G. Pentchev y colaboradores demostraron que la enfermedad de Niemann- Pick tipo C es debida a una disfunción del metabolismo del colesterol (*Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 1985, 82, 8247).

R. F. Severson y colaboradores descubrieron ésteres de la sacarosa ligados a los lípidos presentes en las hojas del tabaco (*J. Agric. Food. Chem.* 1985, 33, 870). Estos glicolípidos demostraron tener propiedades antibióticas e insecticidas.

### 1986

C. N. Serhan y colaboradores describieron la estructura y formación de varias lipoxinas (*J. Biol. Chem.* 1986, 261, 16340).

### 1987

H. L. Ha demostró que la presencia de ácidos linólicos conjugados en productos animales inhiben la mutagenesis en las bacterias y la iniciación de carcinogénesis epidérmica en ratones (*Carcinogenesis* 1987, 8, 1881).

D. W. Borst descubrió un sesquiterpeno en los crustáceos (metilfarnesoato) que se considera la hormona juvenil crustácea (*Insect Biochem.* 1987, 17, 1123).

### 1988

R. Wang y colaboradores, utilizaron por primera vez el término biodiesel (*Taiyangneng Xuebao* 1988, 9, 434).

### 1990

J. D. Morrow y colaboradores descubrieron nuevas moléculas similares a las prostaglandinas a las que llaman "isoprostanos" (*Proc. Natl. Acad. Sci.* 1990, 87, 9383).

### 1992

W. A. Devane y colaboradores descubren el primer endocannabinoide en el tejido cerebral, la anandamida (araquidonoiletanolamina) (*Science* 1992, 258, 1946 – 9).

### 1995

A. Matsumoto y colaboradores descubrieron, en el aceite de palma, un nuevo constituyente de las vitaminas E, el  $\alpha$ -tocomonoenol [3,4-dihidro-2,5,7,8-tetrametil-2-(4,8,12-trimetil-12-tridecenil)-2H-1-benzopiran-6-ol] (*J. Jap. Oil Chem. Soc.* 1995, 44, 593).

### 1997

M. Yu y colaboradores informaron la existencia de una nueva clase de prostaglandinas, las prostamidas (*J. Biol Chem* 1997, 272, 21181), que reducen la presión intraocular como el bimatoprost.

### 1998

Lyman Jackson Roberts II describió la formación de compuestos similares al isoprostano (F4-neuroprostano) por peroxidación del ácido docosahexaenoico en los tejidos nerviosos (*J. Biol. Chem.* 1998, 273, 13605). Estos compuestos se usan para investigar el rol de los radicales libres en la Fisiología humana.

### 1999

Houli Jiang y colaboradores, demostraron que el dióxido de nitrógeno induce la isomerización cis-trans del ácido araquidónico de los fosfolípidos celulares generando nuevos compuestos llamados ácidos *trans*-araquidónicos. (*J. Biol. Chem.* 1999, 274, 16235).

### 2001

Yorihiro Yamamoto y colaboradores, encontraron el  $\alpha$ -tocomonoenol en la fracción lipofílica de los huevos de salmón, sustancia que provee acción antioxidante a los peces marinos que viven en aguas frías (*PNAS*, 2001, 98, 13144).

### 2002

Joshua Patrick Fessel y colaboradores, de la Escuela de Medicina de Vanderbilt, descubrieron nuevos productos de la peroxidación del ácido araquidónico, los isofuranos (*PNAS* 2002, 99, 16718) cuya formación es favorecida por una elevada presión parcial de oxígeno intracelular producida durante las convulsiones o por estados epilépticos. Estos productos tienen propiedades anestésicas.

Charles Nicholas Serhan y colaboradores, descubrieron una nueva familia de ácidos grasos bioactivos, a los que llamaron resolvinas, que tienen estructuras de trienos conjugados derivados de ácido eicosapentaenoico y docosaenoico y que tienen efectos antiinflamatorios. (*J. Exp. Med.* 2002, 196, 1025).



