

# Mitos y verdades de los lípidos

## Resumen

Se presenta un panorama general de lo que son, como se definen y qué caracteriza a los distintos tipos de las sustancias llamadas lípidos. Aunque se puntualiza la descripción química, cada apartado se describe con sus aplicación a la ciencia y tecnología que tienen los lípidos en la nutrición y en la salud de los individuos en general.

## Introducción

En los últimos años se ha observado un masivo incremento en la información química, biológica y nutricional que de forma indiscriminada e irresponsable utilizan reporteros, publicistas y pseudoprofesionistas relacionados con centros de belleza y/o gimnasios ae-

róbicos para promocionar productos y servicios. Desafortunadamente dichas personas no tienen, por lo general, una formación profesional sólida en áreas químico biológicas o de las ciencias de la salud que garantice sus recomendaciones, las que muchas veces resultan perjudiciales.

En relación con los alimentos, la mayoría de las personas emplea la palabra grasa como sinónimo de lípido. En la actualidad ambos términos connotan alerta; pues están asociados con algunos “males” de la civilización actual, sobre todo de los países desarrollados: obesidad, arteriosclerosis, colesterol, celulitis, acné, sobrepeso, depresión, rechazo social, diabetes mellitus, infarto al miocardio, gota. De esta manera el tema de los lípidos resulta interesante e importante de abordar.

El propósito de este escrito es presentar un panorama general de lo que son y de lo que caracteriza a los distintos tipos de lípidos, orientando para ello la información hacia su relación con la ciencia y tecnología de los alimentos; se trata también los aspectos de la preparación y procesamiento de los mismos y se proporciona una breve reseña del papel que tienen en la nutrición y en la salud de los individuos en general.

Se espera que con este trabajo la imagen que de los lípidos tiene el común de las personas sea más positivo. Sin lugar a dudas los lípidos son elementos esenciales del cuerpo y de la salud de los seres humanos; prueba de ello es el papel que tienen en el ámbito cerebral; como componentes del tejido nervioso; por su función de capa protectora y aislante de órganos vitales; por su participación como constituyentes de las membranas de más de 10 billones de células que conforman a un organismo; además del hecho de que sin su presencia se tendrían padecimientos por la deficiencia de vitaminas liposolubles (A, D, E, K).

## Definiciones

La definición del término lípido es motivo de controversia. Los textos más antiguos definen a los lípidos como sustancias naturales insolubles en agua, pero solubles en solventes no polares como el hexano, benceno, éter, tetracloruro de carbono, etc. Esta definición abarca una gran cantidad de sustancias muy diversas (Braverman, 1990). Bajo esta consideración de solubilidad hay muchos compuestos, como terpenos y carotenoides, que también están incluidos. Otra definición limita la aplicación del término a "derivados reales" o potenciales de los ácidos grasos o sustancias estrechamente relacionadas (Chapman, 1990).

A pesar de las discrepancias que existen sobre la naturaleza química de los lípidos, la clasificación con base en la solubilidad es la más vigente (Baduí, 1996) y puede considerarse que los lípidos son un grupo de compuestos, generalmente constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno, que integran cadenas hidrocarbonadas, alifáticas o aromáticas, y que en ocasiones contienen fósforo o nitrógeno.

## Clasificación

Debido a que el número de sustancias consideradas como lípidos es muy grande, la manera de clasificarlas puede resultar difícil. No obstante, se encuentra

que si el enfoque es bioquímico, el énfasis se otorga a aquellos compuestos que son fuente energética en la dieta o que participan como constituyentes funcionales o estructurales de la célula, así como los que se incluyen en el metabolismo de los organismos.

