

**NO SALE A
DOMICILIO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA



Facultad de Industrias Alimentarias

**Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias
Alimentarias**

MEMORIA DESCRIPTIVA

**"CAMBIOS BIOQUÍMICOS EN EL
PROCESAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS"**

Presentado por el bachiller:

SILVIA EVELY ARÉVALO FLORES

**Requisito para optar el Título Profesional de
Ingeniero en Industrias Alimentarias**

DONADO POR:
SILVIA E. AREVALO FLORES
Iquitos, 28 de 01 de 2014

Iquitos - Perú

2013



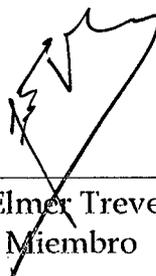
294

Miembros del Jurado

Memoria Descriptiva aprobada en Sustentación Pública en la ciudad de Iquitos en las instalaciones del Departamento Académico de Ciencia y Tecnología de la Facultad de Industrias Alimentarias, llevado a cabo el día Sábado 02 de Enero del 2013, siendo los miembros del jurado calificador los abajo firmantes:



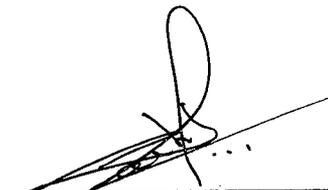
Ing° Jorge Torres Luperdi
Presidente



Ing° MSc. Elmer Trevejo Chávez
Miembro



Ing° Juan Flores Garazatúa
Miembro



Ing° Carlos Li Loo Kung
Miembro Suplente

Dedicatoria

A mis padres Segundo y Silvia, porque apostaron, confiaron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ellos, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi formación profesional, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro sus fortalezas y por lo que han hecho de mí.

A mi hermano Daniel por darme permanentemente su apoyo moral e incondicional y estar siempre pendiente de mis logros.

A Edgar por estar acompañándome permanentemente en el logro de mis metas personales y profesionales.

Agradecimientos

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo.

A los docentes de la Facultad de Industrias Alimentarias por el valioso aporte en mi formación profesional.

Al Ing. MSc. Elmer Trevejo Chávez por su valioso aporte en la parte final del trabajo.

RESUMEN

Los lípidos de los tejidos de animales terrestres (bovinos, porcinos, equinos y de aves) y marinos (ballenas, cachalotes y peces, como anchovetas, merluzas y sardinas), la alta concentración de agua favorece modificaciones bioquímicas por enzimas, tanto propias como provenientes de microorganismos contaminantes. Estas degradaciones conducen a la formación de impurezas liposolubles que alteran los caracteres de sus lípidos, de manera que éstos deben procesarse en los mismos lugares en que se producen como materias primas.

En cambio, en los aceites vegetales contenidos en semillas, cuando éstas han sido cosechadas a tiempo y no han sido expuestas a lluvias o heladas, su humedad normal de 8-10% impide estas acciones enzimáticas y permite su almacenamiento, bajo control periódico de temperatura y humedad. Una buena ventilación y/o un movimiento de las semillas permiten evitar un exceso de calentamiento local, debido a la actividad respiratoria de la semilla. En semillas con humedad excesiva y en frutos oleaginosos (olivo, coco, palma); debe procederse a un secado artificial (copra) o a su elaboración en los lugares de producción.

El aceite extraído por presión, depurado es sometido a sucesivos tratamientos de acuerdo al destino que va a tomar. Los fanjos de filtración se retoman al ciclo de presión, mientras que las tortas se utilizan como materias primas para la elaboración de alimentos balanceados para animales, cuando son de bajo contenido graso, o bien pasa al proceso de extracción por solvente para recuperar el aceite que contiene.

Los principales inconvenientes que ofrece la refinación de aceites y grasas son pérdidas por evaporación de tocoferoles y esteroides durante la desodorización. En condiciones extremas puede darse cierto grado de isomerización del β -citosterol y otros esteroides.

Las formas trans de ácidos grasos y las formas conjugadas, se encuentran muy raras veces al estado natural, pueden aparecer en el proceso de oxidación y durante ciertas operaciones de refinado.

INDICE

	Pág.
Introducción	1
I. Antecedentes	3
II. Objetivos.	5
2.1. Objetivo General	5
2.2. Objetivos Específicos.	5
III. Revisión Bibliografía.	6
3.1. Lípidos.	6
3.1.1. Función de los lípidos	7
3.1.2. Clasificación de los lípidos	8
3.1.2.1. Lípidos saponificables	8
a) Simples	8
1) Acilgliceridos	8
Triglicéridos	8
Función de los triglicéridos	9
2) Céridos	10
b) Complejos	10
1) Fosfolípidos	10
Función de los fosfolípidos	11
2) Glucolípidos	12
3.1.2.2. Lípidos insaponificables	13
a) Terpenos	13
b) Esteroides	13
Función de los esteroides	14
1) Colesterol	14
Función del colesterol	14
2) Hormonas Sexuales	15
3) Hormonas Suprarenales	15
c) Prostaglandinas	15

d) Lipoproteínas	15
1) Quilomicrones	15
2) Lipoproteínas de muy baja densidad	16
3) Lipoproteína de baja densidad	16
4) Lipoproteína de alta densidad	16
3.1.4. Transporte de lípidos	17
3.1.5. Almacenaje de lípidos	18
3.1.6. Movilización de lípidos	18
3.1.7. Peroxidación de lípidos	18
3.2. Ácidos Grasos	19
3.2.1. Propiedades de los ácidos grasos	20
3.2.2. Clasificación de los ácidos grasos	20
* Por su obtención	21
a) Esenciales	21
Función de los ácidos	22
Deficiencia	22
b) No esenciales	23
* Por enlaces	23
a) Saturados	23
b) Insaturados	23
3.2.3. Metabolismo de ácidos grasos	25
3.2.4. Oxidación de ácidos grasos	25
3.3. Identificación de aceites y grasas	26
a) Aceites de semilla de algodón	26
b) Aceites de sachá inchi	27
c) Aceite de ajonjolí	29
d) Aceite de pescado	30
3.4. Características de algunos aceites y grasas	32
3.4.1. Manteca y grasa de cerdo	32
3.4.2. Sebo comestible	33
3.4.3. Mantequilla	34

3.4.4. Margarina	35
3.5. Aceites vegetales	35
3.5.1. Aceites para freír	36
3.5.2. Aceites para ensalada	36
3.6. Extracción de aceites y grasas	37
3.6.1. Por fusión	37
3.6.2. Por prensado	37
3.6.3. Por solventes	39
3.7. Refinación de aceites y grasas	42
* Etapas	
3.7.1. Desfangado	42
3.7.2. Desgomado o desmucilaginación	42
3.7.3. Desacidificación o neutralización	44
1. Neutralización química	44
2. Neutralización en fase de miscela	44
3.7.4. Deshidratación	47
3.7.5. Decoloración	47
3.7.6. Desodorización	48
3.7.7. Nuevas tecnologías de refinación	50
3.7.8. Winterización	54
3.8. Cambios bioquímicos en aceites y grasas	56
3.8.1. Lipasas	56
3.8.1.1. Lipasas de las plantas	56
3.8.1.2. Lipasas pancreáticas y linguales	57
3.8.2. Lipoxigenasa	57
3.9. Degradación o deterioro de lípidos	58
3.9.1. Rancidez	58
a) Hidrolítica	58
Índice de acidez	58
b) Oxidativa	59
1) Índice de Peróxido	65

2) Índice de Ac. Tiobarbiturica	66
3) Prueba de Kreis	67
4) Índice de Paraanisidina	67
3.10. Metabolismo de lípidos	68
3.10.1. β oxidación	69
3.10.2. Biosíntesis de ácidos grasos	73
3.11. Ácidos grasos omegas	76
3.11.1. Omega 3	76
3.11.2. Omega 6	77
3.11.3. Omega 9	78
3.12. Ácidos grasos trans	81
3.12.1. ¿Dónde se encuentran?	81
3.12.2. Los efectos del consumo de grasas trans en la salud	83
3.12.3. Control de consumo	84
3.13. Aceites Vegetales con procesos industriales distintos a la hidrogenación parcial	85
3.14. Consumo aproximado de grasas trans	86
IV. Conclusiones	87
V. Recomendaciones	88
VI. Referencias bibliográficas	89
VII. Glosario de Términos	91

INDICE DE FIGURAS

1) Ácido Fosfatídico	10
2) Lecitina	11
3) Estructura del Ácido Grado Saturado y Ácido Graso Insaturado	19
4) Estructura tridimensional de algunos Ácidos Grasos	21
5) Isómeros del ácido oleico	24
6) Proceso de una planta de extracción por solventes	40
7) Instalación de desgomado de aceites y grasas	44
8) Acondicionamiento, neutralización y lavado de aceites y grasas	45
9) Separador centrífugo	45
10) Esquema de una planta de refinado de aceites comestibles de flujo continuo	48
11) Sistema de desodorización continuo múltiple horizontal (Tirtiaux)	52
12) Resumen de las reacciones β oxidación que ocurren en la matriz mitocondrial	71
13) Configuración trans	81
14) Configuración cis	81

INDICE DE CUADROS

1) Clasificación de los lípidos	17
2) Requerimiento de Ácidos grasos esenciales	22
3) Ácidos grasos más comunes	23
4) Principales Ácidos grasos insaturados	24
5) Ácidos grasos del pescado	30
6) Características Fisicoquímicas	32
7) Desodorización/Refinación Física	53
8) Enzimas que hidrolizan triacilgliceroles	57

INTRODUCCIÓN

Los lípidos, ya sean considerados en forma "aparente", como están en la mantequilla, o "disimulada", como los de la leche, queso, carnes o huevos, representan un papel importante en la alimentación; su función nutricional básica se debe a su aporte energético (8,5 cal/g), ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles, unidos a características organolépticas tales como su textura, sabor de los alimentos y aplicaciones culinarias (CHEFTEL,1976).

Cada grasa o aceite natural contiene diversos triglicéridos y, eventualmente, algún otro lípido, aunque corrientemente en baja proporción.

Los ácidos grasos y triglicéridos presentan amplias posibilidades de isomería. Cada ácido graso insaturado tiene isómeros de posición, con relación al doble enlace (enlaces dobles); isómeros de conjugación (cuando dos o más dobles enlaces). En cuanto a los triglicéridos existen isómeros de posición, según las respectivas posiciones de las cadenas de ácido grasos R_1 , R_2 y R_3 , sobre las funciones de alcohol primario y secundario del glicerol (TREVEJO, 2003).

Conjuntamente con los lípidos neutros, hay que mencionar los fosfolípidos que se encuentran, especialmente, en las membranas externas o internas de las células; desde el punto de vista de la tecnología alimentaria, son muy interesantes en función de su poder tensoactivo y emulsionante, debido al carácter anfipolar de sus moléculas. Las lecitinas de la yema de huevo y soya son los fosfolípidos más empleados en la industria alimentaria (CHEFTEL, 1976).

Las grasas y aceites vegetales, extraídos de las semillas oleaginosas y frutos, se utilizan, principalmente, como aceites comestibles, aceites y grasas de fritura y para la preparación de margarinas y grasas emulsionables.

Los aceites que se obtienen por presión o bien por extracción con disolvente, destilación del mismo y filtración aún contienen un 10 a 15% de otras impurezas (principalmente ácidos grasos libres y fosfolípidos), que se separan por una serie de tratamientos de purificación, efectuados casi siempre en forma continua.

Naturalmente la desodorización es necesaria para los aceites de pescado, pero también para otros aceites de semillas oleaginosas. Se trabaja a temperatura comprendida entre 160 - 260°C, aunque la más frecuente sea inferior a 200 °C, pues deben evitarse calentamientos prolongados a temperaturas elevadas, ya que hay peligro de originar polimerización. Es indispensable la ausencia de aire; algunas veces se añaden antioxidantes, así como ciertas sales (citratos, fosfatos, tartratos), que complejan las trazas de metales (especialmente cobre y hierro) que pudiesen estar presentes. (Hernandez C y otros, 2007).

Después de la desodorización hay que secar el aceite para evitar la hidrólisis de triglicéridos; se coloca fuera del aire, por ejemplo bajo nitrógeno.

Los tocoferoles, entre los cuales está la vitamina E, son antioxidantes naturales, cuya presencia son aconsejables; resultan poco afectados por la purificación.

En consecuencia en el presente trabajo trataremos de encontrar ¿Qué cambios bioquímicos ocurren en el procesamiento de aceites y grasas?

I. ANTECEDENTES

- ❖ Mathews C. (2002). Nos dice que la bioquímica estudia organismo, células y componentes celulares, se trata fundamentalmente de una ciencia química. La química básica es la correspondiente al carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, pero los organismos utilizan otros muchos elementos en cantidades menores. Muchas de las sustancias biológicas importantes son moléculas gigantes, polímeros de unidades monoméricas más sencillas. Estos biopolímeros son los polisacáridos, las proteínas y los ácidos nucleicos. Los lípidos constituyen el cuarto grupo fundamental de sustancias de importancia biológica.

- ❖ Bernardini E.(1981), describe los diferentes métodos de extracción de aceites y grasas tanto de origen animal como de origen vegetal

- ❖ Hernandez C. y otros (2007), evaluaron el efecto de la refinación física sobre las características del aceite de la almendra del fruto de la palma COROZO (*Acrocomia aculeata*).

- ❖ <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/bioquimica-estructural-y-metabolica/materiales-de-clase/Tema%207.%20Lipidos.pdf> (20/12/12), ha estudiado la bioquímica estructural y metabólica, determinando que las funciones biológicas. Los lípidos de almacenamiento: ácidos grasos, triacilgliceroles. Los lípidos estructurales: fosfolípidos, esfingolípidos, colesterol. Lípidos con actividad biológicas específicas: eicosanoides, esteroides, vitaminas liposolubles son constituyentes de las membranas biológicas.

- ❖ www.fagro.edu.uy/~bioquimica/docencia/material%20nivelacion/METABOLISMO%20%20LIPIDOS.pdf (20/12/12), han estudiado el metabolismo de los lípidos, encontrando que los triacilgliceridos son la principal forma de reserva de lípidos en los animales y vegetales y la oxidación de los ácidos grasos que los componen permiten generar ATP.

- ❖ Giacopini de Z, María Isabel (2008), ha estudiado el efecto de los ácidos grasos trans.

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Recopilar información sobre cambios bioquímicos que ocurren en el procesamiento y uso de aceites y grasas.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.2.1. Conocer las funciones y clasificación de los lípidos.
- 2.2.2. Conocer la responsabilidad que tienen los ácidos grasos en la mayor parte de las propiedades químicas de los cuerpos grasos.
- 2.2.3. Conocer el metabolismo de los lípidos.
- 2.2.4. Conocer el grado de deterioro de grasas y aceites de origen animal y vegetal.
- 2.2.5. Conocer los principales métodos de extracción de aceites y grasas de origen vegetal y animal y su refinación física y química.
- 2.2.6. Conocer cambios bioquímicos que ocurren en los aceites y grasas de origen animal y vegetal.
- 2.2.7. Conocer el efecto de ácidos grasos trans y cis en el consumo alimentario.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Definiciones de aceites y grasas.

Aceites y grasas comestibles: Productos de origen animal o vegetal, o sus mezclas, que reúnan las características y especificaciones de la Reglamentación Técnica Sanitaria, y cuyos componentes principales son glicéridos de los ácidos grasos, pudiendo contener otras sustancias en proporciones menores.

(**Aceites:** Líquidos a 20°C; **Grasas:** Sólidos a 20°C)

Origen vegetal: Los que se obtienen de frutos o semillas oleaginosos.

Origen animal: Los que se obtienen de los depósitos adiposos de determinados animales.

http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/alimento/1-TCAC%20IS%20Generalidades%20aceites%20comestibles.pdf

(Revisado: 08/12/12)

3.1. LÍPIDOS:

Según CHEFTEL, 1976. Los lípidos son biomoléculas orgánicas formadas básicamente por C e H y generalmente también O; pero en porcentajes mucho más bajos. Además pueden contener también P, N y S.

Los lípidos es un grupo de sustancias muy heterogéneas que sólo tienen en común dos características:

1. Son insolubles en agua
2. Son solubles en disolventes orgánicos como éter, cloroformo, benceno, etc.

Los lípidos tienen alta energía y digestibilidad que permite ahorrar proteína en alimento.

3.1.1 Función de los Lípidos

- Función de reserva energética. Los triglicéridos son la principal reserva de energía de los animales ya que un gramo de grasa produce 9,4 kilocalorías en las reacciones metabólicas de oxidación, mientras que las proteínas y los glúcidos sólo producen 4,1 kilocalorías por gramo.
- Función estructural. Los fosfolípidos, los glucolípidos y el colesterol forman las bicapas lipídicas de las membranas celulares. Los triglicéridos del tejido adiposo recubren y proporcionan consistencia a los órganos y protegen mecánicamente estructuras o son aislantes térmicos.
- Función reguladora, hormonal o de comunicación celular. Las vitaminas liposolubles son de naturaleza lipídica (terpenos, esteroides); las hormonas esteroides regulan el metabolismo y las funciones de reproducción; los glucolípidos actúan como receptores de membrana; los eicosanoides poseen un papel destacado en la comunicación celular, inflamación, respuesta inmune, etc.
- Función transportadora. El transporte de lípidos desde el intestino hasta su lugar de destino se realiza mediante su emulsión gracias a los ácidos biliares y a las lipoproteínas.
- Función biocatalizadora. En este papel los lípidos favorecen o facilitan las reacciones químicas que se producen en los seres vivos. Cumplen esta función las vitaminas lipídicas, las hormonas esteroideas y las prostaglandinas.

3.1.2. Clasificación de Lípidos

3.2.1. Lípidos saponificables

- a. Simples
 - 1. Acilglicéridos
 - 2. Céridos
- b. Complejos
 - 1. Fosfolípidos
 - 2. Glucolípidos

3.1.2. Lípidos insaponificables

- a. Terpenos
- b. Esteroides
- c. Prostaglandinas

3.1.2.1. Lípidos saponificables

a. Lípidos Simples

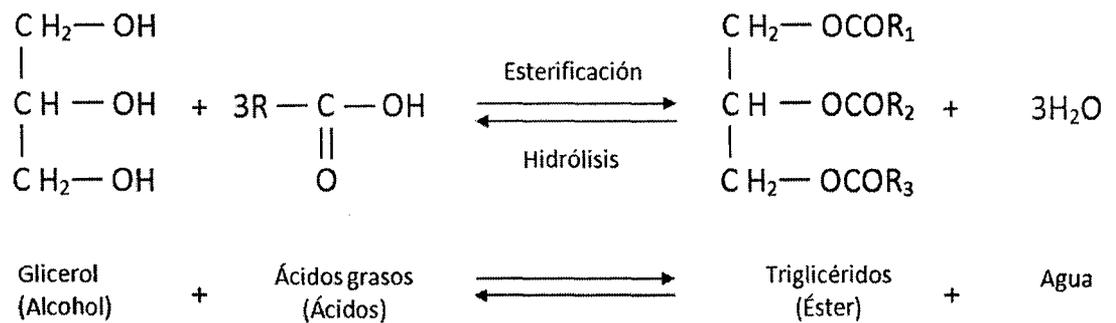
1. Acilglicéridos: Son lípidos saponificables en cuya composición química sólo intervienen C, H y O. Formados por esterificación de 1, 2 o 3 moléculas de AG con 1 de glicerina. También se llaman glicéridos o grasas simples. Los acilglicéridos frente a bases dan lugar a reacciones de saponificación en la que se producen moléculas de jabón.