## Bibliografía

- Akoh, C.A.**, (editor), (2006): *Handbook of functional lipids*, Taylor & Francis, Boca Raton.
- Austin, G.T, Shreve, R.N.**, (1984): *Shreve's Chemical Process Industries* McGraw-Hill. New York.
- Bates, L.S.** (1994): Dry heat processing of full-fat soybeans and other ingredients. Feed Technology – 11. American Soybean Association. Singapore. 5 pp.
- Bayley, A. E.**, (1984): *Aceites y grasas industriales*, Editorial Reverté S. A., Barcelona.
- Bennet, H.**, (2000): *Industrial Waxes: Compounded Waxes, Technology*, Chemical Publishing Company, Inc., New York.
- Bernardini E.**, (1986): *Tecnología de grasas y aceites*. Ed. Alambra. Barcelona.
- Bockisch, M.**, (2015): *Fats and Oils Handbook*, AOCS Press, Hamburg.
- Burdock, G. A.** (1996): *Encyclopedia of Food and Colors Additives*, CRC Press, Boca Raton.
- Casao, H.T.**, "Aceite de pepita de uva — presente, pasado y futuro", *Alimentaria*, 1983, Vol 141, p.17-31
- Chapman, D.**, (1973); *Lípidos*, Editorial Alhambra, Madrid.
- Chattopadhyay, P. K.**, (2012): *Modern Technology Of Soaps, Detergents And Toiletries (with Formulae and Project Profiles)* 3th Edition. National Institute of Industrial Research (NIIR), New Delhi.
- Cheftel, J. C.**, (1976): *Introducción a la bioquímica y Tecnología de los alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza.
- Clarke, E., Wiseman, J.**, (1999): Extrusion temperature impairs trypsin inhibitor activity in soybean meal. *Feed Technology* 3 (8): 29-31.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas**, (2015): *Grasas y Aceites*, Volumen 66, Nº 3, CSIC, Madrid.
- Erickson, D.R.**, (Editor), (1989): *Edible Fats and Oils Processing: Basic Principles and Modern Practices*, World Conference Proceedings, AOCS, Champaign, Illinois.

**Espinal, C.F. y otros., (2005):** *La industria de aceites y grasas en Colombia* Documento de trabajo N° 75. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Bogotá.

**Failor, C., (2002):** *Haciendo jabones transparentes* .Ed. Paidotribo. Badalana.

**FAO–OMS, (1993):***Codex Alimentarius. Grasas y aceites y productos derivados*, 8ª Edición, Roma.

**Fennema, O. R, (Director), (1992):** *Química de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza.

**Gregorius, R., (2016):** *Mineral Waxes: Their Preparation and Uses*, (Reprint) Wentworth Press. New York.

**Gunstone, F.D., (2012):** *Fatty acids and Lipid Chemistry*, Springer, New York.

**Harper, J.M., (1978):** Food extrusion. *CRC Critical Review Food Science Nutrition* 11: 115-123.

**Hui, Y.H.,(1993):** *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Vol 3. Wiley-Interscience Pub. 1901-1993

**Katz, M., (2016):** *Temas de Historia de la Química*, Asociación Química Argentina, Buenos Aires.

**Kinsella, J.E., (1964):**"*Grapeseed Oil*" ., *Food Technology*, May 1964.

**Kirk, R. E., Othmer, K., Othmer, D. F., (2001):** *Enciclopedia de tecnología química*, Editorial Limusa, México.

**Kurtzwell, P.** "Taking the fat out of food", *FDA Consumer Magazine* (July - August 1996).

**Kwasi Poku.** "Small-Scale Palm Oil Processing in Africa". *FAO Agricultural Services Bulletin* 148 ISSN 1010-1365. Roma. 2002.

**Larbalétrier, A., (2009):** *Tratado práctico de jabonería y perfumería*, Garnier Frères, Paris.

**Linkens, H.F., Jackson, J.F. (Editores), (1991):** *Essential Oils and Waxes*, Springer–Verlag, Berlin.

**Maffei F, Carini M, Aldini G, et al.** "Free radical scavenging action and anti-enzyme activities of procyanidines from *Vitis vinifera*. A mechanism for their capillary protective action". *Arzneimittelforschung* 1994;**44**:592–601.