En el caso de la ciencia de los alimentos, la clasificación se hace en función de su estructura química. Sin embargo, Fennema (1993) reconoce que este criterio resulta muy rígido para un grupo tan amplio y tan diverso, por lo que recomienda que se utilice sólo como una guía. A continuación se presenta un cuadro con dicha clasificación:

### Clasificación de los lípidos

#### A. *Lípidos Simples. Ésteres de ácidos grasos y alcoholes*

1. Grasas y aceites. Esteres de glicerol con ácidos monocarboxílicos
2. Ceras. Ésteres de alcoholes monohidroxilados y ácidos grasos

#### B. *Lípidos Compuestos. Lípidos simples conjugados con moléculas no lipídicas*

1. Fosfolípidos. Ésteres que contienen ácido fosfórico en lugar de un ácido graso, combinado también con una base de nitrógeno.
2. Glucolípidos. Compuestos de carbohidratos, ácidos grasos y esfingomicina, llamados también cerebrósidos
3. Lipoproteínas. Compuestos de lípidos y proteínas

#### C. *Compuestos asociados.*

1. Ácidos Grasos (derivados de los lípidos simples)
2. Pigmentos
3. Vitaminas liposolubles
4. Esteroles
5. Hidrocarburos

### Ácidos grasos

Dentro de la clasificación de los lípidos, los ácidos grasos son los más sencillos. Este término se refiere a todo ácido alifático monocarboxílico que puede ser liberado mediante hidrólisis de cualquier producto natural que lo contenga. En la estructura de cada ácido graso se puede apreciar una extremidad polar y por lo tanto hidrofílica y una no polar hidrofóbica e insoluble en agua. Dichos ácidos representan un alto porcentaje

en la composición de los triacilglicéridos, las grasas y los aceites ( Yufera, 1991 ).

Los estudios reportados en lo referente al campo de los alimentos indican que las diferencias de estabilidad, el comportamiento, la plasticidad, el estado físico, el patrón de cristalización, el índice de yodo, la temperatura de solidificación de las grasas y los aceites se deben fundamentalmente a la presencia y a la concentración de los ácidos grasos constituyentes (Chapman, 1990; Brownsell, 1996).

Los ácidos grasos se diferencian tanto en la longitud de la cadena carbonada como en la presencia o no de uno o más dobles enlaces (-CH=CH-) en la cadena. Los que no presentan dobles enlaces se denominan ácidos grasos saturados; los que tienen dobles enlaces se conocen como ácidos grasos insaturados. Si sólo presentan un doble enlace, se nombran como monoinsaturados, mientras que los que tienen dos o más dobles enlaces se denominan poliinsaturados.

Las distintas grasas contienen diferentes proporciones de ácidos grasos saturados e insaturados como se aprecia en la siguiente tabla:

PROPORCIÓN DE ACIDOS GRASOS SATURADOS E INSATURADOS EN DIFERENTES TIPOS DE ACEITES Y GRASAS ALIMENTICIAS

Aceite/grasa	Saturados	monoinsaturados	Poliinsaturado
Mantequilla	64	33	3
Margarina dura	38	49	13
Margarina blanda	33	44	23
Margarina (PUFAs)	20	17	63
Manteca de cerdo	45	45	10
Aceite de coco	91	7	2
Aceite de semilla de algodón	27	22	51
Aceite de maíz	17	31	52
Aceite de oliva	15	74	11
Aceite de palma	47	44	9
Aceite de cacahuate	20	50	30
Aceite de soya	15	25	60
Aceite de girasol	14	34	52

### Ácidos grasos saturados

Este grupo de compuestos está constituido principalmente por ácidos de 4 a 24 átomos de carbono. Su temperatura o punto de fusión aumenta con el peso

molecular. Así, los de C<sub>4</sub> a C<sub>8</sub> son líquidos a 25 °C, mientras que los de C<sub>10</sub> son sólidos; la solubilidad en agua es inversamente proporcional al peso molecular. Como ejemplos se pueden citar al ácido palmítico, que se encuentra en los lípidos de la palma, al ácido butírico que se halla en la leche y al ácido laúrico, que se encuentra en el aceite de coco.

Los ácidos grasos saturados de cadena corta contribuyen al aroma y al sabor de los derivados lácteos. Otro aspecto muy importante de estos compuestos es su relación con la salud del individuo; se considera que un consumo excesivo de ellos puede ser la causa de problemas de arteriosclerosis. Por ello se recomienda que no representen más del 10 % de las calorías de una dieta ( Garrow, 1998 ).

### Ácidos grasos insaturados

Debido a la presencia de insaturaciones, estos compuestos tienen una gran reactividad química. Son muy abundantes en los aceites vegetales y marinos y se ha observado que su temperatura de fusión siempre es menor que la de los saturados.