❖ Según el número de AG, se dividen en:

- ✓ Monoglicéridos: contiene 1 molécula de AG
 - ✓ Diglicéridos: contienen 2 moléculas de AG
 - ✓ Triglicéridos: contienen 3 moléculas de AG
- ✓ Triglicéridos: Son ésteres de ácidos grasos y de glicerol. Ellos son los constituyentes esenciales de aceites y grasas ya sean de origen vegetal o animal.

Estos tienen una importancia por su rol de elemento de estructura (protección extra e intracelular) y de regulación (DENISE,1982).

La reacción de síntesis de los glicéridos o esterificados, es reversible y, en presencia de agua y con la influencia de diversos factores (presión, temperatura, enzimas), se puede hidrolizar totalmente o parcialmente.



En donde R₁, R₂ y R₃, son radicales de ácidos orgánicos de cadena recta(a veces ramificada como en el caso de aceite de pescado.)

Funciones de los triglicéridos:

- ❖ Energía Concentrada (dieta y almacenamiento).
- ❖ Proveen AG esenciales.
- ❖ Transporte de vitaminas liposolubles (A,D,E,K).
- ❖ Aislamiento térmico.
- ❖ Membranas celulares.
- ❖ Dan sabor y textura a alimentos.
- ❖ Contribuyen a la saciedad.

2. Céridos: Son ésteres de ácidos grasos de cadena larga, con alcoholes de cadena larga. En general sólidas y totalmente insolubles en agua, todas las funciones que realizan están relacionadas con su impermeabilidad al agua y con su consistencia firme. Una de las ceras más conocidas es la que segregan las abejas para confeccionar su panal. Ciertos animales marinos de aguas polares utilizan cera como almacén de energía.

b) **Lípidos Complejos:** Son lípidos saponificables en cuya estructura molecular además de C, H y O, hay también N, P, S o un glúcido. Principales constituyentes de doble capa lipídica de membrana celular: también se llaman lípidos de membrana.

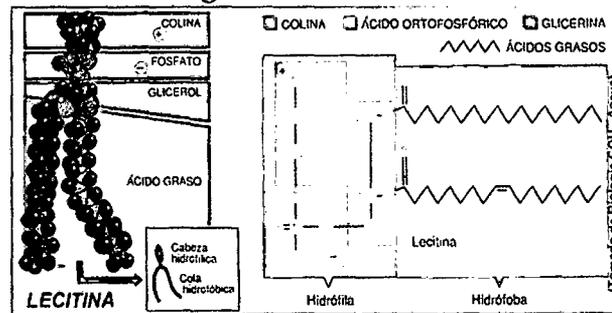
1. Fosfolípidos: Son lípidos iónicos, compuestos por un glicerol, con 2 ácidos grasos y un grupo fosfato. El grupo fosfato se une mediante un enlace fosfodiéster a otro grupo de átomos, que frecuentemente contienen nitrógeno, como colina, serina o etanolamina y muchas veces posee una carga eléctrica. Todas las membranas activas de las células poseen una capa doble de fosfolípidos. Son las moléculas más abundantes de la membrana citoplasmática. Los fosfolípidos más conocidos son: fosfatidiletanolamina, fosfatidilinositol, ácido fosfatídico, fosfatidilcolina y fosfatidilserina, también presentes en lecitina en un 50% aproximadamente.

Fig. 1: Ácido Fosfatídico



<http://es.wikipedia.org/wiki/Fosfol%C3%ADpido> (Revisado: 12/12/12)

Fig.2: Lecitina



<http://es.wikipedia.org/wiki/Fosfol%C3%ADpido>(Revisado: 12/12/12)

Funciones de los Fosfolípidos:

- **Componente estructural de la membrana celular:** El carácter anfipático de los fosfolípidos les permite su auto asociación a través de interacciones hidrofóbicas entre las porciones de ácido graso de cadena larga de moléculas adyacentes de tal forma que las cabezas polares se proyectan fuera, hacia el agua donde pueden interactuar con las moléculas proteicas y la cola apolar se proyecta hacia el interior de la bicapa lipídica.
- **Activación de enzimas:** Los fosfolípidos participan como segundos mensajeros en la transmisión de señales al interior de la célula como el diacilglicerol o la fosfatidilcolina que activa a la betahidroxibutirato deshidrogenasa que es una enzima mitocondrial.
- **Componentes del surfactante pulmonar:** El funcionamiento normal del pulmón requiere del aporte constante de un fosfolípido poco común denominado dipalmitoilfosfatidilcolina. Este fosfolípido tensoactivo es producido por las células epiteliales del tipo II e impide la atelectasia al final de la fase de espiración de la respiración.

- **Componente detergente de la bilis:** Los fosfolípidos, y sobre todo la fosfatidilcolina de la bilis, solubilizan el colesterol. Una disminución en la producción de fosfolípido y de su secreción a la bilis provoca la formación de cálculos biliares de colesterol y pigmentos biliares.
- **Síntesis de sustancias de señalización celular:** El fosfatidinol y la fosfatidilcolina actúan como donadores de ácido araquidónico para la síntesis de prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos y compuestos relacionados.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Fosfol%C3%ADpido> (Revisado: 12/12/12)

2. Glucolípidos: son esfingolípidos compuestos por una ceramida (esfingosina + ácido graso) y un glúcido de cadena corta; carecen de grupo fosfato. Los glucolípidos forman parte de la bicapa lipídica de la membrana celular; la parte glucídica de la molécula está orientada hacia el exterior de la membrana plasmática y es un componente fundamental del glicocálix, donde actúa en el reconocimiento celular y como receptor antigénico.

Entre los principales glúcidos que forman parte de los glucolípidos encontramos la galactosa, la manosa, la fructosa, la glucosa, la N-acetilglucosamina, la N-acetilgalactosamina y el ácido siálico.

Los principales glúcidos que se convierten en glucolípidos son: galactosa, manosa, fructosa, glucosa, glucosamina, galactosamina y ácido siálico.

Los glucolípidos más comunes están en los cerebrósidos (donde la porción glucídica está formada por galactosa o glucosa), gangliósidos y sulfolípidos (monosacárido esterificado con ácido sulfúrico).

Los glucolípidos es una cadena de carbohidrato que puede tener entre 1 y 15 monómeros de monosacáridos. Los glucolípidos en solución acuosa se comportan igual que los fosfolípidos.

Las principales funciones de los glucolípidos en los organismos vivientes son la del reconocimiento celular y actúan también como receptores antigénicos.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Glucol%C3%ADpido> (Revisado: 12/12/12)

3.1.2.2. Lípidos Insaponificables

- a) Terpenos: son una clase diferente de lípidos. Se conocen más de 20,000 terpenos- pueden ser hidrocarburos o pueden contener oxígeno y ser alcoholes, cetonas o aldehídos. Ciertos terpenos se han empleado por miles de años como especias, perfumes y medicamentos (YURKANIS, 2007).

- b) Esteroides: son derivas del núcleo del esterano que se compone de carbono e hidrógeno formando cuatro anillos fusionados, tres con seis átomos y uno con cinco; posee en total 17 átomos de carbono. En los esteroides esta estructura básica se modifica por adición de diversos grupos funcionales, como carbonilos e hidroxilos (hidrófilos) o cadenas hidrocarbonadas (hidrófobas). Son lípidos que se derivan del esterano.

Existen dos grandes grupos:

- ✓ Esteroles: Como el colesterol y las vitaminas D.
- ✓ Hormonas esteroideas: Como las hormonas suprarrenales y las hormonas sexuales.

Funciones de los Esteroides

- ❖ Reguladora: Regula los niveles de sal y secreción de bilis.
- ❖ Hormonal: las hormonas esteroides son:
 - Corticoides: glucocorticoides (regulan metabolismo y sistema inmune) y mineralocorticoides (controlan excreción y mantenimiento volumen sangre).
 - Hormonas sexuales masculinas: andrógenos como testosterona y sus derivados y los anabolizantes androgénicos esteroides.
 - Hormonas sexuales femeninas.
 - Vitamina D y sus derivados.

1) Colesterol: El colesterol es una sustancia adiposa que forma parte de las membranas celulares. Es el componente principal de la bilis. Solo se encuentran presente en animales, nunca en plantas.

Funciones del Colesterol:

- ❖ Estructural: Es un componente importante de la membrana de los animales.
- ❖ Precursor de las vitaminas: A, D, E, K.
- ❖ Precursor de las hormonas sexuales: progesterona, estrógenos y testosterona.
- ❖ Precursor de las hormonas corticoesteroidales: cortisol y aldosterona.
- ❖ Precursor de las sales biliares: Esenciales en la absorción de algunos nutrientes lipídicos y vía principal para excreción colesterol corporal.

- 2) Hormonas Sexuales: se encuentra la progesterona que prepara los órganos sexuales femeninos para la gestación y la testosterona responsable de los caracteres sexuales masculinos
- 3) Hormonas Suprarrenales: se encuentra la cortisona, que actúa en el metabolismo de los glúcidos, regulando la síntesis de glucógeno.
- c) Prostaglandinas: Son lípidos cuya molécula básica está constituida por 20 átomos de carbono que forman un anillo ciclopentano y dos cadenas alifáticas. Las funciones son diversas. Entre ellas destaca la producción de sustancias que regulan la coagulación de la sangre y cierre 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.
- d) Lipoproteínas: son partículas formadas por una fracción proteica denominada apolipoproteínas (Apo) y una fracción lipídica, cuya función es la de solubilizar y transportar lípidos en el plasma.

Se clasifican en diferentes grupos según densidad, a mayor densidad menor contenido en lípidos:

- ✓ Quilomicrones
 - ✓ Lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL)
 - ✓ Lipoproteínas de baja densidad (LDL)
 - ✓ Lipoproteínas de alta densidad (HDL)
1. Quilomicrones. Son lipoproteínas de grandes partículas esféricas que transportan lípidos de la sangre hacia los tejidos, las proteínas que contienen (apolipoproteínas) sirven para aglutinar y estabilizar las partículas de grasa en un entorno acuoso como el de la sangre.

Los quilomicrones son receptores de lipoproteínas de la célula así se pueden identificar a los diferentes tipos de lipoproteínas, dirigir y controlar su metabolismo.

2. Lipoproteína de muy baja densidad (Very low density lipoprotein) - VLDL. Son lipoproteínas precursoras compuestas por triacilglicéridos y ésteres de colesterol principalmente, se sintetizan en el hígado y a nivel de capilares de tejidos extra hepáticos (adiposo, mama, cerebro, glándulas suprarrenales), esta enzima es controlada por la insulina y por acción de una enzima esta aumenta su concentración relativa de colesterol para pasar a LDL.
3. Lipoproteína de baja densidad (Low Density Lipoprotein) - LDL. Se forma cuando VLDL pierden TG, y hace más pequeña y densa, contiene altas proporciones de colesterol; las lipoproteínas transportan el colesterol desde hígado al resto del cuerpo para ser usado. El alto nivel de LDL está asociado con enfermedades cardíacas.
4. Lipoproteína de alta densidad (High Density Lipoproteins) - HDL. Son lipoproteínas más pequeñas y densas que están compuestas por una alta proporción proteínas, éstas son fabricadas por el hígado e intestino y alteradas en la sangre; el hígado las sintetiza como proteínas vacías y tras recoger el colesterol incrementan su tamaño circulando a través del torrente sanguíneo. Las lipoproteínas transportan el colesterol desde tejidos hacia el hígado; las lipoproteínas pueden retirar colesterol de las arterias y transportarlo de vuelta al hígado para su excreción, a esto se le conoce como el "colesterol bueno".

Algunos autores clasifican los lípidos de la siguiente manera:

CUADRO N° 01 Clasificación de los lípidos

CLASIFICACION DE LOS LIPIDOS		
Ácidos Grasos	SATURADOS	
	INSATURADOS	
Lípidos Saponificables	Triacilgliceroles o grasas	Aceites , mantecas, sebos
	Ceras	
Lípidos Saponificables	Lípidos complejos o de membrana	Glicerlípidos, Esfingolípidos
Lípidos Insaponificables	Terpenos, Esteroides, Hormonas eicosanoides	

Denise, 1982.

3.1.3. Transporte de Lípidos

- ❖ Los ácidos grasos son absorbidos por reesterificación enterocito en TG y PL y estos en lipoproteínas.
- ❖ Los quilomicrones son transportados al hígado por vía linfática.
- ❖ Los lípidos en el hígado se acoplan con apoproteínas y colesterol libre y esterificado para formar nuevas lipoproteínas.
- ❖ Los lípidos se transportan desde el hígado a otros tejidos por 3 tipos de lipoproteínas: VLDL, LDL y el HDL (mayoritarias en muchas especies, pero su proporción varía por especie y edad).
- ❖ Del 5-10% de los lípidos son transportados como AG libres o como albúmina.

3.1.4. Almacenaje de Lípidos

- ❖ TG y a veces céridos constituyen lípidos de reserva. Resintetizados en tejidos a partir de AG libres liberados por lipasas.
- ❖ Almacenamiento de lípidos en tejido adiposo perivisceral, hígado, músculo y tejido subcutáneo.
- ❖ La localización de la grasa varía por especies:
 - ✓ Peces grasos: lípidos músculo > 10%
 - ✓ Peces magros: lípidos músculo < 2%
 - ✓ Peces intermedios: lípidos músculo 2.5 - 6%
- ❖ Los lípidos de reserva de los peces difiere de los terrestres:
 - ✓ En los terrestres mayoritariamente están los AG saturados y monoinsaturados.
 - ✓ En los peces de agua fría se encuentran un alto porcentaje de n-3 para mantenimiento de fluidez de las membranas a bajas temperaturas.

3.1.5. Movilización de Lípidos

- ❖ Depende del TG-lipasa que hidroliza al TG.
- ❖ Los ácidos grasos liberados se oxidan en la mitocondrias para finalizar con la b-oxidación,

3.1.6. Peroxidación de Lípidos

Es la degradación oxidativa de los lípidos, proceso a través del cual los radicales libres capturan electrones de los lípidos en las membranas celulares. Este proceso es iniciado por un mecanismo de reacción en cadena de un radical libre. En la mayoría de los casos afecta los ácidos grasos poliinsaturados, debido a que contienen múltiples dobles enlaces entre los cuales se encuentran los grupos metileno (-CH₂-) que poseen hidrógenos particularmente reactivos.

3.2. ÁCIDOS GRASOS: Son moléculas formadas por larga cadena (8 - 22) hidrocarbonada de tipo lineal, y con número par de átomos C. Tienen en un extremo de la cadena un grupo carboxilo (-COOH).

http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_graso (Revisado: 12/12/12)

Se conocen unos 70 AG clasificados en 2 grupos:

✓ AG saturados sólo tienen enlaces simples entre los átomos de carbono.

Ej:

↗ Mirístico (14C); palmítico (16C) y esteárico (18C).

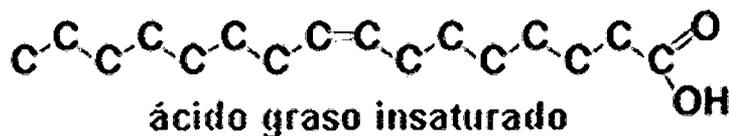
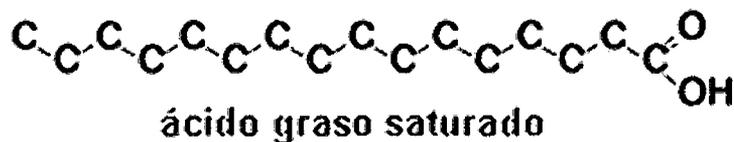
✓ AG insaturados tienen uno o varios enlaces dobles en su cadena y sus moléculas presentan codos, con cambios de dirección en los lugares donde aparece un doble enlace.

Ej:

↗ Oléico (18C, 1 doble enlace) y linoléico (18C y 2 doble enlaces).

↗ Presencia de doble enlaces reduce punto de fusión.

Fig. 3: Estructura del ácido graso saturado y ácido graso insaturado



http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_graso (Revisado: 12/12/12)

3.2.1. Propiedades de los Ácidos grasos

- **Carácter anfipático.** Ya que el ácido graso está formado por un grupo carboxilo y una cadena hidrocarbonada, esta última es la que posee la característica hidrófoba; por lo cual es responsable de su insolubilidad en agua.
- **Punto de fusión:** Depende de la longitud de la cadena y de su número de insaturaciones, siendo los ácidos grasos insaturados los que requieren menor energía para fundirse.
- **Esterificación.** Los ácidos grasos pueden formar ésteres con grupos alcohol de otras moléculas.
- **Saponificación.** Por hidrólisis alcalina los ésteres formados anteriormente dan lugar a jabones (sal del ácido graso).
- **Autooxidación.** Los ácidos grasos insaturados pueden oxidarse espontáneamente, dando como resultado aldehídos donde existían los dobles enlaces covalentes.

3.2.2. Clasificación de los Ácidos Grasos

* Por su obtención:

- a. Esenciales
- b. No esenciales

* Por sus enlaces:

- a. Saturados
- b. Insaturados

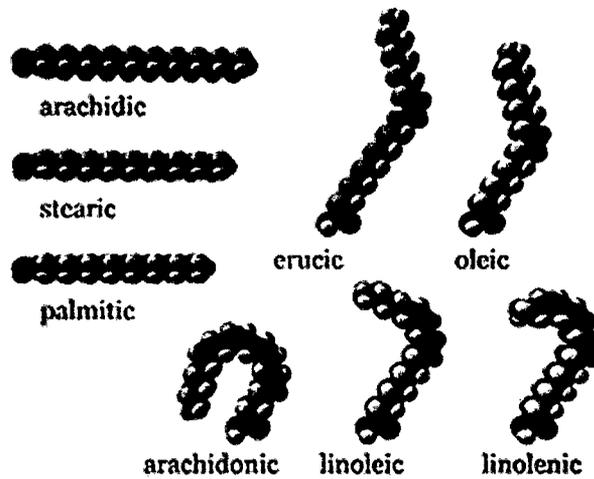
➤ Por número de doble enlaces

- Mono insaturados (1 doble enlace)
- Poli insaturados PUFA (varios doble enlace)
- Altamente insaturados HUFA (varios D.E. y >20C)

➤ Por disposición carbono

- cis y trans

Fig. 4: Estructura tridimensional de algunos ácidos grasos



Yurkanis, 2007

*Por su obtención

a. Ácidos Grasos Esenciales: Son aquellos que el organismo no es capaz de sintetizar, por lo que la única manera de obtenerlos es a partir de la dieta; adicionalmente, se considera esencial cuando su deficiencia da lugar a la aparición de enfermedades.

❖ Pueden variar un poco, pero en general:

- ✓ Linoléico 18:2 ω 6
- ✓ Linolénico 18:3 ω 3

❖

- ✓ Eicosapentaenoico: 20:5 ω 3 EPA
- ✓ Docosahexaenoico: 22:6 ω 3 DHA
- ✓ Araquidónico: 20:4 ω 6

- Función de los Ácidos Grasos Esenciales
 - ❖ Función constitutiva.
 - ❖ Substrato para síntesis de prostaglandinas, leucotrienos y tromboxanos (enlace entre hormonas y sitios celulares regulados por hormonas).
 - ❖ Es el segundo mensajero (A. araquidónico C20:4n-6). Mediador sobre proteínas quinasas y dos enzimas que regulan multiplicación celular.