**Marangoni, A. G., Narine, S.S., (2002):** *Physical Properties of Lipids*. Marcel Dekker, Inc., New York.

**Morales Millán, M.T., (2012):** *Grasas y aceites alimentarios, en Toxicología alimentaria*, Ediciones Díaz de Santos, Madrid.

**NIIR Board of Consultants & Engineers, (2015):** *Handbook on Soaps, Detergents & Acid Slurry*, 3th. Edition, Asia Pacific Business Press Inc, Delhi.

**NIIR Board of Consultants & Engineers, (2004):** *The Complete Technology Book on Soaps*, Asia Pacific Business Press Inc, Delhi.

**NIIR Board of Consultants & Engineers, (2006):** *The Complete Technology on Wax and Polishes*, Asia Pacific Business Press Inc, Delhi.

**O'Brien, R., (2008):** *Fats and Oils. Formulating and Processing for Applications*, CRC Press, Boca Raton.

**Osborne, D.J. y P.B. Hamilton, 1981.** "Decreased pancreatic digestive enzymes during aflatoxicosis". *Poultry Sc.* 60, 1818-1821.

**Satas, D., (Editor), (2001):** *Coatings Technology Handbook*, 2<sup>nd</sup>. Edition, Marcel Dekker Inc., New York.

**Shreve, R.N., (1977):** *Chemical Process Industries*. 4<sup>th</sup>. Edition. McGraw-Hill. New York.

**Vega Turizo, A., (2004):** *Guía para la elaboración de aceites comestibles, caracterización y procesamiento de nueces*, CAB, Ciencia y tecnología N° 139, Bogotá.

**Weis, E. A. Oilseed Crops**, 2nd Edn., 1999, Iowa State University Press, 2121 State Avenue, Ames, Iowa, 50014-8300, USA

**Weissermel, K. y Arpe, H.J., (1978):** *Química Orgánica Industrial*. Ed. Reverté Barcelona.

## ÍNDICE ALFABÉTICO

### A

- aceite acidulado, 120
- aceite de algodón, viii, 33, 45, 47, 96, 98, 100, 101, 102, 103
- aceite de canola, 133
- aceite de coco, viii, 82, 83, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 189, 209, 222, 223, 224, 225
- aceite de colza, iii, ix, 133, 134, 135, 234
- aceite de girasol, vii, 68, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 140, 179, 187
- aceite de jojoba, 197
- aceite de lino cocido, 142
- aceite de maíz, ix, 136, 137, 138
- aceite de maní, viii, 124, 125, 126, 127, 140, 178, 237, 238
- Aceite de nabo, 134
- aceite de oliva, viii, 34, 44, 47, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 131, 140, 189, 210, 222, 227, 229, 232
- aceite de orujo de oliva, 112, 116
- aceite de palma, vii, 27, 43, 44, 45, 62, 68, 82, 83, 86, 87, 88, 192, 222, 250
- aceite de palmiste, viii, 82, 83, 88, 89, 90, 92, 93, 209, 223
- aceite de pepita de uva, viii, 128, 129, 131
- aceite de pescado, 5, 12, 176, 244
- aceite de semilla de colza, 132
- aceite de semilla de lino, 141
- aceite de soja, vii, 47, 57, 62, 63, 64, 66, 67, 69, 86, 140, 178, 179, 186
- aceite de trementina, 26, 210
- aceite de tung, 38, 144, 145, 146
- aceites, iii, iv, vi, vii, viii, ix, 1, 4, 6, 11, 16, 24, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 54, 57, 63, 66, 69, 73, 75, 76, 79, 80, 81, 83, 86, 100, 101, 103, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 114, 116, 118, 119, 128, 132, 134, 140, 143, 144, 145, 147, 169, 172, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 193, 198, 203, 206, 208, 209, 210, 211, 218, 219, 222, 224, 225, 229, 232, 233, 234, 236, 237, 238, 243, 252, 253, 254
- aceites crudos, iii, 44
- Aceites marinos, ix, 176
- Aceites secantes, vi, 37
- ácido 2-hidroxinervónico, 18
- ácido abiético, 211, 221
- ácido butírico, 5, 33, 147, 233
- ácido cítrico, 45, 46, 181
- ácido elaidínico, 7, 187, 231, 232

