

4. LOS LÍPIDOS

4.1. Introducción

Bajo la denominación de lípidos se agrupa un conjunto complejo de sustancias químicas de estructuras diferentes que poseen en común la propiedad de ser solubles en solventes no polares tales como éter, benceno y otros, y ser escasamente soluble o insoluble en solventes polares como el agua.



Aceite

(lípidos líquidos a temperatura ambiente)



Manteca

(lípidos sólidos a temperatura ambiente)

Figura 1.
Grasas y aceites comestibles

Los lípidos de interés en el campo de los alimentos son principalmente ésteres de la glicerina y ácidos grasos carboxílicos de número par de átomos de carbono. Su presencia en los alimentos contribuye a incorporar aromas, sabores y micronutrientes así como también modificar su textura y palatabilidad. Dan consistencia y estructura a muchos productos, saciedad al consumirlos y color (por ejemplo: el color amarillento de los carotenoides), facilitan la absorción de vitaminas liposolubles (A, D, E y K). El consumo de los ácidos linoleico y linolénico, integrantes de algunos triglicéridos, son indispensables para conservar una buena salud.

Para experimentar e investigar

- Comprar en el supermercado un paquete de galletitas de agua común y otro paquete de galletitas iguales a las anteriores pero en su versión "diet".
- Tomar una de cada paquete y estudiar y comparar su facilidad para quebrarse.
- Tomar una de cada paquete y estudiar y comparar su sabor.
- Buscar en la etiqueta de cada una, cuál es su contenido de grasa.
Relacionar los resultados observados en los puntos b) y c) con los hallados en el d).

4.2. Clasificación

Dado que el número de sustancias consideradas como lípidos es muy amplio, se torna difícil su clasificación. Una manera de ordenarlas es la siguiente:

4.2.1. Lípidos simples. Ésteres de ácidos grasos y alcoholes:

- **Grasas y aceites:** ésteres de la glicerina con ácidos grasos monocarboxílicos. Si se presentan al estado líquido a temperatura ambiente se los denomina *aceites* y, si en cambio, se presentan sólidos se los denomina *grasas*.

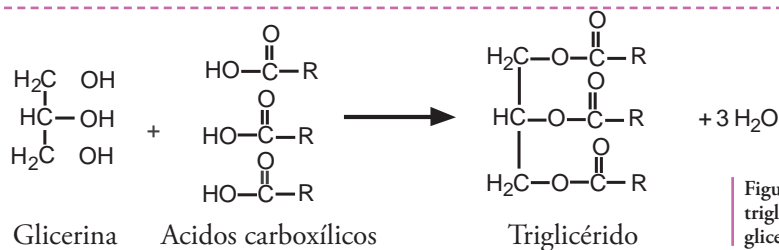


Figura 2. Formación de un triglicérido a partir de glicerina y ácidos carboxílicos.



Grasa



Aceite de semilla



Aceite de oliva

Figura 3. Manteca y aceites comestibles compuestos principalmente por ésteres de glicerina.

- **Ceras:** ésteres de alcoholes monohidroxilados y ácidos grasos.

n y m representan el número de veces que se repite el grupo CH_2 , siendo los valores más frecuentes para n entre 8 y 20 y para m entre 16 y 36.

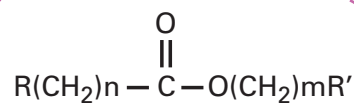


Figura 4. Estructura general de una cera.

4.2.2. Lípidos compuestos. Lípidos simples conjugados con moléculas no lipídicas:

- **Fosfolípidos:** ésteres que contienen ácido fosfórico en reemplazo de un ácido graso, combinado con un compuesto nitrogenado (base).



Figura 5. Las manzanas presentan en su superficie ceras que las protegen del deterioro.

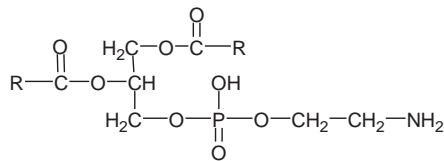
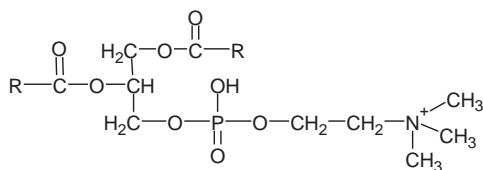


Figura 6. Ejemplos de fosfolípidos.



Figura 7. Lecitina de soja (a) : fosfolípido extraído principalmente de porotos de soja (b). Muy usado como emulsionante en alimentos.

- **Glucolípidos:** compuestos de hidratos de carbono, ácidos grasos y esfingosinol, también llamados cerebrósidos.
- **Lipoproteínas:** son macromoléculas que estructuralmente están formadas por una parte lipídica y una proteica, cuya función es empaquetar los lípidos insolubles en el plasma proveniente de los alimentos (exógeno) y los sintetizados por nuestro organismo (endógenos), que son transportarlos desde el intestino y el hígado a los tejidos periféricos y viceversa; devolviendo el colesterol al hígado para su eliminación del organismo en forma de ácidos biliares. En la actualidad, las lipoproteínas se clasifican según su densidad en: quilomicrones; VLDL, lipoproteínas de muy baja densidad; IDL, lipoproteínas de densidad intermedia; LDL, lipoproteínas de baja densidad y HDL, lipoproteínas de alta densidad.

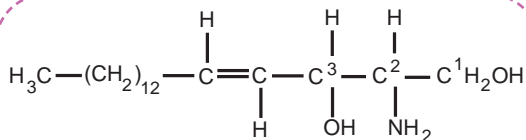


Figura 8. Ejemplo de glucolípido.