- Deficiencias AG Esenciales
 - ❖ Ralentización crecimiento.
 - ❖ Disminución de la eficiencia alimentaria.
 - ❖ Produce anemia, lesiones branquiales, degeneración hepática y acumulación de grasa.

CUADRO N° 02: Requerimiento de ácidos grasos esenciales.

Especie	Ácido graso esencial	Requerimiento (en % de la ración)
Trucha	18: 3 n-3	0,8-1,7
Salmón keta	{ 18: 2 n-6 ou 20: 4 n-6	1
(agua dulce o agua de mar)		1
Salmón plateado	18: 3 n-3	1,0-2,5
Carpa común	{ 18: 2 n-6	1
	{ 18: 3 n-3	1
Anguila	{ 18: 2 n-6	0,5
	{ 18: 3 n-3	0,5
Tilapia	18: 2 n-6 ou 20: 4 n-6	1
Tilapia del Nilo	18: 2 n-6	0,5
Pez gato	{ 18: 3 n-3 ou	1,0-2,0
	{ n-3 PUFA	0,5-0,75
Ayú	18: 3 n-3 ou 20: 5 n-3	1
Seriola	20: 5 n-3 ou 22: 6 n-3	0,5

Denise, 1982

b. Ácidos grasos no esenciales: son aquellos que el organismo puede sintetizar a partir de otros nutrientes.

* Por enlaces

a. Ácidos Grasos Saturados: Son aquellos con cadena hidrocarbonada repleta H. Sin doble enlaces en su estructura sólo enlaces simples. Cadenas lineales. Más comunes en los animales.

CUADRO N° 03: Ácidos grasos más comunes.

Nombre Común	Nombre IUPAC	Estructura Química	Abrev.
Acético	Ác. Etanoico	CH_3COOH	C2:0
Butírico	Ác. Butanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	C4:0
Caproico	Ác. Hexanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	C6:0
Caprílico	Ác. Octanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	C8:0
Cáprico	Ác. Decanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	C10:0
Laurico	Ác. Dodecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	C12:0
Mirístico	Ác. Tetradecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	C14:0
Palmítico	Ác. Hexadecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	C16:0
Esteárico	Ác. Octadecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	C18:0
Araquídico	Ác. Eicosanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	C20:0
Behénico	Ác. Docosanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$	C22:0
Lignocérico	Ác. Tetracosanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	C24:0

Denise,1982

b. Ácidos Grasos Insaturados: Son ácido carboxílicos de cadena larga con uno o varios dobles enlaces entre átomos de C.

Punto fusión grasas insaturadas < saturados. Margarina satura doble enlaces por hidrogenación

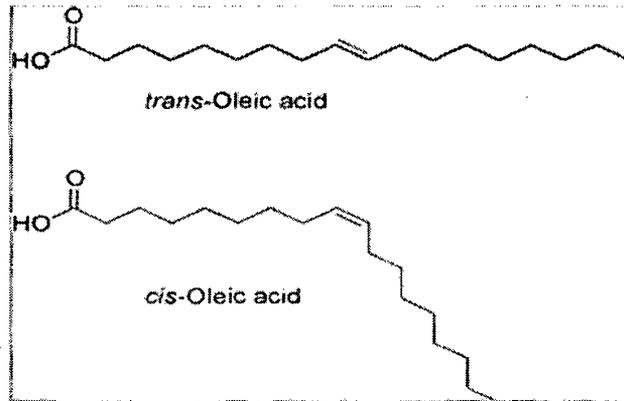
Posición 1° insaturación indicada por ω o n y número que designa enlace desde final cadena (metil -CH₃) donde se encuentra:

✓ 18:2 ω 6 / 18:2 (n-6)

2 C junto a doble enlace pueden estar en configuración cis o trans:

- ✓ cis: C del mismo lado de doble enlace. Causa dobles en cadena. Limitan habilidad de empacarse juntos y afectan T fusión.
- ✓ trans: C de lados opuestos de doble enlace. No se dobla cadena forma similar a saturados.
- ✓ Mayoría de AG naturales son cis, trans mayoría artificiales.

Fig. 5: Isómeros de Ácido Oléico



CUADRO N° 04: Principales Ácidos Grasos Insaturados

NOMBRE COMÚN	ESTRUCTURA QUÍMICA
Ác. Miristoléico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Ác. Palmitoléico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Ác. Oléico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Ác. Linoléico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Ác. Linolénico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Ác. Araquidónico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$
Ác. Eicosapentaenoico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$
Ác. Erucico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$
Ác. Docosaheptaenoico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$

Denise, 1982

3.2.3. Metabolismo AG

- ❖ La Lipólisis es llevada a cabo por las lipasas.
- ❖ Una vez libre del glicerol, los AG libres pueden entrar en la sangre y músculo por difusión.
- ❖ La β -oxidación rompe cadenas largas en acetyl CoA que puede entrar en ciclo de Krebs.

3.2.4. Oxidación AG

- ❖ Los AG proporcionan energía a través de la β -oxidación en la mitocondrias, las células entran a la mitocondria como derivados de acil carnitina.
- ❖ Los AGS de cadena corta, media y larga se someten al primer paso de β -oxidación con distintas deshidrogenasas, el proceso va generando sucesivamente moléculas de acetyl-CoA que entran en el ciclo de los ácidos tricarboxílicos o en otras rutas metabólicas.
- ❖ El producto final de los AG con número par de átomos de carbono es el acetato.
- ❖ Los AGI requieren 2 pasos enzimáticos más para cambiar los dobles enlaces de cis a trans y para desplazarlos de la posición alfa a la beta, aún así, la oxidación de AGI, es tan rápida o más que la de AGS.
- ❖ La reacción de oxidación inicial realizada por enzima distinta de la que se encuentra en las mitocondrias; el acil-CoA graso entra directamente en esta organelo.
- ❖ El proceso no produce completamente acetato, sino que se transfiere un AG acortado para completar oxidación.

3.3. IDENTIFICACIÓN DE ACEITES Y GRASAS

Según http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/AlimentosricosenlipidosyDeterioro_8074.pdf.
(Revisado: 28/12/12), Pruebas cuali y/o cuantitativas para algunos aceites de interés (comercial y/o toxicológico)

3.3.1. Aceites de semilla de algodón

3.3.2. Aceites de sacha inchi

3.3.3. Aceites de ajonjolí

3.3.4. Aceite de pescado

a) ACEITE DE SEMILLA DE ALGODÓN: La semilla de algodón (*Gossypium*) contiene 17 - 23% de aceite. Contiene una sustancia tóxica característica, conocida como **gospol**, que reacciona con azufre en presencia de disulfuro de carbono para producir un compuesto colorido: **Ensayo de Halphen**.

Determinación:

- Preparar el reactivo de Halphen mezclando azufre y CS₂ con alcohol amílico.
- Disolver la grasa o aceite con el reactivo de Halphen.
- Calentar en baño María de salmuera saturada.
- Registrar la aparición de color rojo.

AFNOR,1981b

La prueba se transforma en cuantitativa al realizar la reacción en mezclas conocidas de aceite de algodón y cualquier otro aceite vegetal, comparando la intensidad del color producido.

b) ACEITE DE SACHA INCHI: es una fuente de precursores de Omega 3 (con una adecuada combinación de Omega 6 y de Omega 9) de origen vegetal y orgánico que permite al ser humano metabolizar su propio Omega 3 y lo convierte en un producto muy superior para la salud en relación a otros aceites. Incluso el aceite de pescado característico en contenido de Omega 3, contiene menos porcentaje de omegas y más alto porcentaje de saturados en comparación con el Sacha Inchi.

<http://www.inkanat.com/es/infosalud/sacha-inchi.html> (Revisado: 30/01/13)

Prensado en frío

El prensado en frío es un proceso mecánico libre de químicos para extraer aceite de semillas y nueces. Este método de extracción de aceite es una alternativa a la extracción con hexano, que es un método utilizado para muchos aceites convencionales y que generalmente se usa para lograr altos volúmenes de producción y productividad. La temperatura alcanzada durante el prensado depende de la dureza de la nuez o semilla. Cuanto más dura sea la nuez o semilla, se requerirá mayor presión para la extracción del aceite, lo cual creará mayor fricción y mayor calentamiento. Durante el prensado no se aplica ningún calor externo.

Los pasos a seguir son:

1. La semilla de Sacha Inchi se descascara parcialmente y se limpia mediante ventilación y zarandeo para eliminar impurezas.
2. La molienda de ésta se realiza mediante un molino mecánico del cual se obtienen diferentes tamaños de partículas de semilla ajustando la abertura de los platos reductores.

3. Luego se coloca la muestra de Sacha Inchi en el cilindro extractor, y después el mismo es sometido lentamente a la presión hasta alcanzar la requerida a temperatura ambiente. Con la ayuda de la palanca de activación se mantiene la presión constante durante el tiempo correspondiente para el ensayo, el cual se controla mediante el uso de un cronómetro. El aceite se recoge en un beacker de 10 mL, pesado previamente. Culminado el tiempo de extracción se acciona la válvula que alivia la presión en la prensa hidráulica.

4. La torta de prensado que aún se encuentra en el cilindro extractor es sometida a la misma presión durante el mismo tiempo, con la finalidad de determinar el rendimiento del re-prensado. Dicha torta es empleado para enriquecer harinas destinada para panadería.

5. Durante varios días el aceite bruto se decanta en tanques de acero inoxidable. Luego se bombea por un filtro y pasa por un control de calidad para luego ser envasado en botellas de vidrio oscuro o envases de hojalata para evitar la oxidación del aceite por acción de la luz ultra violeta. El refinado se hace innecesario, y el aceite conserva el suave sabor propio de la semilla de la cual proviene.

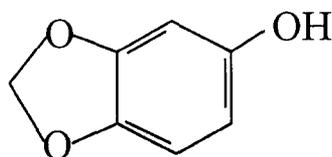
El proceso anterior puede ser utilizado para obtener el aceite de esta semilla

<http://iialupao.blogspot.com/2010/06/extraccion-de-aceite-de-sacha-inchi-por.html> (Revisado: 30/01/13)

Identificación del aceite de sachá inchi con su contenido de omega 3,6 y 9 es a través del estudio en cromatografía en fase gaseoso.

- c) ACEITE DE AJONJOLÍ: El aceite de ajonjolí (sésamo, gigelly o till), se obtiene de la semilla *Sesamum indicum* L., que crece en países tropicales, subtropicales y templados.

Las pruebas cualitativas se basan en la formación de un compuesto colorido por condensación de furfural con un compuesto fenólico presente en el aceite (sesamol).



Detecta hasta 0.25-0.5% de aceite de ajonjolí.

Determinación:

a) Ensayo de **Baudouin** con azúcar ácido.

- Disolución de azúcar pulverizada en el aceite.
- Adición de ácido Clorhídrico conc.
- Agitación violenta durante 1min
- Reposo
- Observación de color carmesí en la capa ácida.

b) Ensayo de **Villavecchia y Fabris** con furfural ácido

- Adición de HCl al aceite
- Adición de furfural en etanol
- Agitación vigorosa
- Reposo
- Observación de color carmesí en la capa ácida.

AFNOR,1981a

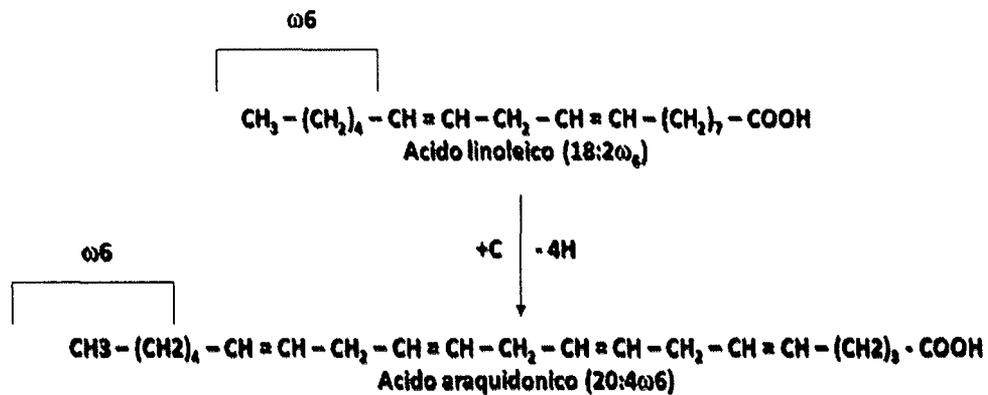
d) ACEITE DE PESCADO: Generalmente se reconoce a través del perfil de ac. Grasos utilizando cromatografía de gases, por su alto contenido de ác. Grasos poliinsaturados.

CUADRO N° 05: Ácidos grasos de pescado

AC. GRASO		NOMBRE QUÍMICO
Ác. α -Linolénico	18:3 (n-3)	Octadeca-9,12,15-ácido trienoico
Ác. Estearico	18:4 (n-3)	Octadeca-6,9,12,15-ácido tetraenoico
Ác. Eicosatetraenoico	20:4 (n-3)	Eicosa-8,11,14,17-ácido tetraenoico
Ác. Eicosapentaenoico(EPA)	20:5 (n-3)	Eicosa-5,8,11,14,17-ácido pentaenoico
Ác. Docosaentaenoico	22:5 (n-3)	Docosa-7,10,13,16,19-ácido pentaenoico
Ác. Docosahexaenoico(DHA)	22:6 (n-3)	Docosa-4,7,10,13,16,19-ácido hexaenoico

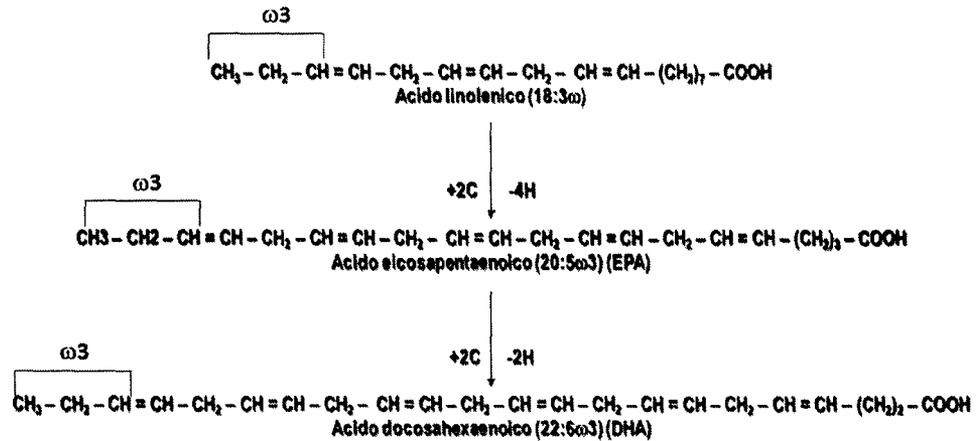
Denise, 1982

Conversión del ácido linoléico a Araquidónico



El ácido Araquidónico juega un rol muy importante en la coagulación de la sangre a fin de detener el sangrado. Pero promueve un endurecimiento de las arterias y ataques cardiacos. Exceso de ácido araquidónico se deposita frecuentemente cuando se consume mucha carne de chancho o res, haciendo susceptible a enfermedades cardiacas en adultos.

Conversión del ácido linoléico a EPA Y DHA



El EPA actúa de dos formas protegiendo a los adultos de enfermedades. Uno es controlando la formación de coágulos y la otra es reduciendo el contenido de colesterol malo (LDL) y aumentando la de colesterol bueno (HDL).

A través de la Prueba de Bromo, (formación de bromuros insolubles)

Determinación

- a) Separación cromatográficas: Ac. Grasos Eicosapentaenoico (EPA) C_{20:5} Y Docosahexaenoico (DHA) C_{22:6}
- b) Prueba de Bromo
 - Disolver el aceite en una mezcla de ác. Acético/cloroformo
 - Adicionar bromo, gota a gota, hasta que se observe un exceso.
 - Reposo a 20°C, 15 min
 - Colocar el tubo en un baño de agua hirviente
 - Observar la permanencia de turbidez como prueba positiva

AFNOR,1981

3.4. CARACTERISTICAS DE ALGUNAS GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES

3.4.1. Manteca y grasa de cerdo

La grasa que se derrite y clarifica del tejido graso del puerco se conoce como "manteca", cuando se utilizan otras partes (incluyendo huesos, pellejo, cabeza, orejas y cola) se conoce como "grasa de puerco" y normalmente es separada por fusión.

Tiene principalmente ác. Oleico C_{18:1}, linolénico C_{18:2}, palmítico C_{16:0} y esteárico C_{18:0}.

Se diferencia de la grasa de res a través de la diferencia del punto de fusión de los glicéridos y los ác. Grasos (Índice de Bömer) y la relación entre algunos ácidos grasos C₁₄, C₁₅, C_{16:0} y C_{18:3} determinados por CFV)

Adulterantes: aceites vegetales hidrogenados (medir fitosteroles y/o ác. Iso-oleico o trans), grasa de res o carnero (análisis de ác. Grasos pro CFV para detectar ác. Grasos ramificados e impares y/o separación de triglicéridos por HPLC).

CUADRO N° 06: Características Fisicoquímicas (CODEX-STAN 211 - 1999)

	MANTECA	GRASA DE PUERCO	SEBO DE RAMA	SEBO
Densidad relativa (40°C/ agua a 20°C)	0.896 - 0.904	0.896 - 0.904	0.893 - 0.904	0.893 - 0.904
Índice de Refracción (N D 40 °C)	1.448 - 1.460	1.448 - 1.460	1.448 - 1.460	1.448 - 1.460
Título(°C)	32 - 45	32 - 45	42.5 - 47	40 - 49
Índice de Saponificación (mg KOH/g grasat)	192 - 203	192 - 203	190 - 200	190 - 202
Índice de Yodo (Wijs)	55 - 65	60 - 72	36 - 47	40 - 53
Material Insaponificable (g/kg)	£10	£12	£10	£12

http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/AlimentosricosenlipidosyDeterioro_8074.pdf
(Revisado : 28/12/12)

1. BROMER

1. Determinar el P_{fusión} de los glicéridos “purificados” por cristalización en acetona. Si el valor es inferior a 63.6°C, se sospecha la presencia de grasa de res u otra que contenga triestearina.
2. Confirmación se hace midiendo el P_{fusión} de los ác. grasos recuperados después de la saponificación y posterior acidificación, a partir de los glicéridos “puros”.

$$I. \text{ Bömer} = A + 2(A - B)$$

Si el I. Bömer es menor a 73, se considera que la manteca está adulterada

3.4.2. Sebo comestible (grasa de bovino y ovino)

Es el residuo graso resultante del calentamiento seco de tejidos y huesos del ganado bovino (res), ovino o ambos. Es rico en ác. C18:1, esteárico C18:0, C16:0, C16:1, C14:0.

Contiene mayores cantidades de ác. grasos de cadena impar, principalmente C15 y 17, que los lípidos de cerdo.

Es una grasa más sólida que la de cerdo, presentando un valor de yodo menor (32-47, frente a 45-70 para manteca).

El tejido graso aislado de la parte superior del lomo y riñones de reses y ovejas se conoce como “sebo en rama”.

Por su dureza y naturaleza fibrosa también se le llama “grasa dura”, que puede ser rayada o desmenuzada.