ácido erúcico, iii, 132, 133, 234  
 ácido estercúlico, 11  
 ácido fosfatídico, 16, 241, 245  
 ácido gondoico, 198  
 ácido lignocérico, 18  
 ácido linólico, 4  
 ácido nervónico, 18  
 ácido palmitoleico, 5  
 ácido ricinoleico, 5, 233, 237  
 ácido tiobarbitúrico, 32  
 ácido zoomarínico, 5  
 ácidos alifáticos, 1, 2  
 ácidos grasos, iii, vi, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 19, 30, 31, 32, 33, 34, 38, 45, 47, 50, 66, 67, 72, 75, 77, 78, 81, 83, 85, 86, 87, 100, 110, 115, 117, 118, 120, 129, 130, 133, 135, 147, 171, 172, 174, 176, 178, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 197, 199, 202, 206, 208, 210, 212, 216, 218, 219, 220, 225, 230, 231, 234, 235, 238, 241, 242, 244, 245, 246, 247, 251  
 ácidos grasos esenciales, iii, 10, 50, 77, 190, 191, 193, 194  
 Aflatoxinas, 97  
 alcanfor, 26  
 alcanfores, 25  
 alcohol amílico, 33  
 alcoholes alifáticos, 1  
 aldehído malónico, 40  
 aldehídos, 14, 25, 86  
 Alto Oleico, 76, 78, 80  
 amarillo de quinoleína, 214  
 American Oil Chemists' Society, 30  
 anhídrido ftálico, 212, 213, 214  
 auroxatina, 28  
 $\alpha$ -terpineol, 26  
 Avicel, 177

**B**

$\beta$ -caroteno, 25, 27, 28, 182  
 bentonitas, 46, 73  
 biodiesel, ix, 52, 63, 64, 102, 134, 178, 179, 249  
 blanqueo, 29, 45, 46, 118, 124, 129, 136, 142, 145, 168  
 Bleaching, vi, 46  
 bórax, 216, 221  
 brassicasterol, 23  
 Brassicasterol, 116, 117  
 $\beta$ -sitosterol, 24  
 Butilhidroxianisol, 157  
 Butilhidroxitolueno, 157, 166

Butteroil, 156, 157, 158, 159, 163, 164

C

campesterol, 22, 116

CANOLA, 132

carbonilo, 25

carotenos, 2, 27, 28, 46, 151, 178

catecol, 29

ceniza de soda, 221, 224

cera de abejas, x, 201, 202, 203, 204, 231

Cera de Barnsdahl, 206

cera de candelilla, 200, 201

Cera de Candelilla, 200

cera de carnauba, 195, 196, 197

Cera Montana, 206

Cera ozoquerita, 206

ceramida-polihexósidos, 18

ceramidas, 17

ceras, iv, x, 1, 3, 14, 15, 30, 71, 72, 142, 195,  
196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203,  
204, 205, 206, 207

Ceras de parafina, 206

Ceras microcristalinas, 206

Ceras minerales, x, 206

cerasina, 18

cerebrósidos, vi, 17, 18, 240, 246

Ceresina, 206

cetonas, 14, 25, 86, 207

ciclopentano, 24

ciclopentanoperhidrofenantreno, 1, 2

ciclopropeno, 11, 33

citral, 25

citral b, 25

Citrato de Monoglicerilo, 157

clarificación, 84, 85

clorofila, 46, 212

cloroformo, 1, 203

Cochin Oil, 120

cochinilla, 212

Código Alimentario Argentino, iv, vii, viii, ix,  
66, 77, 87, 93, 103, 106, 114, 116, 123,  
127, 131, 132, 134, 138, 153, 163, 169,  
170, 171, 172, 173, 175, 180, 182, 204