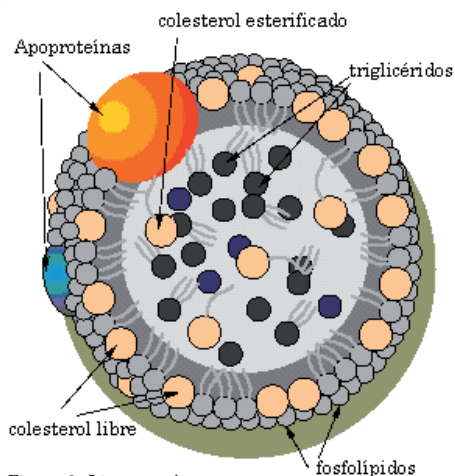
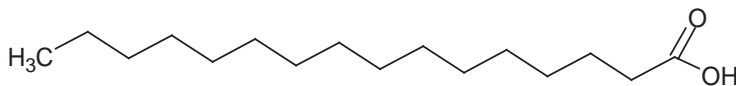


Figura 9. Lipoproteínas.

4.2.3. Lípidos asociados

- Ácidos grasos



Ácidos grasos

Figura 10. Ejemplo de ácido graso saturado (ácido palmítico).

- Pigmentos

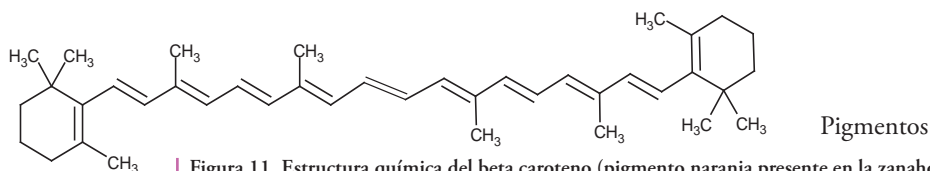


Figura 11. Estructura química del beta caroteno (pigmento naranja presente en la zanahoria).

- **Vitaminas liposolubles**, tales como las vitaminas A,D,E y K.

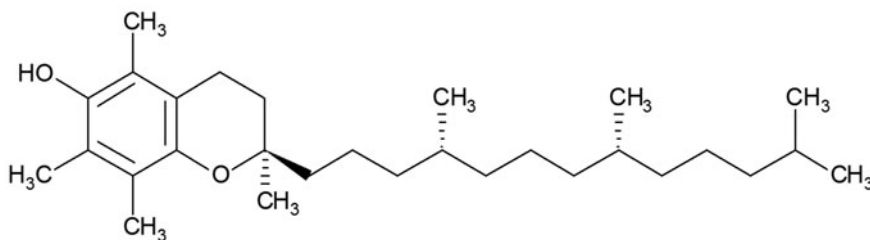


Figura 12. Estructura química de la vitamina E (α -Tocoferol).

- **Esteroles**, como por ejemplo el colesterol.

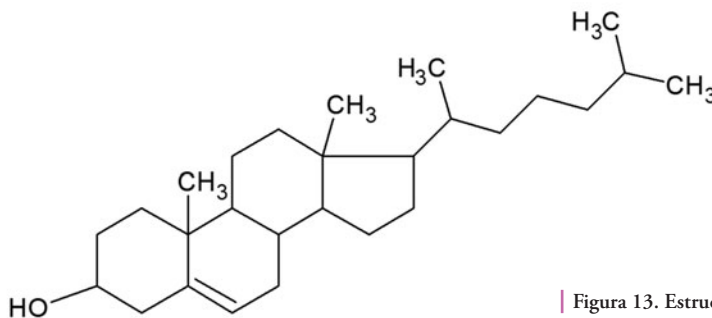


Figura 13. Estructura química del colesterol.

4.3. Obtención de algunos aceites comestibles

4.3.1. De semillas

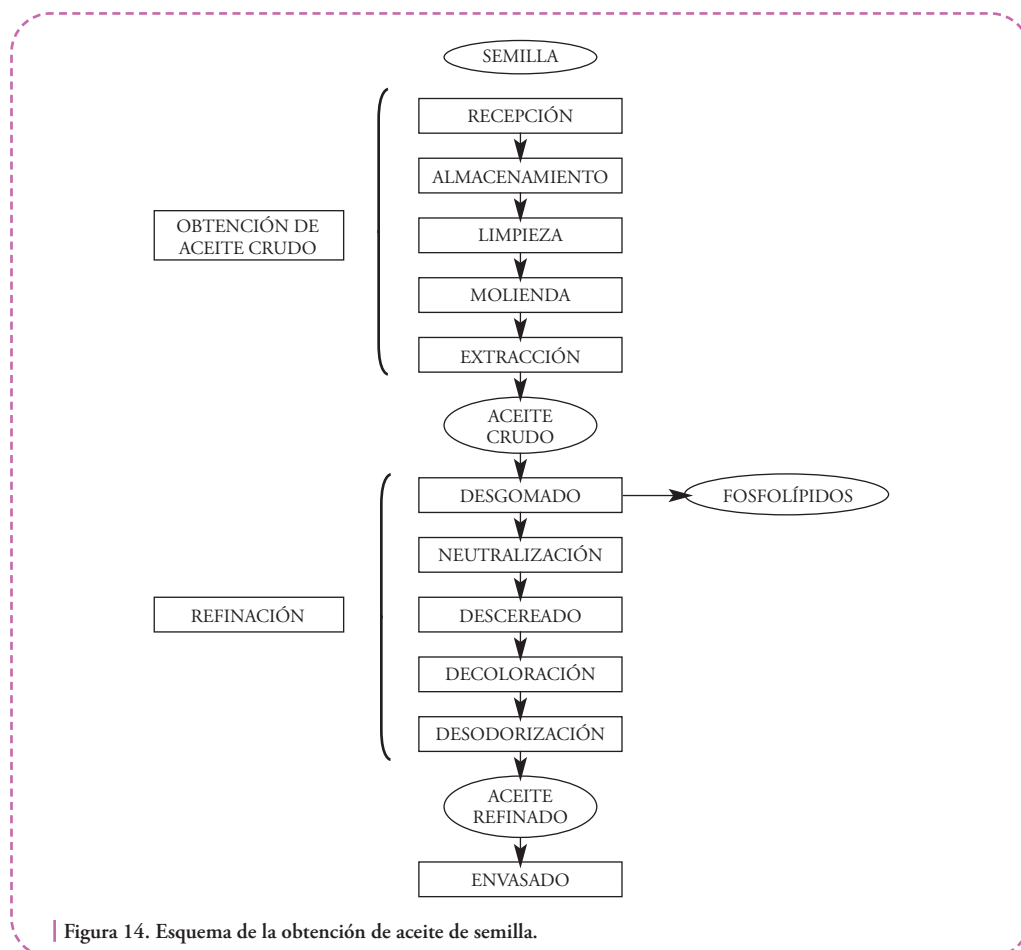
La industrialización de semillas oleaginosas rinde básicamente un producto principal, el aceite, y un subproducto (o coproducto) denominado harina de extracción. En nuestro país, los principales aceites elaborados son el de soja y girasol. En el siguiente diagrama se muestran las distintas etapas involucradas en este proceso:

Para investigar

- ¿Qué se entiende por vitaminas?
- ¿Qué alimentos son fuentes adecuadas de las vitaminas liposolubles A, D, E y K?
- ¿Cuál es la importancia de su consumo adecuado?
- ¿Cuál es la relación entre el beta caroteno y la vitamina A?
- ¿Qué son los fitosteroles?

Bibliografía de referencia:

- 1) Badui, S.D., *Química de los Alimentos* (2006). Ed. Pearson. México.
- 2) Fennema, O. *Química de los Alimentos* (2000). Ed Acribia. España.



Maíz



Girasol



Arroz

Figura 15. Algunas fuentes de aceites de semilla.

La primera etapa para la obtención de aceite de semilla en la planta es la *recepción* de la semilla. En este punto se realiza un control de calidad físico-químico y sanitario. La verificación del estado sanitario de las semillas está a cargo de un perito recibidor de granos. Es importante que la materia prima esté libre de granos dañados por insectos, hongos, clima, por de-

ficiente manipulación física o condiciones inapropiadas de almacenamiento. Para el caso de la soja, por ejemplo, porotos dañados producirán aceite más oscuro, con mayor contenido de clorofila y alto nivel de fosfolípidos no hidratables. Este elevado contenido de fosfolípidos dificulta, posteriormente, las etapas de refinado mientras que altos niveles de clorofila demandarán una mayor decoloración.

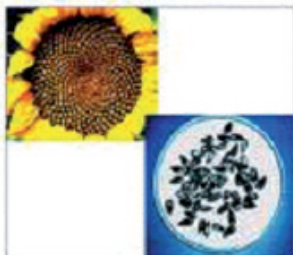


Figura 16. Semillas de maíz, girasol y maní.

Una vez ingresada, la mercadería se almacena en condiciones de humedad adecuadas (aproximadamente 14 %), previniendo las reacciones de alteración. Posteriormente se realizan las operaciones de *limpieza* donde se eliminan cuerpos extraños previamente al ingreso de la semilla a la molienda.

En general la limpieza se realiza por varios métodos:

- separación por tamaño o tamizado donde se eliminan partículas de tamaños superiores o inferiores al calibre buscado,
- separación por densidad, en la que la materia prima se somete a la acción de una corriente de aire a alta velocidad. Esta corriente arrastra las partículas más livianas (hojas, pequeños tallos) y las separa de la semilla limpia,
- separación magnética, la materia prima se hace pasar sobre una serie de imanes que retienen las partículas metálicas (alambres, tuercas) que podrían deteriorar los equipos.

Le sigue luego el proceso de *molienda* durante el cual las semillas pasan por molinos descascaradores donde por impacto se separa la cáscara de la pulpa. Este material pasa por un sistema de selección por tamaño (zarandas) y densidad (separadores neumáticos).

La cáscara proveniente de la semilla se utiliza como combustible en las calderas y el vapor producido por éstas se usa para abastecer los requerimientos térmicos del proceso.



Figura 17. Molino de aceite, emprendimiento familiar.

Para continuar luego con el proceso de *extracción*, existen dos métodos:

- a. por prensas continuas y
- b. por solventes.

La primera de ellas, más antigua, es la que tiene menores rendimientos. Por este motivo

está siendo reemplazada por la tecnología de solventes. El prensado aún se emplea en nuestro país en viejas plantas o en combinación con nuevas unidades de extracción por solvente. Éstas forman un sistema mixto en el que la semilla parcialmente extraída (expeller) es ahora tratada con disolvente (hexano) para separar el aceite remanente.

La temperatura óptima de extracción está en el rango de 60 a 65° C. Valores superiores llevarían a una excesiva presurización del extractor y posibles escapes de solvente. Por el contrario, temperaturas inferiores reducen la velocidad de extracción.

La humedad de la materia prima debe estar entre el 9,5 y el 10,5 %, dado que a valores inferiores el material tiene tendencia a romperse.

La relación solvente / semilla es 1:1. La semilla se pone en contacto con el solvente para extraer el aceite y posteriormente se destila para separar el aceite y recuperar el solvente.

El aceite obtenido por extracción por solventes, se conoce como aceite crudo. Éste contiene una serie de impurezas que no lo hacen apto para su consumo, por lo que debe ser sometido a un proceso de *refinación*. Este proceso, si bien produce pérdidas de algunos nutrientes, disminuye el riesgo de enranciamiento y mejora los caracteres organolépticos.

La refinación consta de varias etapas en las que se eliminan gomas, pigmentos, metales, hidroperóxidos, ceras y ácidos grasos libres.