En su análisis se incluye la identificación de almidón, ya que para su comercialización se prepara con harina de arroz o trigo que permiten manejarla sin aglomeraciones.

3.4.3. Mantequilla

Es el producto obtenido de batir la crema que se separa de la leche caliente de vaca, retirando el exceso de agua y homogeneizando con la adición de sal.

Está formada por glóbulos de grasa intactos y gotas de humedad, en el interior de una fase continua de grasa butírica. Las propiedades de textura dependen de la proporción de grasa líquida y sólida en fase continua.

El sabor esta dado por el contenido de diacetilo y ácidos butírico, acético, propiónico y fórmico, que producen microorganismos adicionados en el proceso.

El contenido de grasa debe ser superior a 80%, la humedad menor a 16%, entre 0.03 y 1.8% de sal, con un promedio de 1% de sólidos no grasos.

El contenido de vitamina A es variable y la legislación indica una estandarización. Se permite la adición de colorantes naturales (achiote, carotenos y curcúmina).

La grasa de mantequilla debe tener los siguientes parámetros:

- ✓ Densidad (0.912)
- ✓ Índice de refracción (1.4548)
- ✓ I. Saponificación (210-250)

✓ I. Yodo (26-42)

✓ Composición de ác. grasos.

Crom. Gases. C₄₀ 2.6-3.9%

3.4.4. Margarina (80% grasa) y minarina (40% grasa)

Productos alimenticios llamados en un primer momento oleomargarinas, ricos en rasas y aceites, y muy utilizados como sustitutos de la mantequilla.

Los progresos en la refinación, la desodorización, el endurecimiento de aceites por hidrogenación, y la disponibilidad de mejores emulsionantes han introducido algunos cambios en la fabricación de los productos, que son de color casi blanco y, al mezclarse con tinte vegetal amarillo, adquieren una apariencia muy similar a la de la mantequilla.

La leche, bien sea entera o procesada, a menudo constituye la porción acuosa, a fin de que tengan sabor a mantequilla, aunque está autorizado el uso de agua.

Pueden fabricarse con un único aceite, siendo el más habitual el de girasol, o con una mezcla de aceites, tanto vegetales como animales. Los aceites vegetales son los más populares en la actualidad.

3.5. ACEITES VEGETALES

Los más comunes son los extraídos de semillas de algodón, maíz, oliva, cártamo, ajonjolí, soya y girasol, que son líquidos a T.A. y los productos de coco y palma que son grasas.

Presentan concentraciones elevadas de C18:1 y C18:2, con pequeñas cantidades (< 2%) de C18:3, excepto el de soya que puede tener hasta 10% y el de cacahuete hasta 30%. Solo las grasas de coco y palma contienen ácidos grasos de 12 carbonos o menos (hasta 55% de C12:0 y entre 11 y 18% de C6:0, C8:0 y C10:0 juntos).

Dependiendo del uso que se dará a los aceites existen otros parámetros a analizar.

3.5.1. Aceites para freír

Generalmente son de maíz, soya, girasol, semilla de algodón y cártamo, y deben presentar un punto de humo superior a 215°C.

Para disminuir el deterioro oxidativo se permite la adición de antiespumantes.

Se cuantifican compuestos polares, ya que los hacen más susceptibles a deterioro oxidativo al ser sometidos a calentamiento.

3.5.2. Aceites para ensaladas

Originalmente se usaba solo el de oliva, actualmente también se utilizan el de semilla de algodón y el de maíz.

El análisis se limita a los parámetros generales (densidad relativa, índice de refracción, valores de saponificación y yodo y materia insaponificable) y los que indican deterioro (valor de acidez e índice de peróxidos). Se buscan inhibidores de la cristalización y contaminantes, principalmente metálicos (Fe, Cu, Pb y As).

http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/AlimentosricosenlipidosyDeterioro_8074.pdf (Revisado: 28/12/12)

3.6. EXTRACCIÓN DE ACEITES Y GRASAS

Según Bernardini, (1981) Extracción Pueden distinguirse los siguientes métodos, según la naturaleza de la materia prima:

3.6.1. Por fusión. Los tejidos adiposos, previamente lavados y trozados, se someten en autoclaves a fusión seca por calentamiento con camisa de vapor o a fuego directo, lo que deshidrata los tejidos y permite el escurrimiento de la grasa fundida.

En la fusión húmeda por vapor directo y agua, los tejidos no se deshidratan, sino se digieren, con separación de la grasa en la parte superior de la autoclave; seguida de decantación o centrifugación. Esto permite un mayor rendimiento en grasas de animales terrestres y de mamíferos marinos.

En los pescados, el aceite se extrae por decantación o centrifugación de las aguas resultantes del prensado de su masa, digerida por vapor directo.

3.6.2. Por prensado. Se aplica a frutos y semillas oleaginosos y se complementa generalmente (como pre-prensado) con la extracción por solventes. Previamente, las semillas deben pasar por las siguientes etapas de preparación:

a) Limpieza para separar toda impureza mediante horneadores de cilindro o de plano inclinado vibratorio, los que son barridos por corrientes neumáticas producidas por ventiladores y conectadas con imanes para retener impurezas metálicas;

- b) Las semillas de girasol, maní, algodón y cártamo (también en las de raps y soya, si sus subproductos se destinan a concentrados proteicos de uso humano) se someten a una descascaración mediante rompedores de semillas que liberan la nuez de su cutícula y que pueden ser partidores de barras o de discos que las rompen por impacto o rozamiento;

- a) Molienda, trituración u hojuelamiento. En esta etapa se destruyen las pequeñas celdas en las que se halla ocluido el aceite como emulsión de otras ultramicroscópicas las emplean molinos de cilindros estriados o lisos, e dos o más pares de rodillos y laminadores u hojueladores, cuando el aceite se extrae sólo por solventes;

- d) Cocinamiento. Tiene por objeto romper la emulsión del aceite en las celdas, al insolubilizar parte de los fosfatidos y proteínas. A la vez aumenta la fluidez y con ello el escurrimiento del aceite a través de la semilla y se destruyen enzimas, hongos, bacterios y, en algunos casos, también componentes tóxicos, como el gossypol del algodón y las antienzimas de la soya.

Los cocedoxes constan de varios cilindros superpuestos con camisa de vapor y provistos de agitadores de paletas, conectados a un eje central común. El cocedor superior está provisto de pulverizadores para agregar agua caliente y/o vapor recto a la semilla; compuertas de cada cocedor permiten la evacuación de vapores para reducir posteriormente la humedad de la semilla, según el tipo de prensa que se usa. La temperatura varía según la semilla de 80 a 130°C durante 20 a 60'.

e) El Prensado propiamente tal se efectúa por prensas continuas o "expellers", en las cuales la presión necesaria se obtiene mediante un eje horizontal que gira dentro de una jaula y que está provisto de tornillos sinfín (caracoles) ordenados en tal forma que junto con producir un avance del material, van ejerciendo una presión creciente sobre él. El orden de las presiones de este "tormento bórico-térmico" para expulsar el aceite fuera de las semillas es de 700 a 2.000 kg/cm² durante 20-60" y se regula por la estrangulación del material antes de su salida de la jaula.

3.6.3. Por solventes es un proceso que implica la extracción de aceite de los materiales que lo contienen mediante el tratamiento con solventes, en comparación con la extracción de los aceites por métodos mecánicos de presión, como expulsores, prensas hidráulicas, etc. con el método de extracción por solvente se recupera casi todos el aceite y deja tras de sí sólo el 0,5% al 0,7% de aceite residual en la materia prima. En el caso de la presión mecánica del aceite residual que queda en la torta de aceite puede estar entre el 6% al 14%.

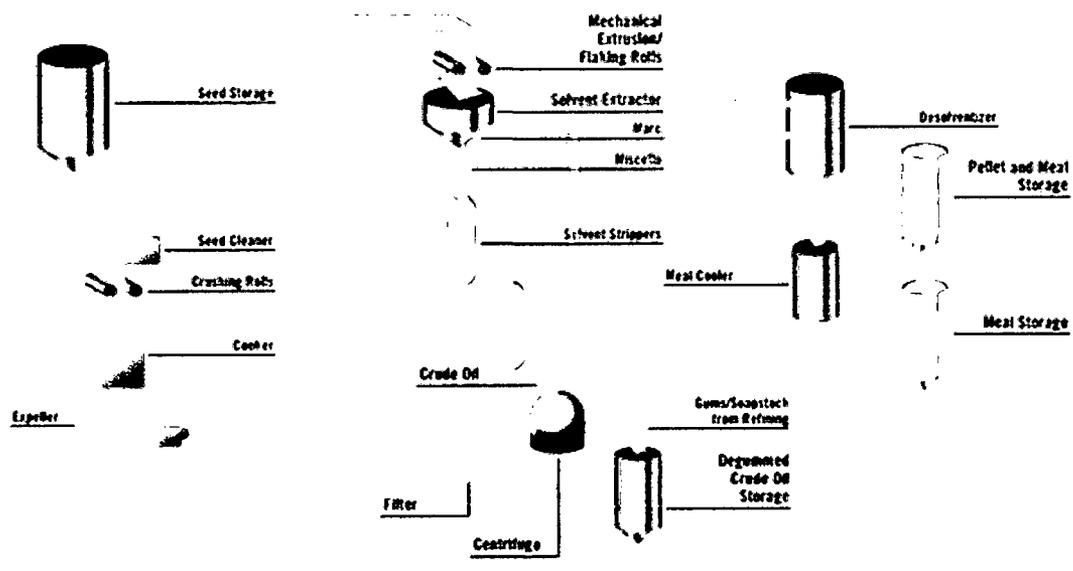
El método de extracción por solvente se puede aplicar directamente a los materiales de bajo contenido de aceite crudo. También puede ser utilizado para extraer el aceite de tortas obtenidas de los materiales con alto contenido y que han sido pre-prensados. Debido al alto porcentaje de aceite recuperado, la extracción por solventes se ha convertido en el método más popular de extracción.

La grasa es uno de los componentes esenciales de la dieta humana, por lo tanto la demanda de aceites y grasas aumenta con el aumento de la población y los niveles de vida.

Hoy en día grandes cantidades de tortas de aceite, como el maní, semilla de algodón, ricino linaza, girasol, etc son usadas para la extracción. La extracción directa de salvado de arroz y soja también es utilizada.

http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/schmidth/aenergeticos2/grasos/02.html (18/12/12)

Fig. 6: Proceso de una Planta de Extracción por Solventes



<http://www.plantasaceiteras.com/procesos-extracci-on-por-solventes.html>
(Revisado: 05/01/13)

El material preparado entra el extractor por solvente a través del sello rotativo. El extractor consiste principalmente en una cinta transportadora articulada de movimiento muy lento dentro de una cámara totalmente cerrada. La banda está llena de chapas perforadas y un paño poroso de acero inoxidable. La masa del material en movimiento forma una cama de movimiento lento. Durante el movimiento de la cama a través de la extracción se lava continuamente en varios puntos con miscela de concentraciones decrecientes y finalmente, con un solvente fresco en contra corriente por medio de pulverizadores que se mantienen en línea sobre la cama del material.

La miscela se filtra a través del fondo perforado y se acumula en las tolvas diferentes por debajo de la cama. La miscela de la última tolva, que está concentrada, se saca para su destilación.

En toda la planta de extracción por solventes, hay algunos procesos que usted debería seguir.

- Preparación de la materia prima
- Proceso de extracción
- Desolventización de material extraído
- Destilación de miscela
- Recuperación de solventes por absorción
- Producto acabado y envasado

El hexano normal es altamente inflamable, por lo tanto todo el proceso que implican maquinarias de alta velocidad, tales como la preparación del material, acabado y envasado se llevan a cabo por lo menos 50 pies de distancia de la planta de extracción principal en la que el resto de las etapas de procesamiento impliquen la manipulación de los solventes

<http://www.plantasaceiteras.com/procesos-extracci-on-por-solventes.html>
(Revisado: 05/01/13)

3.7. REFINACIÓN DE ACEITES VEGETALES: Se denomina refinación (refino o refinado) a una serie de operaciones que tienen como objetivo eliminar los defectos organolépticos de los aceites y las grasas (excesiva acidez, sabor y olor desagradable, coloración inadecuada, turbidez, etc) y la inestabilidad.

Tras el proceso de extracción se obtiene aceite crudo o mezclado con disolvente que habitualmente necesita un refinado previo para ser apto para el consumo. El proceso a que son sometidos los aceites tras su extracción dependerá de la fuente de la que proceden, de su calidad y de su uso final. Se realiza refinado previo para ser apto para el consumo, para eliminar distintos compuestos que pueden originar: problemas organolépticos, de inestabilidad, defectos en el aceite.

Algunas de las impurezas que se pueden presentar son: fosfolípidos (fosfátidos), gomas, resinas, ácidos grasos libres, compuestos volátiles (olores extraños o desagradables), pigmentos, etc.

La temperatura, el tiempo y la presión deben controlarse cuidadosamente durante el refinado industrial. En general, durante la refinación se aplican temperaturas elevadas que pueden producir pérdidas de componentes naturales y formación de artefactos en los aceites. El refinado comercial produce grasas y aceites con poco sabor, color limpio, buena calidad de conservación y estabilidad para freír. Las grasas y aceites refinados comercialmente carecen de los contaminantes conocidos que se extraen de las materias primas agrícolas.

Etapas habituales de la refinación de aceites

Desfangado

Desgomado o Desmucilaginación

Desacidificación o neutralización

Deshidratación

Decoloración

Desodorización

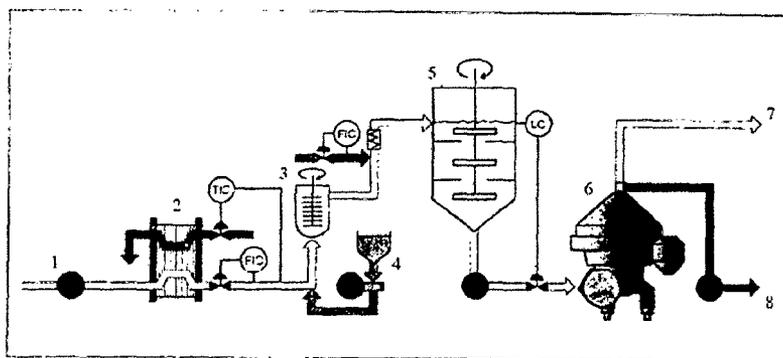
Winterización

- 3.7.1. Desfangado: Eliminación de impurezas sólidas. Se realiza en centrifugas de descarga intermitente de sólidos. Su necesidad depende del tipo de proceso (en los procesos que incluyen extracción o separación de fases por centrifugación no suele realizarse).
- 3.7.2. Desgomado o Desmucilaginación: Consiste en la eliminación de mucílagos, gomas y resinas. Se consiguen eliminar principalmente fosfolípidos, la mayoría lecitinas, pero también se reducen los niveles de proteínas, ceras y peróxidos del aceite crudo. La presencia de considerables cantidades de fosfolípidos puede conducir a aceites de color oscuro y pueden servir también como precursores de sabores desagradables. Se trata también de facilitar la desacidificación.

El desgomado o desmucilaginación se puede realizar por insolubilización mediante hidratación (formación mucílagos), tratando el aceite crudo con una pequeña cantidad de agua (o con NaCl y agua) o mediante inyección de vapor y de ácido fosfórico (H_3PO_4) o cítrico, seguido de una separación en centrífuga de los fosfolípidos insolubilizados mediante la hidratación.

Los aceites se desgoman: para facilitar la neutralización, cuando interesa la recuperación de algún compuesto por ejemplo, la capa de emulsión de fosfolípidos que se obtiene a partir de aceites como el de maíz y soja es muy rica en lecitina, un emulgente muy usado en la industria alimentaria, por lo que se suele aprovechar comercialmente.

Fig. 7: Instalación de desgomado de aceites y grasas



Esquema 16

Instalación de desgomado de aceites y grasas (Por cortesía de Tetra Laval Food).

- | | |
|--|--|
| 1. Bomba de impulsión del aceite crudo. | 5. Depósito de aglomeración. |
| 2. Calentador de placas. | 6. Centrifuga para la separación del aceite y las gomas. |
| 3. Mezclador del aceite con ácido fosfórico. | 7. Salida del aceite desgomado. |
| 4. Sistema de adición de ácido fosfórico. | 8. Salida de las gomas. |

http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/alimento/TCAC-6-Refinacion_aceites_vegetales.pdf

(Revisado: 08/12/12)

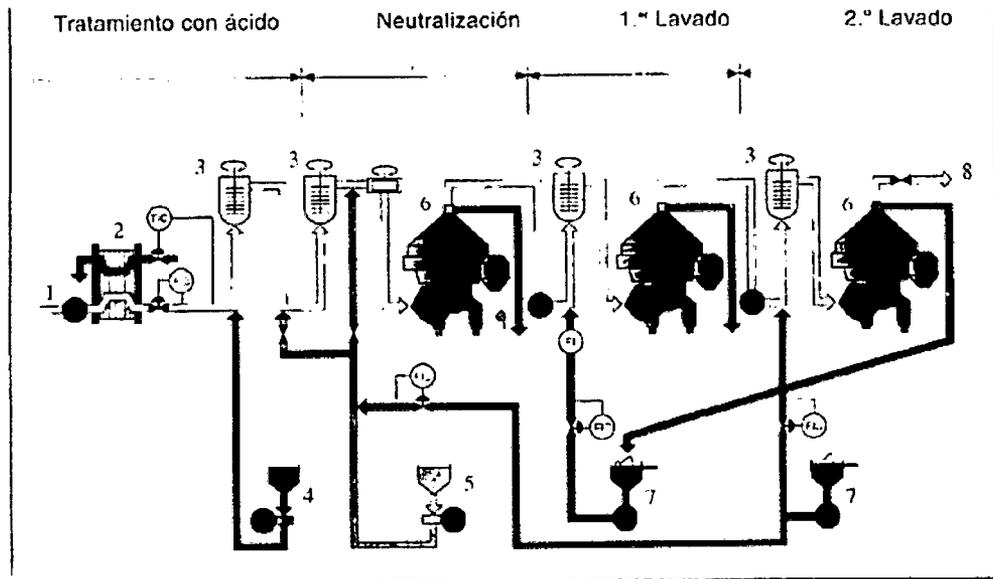
3.7.3. Desacidificación o neutralización

1. Neutralización química
2. Neutralización en fase de miscela

1. Neutralización química.

- Tratamiento con una disolución de NaOH a 65-85°C y centrifugación.
- Re-neutralización. Nuevo tratamiento con NaOH diluida.
- Lavados (suelen realizarse dos) con agua caliente, en agitadores de velocidad controlada para evitar emulsiones y separación en centrifugas con alimentación presurizada

Fig. 8: Acondicionamiento, neutralización y lavado de aceites y grasas



Esquema 17

Acondicionamiento, neutralización y lavado de aceites y grasas.