colesterol, iii, 7, 12, 15, 20, 21, 24, 27, 50,  
191, 194, 229, 232, 235, 236, 237, 238,  
240, 242, 246, 247, 249

colofonia, 210, 211

copra, viii, 117, 118, 119, 120, 121, 122

cortisona, 20

crema chantilly, 147

crema esterilizada, 147

crema pasteurizada, 147, 153

cumarina, 215

## D

$\Delta$ 5-avenasterol, 23

de Laval, 149

desgomado, 45, 61, 85, 120, 124, 133, 136, 141

desodorización, 29, 46, 47, 73, 75, 85, 102, 118, 124, 136

dextrina de tapioca, 177

diglicéridos, 3

diterpenos, 25

dodecilgalatos, 157, 166

Duffy, P., 52, 234

## E

eicosanoides, 10, 193

ensayo de Kreis, 41

eosina, 213, 214

eritrosina, 213, 214

esfingolípidos, 15, 16

esfingomielinas, 17

esfingosina, 15, 16, 17, 19, 236, 241, 244

estandardización, 143

Estearato de Ascorbilo, 157

esteárico, 4, 6, 11, 34, 78, 115, 224, 231, 232, 235, 241, 243

estearina, 47, 83, 86, 172, 174, 175, 210, 230, 231

éster, 1, 145, 199

Esteres de ascorbilo, 157, 166

esterificación, 1, 13, 15, 52, 202, 233

esterilización, 83

esteroides, vi, 3, 13, 19, 20

esteroles, 14, 19, 22, 75, 116, 117, 130, 195, 231, 241

éter etílico, 1, 41, 208, 232

## F

Fatty Acids Methyl Esters, 31

fenoles, 1

fitoesteroles, 22, 24, 237

flakes, 58, 69, 90, 92, 133, 141

flaking, 56

floroglucina, 41, 42, 169

fluoresceína, 212, 213

fosfatidilcolinas, 16

fosfátidos, iii, 45, 61, 120, 134, 141, 238

fosfato trisódico, 215, 221

- fosfoglicéridos, 15
- fosfolípidos, 15, 16, 38, 43, 49, 72, 73, 235, 245, 247, 248, 250
- Free Fatty Acids, 31
- frenosina, 18
- Función biocatalizadora, 3
- Función estructural, 3
- Función transportadora, 3
- G
- galactosa, 17, 18, 19
- gasoil, 52, 179
- geranial, 25, 26
- geraniol, 26, 215
- girasol transgénico, 81
- glicéridos, 3, 4, 38, 51, 145, 176, 186, 219, 238
- glicéridos asimétricos, 4
- glicéridos simétricos, 4
- glicerina, 1, 3, 16, 31, 45, 83, 179, 208, 209, 212, 218, 220, 222, 223, 224, 226, 227, 229, 233, 234, 235
- glifosfato, 63, 64
- glúcidos, 2
- glucosinolatos, 132
- glufosinato de amonio, 65
- gossypol, iii, viii, 98, 99, 102
- GRAS, 177
- Grasa Anhidra de Leche, 156, 157, 158, 159, 163, 164, 167
- grasa de cerdo, 6, 173, 174, 175, 231
- grasas, iii, iv, vi, vii, ix, 1, 4, 6, 12, 16, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 41, 42, 44, 47, 48, 49, 50, 52, 54, 57, 100, 120, 147, 148, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 208, 209, 210, 211, 216, 220, 222, 223, 225, 226, 229, 230, 231, 232, 234, 235, 236, 237, 238, 240, 252, 253
- Grasas de repostería, ix, 188
- H
- harina de soja, 64
- heliotropina, 215
- hidrogenación, vi, 29, 48, 49, 50, 86, 187, 192, 199, 237, 238, 241
- hidroperóxidos, 40
- hormonas esteroides, 2, 19, 21
- I
- índice de anisidina, 30
- Índice de Ara-Beh-Lig, 34, 78
- Índice de Bellier, 33, 66, 135
- Índice de Crismer, 33
- Índice de Grasa Sólida, 36