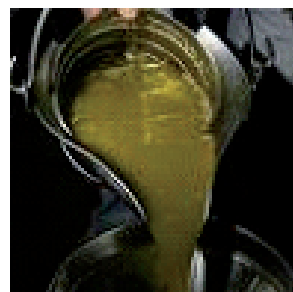


Figura 18. Aceite crudo.



Figura 19. Aceite refinado.

Las diferentes etapas de un proceso típico de refinación son:

- desgomado
- neutralización
- descerado o “winterizado”
- decoloración
- desodorización

El *desgomado* es un tratamiento con agua caliente, con agregado de ácido fosfórico o cítrico, que insolubiliza los fosfolípidos y otras materias coloidales.

Luego de un tiempo de contacto, las dos fases son separadas por centrifugación.

En la *neutralización*, el aceite previamente calentado es tratado con una solución alcalina. Los ácidos grasos libres, responsables de la acidez y la oxidabilidad de los aceites se eliminan en la fase acuosa bajo forma de jabones en centrífugas autolimpiantes. Un proceso posterior de lavado elimina los jabones residuales de neutralización para obtener un aceite neutro.

En otra etapa de la refinación, los aceites pasan por un proceso de *desmargarinado* o “*winterizado*” en el que son enfriados y mantenidos a baja temperatura. De esta forma

se favorece la formación y posterior separación de los cristales de bajo punto de fusión. Con ello se evita la turbidez del aceite cuando se lo almacena a bajas temperaturas, especialmente durante el invierno.

En la etapa de *decoloración o blanqueado*, los aceites neutros son tratados con arcillas decolorantes donde se eliminan la clorofila y los carotenoides hasta ajustar los colores a las especificaciones de calidad de cada aceite.

Una vez “winterizado”, neutralizado y blanqueado el aceite es desodorizado.

Sustancias como aldehídos y cetonas, que frecuentemente causan olores desagradables, son eliminados al tratar el aceite a temperaturas de 240 / 250°C en columna de vacío y con un ligero arrastre de vapor de agua. Deben evitarse tratamientos prolongados a altas temperaturas ya que hay peligro de originar una polimerización.

El aceite refinado es *envasado* principalmente en botellas de PET. Para la fabricación de estos envases la materia prima se seca, plastifica e inyecta en moldes para producir preformas que luego se transformarán en la botella final durante el soplado.

La principal causa de deterioro de los aceites es la oxidación, producto del contacto con el oxígeno del aire. Por tal motivo para extender la vida útil del producto se desplaza el oxígeno contenido en el aceite y en el interior del envase por un gas inerte. En general el gas empleado es nitrógeno, dado que además de no ser reactivo es abundante, poco soluble y no altera el sabor ni el aroma de los alimentos.



Figura 20. Diferentes materiales de envasado para aceites de semilla: vidrio, hojalata y PET (polietilenotereftalato).

4.3.2. De oliva

La calidad de los alimentos es controlada en nuestro país por una labor conjunta de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos y el Ministerio de Salud (ANMAT: Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica del cual depende el INAL, Instituto Nacional de Alimentos). En ambos casos sus páginas web permiten acceder a información valiosa e información sobre legislación vigente sobre aceite de oliva, entre otros casos.



Figura 21. Aceitunas (olivas) y aceite de oliva.

4.4. Propiedades de las grasas y aceites

Como las grasas y los aceites son mezclas de triglicéridos (TG) no poseen una única temperatura de fusión sino que funden en un rango de temperatura que es característico de cada mezcla. De esto se puede inferir que cuanto mayor sea la diferencia entre los puntos de fusión de los TG que componen la mezcla, mayor será el rango. A su vez, el punto de fusión de cada TG depende de:

- el tipo de ácido graso que contiene,
- el tipo de cristal que forma el TG.

a) Tipos de ácidos grasos.

Los ácidos grasos son ácidos carboxílicos con un número par de carbonos, generalmente entre 4 y 20 carbonos y pueden ser saturados o no saturados. Generalmente no se encuentran solos en la naturaleza sino que forman parte de los triglicéridos. Cuando los tres ácidos grasos de un triglicérido son iguales entre sí, el mismo se llama homoglicéridos, mientras que si son diferentes se llaman heteroglicéridos, siendo estos últimos los más abundantes. Los ácidos grasos saturados más frecuentes en los triglicéridos alimentarios son los siguientes:

NOMBRE COMÚN	CANTIDAD DE ÁTOMOS DE CARBONO	NOMENCLATURA QUÍMICA	FUENTES
Ácido Butírico	4	ácido butanoico	manteca
Ácido Caproico	6	ácido hexanoico	manteca
Ácido Caprílico	8	ácido octanoico	aceite de coco, leche de cabra
Ácido Cáprico	10	ácido decanoico	aceite de coco, leche de cabra
Ácido Láurico	12	ácido dodecanoico	aceite de coco
Ácido Mirístico	14	ácido tetradecanoico	aceite de palma
Ácido Palmítico	16	ácido hexadecanoico	aceite de palma
Ácido Estearico	18	ácido octadecanoico	grasas animales
Ácido Araquídico	20	ácido eicosanoico	grasas animales

Tabla 1. Algunos ejemplos de ácidos grasos saturados.

Sus direcciones web son las siguientes:

www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/calidad

www.anmat.gov.ar

Para investigar

Uno de los aceites más valorados en nuestros días es el aceite de oliva. Las características de la materia prima y su proceso de extracción son muy diferentes a los aceites de semilla.

Por tal motivo se sugiere investigar:

- ¿cómo se obtiene el aceite de oliva?
- ¿cómo se los clasifica y en qué se basa tal clasificación?
- ¿cuáles son los varietales más comúnmente consumidos en nuestro país y en qué se diferencian?