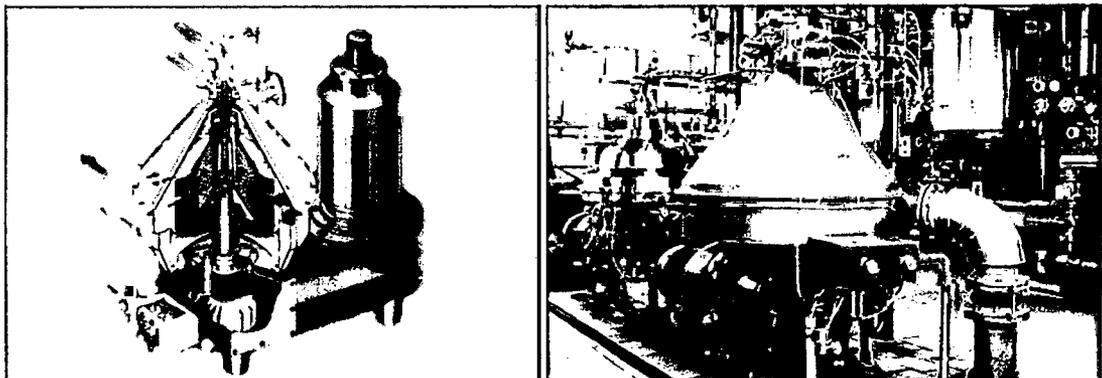
- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Bomba de entrada de aceite crudo. | 6. Centrifugas. |
| 2. Calentador de placas. | 7. Sistemas de adición de agua. |
| 3. Mezcladores. | 8. Salida de aceite neutralizado. |
| 4. Sistema de adición de ácido (bomba y depósito) | 9. Salida de gomas. |
| 5. Sistema de adición de sosa cáustica concentrada. | |

http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/alimento/TCAC-6-Refinacion_aceites_vegetales.pdf

(Revisado: 08/12/12)

Fig. 9: Separador centrífugo

(Westfalia)



http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/alimento/TCAC-6-Refinacion_aceites_vegetales.pdf

(Revisado: 08/12/12)

Los ácidos grasos libres y fosfátidos presentes en el aceite se reducen tratándolos con una solución acuosa de hidróxido sódico (sosa cáustica) o con carbonato sódico. La mezcla es agitada a una temperatura elevada y controlada durante un tiempo determinado, en tanques para proceso discontinuo o en mezcladoras en línea. En el caso de refinado discontinuo, la emulsión acuosa de jabones formados por los ácidos grasos libres y la sosa, junto con otras impurezas, se deposita en el fondo del tanque, por donde se saca. En el caso del refinado continuo, la mezcla se separa por centrifugación. Tras este paso, el aceite neutralizado debe lavarse en profundidad con agua caliente.

Los aceites refinados son neutros, sin sustancias que se separen con el calentamiento, de color más claro, menos viscosos y más susceptibles de sufrir rancidez.

El proceso de neutralización alcalina tiene importantes inconvenientes: el rendimiento es relativamente bajo se producen pérdidas de aceite debido a la emulsión y saponificación de los aceites neutros. Se genera una cantidad considerable de efluente líquido. Los jabones se disocian generalmente con ácido sulfúrico, recuperándose los ácidos grasos libres junto con sulfato sódico y vapor de agua ácida que contiene grasa.

2. Neutralización en fase de miscela: Se aplica a los aceites con elevada acidez y a los aceites de semillas extraídos en disolución de hexano. Se tratan con NaOH y posteriormente se extrae con un disolvente polar (isopropanol) el jabón formado. El proceso se lleva a cabo en continuo. Se alimenta un mezclador con la miscela, alcohol y NaOH.



La mezcla pasa a un decantador centrífugo que separa tres fases:

- ✓ Aceite neutro disuelto en hexano ----- A evaporación
- Jabón en disolución alcohólica ----- Tratamiento con H_2SO_4 para separar ácidos grasos libres y recuperar alcohol.
- ✓ Gomas residuales e impurezas.

Después de la desacidificación los aceites son secados por calentamiento a vacío o mediante filtrado, antes de pasar a la decoloración.

3.7.4. Deshidratación: Antes de la decoloración es necesario eliminar el agua dispersa en el aceite (en este punto $<0.5\%$) ya que disminuiría la eficacia del tratamiento con adsorbentes. La deshidratación se realiza en torres a vacío en las que se atomiza el aceite mediante boquillas y el agua es eliminada por calentamiento a $70-80^\circ C$.

3.7.5. Decoloración: Se trata de eliminar la coloración excesiva del aceite debida a la presencia de distintos pigmentos responsables de coloraciones no deseadas o excesivas en el aceite, como los: carotenos, clorofila y derivados, xantofila, gossipol y derivados de oxidaciones de tocoferol, etc.

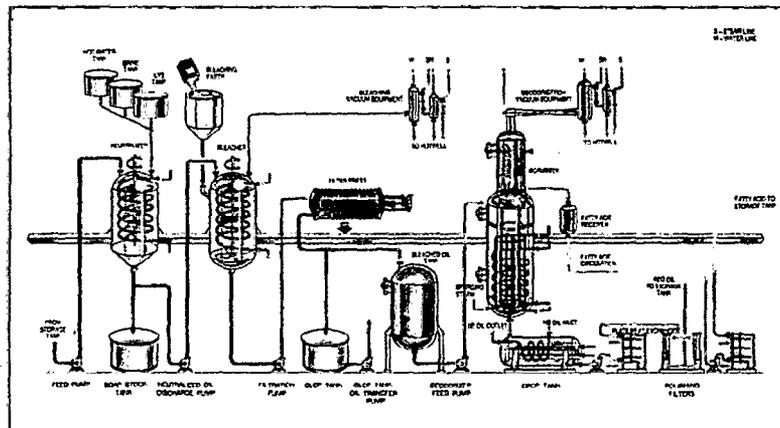
La decoloración se realiza por suspensión en el aceite de materiales adsorbentes. Estos materiales son distintos agentes blanqueantes, generalmente tierras o carbones absorbentes (carbón activo) y vapor de agua o con arcillas activadas (mezclas de arcillas, activadas por tratamiento con H_2SO_4). Se emplean entre 1 y 2 kg de adsorbente por 100 kg de aceite.

Decoloración y filtración: los pigmentos son adsorbidos por los agentes decolorantes o blanqueantes y la separación posterior de estos materiales se realiza por filtración en filtros rotatorios y filtros prensa.

El aceite retenido en los adsorbentes se extrae con un disolvente y se destila.

La decoloración a menudo aumenta la tendencia del aceite a la rancidez debido a que algunos antioxidantes naturalmente presentes en el aceite son eliminados con las impurezas.

Fig. 10: Esquema de una planta de refinado de aceites comestibles de flujo continuo



DONG SHUI(www.dongsuhmachinery.co.kr)

(Revisado: 08/12/12)

3.7.6. Desodorización: El objetivo es eliminar distintos compuestos responsables de aromas no deseados en los aceites, o conseguir aceites sin olor, ni sabor destinados a la producción de margarinas.

Estos compuestos son principalmente: aldehídos, cetonas, carotenoides, tocoferoles, ácidos grasos libres de cadena corta (como el butírico, isovaleriánico o caproico), esteroides y derivados, algunos compuestos azufrados.

Desodorización: se realiza mediante una destilación al vacío en corriente de vapor de agua o por destilación molecular.

La utilización de sistemas continuos en este punto del refinado va aumentando cada vez más, en los que el aceite caliente va pasando a través de una columna en contracorriente con el paso de vapor.

Se suele añadir cerca de un 0.01 % de ácido cítrico a los aceites desodorizados para inactivar metales traza como compuestos de hierro o cobre solubles que podrían provocar la oxidación y desarrollo de rancidez.

Es importante controlar la temperatura y el tiempo para evitar alteraciones del aceite

Ventajas y desventajas de la refinación de aceites comestibles

El refinado puede eliminar carotenoides con valor nutritivo para producir aceites con poco color, pero mantiene proporciones importantes de tocoles, y no cambia los ácidos grasos ni las composiciones de los triacilglicéridos.

Suelen producirse pérdidas de tocoferoles y esteroides durante la etapa de neutralización alcalina, pero, sin embargo, en condiciones bien controladas (minimizando el contacto con el aire) esta pérdida no supera el 5-10 por ciento.

Algunas impurezas, incluidos compuestos oxidados, trazas de metales y materiales coloreados se eliminan parcialmente por arrastre con los fosfolípidos y con el depósito de jabón. Estas impurezas se reducen posteriormente durante el blanqueo.

La neutralización también contribuye considerablemente a eliminar contaminantes, tales como las aflatoxinas y los organofosforados.

Los plaguicidas organoclorados y los hidrocarburos aromáticos policíclicos, si están presentes, deben eliminarse durante la etapa de desodorización/arrastre y mediante un tratamiento con carbón activo.

3.7.7. Nuevas tecnologías de REFINACIÓN de aceites comestibles

Refinación física menos agresiva

Desarrollo de nuevos coadyuvantes

Fraccionamiento con fluidos supercríticos

Tecnologías de membrana

Refinación física de grasas y aceites

La refinación física se presenta como alternativa al convencional refinado con sosa, como una respuesta de las industrias elaboradoras de aceite al aumento de los costes y la mayor preocupación ambiental de nuestra sociedad.

Las principales ventajas que ofrece esta tecnología en comparación con la convencional son las siguientes:

- Mayor simplicidad en las operaciones a realizar.
- Menor impacto ambiental.
- Menores pérdidas de aceite.
- Productos de buena calidad.

En el refinado físico, los ácidos grasos se eliminan mediante un procedimiento de destilación al vapor (arrastre) similar a la desodorización. La baja volatilidad de los ácidos grasos (que depende de la longitud de la cadena) requiere temperaturas más elevadas que las requeridas sólo para la desodorización.

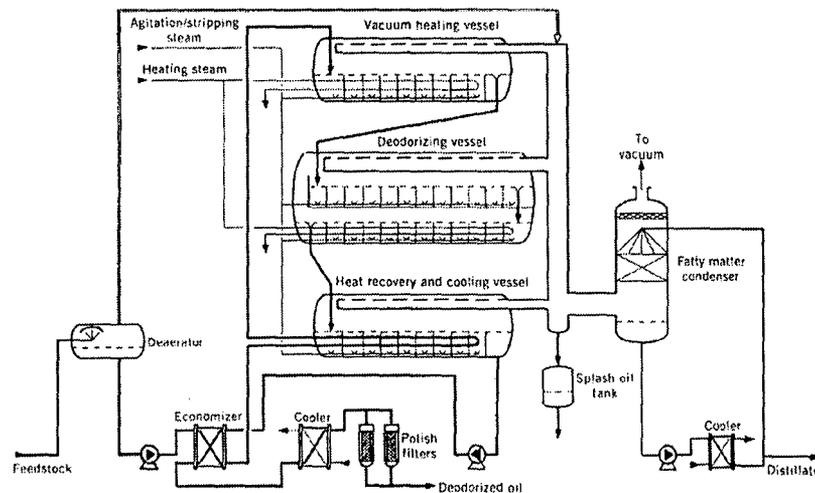
En la práctica, una temperatura máxima de 240-250 °C es suficiente para reducir el contenido de ácidos grasos libres a niveles de alrededor del 0,05-0,1 por ciento. . En la refinación física, aunque hay operaciones comunes con el cáustico como el desgomado y la decoloración, se simplifican las etapas que se realizan.

La etapa clave que se realiza es:

Desacidificación / Desodorización. En esta etapa radica la principal diferencia entre el refinado cáustico y el físico.

El refinado físico se basa en la mayor volatilidad de los ácidos grasos libres en comparación con los triglicéridos, por lo que se hace una destilación con vapor a alta temperatura y a baja presión (a vacío) para eliminarlos. De esta forma también se eliminan sustancias insaponificables y otros volátiles formados por la ruptura de productos de oxidación de lípidos.

Fig. 11: Sistema de desodorización continuo múltiple horizontal(Tirtiaux)



http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/alimento/TCAC-6-Refinacion_aceites_vegetales.pdf
(Revisado: 08/12/12)

Las condiciones en que se realiza la desacidificación suelen ser a 400-700 Pa de presión y a 200-250 °C de temperatura, dependiendo del tipo de aceite. El aceite está en el destilador durante un tiempo bastante largo, 15-60 minutos, por lo que hay que controlar muy bien las condiciones para evitar en lo posible los cambios bioquímicos en el aceite.

Es importante resaltar que el refinado físico conduce a resultados aceptables, a aceites refinados de buena calidad, siempre que se parta de aceites crudos de alta calidad. Por lo tanto hay que prestar gran atención al desgomado (es imprescindible una eficiente eliminación de fosfolípidos) y decoloración del aceite, que pueden ser bastante sencillos siempre que el aceite no tenga cantidades elevadas de hierro y péptidos. Se necesita la casi total eliminación de fósforo, hierro y magnesio del aceite antes de pasar a desacidificarlo.

Si el aceite de partida no cumple estos requisitos de calidad y hay una eliminación incompleta de compuestos indeseables durante el pretratamiento deberá compensarse con un mayor volumen de agente decolorante, lo que lleva a pérdidas considerables de aceite. También pueden quedar en el aceite compuestos que al ser sometidos a las elevadas temperaturas de la destilación se oscurezcan, como el fósforo, o den lugar a reacciones adversas y disminuya la calidad del producto, o pérdida parcial de tocoferoles. A su vez es importante minimizar reacciones laterales como la isomerización de ácidos grasos poliinsaturados.

Diferencias entre Condiciones de Desodorización y de Refinación física

Las condiciones de destilación a baja presión en que se realizan dependen del tipo de aceite.

CUADRO N° 07: Desodorización Refinación Física

Desodorización	Refinación Física: Desacidificación/Desodorización
Por ejemplo, para girasol: Presión: 1-5 mm Hg Temperatura: 160-220°C Tiempo a temp. elevada: Discontinuo: 1-4 horas Continuo: 5 - 50 minutos	Presión: 3-7 mm Hg Temperatura: 200-250 °C Recomendado menos de 225°C Tiempo a temp. elevada: Continuo: 15-60 minutos

http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/alimento/TCAC-6-Refinacion_aceites_vegetales.pdf

(Revisado: 08/12/12)

Problemas de la Refinación de grasas y aceites

Los principales inconvenientes que ofrece son los siguientes:

Pérdidas por evaporación de tocoferoles y esteroides durante la desodorización y refinado físico a alta temperatura. A 300°C, 2 h, pérdidas del 100%. Las pérdidas habituales En condiciones extremas, puede darse cierto grado de isomerización del β -sitosterol y otros esteroides.

Reacciones secundarias a alta temperatura:

Isomerización cis-trans

Formación de dímeros y polímeros de triglicéridos

3.7.8. Winterización: se emplea para obtener un aceite de mayor nitidez, que no presente turbios (debido a la suspensión de un precipitado fino) durante el almacenamiento. Consiste en separar del aceite las sustancias con punto de fusión elevado (estearinas, glicéridos muy saturados, ceras y esteroides) que provocarían turbidez y precipitaciones en el aceite al encontrarse este a baja temperatura.

Generalmente se realiza por enfriamiento rápido del aceite con agua fría o equipos frigoríficos, con lo que se consigue la cristalización de los compuestos que queremos eliminar. Estos sólidos (las "estearinas") se separan de las "oleínas" por filtración o centrifugación. Típicamente, se somete al aceite a un enfriamiento rápido hasta 5°C y se mantiene durante 24 horas.

Descerado. Consiste en la separación de los aceites de ceras con diferentes puntos de fusión.

Es similar a la winterización, pero en el descerado, el enfriamiento y la separación de las ceras se realizan de una forma más sofisticada, bajo condiciones controladas. Puede ser descerado en seco o con disolventes (miscela), de forma análoga al fraccionamiento.

Las etapas del proceso son:

enfriamiento gradual del aceite/miscela hasta sobresaturación y formación de núcleos, crecimiento de los cristales, maduración, separación de los cristales de ceras por filtración en filtros herméticamente sellados, se emplea por ejemplo, con aceites de girasol y de salvado de arroz.

Envasado. El envasado de los aceites suele realizarse en plantas envasadoras y no en el lugar donde han sido procesados.

Los materiales usados para el envasado de aceites son variados, desde botellas de vidrio o plástico (PET, etc.) hasta materiales que protejan de la luz como latas y Tetrabrik.

http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/alimento/TCAC-6-Refinacion_aceites_vegetales.pdf

(Revisado: 08/12/12)

3.8. CAMBIOS BIOQUIMICOS EN ACEITES Y GRASAS

La alteración de los cuerpos grasos se produce por dos caminos, principalmente; la degradación oxidativa y térmica y la degradación enzimática (ligada a la presencia de lipasa o de lipoxigenasa).

Los ácidos insaturados de los glicéridos y de los fosfolípidos, así como los ácidos grasos libres son susceptibles a degradarse por vía termoxidativa a una velocidad más o menos grande, la misma que depende de una serie de factores físico-químicos: la temperatura, la luz, la insaturación de los ácidos grasos, los catalizadores metálicos (Fe,Cu,Co,Mn,etc), las sustancias antioxidantes naturales o artificiales.

✓ Lipasas:

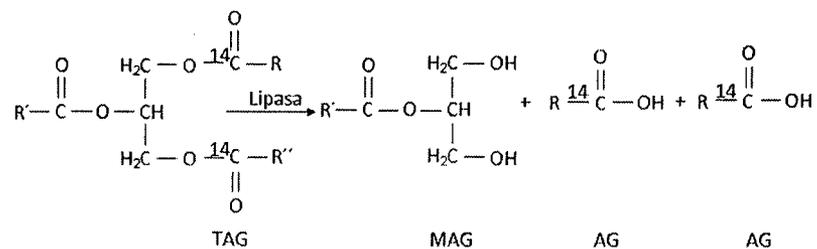
- Mecanismos de la lipólisis, Lipasas de las plantas, Lipasas pancreáticas y linguales

✓ Lipoxigenasa

✓ Fosfolípidos: fosfolipasas

✓ Colesterol esterasa

3.8.1. LIPASAS



3.8.1.1. Lipasas de las plantas

- Germinación: energía y C
- TAG de cadena corta: trilinoleína
- Cereales: enraciamiento
- pH 7.4; T baja: baja actividad de agua

3.8.1.2. Lipasas pancreáticas y linguales

CUADRO N° 08: Enzimas que hidrolizan triacilglicerales

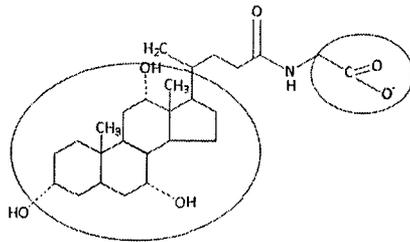
ENZIMAS	FUENTE	P.M	pH óptimo	Sustrato óptimo
Lipasa lingual	Lengua del hombre	44000 - 48000	3,5 - 6	Long. Media trioctanolglicerol trilaurina
	Lengua de rata	45000	2 - 6	Long. Corta: tributirina
Lipasa pancreática	Páncreas humano	5200	5 - 9	Long. Larga: tripalmitina. Sales biliares, colipasa

Lipasa lingual

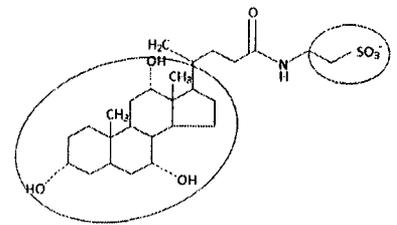
- ✓ no estimulada por sales biliares
- ✓ digestión inicial
- ✓ MAG + AGL

Lipasa pancreática

- ✓ Colipasa
- ✓ Sales biliares: Ca^{2+}



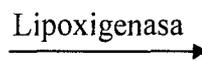
Glicelato



Taurecelato

3.8.2. LIPOXIGENASA

Mamíferos Eicosanoides
(Ácido Araquidónico)



Leucotrienos, prostaglandinas
Tromboxanos, Prostaciclina

Vegetales

- ✓ Cereales, legumbres, patatas, tomates, frutas; Ác. Grasos poliinsaturados:
cis,cis - 1,4-pantadieno; Blanqueado de alimentos(harinas)

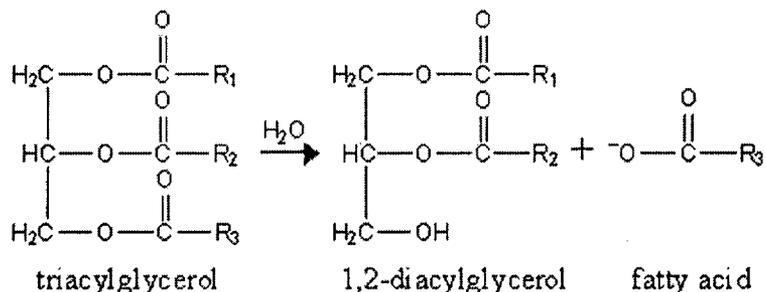
3.9. DEGRADACIÓN O DETERIORO DE LIPIDOS

Según: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/AlimentosricosenlipidosyDeterioro_8074.pdf
(Revisado: 28/12/12)

En general el deterioro reduce el valor nutritivo del alimento y produce compuestos volátiles que imparten olores y sabores desagradables. El grado de deterioro depende del tipo de grasa o aceite; los más susceptibles a estos cambios son los de origen marino, seguidos por los aceites vegetales y finalmente por las grasas animales.