- índice de peróxido, 30
- índice de polímeros, 32
- Índice de saponificación, 32, 67, 77, 120, 135, 142, 145, 173, 174
- índice de yodo, iii, 38, 176, 186, 189, 199, 211, 236
- interesterificación, 51, 174, 234
- isómeros cis, 6
- isómeros trans, 6, 50, 187, 192
- isopreno, 25
- J**
- jabones, iv, x, 1, 12, 30, 45, 49, 72, 73, 75, 83, 120, 143, 208, 209, 210, 211, 212, 214, 215, 216, 218, 222, 223, 224, 225, 226, 229, 253
- Jabones metálicos, x, 225
- jabones alcalinos, 30, 218, 225
- Jabones de afeitarse, 224
- Jabones líquidos, 225
- Jabones medicinales, 224
- Jabones textiles, 224
- L**
- lactosa, 17, 148, 150, 181
- lanolina, 27, 222
- lanosterol, 27
- lecitina, 45, 49, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 242
- leucotrienos, 10
- LibertyLink, 65
- licopeno, 28
- limoneno, 26
- linoleico, 5, 6, 7, 8, 10, 34, 38, 50, 75, 77, 115, 129, 131, 142, 191, 193, 194, 233, 236, 243, 245
- linolénico, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 34, 38, 77, 115, 142, 145, 186, 192, 193, 194, 237, 239, 243
- Lípidos, 6, vi, ix, 1, 3, 13, 55, 167, 252
- lípidos complejos, iii, 3, 15, 19
- lípidos simples, 3
- lipooxigenasas, 56
- Lipozyme, 51
- Littese, 177
- long mix, 45
- Lovibond, 36, 70, 74, 85, 101, 120, 145, 199
- LOW ACID OIL, 119
- M**
- maíz StarLink, ix, 139
- malválico, 11
- manteca, ix, 5, 6, 83, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 160,

- 161, 163, 164, 165, 173, 174, 175, 180, 183, 185, 186, 189
- manteca de cerdo, 174, 175
- margarinas, ix, 36, 83, 120, 172, 175, 176, 177, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 210
- m-dietilaminofenol, 213
- Mège-Mouriés, H., 180
- mentol, 26
- Método Clayton, 227
- Método de Sharples, 225
- Método French Monsavon, 226
- micela, vii, 57, 60, 69, 141, 217
- mirístico, 4, 32, 34, 115, 191, 209, 218, 222, 232
- monoésteres, 3, 14, 195, 202, 207
- monoglicéridos, 3
- Monsanto, 63, 64, 100
- motores diesel, 52
- MPP, 177
- N
- neral, 25, 26
- nerol, 26
- nervona, 18
- neutralización, 72, 75, 85, 118, 120, 124, 136, 208, 210, 219, 221, 222
- n-hexano, 57, 58, 60, 61
- N-Oil, 177
- Normann, W., 49, 238
- O
- OHOS, 66
- oleico, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 31, 34, 35, 38, 47, 66, 67, 76, 77, 78, 81, 88, 94, 101, 106, 107, 111, 114, 115, 116, 123, 129, 131, 142, 145, 158, 165, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 187, 192, 198, 202, 210, 216, 224, 231, 232, 233, 238, 241, 242, 243
- oleína, 75, 86, 230
- Oleínas, 210
- oleomargarina, 172
- Olestra, 178
- omega 3, iii, 7, 38
- omega 6, 7
- OMS, 190, 191, 192, 253
- oxígeno activo, 30, 31
- oxinervona, 18
- P
- palmítico, 4, 5, 32, 85, 115, 191, 202, 232, 235
- patchulí, 215

peróxidos, 30, 77, 86, 111, 115, 170

piperonal, 215

pirofosfatos de sodio, 215

Plenish, 66

polidextrosa, 177

polímeros, 25, 32

portadores de cadena, 39

Prandtl, Alexander, 149

Prandtl, Antonin, 149

pregnadiol, 21

Primer jugo bovino, 170

progesterona, 21

prostaglandinas, iii, 3, 10, 24, 246, 248, 249, 250

proteínas, 2, 12, 55, 65, 70, 84, 90, 98, 99, 118, 120, 124, 127, 129, 133, 136, 139, 150, 168, 176, 177, 182, 216, 232