Referencia bibliográfica:

Guía de aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura. Extracción de aceite de oliva. Ing Agr. José Luis Marginet Campos, Lic. Florencia Mabel Rembado, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Dirección Nacional de Alimentos, Ministerio de Economía de la Nación, en : http://www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/calidad/guias/Guia_BPM_Aceite_de_Oliva.pdf

Estos ácidos se encuentran especialmente asociados al reino animal. Por ejemplo el ácido caproico, el ácido caprílico y el ácido cáprico (6, 8 y 10 átomos de carbono respectivamente) se hallan presentes en la leche de cabra y en sus derivados, brindando los caracteres organolépticos particulares que se encuentran, por ejemplo, en los quesos de cabra.

El ácido butírico se halla presente en la crema de leche de vaca. Cuando se separa del éster (hidrólisis), y debido a la posibilidad del ser humano de detectar su presencia en pequeñas cantidades a través del olfato, podemos advertir cuándo una manteca está rancia y no se debe consumir. Tampoco se encuentra presente en margarinas de origen vegetal. Su detección química es una de las maneras en que se pueden descubrir adulteraciones de manteca con margarinas.

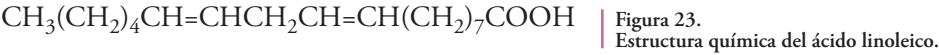
En el caso de los *ácidos grasos no saturados*, característicos de los aceites vegetales, se encuentran los siguientes:

1. los **monoinsaturados**: poseen sólo un doble enlace.



El ácido oleico posee un doble enlace entre los carbonos 9 y 10. (Recordar que el carbono 1 corresponde al C del grupo carboxilo –COOH).

2. los **poliinsaturados**: poseen dos o más dobles enlaces

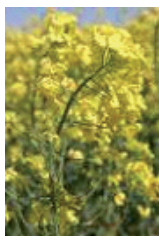


El ácido linoleico presenta dos dobles enlaces: uno entre los carbonos 9 y 10 y otro entre los carbonos 12 y 13.

La presencia de estos ácidos grasos en los triglicéridos de los distintos alimentos es variable. A modo de ejemplo mostramos la siguiente tabla:

	Butírico	Caproico	Caprílico	Cáprico	Láurico	Mirístico	Palmitico	Estearico	Estearico	Oleico	Linoleico
	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	18.1	18.2	18.3
Algodón							21	2	28	44	
Cacao							25	35	32	3	
Maní							11	3	52	30	
Canola							6	2	59	20	9
Coco			6	4	47	19	8	3	6	2	
Girasol							7	5	22	61	
Maíz							6	2	35	52	
Manteca de Cerdo							26	14	44	9	
Manteca	4	2	1	3	3	14	37	12	13	2	
Palma						3	52	5	18	12	2
Oliva							12	3	75	7	
Soja							10	2	19	62	3

Tabla 2. Composición porcentual de ácidos grasos de algunas grasas y aceites.



Planta de canola y sus semillas

Figura 24.



Palma aceitera y sus semillas

El punto de fusión de los triglicéridos está directamente relacionado con la composición de ácidos grasos que posee. Cuanto mayor sea la interacción entre las cadenas de los mismos, mayor será el punto de fusión del triglicérido. Es por este motivo que los triglicéridos compuestos por ácidos grasos saturados, que tienen una estructura más lineal que los no saturados, se acomodan de forma más eficiente, generando un empaquetamiento bastante fuerte que da origen a compuestos sólidos.

Esta interacción es más fuerte cuanto mayor es el número de carbonos de la molécula. Es decir, a mayor peso molecular del ácido graso saturado, mayor será su punto de fusión (PF). (Ver Tabla 1)

En el caso de los ácidos grasos no saturados, la sola presencia de un doble enlace genera la posibilidad de isomería cis o trans. Esto origina que la interacción de las moléculas sea mucho menor que en el caso de los ácidos grasos saturados, dando lugar a productos de menor punto de fusión.

La isomería cis-trans de los ácidos grasos de los triglicéridos afecta los puntos de fusión de los triglicéridos. Los trans presentan valores más elevados que los isómeros cis, al poder empaquetarse mejor y así interactuar más las cadenas de los ácidos grasos.

El efecto de la isomería cis-trans queda de manifiesto en los PF del ácido oleico (13°C) y eláidico, su isómero trans, 46°C. El primero de ellos es líquido a temperatura ambiente y el segundo se presenta al estado sólido.

b) Tipo de cristales

Cuando los triglicéridos son homoglicéridos la interacción entre las cadenas de los

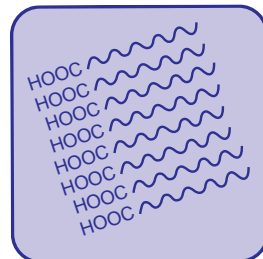


Figura 25. Empaquetamiento de ácidos grasos saturados.

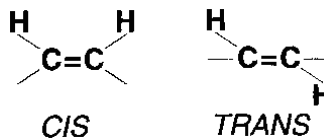


Figura 26. Estructura en cis y en trans de los dobles enlaces

Para investigar

- Graficar la composición en ácidos grasos de los aceites de girasol, soja y de una manteca (o mantequilla para otros países hispanoparlantes).
- En base a estos gráficos y las características de los ácidos grasos (saturados- no saturados y sus porcentajes), justificar sus puntos de fusión.
- Buscar en libros o en Internet esos valores y comparar con lo respondido en el punto b.

ácidos grasos es fuerte y se genera un empaquetamiento compacto con la formación de un solo tipo de cristal. Por el contrario, en los triglicéridos heterogéneos (la mayoría de los que se presentan en la naturaleza), los ácidos grasos poseen distinta longitud de cadena, pueden ser saturados o no y existir distintos tipos de isómeros. Estos factores no promueven un ordenamiento compacto único sino que dan origen a distintos tipos de cristales.

Las principales formas cristalinas que podemos encontrar en las grasas son las siguientes:

- α (alfa) de geometría hexagonal,
- β' (beta prima) de geometría ortorrómbica,
- β (beta) de geometría triclinica.