3.9.1. RANCIDEZ: El término, se ha usado para describir los diferentes mecanismos de alteración de los lípidos.

a) RANCIDEZ HIDROLÍTICA: El enlace éster es susceptible a la hidrólisis química o enzimática.



Factores que inducen el deterioro hidrolítico: Presencia de agua, acción de las lipasas y temperatura.

INDICE DE ACIDEZ

Indicativo de la presencia de Ác. grasos libres. Se reporta como la cantidad de KOH necesaria para neutralizar la acidez libre de 1 g de muestra. También se puede expresar como un Ác. grasos representativo de la muestra.

Determinación:

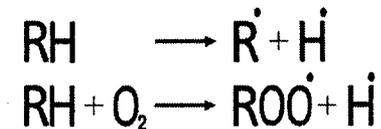
- Disolución de la grasa en éter etílico/etanol neutralizados.
- Titulación con álcali valorado (KOH 0.1 N), usando fenolftaleína como indicador.

Se expresa como algún ác. grasos: Oleico (mayoría de los aceites vegetales) Butírico (mantequilla o grasa de leche)

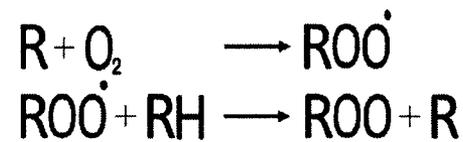
- b) RANCIDEZ OXIDATIVA: Los ácidos grasos insaturados son sensibles a reacciones de oxidación.

Según CHEFTEL,1976: El mecanismo general de auto-oxidación de lípidos sigue la siguiente cinética de reacción:

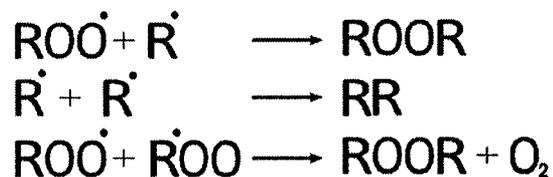
1) Iniciación:



2) Propagación:



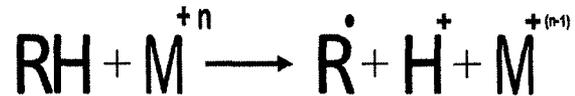
3) Terminación:



1) Iniciación:

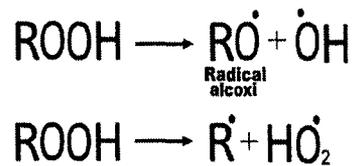
Según CHEFEL, 1976: la absorción de oxígeno exige la intervención de radicales libres, es decir las reacciones de iniciación primaria que interviene y cuyo mecanismo exacto no está completamente establecido.

Las reacciones de inducción tienen una energía de activación elevada (35 a 65 kcal/mol), sin embargo pueden estar favorecidas por temperaturas elevadas y sobre todo por la luz y por trazas de ciertos metales incluidos los que están presentes en la clorofila y en la mioglobina.

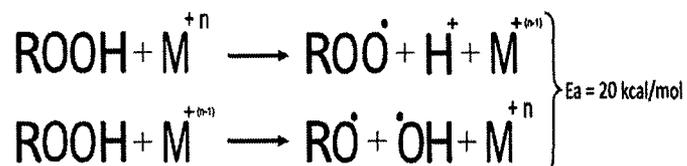


Esta primera fase se caracteriza por la formación y aumento de la concentración de radicales libres. El consumo de oxígeno es bajo y lento por ese motivo el nivel de peróxidos también es muy bajo (TREVEJO, 2003).

Cuando la reacción está más avanzada y el contenido en peróxidos aumenta, surge la llamada iniciación secundaria, motivada esencialmente por la descomposición de peróxidos; esta composición puede ser "mono" o "biomolecular", según la concentración en peróxidos:



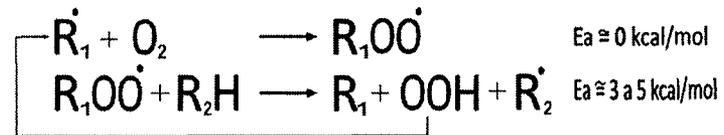
La energía de activación de estas dos reacciones son elevadas, pero se reducen por la luz y catalizadores metálicos:



En el caso de la descomposición biomolecular, se supone que interviene un dímero de peróxido.

2) Propagación:

La propagación está constituida por una cadena de dos reacciones:



En general, estas reacciones son rápidas, porque los radicales libres portadores de un electrón no apareado son muy reactivos. Si se tiene en cuenta el hecho de que estas dos reacciones no modifican el número de radicales libres presentes, se puede hacer el siguiente balance:



Por tanto, la propagación se traduce por una oxidación, como peróxidos, de lípidos no saturados, que va paralela con un consumo de oxígeno gaseoso. Al principio se acumulan los peróxidos, pero generalmente su proporción final termina por descender.

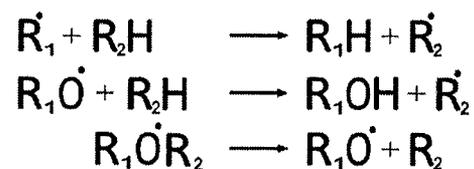
Por consiguiente, el índice de peróxidos no constituye una medida efectiva del grado de oxidación, salvo al principio de la reacción. Si el aporte de oxígeno no está limitado, se pueden oxidar la totalidad de los lípidos no saturados.

Como ya indicamos, el aumento de la proporción de peróxidos durante la propagación al alcanzar un cierto nivel, favorece la iniciación. Por otro lado, el elevado número de radicales libres explica la aceleración del consumo de oxígeno que se observa al final del período llamado monomolecular.

Se habla con relación a esto de "auto-oxidación", en la que los peróxidos tienen una función catalizadora.

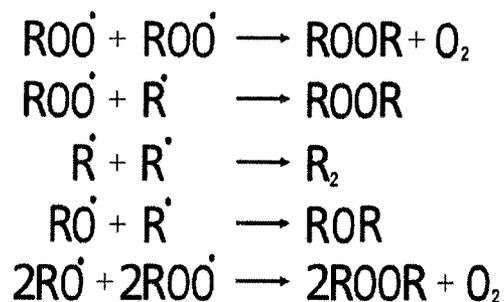
Por término medio y teniendo en cuenta las reacciones de iniciación y terminación, cada radical libre provoca la formación de 10 a 100 moléculas de peróxidos (en el caso de lípidos puros).

Estas reacciones no son las únicas posibles, en efecto, se pueden citar un gran número de reacciones de modificación de los radicales libres, como por ejemplo las siguientes:



3) Terminación:

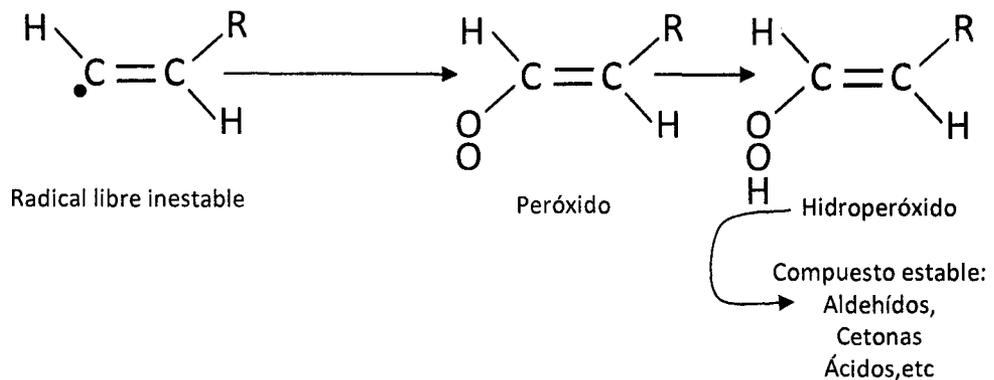
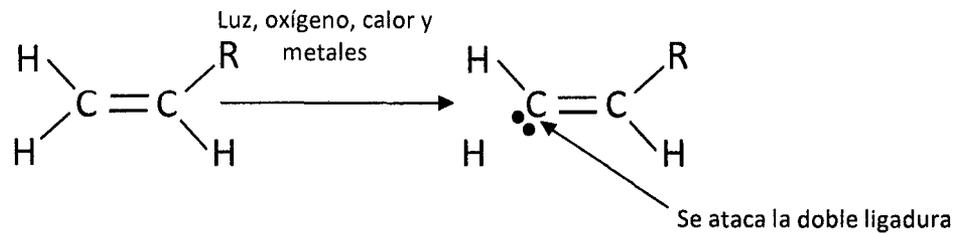
Al mismo tiempo que ocurren que las reacciones de iniciación y propagación, se pueden producir reacciones de terminación, que motivan la desaparición de radicales libres (CHEFTEL,1976).

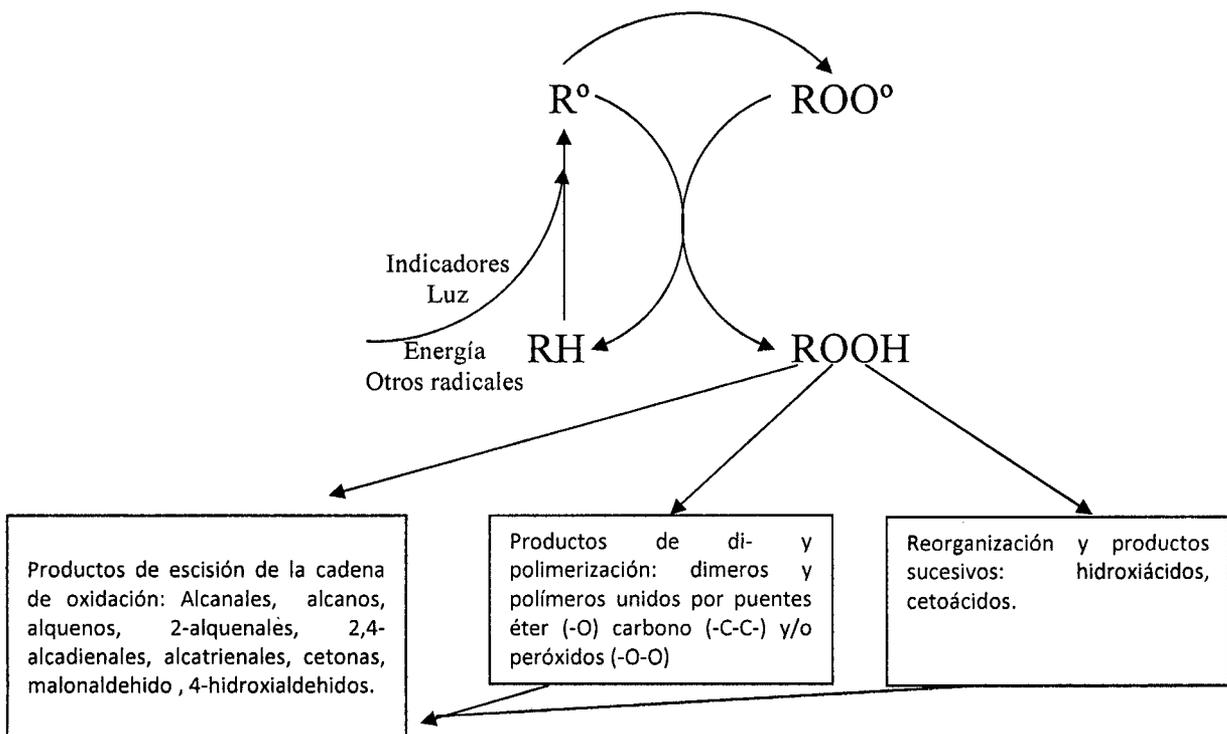
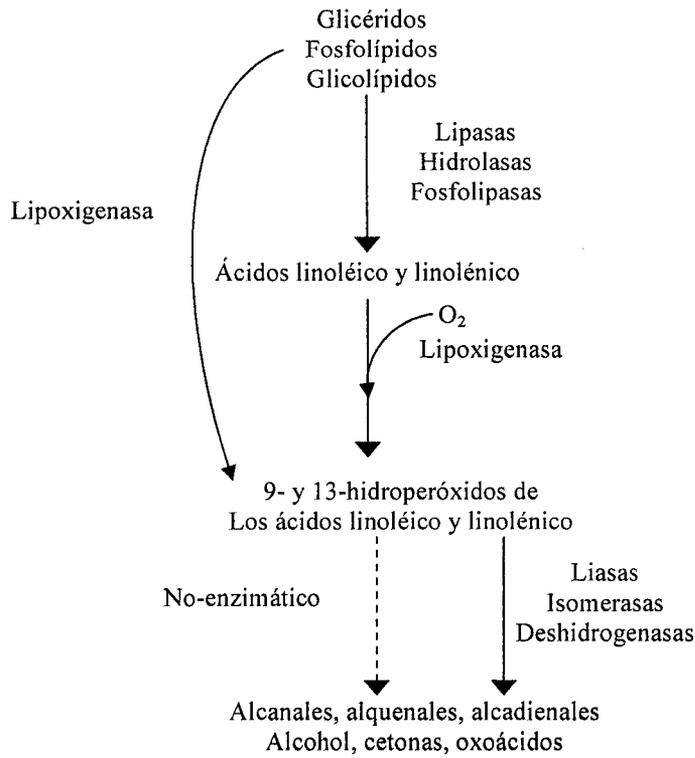


El mismo autor menciona que estas reacciones inducen a la formación de compuestos muy diversos, por lo general, la medida del contenido de ciertos productos finales no permite valorar el grado de oxidación, pues la naturaleza de los productos que se forman varía según los sustratos iniciales y la presión parcial del oxígeno.

Factores que inducen el deterioro oxidativo

Acción del oxígeno y las lipoxigenasas, principalmente sobre las insaturaciones





La oxidación inicial, vapor lo general es lenta y relativamente a una velocidad uniforme (**Inducción**) Cuando la cantidad de peróxidos alcanza un nivel determinado, la velocidad de oxidación se acelera muy rápidamente (**Propagación-Terminación**).

En este punto o poco después, las grasas o aceites comienzan a tener olor y sabor rancios, por la descomposición de los hidroperóxidos.

Ante la complejidad del proceso

Es recomendable realizar varias pruebas:

- Índice o valor de peróxido,
- Prueba de ácido tiobarbitúrico (TBA)
- Dienos conjugados
- Valor anisidina
- Prueba de Kreis
- Compuestos carbonilos totales y volátiles
- Compuestos polares y
- Gases hidrocarbonados

La mayoría de las pruebas requieren de la extracción de lípidos (excepción TBA).

1) ÍNDICE DE PERÓXIDOS (VALOR PEROXIDO)

Reactividad de los hidroperóxidos: liberación de iodo del KI, oxidación de fierro, etc.

Método oficial, liberación de iodo, cuantificación volumétrica.



Útil solo para etapas iniciales de deterioro, pues su evolución incluye un periodo de incremento y posterior disminución.

Determinación:

- ✓ Disolución de la muestra con ác. acético/cloroformo
- ✓ Adición de KI (sólido o en solución)
- ✓ Incubación en la oscuridad 1 min
- ✓ Titulación del yodo liberado con tiosulfato de sodio, usando almidón como indicador
- ✓ Correr una prueba blanco (< 0.1 ml tiosulfato)

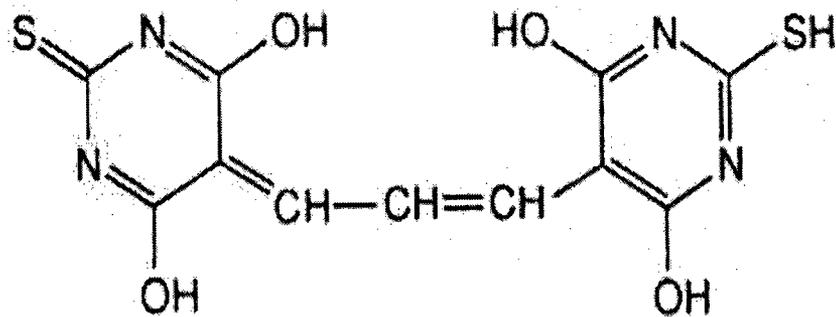
2) ÍNDICE DE AC. TIOBARBITURICO (TBA o TBARS)

Reacción de los aldehídos (malonaldehído) con el TBA para producir un compuesto rojo, que se mide espectroscópicamente.

La reacción es positiva en etapas intermedias de deterioro, puede ser utilizada en la grasa aislada (grasas y aceites comerciales) o en productos íntegros (principalmente carne y pescados) sin extracción de la grasa.