Un ejemplo de este tipo de ácidos grasos es el ácido linoleico, que esta considerado como ácido graso indispensable, y tal como ocurre con los aminoácidos indispensables, se requiere de un consumo continuo de este, ya que no se sintetiza en el organismo; se recomienda que represente de 1 a 2 % de los lípidos totales ingeridos. Se encuentra en un gran número de aceites y es uno de los más abundantes en el maíz, el algodón, el sorgo y la soya; forma parte constitutiva de la membrana de diferentes tejidos celulares, es precursor del ácido araquidónico (también indispensable) que se requiere para darle rigidez a la mitocondria de la célula, y se utiliza en la síntesis de las hormonas prostaglandinas. Entre las funciones que desempeñan los ácidos grasos indispensables está el mantenimiento de la piel, del pelo y del sistema reproductivo, así como de la regulación del metabolismo del colesterol.

En lo referente a su nomenclatura, ha sido revisada y se cuenta con una nomenclatura sistemática basada en el número de átomos de carbono de la cadena y en el número de dobles enlaces. Sin embargo, los nombres triviales derivados del nombre de la fuente de donde fueron aislados, no han sido sustituidos (Badui, 1996).

Se ha establecido una notación que indica la longitud de la cadena de los ácidos grasos y el número y posición de cualquier doble enlace que pueda estar presente. Por ejemplo, la notación 18:2 D<sup>9,12</sup> describe al ácido linoleico. El primer número -18, en este caso representa al número de átomos de carbono; el número siguiente se refiere a la cantidad de dobles enlaces; y los números como exponentes del símbolo D designan a los átomos de carbono numerados a partir del carboxilo terminal, al cual pertenecen los dobles enlaces .

Otro sistema de notación comúnmente utilizado localiza la posición de los dobles enlaces sobre los átomos de carbono a partir del grupo metilo o terminal omega (w) de la cadena (el carbono omega es el más alejado del carbono alfa, que es el carbono al cual está unido el grupo carboxilo). Así, el ácido linoleico se representa por 18:2 w-6. Recientemente se ha popularizado emplear la letra "n" en lugar del símbolo w. De este modo, el ácido linoleico se denota por 18:2 n-6.

En la nomenclatura química sistemática, las posiciones de los dobles enlaces carbono-carbono de los ácidos grasos se numeran a partir del grupo carboxilo. Bioquímicamente, lo importante en los ácidos grasos insaturados es la posición del doble enlace carbono-carbono que esté más cercano al grupo metilo. Por lo tanto, para propósitos bioquímicos y nutricionales se numeran los átomos de carbono desde este extremo.

## Isomerismo cis-trans

La configuración geométrica del doble enlace se designa generalmente con los prefijos "cis" (del latín, en el mismo lado) y "trans" (del latín, enfrente) que

indican si los grupos alquil están en el mismo o en distinto lado de la molécula.

En estado natural, la mayoría de ellos son cis, mientras que los trans se encuentran en grasas hidrogenadas comerciales. La presencia de cada uno de ellos influye considerablemente en las características físicas y químicas de los lípidos (Paul y Palmer, 1992 ).

En los ácidos grasos nutricionalmente importantes y en la estructura de la membrana, los dobles enlaces carbono-carbono están en configuración cis. Se ha reportado que los isómeros trans no tienen las funciones biológicas deseables de los cis y además los isómeros trans de ácidos grasos insaturados tienen efectos nocivos, ya que distorsionan la estructura de las membranas celulares. Se recomienda que el consumo medio

de ácidos grasos insaturados trans no debe exceder 2 % de la ingesta energética diaria ( Bender, 1996 ).

## Aceites y grasas

El importante grupo de alimentos conocido como grasas y aceites consiste en glicéridos (triacilglicéridos) que están constituidos por prácticamente 100 % de esteres de ácidos grasos con glicerol.

Es una convención empírica aceptada el designar con el nombre de "grasas" solamente a aquellos glicéridos que solidifican a temperatura ambiente, mientras que los que permanecen líquidos en estas condiciones se denominan aceites. De igual manera otros autores enfatizan que la diferencia es que las grasas son de origen animal y los aceites de origen vegetal (Braverman, 1990). En realidad se puede afirmar que los lípidos de origen vegetal son líquidos a temperatura ambiente mientras que los de origen animal son sólidos. En ambos casos encontramos excepciones.