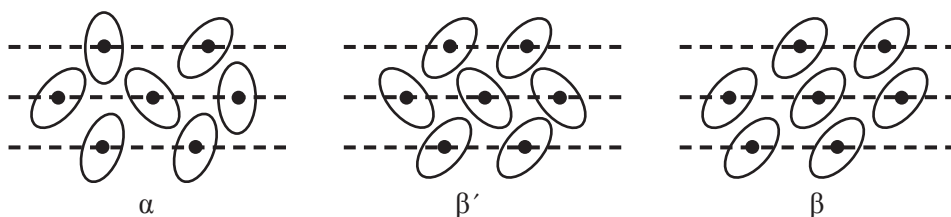


Figura 27. Principales estructuras cristalinas de los triglicéridos.

El tamaño del cristal y su orientación determinan la textura, la tersura, la sensación en la boca y las propiedades funcionales de una grasa.

Si tomamos una muestra de una grasa y vamos estudiando su comportamiento en un gráfico de temperatura en función del tiempo, podemos obtener diferentes resultados. A modo de ejemplo se presenta el comportamiento de dos lípidos A y B. Cada uno de los tramos horizontales del gráfico muestra la fusión de un tipo determinado de cristal de la materia grasa. El lípido A muestra dos y el B varios. Esto sugiere que la variedad de cristales es mayor y que la fusión de esa grasa no se realiza por intervalos prolongados como en el caso A, sino que es un continuo desde el comienzo hasta el fin. La aplicación de este lípido en un alimento, hace que sea más agradable al paladar que el primero, permitiendo obtener productos que se adecuan mejor a las exigencias de los consumidores.

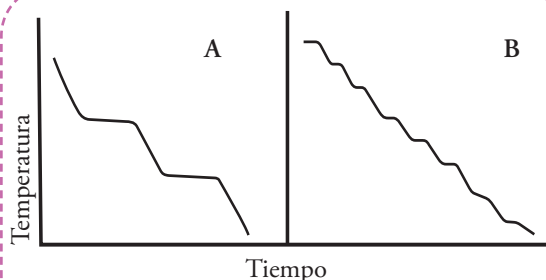


Figura 28. Ejemplos de curvas de fusión de algunas grasas.

Esta capacidad de cristalizar en distintas formas cristalinas se denomina polimorfismo y se presenta en la elaboración de chocolates, las margarinas, sebos y otros derivados lipídicos.

Para investigar

- ¿Cuál es la estructura química de los ácidos omega-3 y omega-6?
- ¿Cuál es la importancia de su ingesta?
- ¿En qué alimentos se los encuentra más comúnmente?

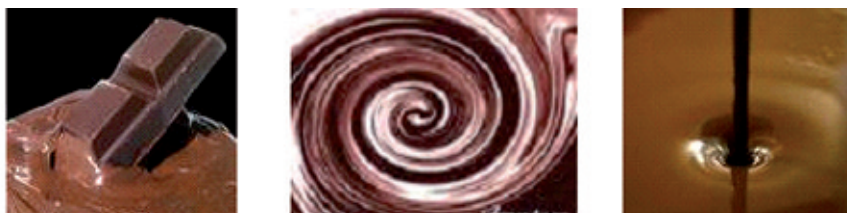


Figura 29. La calidad de un chocolate se mide en función de la manera en que funde en la boca.



Figura 30. Bombones y tabletas de chocolate valoradas por el consumidor.

4.5 Los procesos de modificación de triglicéridos

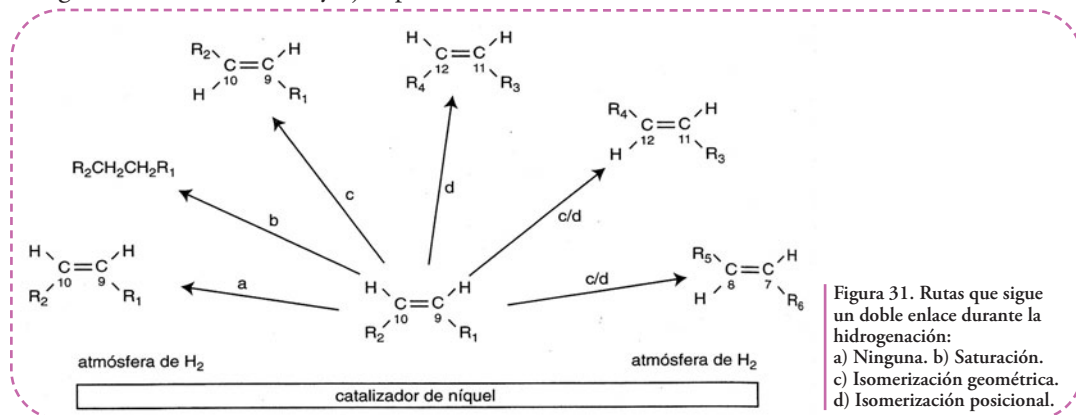
Los triglicéridos presentes en los productos naturales pueden experimentar cambios químicos para modificar sus propiedades físicas y químicas. Se destacan entre ellas:

4.5.1. Hidrogenación. Mediante este proceso se transforman los aceites líquidos en semisólidos o sólidos. Estos productos hidrogenados se convierten en bases grasas para la fabricación de margarinas.

• En la hidrogenación ocurren tres procesos:

1. saturación de las dobles enlaces
2. isomerización geométrica cis-trans
3. isomerización posicional.

El siguiente cuadro resume y ejemplifica lo antedicho



4.5.2. Interesterificación. Este proceso consiste en una modificación de la ubicación de los restos de ácidos grasos de los ésteres de glicerina.