Determinación:

- ✓ Extracción del malonaldehído (y otros aldehídos) con ác. perclórico o tricloroacético en agua
- ✓ Adición de solución de TBA
- ✓ Incubación (17 hs TA o 30 min en baño María)
- ✓ Medición de la absorbancia a 530-540 nm frente a un blanco de reactivos
- ✓ Comparación con una curva estándar de 1,1,3,3, tetraetoxipropano (2 moléculas de malonaldehído)

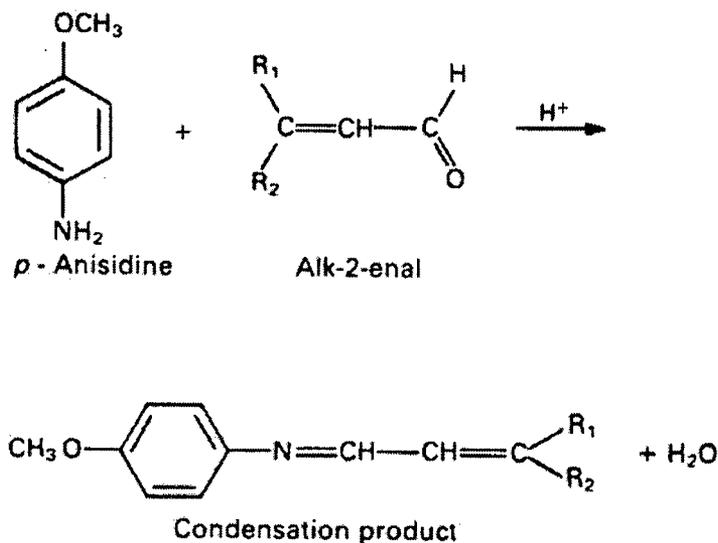


3) PRUEBA DE KREIS

- ✓ Información sobre la cantidad de aldehídos producidos (malonaldehído)
- ✓ Reacción con floroglucinol desarrollo de color rojo
- ✓ Evaluación espectrofotométrica a 540 nm

4) INDICE DE PARAANISIDINA

- ✓ Medición de la formación de compuestos carbonílicos
- ✓ Reacción de los grupos con anisidina (p-metoxianilina)
- ✓ Evaluación espectrofotométrica a 350 nm

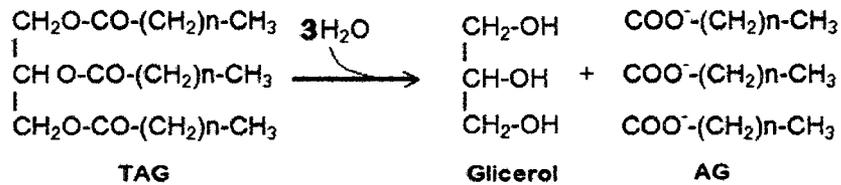


http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/AlimentosricosenlipidosyDeterioro_8074.pdf
 (Revisado: 28/12/12)

3.10. METABOLISMO DE LÍPIDOS

Digestión de triglicéridos

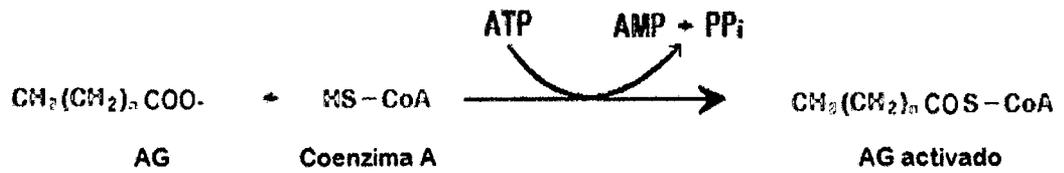
Los TAG son la principal forma de reserva de lípidos en los animales y vegetales, y la oxidación de los ácidos grasos que los conforman permiten generar ATP. Su hidrolisis, catalizada por lipasas, rinde 3 ácidos grasos (AG) y glicerol, según la reacción general:



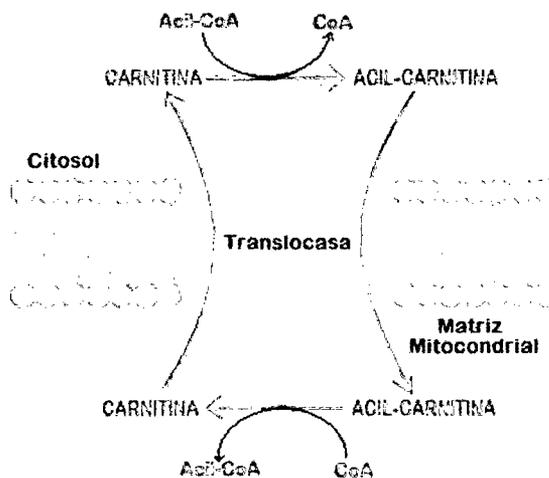
- El glicerol se metaboliza como una triosa por Vía glicolítica, previa transformación en dihidroxiacetona 3P(D3P)
- Los ácidos grasos son degradados por β oxidación. En una células animal, las etapas previas a este proceso de activación del ácido graso y su pasaje a la matriz mitocondrial.

Para ser oxidados los AG se deben activar y en eucariotas pasar del citosol a la mitocondria

- En la reacción de activación de los AG, que se resume abajo, se consumen dos enlaces de alta energía; un ATP rinde AMP + 2Pi

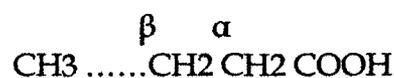


- Como la activación de los AG es un proceso citoplasmático y su oxidación es en la matriz mitocondrial, son transportados mediante un proceso en el que participan la proteína translocasa (acil - carnitina transcolasa) y la carnitina según se resumen en el esquema que aparece abajo. El AG ACTIVADO (Acil-CoA) se une a la carnitina formando la ACIL-CARNITINA.



3.10.1. β oxidación

Los C de los AG se denominan con letras griegas a partir del grupo carboxilo según se representa abajo. Como se verá, el C que se oxida es el β , de ahí el nombre de la vía.



En la primera reacción de la β oxidación el AG activado es oxidado por una deshidrogenasa dependiendo de FAD, que forma parte de la Cadena respiratoria, de manera que como consecuencia de esta reacción se forman 2ATP.

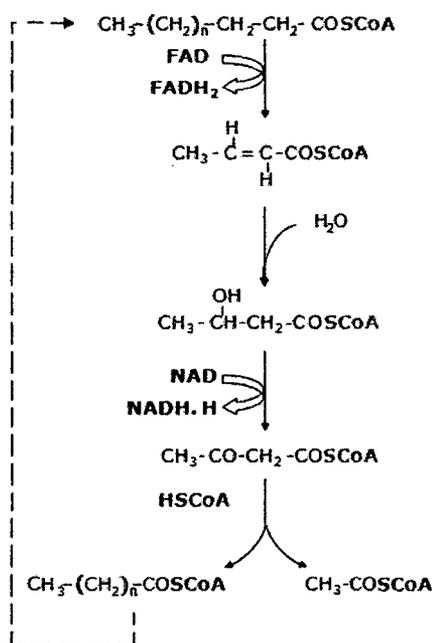
En la segunda reacción ocurre una hidratación y en el C β queda una función alcohol. En la reacción siguiente otra deshidrogenada, dependiendo de NAD, lo oxida. El NADH.H se oxida en la cadena respiratoria, de manera que en esta reacción se forman.

El ingreso de una HS-CoA produce una ruptura de la molécula en dos: una acetil-CoA (de 2C) y el ácido graso-CoA (con 2C menos que el inicial), que vuelve a ser oxidado en su C β en otra "vuelta", es decir, el AG con 2C menos vuelve a la ronda nuevamente.

Los productos obtenidos después de una "vuelta" de la β -oxidación son.

- a) Una molécula de acetil CoA
- b) Una molécula del ácido graso-CoA con 2C menos que la molécula inicial.
- c) Un NADH.H y un FADH₂ (de cadena respiratoria), por lo se forman 5ATP.

Fig 12. Resumen de las reacciones β oxidación que ocurren en la matriz mitocondrial. El $FADH_2$ Y EL $NADH.H$ que actúan como coenzimas de las deshidrogenadas se reoxidan en la Cadena respiratoria. (Yurkanis, 2007)



A partir del número de C de un AG se pueden calcular cuántos ATP se forman

El número de "vueltas" que un ácido graso pone en marcha, es decir las veces que se oxida, depende del número de carbonos que tenga. Si el ácido graso tiene 16C podrá dar 7 "vueltas", porque en la última vuelta se liberan 2 moléculas de acetil-CoA (FIG. 1). Por eso el número de vueltas se puede calcular como: número de C (-1)

2

El AG después de la β oxidación se transforma en moléculas de acetil-CoA, y la cantidad de estas depende del número de C. Si el AG tiene 16C se generan 8 acetil CoA que pueden ser oxidadas en el Ciclo de Krebs.

En resumen, el ácido palmítico (16C) en β -oxidación puede:

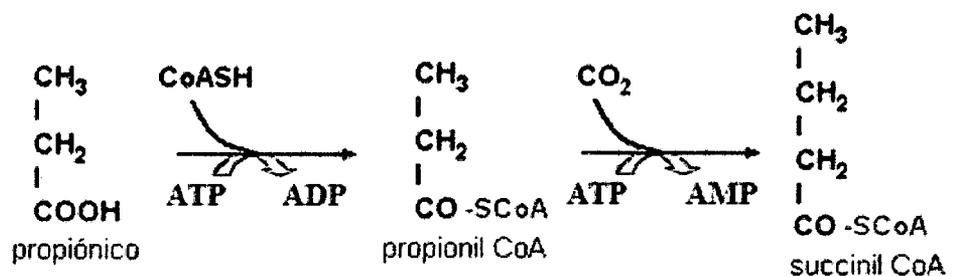
- a) Alimentar 7 "vueltas", en las que se reducen 7 FAD y 7 NAD $(7 \times 2) + (7 \times 3) = 35 \text{ATP}$.
 - b) Generar 8 moléculas de acetyl-CoA, que en el Ciclo de Krebs rinden $8 \times 12 = 96 \text{ATP}$
- 131ATP

Hay que considerar el consumo de 2ATP en la activación, el balance neto: $131 - 2 = 129 \text{ATP}$.

La β oxidación de ácidos grasos impares produce acetyl-CoA y propionil-CoA

Los ácidos grasos de número impar de C se metabolizan igual que los de número par, es decir en la misma secuencia de reacciones la β oxidación. Sin embargo la última "vuelta" quedan 5C, que por ruptura genera una molécula de 2C (acetyl-CoA) y otra de 3C (propionil-CoA).

En el hígado de mamíferos la propionil-CoA se carboxila y da succinil CoA, un intermediario del Ciclo de Krebs que puede dar malato, que a su vez por glucogénesis puede generar glucosa. La síntesis de glucosa por esta vía es clave en los rumiantes.

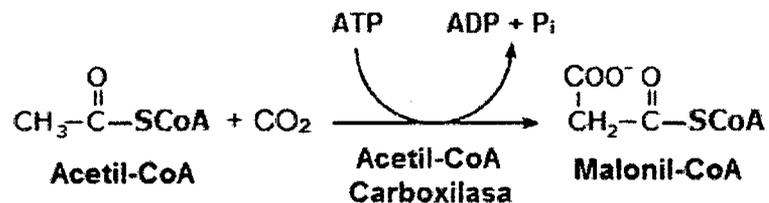


A partir de AG no se puede sintetizar glucosa

La acetil-CoA no es fuente de oxalacetato, porque si bien aporta 2C al ciclo de Krebs, en las reacciones de decarboxilación del Ciclo salen 2C como CO₂. Este concepto importa porque explica por qué los ácidos grasos no son glucogénicos. Sólo semillas de oleaginosas durante la germinación pueden sintetizar glúcidos a partir de AG mediante una estrategia.

3.10.2. Biosíntesis de ácidos grasos

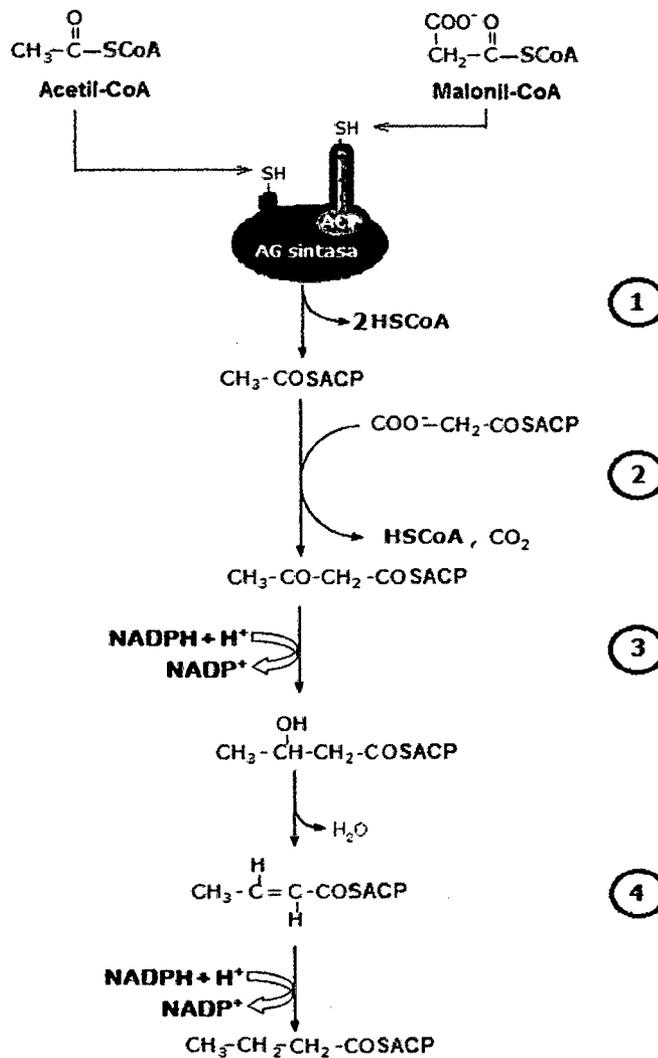
La síntesis de ácidos grasos comienza con la transformación de acetil-CoA en un compuesto de 3 carbonos, la malonil-CoA. Esta reacción ocurre cuando hay alta relación celular de ATP/ADP, dado que la enzima que la cataliza es activada alostéricamente por ATP e inhibida por ADP.



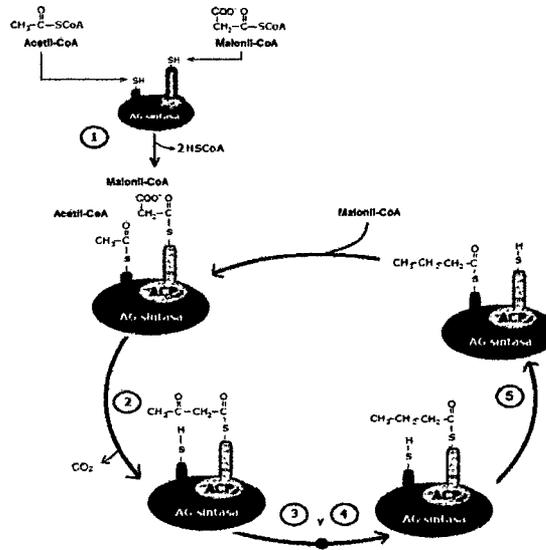
La síntesis de un AG se puede resumir en 4 pasos, que se representan en la siguiente figura y se describen a continuación.

- ❖ Unión de los precursores, acetil-CoA y de la malonil CoA, la enzima ácido graso sintasa.
- ❖ Condensación del cetil CoA y de la malonil CoA, con pérdida de un CO₂ de esta última.
- ❖ Reducción del grupo cetona con poder reductor del NADPH.H, producido en el Ciclo de las Pentosas.

- ❖ Deshidratación del alcohol y reducción del doble enlace generado, a través de dos pasos, con aporte de poder reductor de NADPH.H generado en el Ciclo de las Pentosas.



La síntesis continúa por repetición de los pasos anteriores con el crecimiento de la cadena del ácido graso de a 2C por vuelta.



Las reacciones para la síntesis de un AG son las mismas en diferentes organismos, sin embargo en animales y plantas se requieren de enzimas adicionales para generar una cadena mayor a 16C (palmítico).

También se requieren de enzimas adicionales (desaturasas) para generar AG insaturados.

Los animales también tenemos desaturasas que generan dobles enlaces hasta 9C después del grupo carboxilo, mientras que las plantas pueden generar insaturaciones más allá del C9, y esos AG que los tenemos que ingerir con la dieta: son los esenciales.

Entre esos AG ha tomado importancia:

- ❖ ω 3 (ej. El α linolénico) tiene 3 dobles enlaces (9,12 y 15)
- ❖ ω 6 (ej. El linolénico) tiene 2 dobles enlaces (9 y 12) y es abundante en aceite de maíz y girasol que contienen 65% y 70% respectivamente.
- ❖ ω 9 (ej. oleico) tiene un doble enlace (9) y es abundante en el aceite de oliva.

3.11. ÁCIDOS GRASOS OMEGAS

3.11.1. Omega 3: son unos ácidos grasos poliinsaturados que encontramos principalmente en el pescado azul y actualmente en alimentos enriquecidos. Se les conoce también como ácidos grasos esenciales o indispensables porque nuestro organismo no puede fabricarlos por sí mismo y son imprescindibles para garantizar su correcto funcionamiento, además de contribuir a la prevención de diversas enfermedades.

Tipos de ácidos grasos omega 3:

- AAL - o ácido alfa-linolénico, está formado por una cadena de 18 carbonos con tres dobles enlaces de configuración cis. El primer doble enlace está ubicado en la posición n-3 o en la punta omega del ácido graso; es por ello que el AAL se considera un ácido graso n-3 (omega-3) poliinsaturado.
- AEP - o ácido eicosapentaenoico contiene una cadena de 20 carbonos y cinco dobles enlaces de configuración cis; el primer doble enlace está ubicado en el tercer carbono desde la punta omega. Por lo tanto, el EPA también se considera un ácido graso omega-3.
- ADH - o ácido docosahexaenoico está formado por una cadena de 22 carbonos con seis dobles enlaces de configuración cis; el primer doble enlace está ubicado en el tercer carbono desde la punta omega del ácido graso. Por lo tanto, el ADH también se considera un ácido graso omega-3.

Fuentes:

- AAL - canola, soja, nueces y semillas de lino
- AEP - pescados aceitosos; por ejemplo, arenque, caballa, salmón y sardina
- ADH - pescados aceitosos; por ejemplo, arenque, caballa, salmón y sardina; también se obtienen mediante fermentación de algas.

Beneficios para la salud:

- AAL - Una dieta rica en AAL contribuye a prevenir enfermedades coronarias y accidentes cerebrovasculares reduciendo los niveles de colesterol y triglicéridos, mejorando la elasticidad de los vasos sanguíneos e impidiendo la acumulación de dañinos depósitos grasos en las paredes arteriales. En realidad, el National Institutes of Health (NIH) ha informado que la dieta de la mayoría de los norteamericanos ya no contiene la cantidad de omega-3 que el cuerpo necesita para una buena salud y el bienestar general del cuerpo.
- AEP/ADH - Una dieta rica en AEP y ADH contribuye al desarrollo cerebral y ocular, previene las enfermedades cardiovasculares; también puede ayudar a prevenir la enfermedad de Alzheimer. Por ejemplo, se ha señalado que las dietas particularmente ricas en ADH favorecen la protección contra los procesos degenerativos de la retina y el aumento de la capacidad para resolver problemas en los niños de nueve meses de edad.¹ Un estudio de 10 años estableció una correlación entre una mayor ingesta de ADH/AEP por parte de varios sectores de la población y el riesgo relativo de muertes por enfermedades coronarias. Se asoció a quienes aumentaron el consumo de ADH/AEP hasta 664 mg/día con una reducción de aproximadamente 40% en la tasa de enfermedades cardiovasculares y una importante reducción en la tasa de mortalidad general.² Hoy en día, todas las fórmulas infantiles contienen un suplemento de ADH.

3.11.2. Omega 6: son ácidos grasa poliinsaturada, esencial para la salud porque el cuerpo humano no puede producirlos. Por esa razón, deben incorporarse a través de los alimentos, tales como las carnes rojas y de aves, los huevos, las frutas secas y los aceites vegetales como el aceite de canola y de girasol.