De acuerdo a Wassef W. Nawar (1993), esta distinción entre grasas y aceites tiene poca importancia práctica y los términos pueden usarse indistintamente. Esta observación puede resultar una salida ágil para no entrar en discusiones vanas; sin embargo, una mejor apreciación es la que emite Baduí (1996), quien plantea que se denomina aceite (*oil*) al grupo de compuestos líquidos pertenecientes a los lípidos, existiendo los provenientes de vegetales y animales, conformados en su mayoría por triglicéridos, de igual manera, denomina grasa (*fat*) al grupo de lípidos constituido principalmente por triacilglicéridos, que a temperatura ambiente pueden ser líquidos ( aceites vegetales y de peces ) , sólidos ( de origen animal, como el sebo ) o semisólidos ( manteca de cerdo y cacao ).

## Acilglicéridos

Los acilglicéridos, lípidos neutros o sin carga , son los productos derivados de la reacción de escenificación entre el glicerol y una, dos o tres moléculas de ácidos grasos.

Todas las grasas y aceites naturales son mezclas de triacilglicéridos en los que los tres ácidos grasos que esterifican al glicerol suelen ser diferentes entre sí; el principio de la naturaleza en este caso, es una máxima heterogeneidad en los ácidos grasos sobre el glicerol (Braverman, 1990 ).

La nomenclatura de los triacilglicéridos depende de los ácidos grasos, de tal manera que cuando contienen un solo tipo se llaman simples y cuando poseen dos o tres ácidos se consideran como mixtos; los nombres de los simples se forman añadiendo el sufijo "ina" a la raíz que denota el ácido graso que contiene: triestearina sería el nombre de un triacilglicérido que contiene sólo ácido esteárico. También se puede nombrar usando la terminación "acilglicérido", en cuyo caso se llamaría triestearilacilglicérido.

Por otra parte, la nomenclatura de los mixtos se basa en indicar consecutivamente los tres ácidos grasos utilizando la terminación "il" o "ato" para cada uno; cuando se hace en forma ordenada se llama enumeración estero específica, y se denota con el prefijo "sn" que se escribe antes del nombre del compuesto. Por ejemplo, un triacilglicérido con los ácidos linoleico, esteárico y palmitíco en posiciones 1,2 y 3, respectivamente, se denomina sn-gliceril-1-linoleato-2-estearato-3-palmitato. Los que contienen dos ácidos grasos iguales y uno desigual se designan con el prefijo "di" o bien se numeran las posiciones donde se encuentran dichos ácidos.

El sentido común y varios reportes indican que las características físicas y químicas de los tracilglicéridos dependen fundamentalmente del tipo, la concentración y la forma de distribución de sus ácidos grasos en las tres posiciones.

Las posibles combinaciones son muy variadas, por lo que la distribución de ácidos en los triacilglicéridos mixtos ha sido motivo de muchas investigaciones, de ellas se han desprendido diferentes hipótesis para explicar este fenómeno. Entre ellas se puede citar la del "triacilglicérido simple"; la de la "distribución homogénea"; la de la "distribución al azar" (que por las desviaciones encontradas al comparar con las evidencias experimentales ha sido abandonada) y la llamada "distribución 1, 3 al azar, 2 al azar" (Fennema, 1993; Baduí, 1996).

Por otro lado, mediante diversos estudios en los que se han empleado enzimas se ha logrado elucidar la composición de los triacilglicéridos de diferentes orígenes, y se ha señalado que hay ciertas tendencias; por ejemplo, en las grasas de origen animal los ácidos palmitíco y esteárico están en las posiciones 1 y 3, mientras que la 2 contiene un ácido insaturado o ácido mirístico.

## Importancia tecnológica de la transesterificación

La transición sólido-líquido de las grasas posee considerable importancia tecnológica. Los triacilglicéridos que contienen una gran proporción de ácidos grasos no saturados poseen puntos de fusión más altos. Resulta así que la mayoría de los aceites vegetales son líquidos a temperatura ambiente. Además, los acilglicéridos pueden existir en varias formas cristalinas diferentes (polimorfismo), de allí que se presente el fenómeno de los puntos múltiples de transición de fase (fusión). Ha quedado establecido que la característica cristalina y el comportamiento en la fusión de las grasas no depende sólo de la composición de los ácidos grasos, sino también de la distribución de los mismos en las moléculas de los triacilglicéridos.