Por ejemplo a partir de triestearina (EEE) y trioleína (OOO) se pueden obtener los siguientes triglicéridos:

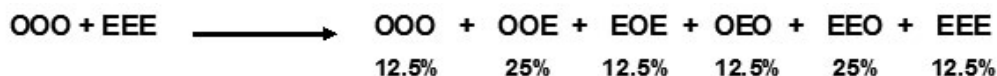


Figura 32. Interesterificación entre triestearina (EEE) y trioleína (OOO).

A diferencia de la hidrogenación, estas reacciones no afectan la saturación y no producen isomerizaciones; sólo promueven una reacomodación de los ácidos grasos en las moléculas de los triglicéridos.

4.5.3. Fraccionamiento. Es la separación de un aceite en dos o más fracciones mediante un enfriamiento controlado.



Figura 33. Obtención de diferentes materias grasas (shortening) a partir de aceites por aplicación de los métodos citados.

4.6. Los fosfolípidos

Los fosfolípidos en general son aquellos lípidos que contienen ácido fosfórico. Se obtienen como subproducto en la elaboración de aceite refinado (ver figura 9). En el campo de la ciencia y la tecnología de los alimentos, la expresión suele limitarse a los derivados del ácido glicerofosfórico, que están formados por una molécula de glicerina esterificada en las posiciones 1 y 2 por dos ácidos grasos, con la posición 3 esterificada por un ácido fosfórico que lleva unidas además otras estructuras, dependiendo del fosfolípido de que se trate. De forma genérica se denominan "lecitinas", aunque se considera que la lecitina propiamente dicha es la fosfatidilcolina.

Por sus características anfífilas (uno de los extremos polar y el otro apolar) es empleado como emulsionante (ver aplicaciones en el capítulo "Las Proteínas").

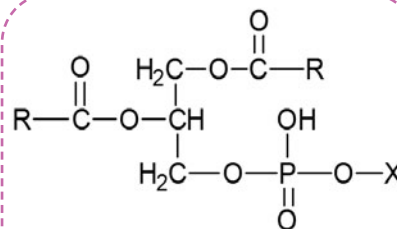


Figura 34. Estructura general de un fosfolípido, donde X representa la colina, etanolamina, serina o inositol.

4.7. Alteraciones de los lípidos

Los aceites y las grasas, sufren alteraciones que dan lugar a cambios de sabor, aromas extraños o la formación de compuestos tóxicos.

El enranciamiento químico se produce tanto en grasas y aceites crudos como elaborados. La acción del oxígeno atmosférico, catalizada por la presencia de luz solar, promueve la oxidación de los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados. Este proceso se ve favorecido por las altas temperaturas y la presencia de cationes metálicos polivalentes como es el caso del hierro y el magnesio. Los productos de reacción (peróxidos e hidroperóxidos) son muy tóxicos.



Figura 35. Freidora familiar, freidora industrial y tradicional sartén para cocción de alimentos con materias grasas.

Estos efectos pueden mitigarse en los aceites elaborados incorporando aditivos antioxidantes tales como BHT (butilhidroxitolueno), BHA (butilhidroxianisol) y galatos de octilo.

4.8. Funcionalidad de lípidos en masas

Para finalizar, y a modo de conclusión de todo lo visto con referencia a los lípidos en los alimentos, sus propiedades se traducen en una funcionalidad diferente para cada tipo cuando se hallan presentes en alimentos elaborados.

Una de las funciones más importantes de los lípidos es ablandar los productos de panadería y pastelería, en especial en aquellos que contienen poca sacarosa o no contienen sacarosa.

Los lípidos pueden estar dispersos en forma muy diferente en los distintos tipos de productos horneados. En los pasteles friables generalmente están finamente dispersos; en las pastas y bollos suelen estar dispersos en partículas relativamente grandes.

Si al amasar pastas y bollos se evita la mezcla íntima de los lípidos con los restantes ingredientes, tiene lugar la formación de capas de masa y se forman productos hojaldrados. Las consistencias laminosa y tierna son propiedades diferentes y no totalmente compatibles. Cuanto más se mezclan la harina y la grasa, el producto se hace más tierno y menos hojaldrado.

Los distintos lípidos pueden diferir notablemente en su capacidad para aumentar la friabilidad de las masas y se han intentado explicar estas diferencias. Una teoría propone que cuanto mayor sea la superficie cubierta por los lípidos mayor será su capacidad para hacer más friables las masas. La superficie cubierta por la grasa está condicionada por diversos fac-

Para investigar

- a) ¿A qué se llama fluidos caloportadores?*
- b) ¿Qué diferencias presentan los lípidos y el agua como fluidos caloportadores?*
- c) ¿Cómo funcionan las freidoras de papas fritas comerciales?*

Referencia bibliográfica:

Bello Gutierrez J., Ciencia y tecnología culinaria, Capítulo 2, Díaz de Santos Editor, 1998.

Para investigar

- a) Describir la estructura de una freidora familiar.*
- b) Justificar la forma en que se la emplea (tapada o destapada, con control de temperatura o no, con canasta filtrante).*
- c) Explicar por qué no es conveniente agregar aceite nuevo a uno ya usado.*

tores, incluyendo la naturaleza de los lípidos, su concentración, la temperatura, la manipulación y grado de la mezcla.



Figura 36. Masa friable(desmenuzable) de una tarta dulce y masa no friable de un pan.

4.8.1. Naturaleza de los lípidos. Los aceites (líquidos) cubren superficies mucho mayores por molécula que las grasas (grasas). La plasticidad de un lípido está también relacionada con su capacidad para aumentar la friabilidad de las masas. Los lípidos más plásticos se extenderán presumiblemente con mayor facilidad y cubrirán una mayor superficie de harina teniendo así un mayor efecto sobre la friabilidad de la masa.



Figura 37. La presencia de aceite o grasa afecta la friabilidad del producto.

4.8.2. Concentración. Si se mantienen constantes los restantes factores, la capacidad para aumentar la friabilidad de las masas aumenta con la concentración de los lípidos.