Tipos de ácidos grasos omega 6:

- AL - o ácido linoléico es un ácido graso omega-6 insaturado. Está químicamente formado por una cadena de 18 carbonos. El primer doble enlace está ubicado en el sexto carbono desde la punta omega del ácido graso; es por ello que se clasifica como omega-6.
- AA - o ácido araquidónico contiene una cadena de 20 carbonos. Su primer doble enlace está ubicado en el sexto carbono desde la punta omega del ácido graso

Fuentes:

- LA - aceite de soja, maíz, cártamo, girasol, maní, semilla de algodón y fibra de arroz.
- AA - aceite de maní, carnes rojas, huevos, productos lácteos.

Beneficios para la salud:

La mayoría se incorporan a la dieta a través de los aceites vegetales; por ejemplo, el ácido linoléico. Un excesivo consumo de este ácido puede producir inflamación y causar enfermedades coronarias, cáncer, asma, artritis y depresión

<http://www.omega-9oils.com/la/arg/es/omega369.htm> (Revisado: 31/01/13)

3.11.3. Omega 9: tiene un solo doble enlace en su estructura, es decir, pertenecen al grupo de los ácidos grasos monoinsaturados.

El principal ácido graso omega-9 de nuestra dieta es el ácido oleico. A diferencia de los ácidos grasos saturados (presentes en la mantequilla, grasa de la carne), es líquido a temperatura ambiente, y es menos susceptible a la oxidación que los ácidos grasos poliinsaturados, omega-3 y omega-6.

El consumo de ácido oleico baja los niveles de colesterol total, de colesterol LDL (colesterol malo) y de triglicéridos, mejorando el perfil lipídico y disminuyendo el riesgo de enfermedad cardiovascular.

http://www.alimentatesano.cl/pdf_docs/4/omega_9.pdf(Revisado: 31/01/13)

Tipos de ácidos grasos omega 9:

- Ácido oléico - Es un componente principal del aceite de canola, girasol, oliva y de otras grasas monoinsaturadas; muchas de ellas se utilizan para reducir las grasas malas en los aceites de cocina.

Fuente:

- Ácido oléico - aceite de canola, girasol y almendras.
- Los aceites especialmente desarrollados para el servicio de la alimentación, tales como los Aceites de Canola y de Girasol con Omega-9, son únicos por su alto contenido de grasas monoinsaturadas (>70%) y reducen los factores claves que contribuyen a las enfermedades coronarias y la diabetes.
- Se encuentran en varias fuentes de origen animal y vegetal. Los aceites de canola, girasol, oliva y nuez contienen importantes niveles de ácidos grasos omega-9, también conocidos como ácidos alto oleico o grasas monoinsaturadas. Los aceites provenientes de estas fuentes han surgido como una alternativa más saludable y altamente funcional a los aceites de cocina parcialmente hidrogenados, que a menudo tienen un alto contenido de grasas trans y saturadas no saludables.

Beneficios para la salud:

Se ha comprobado que los ácidos grasos omega-9, normalmente denominados ácidos grasos monoinsaturados, pueden contribuir a disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y accidentes cerebrovasculares. Se ha comprobado que aumentan el nivel de colesterol HDL ("bueno") y disminuyen el nivel de colesterol LDL ("malo"); por lo tanto, facilitan la eliminación de la acumulación de placas en las paredes arteriales, que pueden ser la causa de un ataque cardíaco o accidente cardiovascular.

Los aceites de canola y de girasol con Omega-9 son únicos por su alto contenido de grasas monoinsaturadas (omega-9), por su bajo contenido de grasas saturadas y, además, por ser libres de grasas trans.

Por cierto, la Administración de Alimentos y Fármacos de los Estados Unidos ha recientemente aprobado una Declaración de Salud Acreditada para el aceite de canola, en la cual se afirma que "se ha determinado en base a evidencia científica limitada y no concluyente, que la ingesta de aproximadamente 1½ cucharadita (19 gramos) diaria de aceite de canola puede reducir el riesgo de enfermedad coronaria debido a su contenido de grasa insaturada. Para lograr este posible beneficio, se debe ingerir aceite de canola en reemplazo de una cantidad similar de grasa saturada evitando aumentar el consumo de calorías diarias."

<http://www.omega-9oils.com/la/arg/es/omega369.htm> (Revisado: 31/01/13)

3.12. ÁCIDOS GRASOS TRANS: Los ácidos grasos trans son ácidos grasos insaturados, poseen hidrógenos en lados alternos a la cadena doble, a diferencia de los ácidos grasos cis que poseen los hidrógenos en ambos lados de la cadena doble.

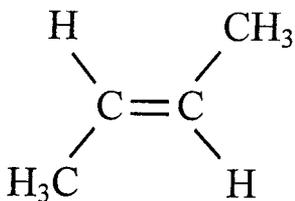


Fig. 13: Configuración *trans*

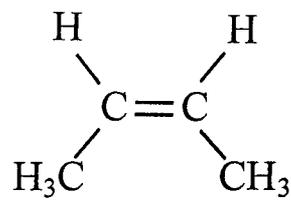


Fig. 14: Configuración *cis*

Esta posición de los hidrógenos, produce cambios físicos en el punto de fusión de los ácidos grasos trans, y cambia su configuración zig-zag a una línea recta, similar a la configuración de los ácidos grasos saturados.

Este cambio en la configuración zig-zag hacia un esquema de línea recta, hace que el trans-ácido oleico (llamado ahora ácido elaídico) tenga un punto de fusión de 45°C (es sólido a temperatura ambiente), mientras que el cis-ácido oleico natural tiene un punto de fusión de 14-15°C (es líquido a temperatura ambiente).

3.12.1. ¿Dónde se encuentran?

Trans Naturales:

Existen en la naturaleza, en pequeñas cantidades, ácidos grasos trans producidos por acción de los microorganismos presentes en el estómago de los rumiantes (ganado ovino, bovino, caprino).

- ✓ El más conocido es el ácido linoléico conjugado o CLA.
- ✓ Proviene en un 75% de la leche bovina (el 25% restante corresponde a las carnes)
- ✓ Esto representa menos del 0,5 % del aporte calórico total. Al parecer éstos no serían nocivos para la salud, ya que tendrían efecto hipocolesterolémico entre otros beneficios.

Naturales:

- Por razones tecnológicas (para la elaboración de algunos alimentos) la industria hidrogena parcialmente los aceites vegetales para formar grasas semisólidas que se emplean en margarinas y alimentos procesados, haciendo que éstos resulten más atractivos.

- Se utilizan porque hacen que el alimento tenga: tiempo de conservación más prolongado, mayor estabilidad durante la fritura, mayor solidez, mayor maleabilidad para su uso en repostería.

- Los ácidos no hidrogenados se vuelven rancios antes, son menos estables, sin embargo los hidrogenados no alteran el sabor del alimento.

- La fuente principal de ácidos grasos trans en la alimentación son los aceites vegetales hidrogenados y lo que se elabora con ellos: Galletería dulce y salada, Productos panificados (panes y bizcochos), Productos de confitería (masitas y alfajores), Masas de pascualina o empanadas envasadas, margarina, frituras en comidas rápidas (papas fritas, croquetitas)

3.12.2. Los efectos del consumo de grasas trans en la salud cardiovascular

En 1990, un artículo en *The New England Journal of Medicine* demostraba que un leve incremento en el colesterol inducido por las grasas trans, llevaba a un aumento del LDL y un descenso del HDL.

- Actualmente se considera que los efectos de los trans son más dañinos que los de los saturados. En numerosos trabajos se ha demostrado que la ingesta de dichos isómeros trans está asociada con un aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares.

- En consecuencia, hay un cierto efecto beneficioso en la sustitución de ácidos grasos trans por saturados, dado que estos últimos compensan parcialmente su efecto negativo (aumento de las LDL) con un aumento de las HDL (mientras que los trans las disminuyen).

- Un reporte de investigadores del **Harvard School of Public Health de 1999**, menciona que por lo menos 30 mil de las muertes al año por ataque cardíaco en los Estados Unidos, podría prevenirse si se reemplazara las grasas trans por aceites poliinsaturados o monoinsaturados.

- Los efectos negativos para la salud son: elevan el colesterol total, elevan las lipoproteínas de baja densidad o LDL, alteran el metabolismo normal de los ácidos grasos en los adipocitos contribuyendo con la obesidad, favorecen la resistencia a la insulina, desencadenan todos los procesos inflamatorios, aceleran la lesión aterosclerótica, modifican los ácidos grasos del cerebro y el sistema nervioso contribuyendo con enfermedades como Parkinson, Alzheimer y Esclerosis Múltiple, etc.

3.12.3. Control de consumo

- ✓ No se puede determinar un nivel de grasas trans que se pueda consumir sin riesgos.
- ✓ La American Heart Association coincide con la FAO y la OMS, en que hay que disminuir al máximo su consumo para evitar enfermedades cardiovasculares, uno de los mayores problemas de salud para los próximos años.
- ✓ Dinamarca, en 2003, fue el primer país del mundo en obligar a las empresas a informar en las etiquetas de sus productos su contenido de grasas trans y limitar su uso a menos del 2% del valor calórico total.
- ✓ La FDA estableció la misma obligatoriedad a partir del 1º de enero de 2006: a partir de entonces, las compañías deben indicar la cantidad de ácidos grasos trans en el etiquetado de los alimentos convencionales y suplementos.
- ✓ Desde agosto de 2006 los países del MERCOSUR (Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay) hacen la propuesta de disminuir el consumo de ácidos grasos trans y rotular el contenido de los mismos en los alimentos.
- ✓ El rotulado de los alimentos en nuestro país merece un capítulo aparte, ya que no hay estudios suficientes que permitan asegurar que la información vertida en la etiqueta, por si sola, contribuya a una mejor selección de alimentos y mejorar calidad de vida de la población.

3.13. ACEITES VEGETALES CON PROCESOS INDUSTRIALES DISTINTOS A LA HIDROGENACIÓN PARCIAL

La alternativa para sustituir o reducir los ácidos grasos trans es el uso de grasas y/o aceites que puedan contener cantidades menores de éstos ácidos grasos haciendo uso de tecnologías que actualmente algunas empresas productoras utilizan:

- ✓ Modificación del proceso de hidrogenación: la modificación de las condiciones de hidrogenación (presión, temperatura y catalizador) afecta la composición del ácido graso del aceite resultante.
- ✓ Es posible realizar productos con un funcionamiento equivalente y con un contenido menor de ácidos grasos trans aumentando el grado de hidrogenación, pero se produce un aumento en el nivel de ácidos grasos saturados.
- ✓ No siempre esto da un resultado equivalente en cuanto a la aceptabilidad de los alimentos que lo contienen.
- ✓ Uso de la interesterificación: La interesterificación modifica el punto de derretimiento y la cristalización de la grasa, siendo la grasa resultante ácido graso trans libre. Esto requiere de un equipo complejo.
- ✓ Uso de las fracciones altas en sólidos: Derivadas de los aceites naturales de palma y de coco, éstas fracciones se pueden mezclar con aceites líquidos, dando por resultado aceites grasos trans libres y margarinas trans bajo.
- ✓ Uso de aceites mejorados:
 - Aceites alto-oleico (alto oleico de girasol y canola)
 - Aceites medio-oleico (medio-oleico de girasol y soja)
 - Aceites bajo-linolénico (bajo-linolénico de canola y de soja)
 - Tiene mejor estabilidad oxidativa.

- ✓ En el Uruguay existen plantaciones incipientes de girasol alto oleico e industrias aceiteras que lo procesan (no son semillas transgénicas, ni híbridos). - La industria ya comenzó a usarlo y ya existen a la venta productos libres de grasas trans. Tiene un 85% de omega 9 (oliva: 70%), el omega 9 se comporta como el omega 3, es líquido a temperatura ambiente y estable a muy alta temperatura, por lo que pueden utilizarse para frituras.

3.14. CONSUMO APROXIMADO DE GRASAS TRANS

EEUU: 3% del aporte calórico total (7,2 g/día)

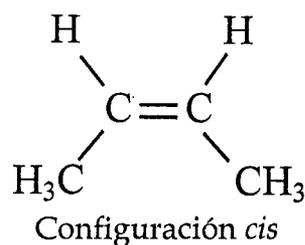
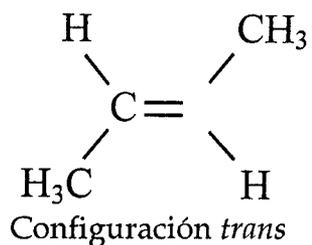
Argentina: 3% del aporte calórico total (7,2 g/día)

Chile: 2% del aporte calórico total (4,5 g/día)

Costa Rica: 1,1% del aporte calórico total (2,6 g/día)

IV. CONCLUSIONES

- ✓ Las materias primas tanto de origen vegetal y animal tienen que ser de bajo contenido de humedad a fin de evitar la hidrólisis de aceites y grasas.
- ✓ En general el deterioro de lípidos reduce el valor nutritivo del alimento y produce compuestos volátiles que imparten olores y sabores desagradables.
- ✓ El grado de deterioro depende del tipo de aceites y grasas; los más susceptibles a estos cambios son los de origen marino, seguidos por los aceites vegetales y finalmente por las grasas animales.
- ✓ Los ácidos grasos insaturados son sensibles a las reacciones de oxidación, produciendo rancidez oxidativa.
- ✓ Actualmente se considera que los efectos de los ácidos grasos *trans* son más dañinos que los saturados. En numerosos trabajos está demostrado que la ingesta de dichos isómeros *trans* está asociada con un aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares.



- ✓ El aceite de pescado que tiene un alto contenido de ácido graso eicosapentaenoico (EPA), por esta razón aquellas personas que sufren problemas cardiovasculares deben consumir el pescado.

V. RECOMENDACIONES

- En las materias primas de vegetales y animales de aceites y grasas, considerar bajo contenido de humedad para evitar la hidrólisis.
- Algunas materias primas de alto contenido de humedad tales como: los frutos de palma aceitera se recomienda esterilizar inmediatamente después de la cosecha.
- Después de la extracción del aceite aún tiene poca cantidad de agua, por lo que se debe separar el agua del aceite para evitar la hidrólisis del aceite del mismo que ocasiona cambios bioquímicos de aceites y grasas.
- Se recomienda que los aceites en frituras no deben ser usados varias veces a fin de evitar el efecto de los aceites grasos trans.
- A fin de evitar la oxidación de aceites y grasas durante la extracción y refinación del aceite es conveniente controlar la temperatura, el tiempo y la presión que son factores muy importantes en el proceso.
- Para evitar la pérdida de tocoferoles y algunos esteroides durante la desodorización de aceites y grasas se debe trabajar a vacío.
- Se debe disminuir el alto consumo de aceites hidrogenados ya que existen evidencias del efecto de los ácidos grasos trans durante la hidrogenación, para evitar enfermedades cardiovasculares.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AFNOR. (1981a). Recueil des normes françaises. 2^{ème}. èd., Paris. NFT 60-223- Préparation des esters de méthyliques d´acides gras.
- AFNOR. (1981b). Recueil des normes françaises. 2^{ème}. èd., Paris. NFT 60-205- Détermination de la teneur en matieres insaponifiables.
- AFNOR. (1981). Recueil des normes françaises d´analyse des corps gras des graines oléagineuses et des produits derivés. 2^{ème}. èd.
- BERNARDINI E. (1981). Tecnología de aceites y grasas. Editorial Alhambra. Madrid 231 - 403
- CHEFTEL J.C. (1976). Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol. I. Editorial Acribia. 333p.
- DENISE J.(1982). Le Raffinage des Corps Gras, 240p
- GIACOPINI DE Z. Maria Isabel. (2008). Efecto de los ácidos grasos trans sobre las lipoproteínas del plasma. Archivos venezolanos de farmacología y terapéutica. Vol. 27
- HERNANDEZ C. y otros tres autores. (2007). Efecto de la refinación física sobre el aceite de la almendra del corozo (*Acrocomia aculeata*). Información Tecnológica. Vol. 18(5), 59 - 68p.
- MATHEWS,C.K; VAN HOLDE, K.E.; AHERN,K.G. (2002). Bioquímica. Pearson. Educación S.A. Madrid. 1368p.
- TREVEJO E. (2003). Avances de la investigación en frutos oleaginosos de la amazonia peruana. Iquitos - Perú. 102 p.
- YURKANIS BRUICE, Paula. (2007). Fundamentos de Química Orgánica. Pearson Educación. México. 624p.

Páginas WEB:

- http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/AlimentosricosenlipidosyDeterioro_8074.pdf(Revisado: 28/12/12)
- http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_graso(Revisado: 12/12/12)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Fosfol%C3%ADpido>(Revisado: 12/12/12)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Glucol%C3%ADpido>(Revisado: 12/12/12)
- <http://iialupao.blogspot.com/2010/06/extraccion-de-aceite-de-sacha-inchi-por.html> (Revisado: 30/01/13)
- http://mazingar.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/schmidth/aenergeticos2/grasos/02.html(Revisado: 18/12/12)
- <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/bioquimica-estructural-y-metabolica/materiales-de-clase/Tema%207.%20Lipidos.pdf>(Revisado: 20/12/12)
- http://www.alimentatesano.cl/pdf_docs/4/omega_9.pdf(Revisado: 31/01/13)
- <http://www.anierac.> (Revisado: 8/12/12)
- <http://www.dongsuhmachinery.co.kr>(Revisado: 08/12/12)
- www.fagro.edu.uy/~bioquimica/docencia/material%20nivelacion/METABOLISMO%20LIPIDOS.pdf(Revisado: 20/12/12)
- <http://www.inkanat.com/es/infosalud/sacha-inchi.html> (Revisado: 30/01/13)
- http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/alimento/TCAC-6-Refinacion_aceites_vegetales.pdf(Revisado: 08/12/12)
- http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/alimento/1-TCAC%20JS%20Generalidades%20aceites%20comestibles.pdf(Revisado: 08/12/12)
- <http://www.plantasaceiteras.com/procesos-extracci-on-por-solventes.html>(Revisado: 5/01/13)
- <http://www.omega-9oils.com/la/arg/es/omega369.htm>(31/01/13)

VII. GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. AAL	:	Ácido α linolénico
2. ACP	:	Proteína transportadora de acilos
3. ADH	:	Ácido docosahexaenoico
4. ADP	:	Adenosin difosfato
5. AEP	:	Ácido Eicosapentaenoico
6. AFNOR	:	Recueil des normes francaises
7. AG	:	Ácidos grasos
8. AGI	:	Ácidos grasos insaturados
9. AG LIBRES	:	Ácidos grasos libres
10. AGS	:	Ácidos grasos saturados
11. ATP	:	Adenosin trifosfato
12. CoA	:	Coenzima A
13. DHA	:	Ácido Docosahexaenoico
14. EPA	:	Ácido Eicosapentaenoico
15. FAD	:	Flavin adenosin dinucleótico (forma oxidada)
16. FADH ₂	:	Flavin adenosin dinucleótido (forma reducida)
17. HDL	:	High density lipoprotein
18. LDL	:	Low density lipoprotein
19. MUFA	:	Ácidos grasos monoinsaturados
20. NAD	:	Nicotinamida adenina dinucleótido (forma oxidada)
21. NADH.H	:	Nicotinamida adenina dinucleótido (forma reducida)
22. OMS	:	Organización Mundial de la Salud
23. P _{Pi}	:	Pirofosfato inorgánico
24. PUFA	:	Ácidos grasos poliinsaturados
25. TAG	:	Triacilglicerol
26. TG	:	Triglicéridos
27. VLDL	:	Very low density lipoprotein