Punto de Caída, 36

Punto de Deslizamiento, 36

Punto de fusión capilar, 35

Punto de Fusión de Wiley, 35

## Q

quimiotripsina, 56

quinaldina, 214

## R

radicales libres, 39, 40, 248, 250

rancidez oxidativa, 38, 40, 41, 42

Reacción de Badouin, 185

Reacción de Halphen, 33

refinamiento por micela, 45

rendering, vi, 42, 43

Resinas, 210

rodamina, 213

rodopsina, 26

Roundup Ready, 63, 64

## S

safrol, 215

sebería, 169

sebos, 169

sésamo, viii, 35, 54, 131, 132, 140, 185

sesquiterpenos, 25

short mix, 45

silicato de sodio, 215, 221, 224

Simplese, 177

sitostanol, 23, 116

soja transgénica, vii, 64, 65, 66

SSHE, 183

T

TCM, ix, 189

terpenos, vi, 1, 14, 25, 26

tetraterpenos, 25, 27

tocoferoles, 28, 29, 75, 243

transesterificación, 34, 52, 179

Translinoleico, 115, 117

Translinolenico, 115, 117

triglicéridos, 3, 4, 6, 14, 30, 31, 32, 33, 34, 44, 47, 49, 168, 173, 175, 178, 180, 189, 190, 191, 197, 199, 208, 234, 237, 238, 247, 248

tripsina, 56

triterpenos, 25

tromboxanos, 10

Twigg, G. H., 49

U

ureasa, 56

V

Valor de Kirschner, 33

Valor de Polenske, 32

Valor de Reichert-Meissl, 32

valor de yodo, 34

verde naftol B, 214

violaxantina, 28

vitamina A, 25, 27, 182, 192, 240, 241, 242

vitamina E, 29, 75, 182, 243

vitaminas, 2, 3, 21, 27, 118, 120, 124, 151, 178, 190, 240, 241, 250

W

winterization, 47

Y

yoduro de potasio, 30

Z

zeaxantina, 28

$\Delta^5$ -avenasterol, 23

$\alpha$ -terpineol, 26

$\beta$ -caroteno, 25, 27, 28, 182

$\beta$ -sitosterol, 24







En esta obra, el autor vuelca su experiencia de varias décadas en la docencia para dar una descripción acerca de las características de los lípidos, su importancia en la alimentación y la salud y cómo se obtienen en la industria química. Para ello da una reseña de las características físicas y químicas relevantes de los lípidos, incluyendo las distintas maneras de clasificarlos, los ensayos estandarizados para caracterizarlos, los procesos de obtención de los lípidos de origen vegetal y animal de mayor consumo en el mundo así como sus volúmenes de producción. También se ocupa de las ceras vegetales y animales así como de los distintos tipos de jabón y los métodos para obtenerlos. En el libro se incluyen las recomendaciones de la OMS referidas al consumo de lípidos, así como las especificaciones del Código Alimentario Argentino sobre las distintas calidades de los mismos. Se dan varias actividades prácticas que los estudiantes pueden realizar con los materiales y reactivos que suele haber en las instituciones educativas y se incluye una referencia a los hechos históricos más salientes vinculados al conocimiento de los lípidos



Miguel Katz, además de ser Profesor en Química y Licenciado en Enseñanza de la Química, es Doctor en Epistemología e Historia de la Ciencia.

A lo largo de varias décadas, ha sido docente en el Instituto Superior del Profesorado "Dr. J. V. González" donde alternó su pasión por la enseñanza de la Química con el dictado de cursos sobre Termodinámica e Historia de la Ciencia. Ha sido Consultor del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y ha escrito innumerables trabajos sobre distintos aspectos de la Química.

ISBN 978-987-46579-5-4



9 789874 657954