4.8.3. Temperatura. Cuanto mayor es la temperatura, mayor es la plasticidad de los lípidos y más blandos se hacen. Las grasas se extienden más fácilmente y cubren una mayor superficie de harina con un mismo grado de amasado que a menor temperatura, a la que la grasa es menos plástica. La plasticidad de algunos lípidos es mucho más sensible a las variaciones de temperatura que la de otros, dependiendo esto de los puntos de fusión de los triglicéridos constituyentes.

4.8.4. Manipulación. El batido, corte o agitación de las grasas plásticas las ablanda, pudiendo así extenderse más fácilmente. El grado de mezcla de los lípidos con la harina, la intensidad de la agitación tras la adición del líquido y la forma de enrollar y manejar la masa también condicionan la extensibilidad y capacidad para aumentar la friabilidad de las masas. El mayor grado de mezcla y manipulación tras la adición de líquido puede aumentar el desarrollo del gluten y contrarrestar el creciente aumento de friabilidad resultante de la mayor dispersión de la grasa.



Figura 38. El amasado manual o mecánico afecta la friabilidad de las masas.

Actividad experimental N°25: “Funcionalidad de los lípidos”

Materiales:

- harina de trigo 000
- manteca
- aceite comestible
- sal común de mesa
- recipiente de cocina
- cuchillo
- tenedor
- papel encerado
- palo de amasar
- fuente de horno
- cortante para galletitas

Desarrollo

Primera parte: preparación de muestras

1. Mezclar la harina y la sal en un recipiente.
2. Agregar la manteca (cortada con cuchillo hasta tamaño arroz) o el aceite, según corresponda (ver tabla 3).
3. Agregar agua de a poco sobre la masa mientras se mezcla con tenedor.
4. Amasar con el tenedor y hacer una bola de masa (no tocar con la mano).
5. Colocar la masa sobre un papel encerado.
6. Manipular rápidamente la masa sobre el papel para formar una bola cohesiva.
7. Aplastar la masa y cubrirla con otro papel encerado.
8. Extender la masa con palo de amasar hasta medio centímetro de espesor.
9. Retirar el papel superior y cortar la masa con un molde.
10. Pinchar la masa en el centro y bordes.
11. Con los recortes de masa sobrante (luego de cortarla con el molde) amasarlos bien y cortarlos con un molde.
12. Hornear a 220°C hasta cocción.
13. Dejar enfriar durante 10 minutos antes de evaluar.

Ingredientes	Control	M1	M2	M3
Harina común	100 g	100 g	100 g	100 g
Sal	2 g	2 g	2 g	2 g
Manteca	----	----	50 g	25 g
Aceite	----	50 ml	----	C/N
Agua	C/N	C/N	C/N	

Tabla 3. Variables en la elaboración de galletitas.

Segunda parte: análisis sensorial

Evaluar cada producto según su aceitosidad, friabilidad y hojaldrabilidad

Aceitosidad

- Colocar una galletita de cada muestra sobre una servilleta de papel.
- Dejar reposar durante 30 minutos.
- Retirar la galletita y medir el diámetro de la mancha de materia grasa en el papel.

Friabilidad

- Desgranar una galletita de cada muestra con la yema de los dedos.
- Evaluar la capacidad que poseen para desmenuzarse, tomando trozos de las galletitas obtenidas entre el dedo pulgar e índice de una mano e imprimiendo fuerza para tratar de romperla. Ver **Tabla 4** para calificar la friabilidad.

Hojaldrabilidad

- Cortar una galletita de cada muestra a la mitad.
- Observar las cantidades de capas de masa que se forman en cada caso.

Expresar los resultados obtenidos teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Aceitosidad	Friabilidad	Hojaldrabilidad
Ninguna	No friable	Poco hojaldrado
Aceitoso	Friable	Medianamente hojaldrado
Muy aceitoso	Muy friable	Muy hojaldrado

Tabla 4. Escala de valores para distintos atributos.

Análisis de resultados

- Evaluar cómo influye el tipo de materia grasa (aceite o manteca) en:
 - la aceitosidad
 - la friabilidad
 - el hojaldramiento
- Evaluar cómo influye la concentración de materia grasa (manteca) en:
 - la aceitosidad
 - la friabilidad
 - el hojaldramiento
- ¿Qué sensación produce al paladar el masticar cada una de las muestras?
- ¿Cómo afecta el amasado a la friabilidad y el hojaldramiento de la masa de galletita?

Actividades Integradoras Para investigar

Primera Parte

1. Describir el proceso de elaboración de una manteca en la industria láctea.
2. Explicar cómo se fabrica una margarina.
3. ¿Qué problemas puede ocasionar el consumo de grasas trans?
4. ¿Por qué es posible que se encuentren grasas trans en una margarina y no en una manteca?

Segunda Parte

- a. Buscar rótulos de distintas galletitas.
- b. Analizar qué tipos de materia grasa y en qué cantidad, se emplea/n en sus elaboraciones consultando la lista de ingredientes declarada en las etiquetas. ¿Cuál es el efecto de su empleo en cada galletita analizada?
- c. Averiguar qué se entiende en la industria por “Shortening” y cuál es su empleo.
- d. Establecer una manera de reconocer sensorialmente la presencia de diferente concentración de lípidos en, por ejemplo, galletitas.
- e. Determinar una manera de reconocer, sensorialmente, la presencia de grasas con punto de fusión elevado (mayor de 30°C) en, por ejemplo, tapas para empanadas o facturas (cañoncitos, medialunas, sacramentos, bizcochitos de grasa).

Referencia bibliográfica:

- a. Badui Dergal S., *Química de los Alimentos*, Ed Pearson, Cuarta Edición, México, 2006, Capítulo 4.
- b. Primo Yúfera E., *Química de los Alimentos*, Ed Síntesis, 1998, España, Capítulo 5.