Gran parte del conocimiento actual con respecto a la estructura cristalina y al comportamiento de las grasas se deriva de los estudios de difracción de rayos x. Sin embargo, también se han logrado datos significativos mediante la aplicación de otras técnicas, como la resonancia magnética nuclear, la espectroscopía de infrarrojo, la calorimetría, la dilatometría, la microscopía y el análisis térmico diferencial (Badui, 1996; Skoog, 1997).

Esta información ha ofrecido una posibilidad muy importante en el campo de la tecnología de alimentos. Mientras que en el pasado el énfasis se otorgaba a la elaboración de mezclas de distintos aceites y grasas a fin de tener la misma composición en ácidos grasos, por ejemplo la manteca de cacao, y se encontraba que la consistencia y el comportamiento de fusión de dicha mezcla difería notablemente del producto objetivo, ahora se presta más atención para someter a dicha mezcla a un proceso de transesterificación, es decir, un intercambio controlado de ácidos **grasos** entre las distintas moléculas de triacilglicérido para obtener un producto con nuevas propiedades físicas. De esta manera la transesterificación es el proceso básico en la manufactura de grasas "hechas a la medida", tales como sustitutos de imitación para la manteca de cacao (Charley, 1997).

## Fosfolípidos

Los lípidos que pertenecen a esta clase contienen fosfato como un componente común y uno o más residuos de ácido graso. Su clasificación se hace difícil en

razón de su heterogeneidad; el subgrupo el de los fosfoglicéridos (también llamados glicerofosfátidos) es el más importante.

Dos hidroxilos del residuo del glicerol están esterificados con ácidos grasos. El tercer hidroxilo se encuentra unido al ácido fosfórico el cual a su vez esta ligado por una unión éster con X-OH , generalmente un amionalcohol.

El extremo de ácido fosfórico de la molécula es fuertemente polar e hidrofilico, mientras que las cadenas de ácidos grasos son no polares. Esta estructura dual (a veces llamada anfifática) hace de los fosfoglicéridos valiosos agentes tenso activos y estabilizadores de emulsiones.

Por tener un átomo de carbono asimétrico los fosfoglicéridos son ópticamente activos, aunque la mayoría pertenece al enantiómero de la serie alfa.

Los fosfolípidos tienen una gran importancia biológica debido a que intervienen en diversos pasos del metabolismo, son parte integral de las membranas y de otros constituyentes de las células (90% de la fracción lipídica de la mitocondria)

Los lípidos de la yema de huevo contienen 66% de triacilglicéridos, 5% de colesterol y 28% de fosfolípidos. De estos, el componente principal es la fosfatidilcolina, mejor conocida por su nombre común de lecitina, también se encuentra en el hígado, los aceites vegetales no refinados y es constituyente del tejido nervioso y del cerebro.

La lecitina desempeña un papel muy importante en las propiedades de textura de los alimentos, ya que actúa como emulsionante debido a que su molécula contiene una parte hidrófoba y otra hidrófila; el grupo fosfato y la base nitrogenada interaccionan con la fase acuosa mientras que la cadena hidrocarbonada lo hace con la fase lípida. Comercialmente se obtiene como subproducto de la refinación del aceite de soya. Su uso más importante es como antioxidante y emulsificante sobre todo en productos infantiles y de confitería; La corriente naturista promueve su consumo en cápsulas, para prevenir la arterosclerosis y retardar el envejecimiento.

## Esteroles y esteroides

Esta clase de lípidos se caracteriza por contener una estructura del hidrocarburo tetracíclico saturado llamado perhidrociclopentanofenantreno o núcleo esteroi-

de. Los esteroles,(subgrupo de los esteroides) son alcoholes monohidroxilados de estructura esteroidal, de los cuales el mas común es el colesterol.

El colesterol está presente sólo en tejidos animales y puede existir en forma libre o puede estar esterificado con ácidos grasos. Las carnes,la yema de huevo y los productos lácteos contienen grandes cantidades de colesterol . Se ha mencionado que el compuesto madre de todos los esteroides en el organismo es el colesterol ; diferentes esteroides se forman por sustitución de uno o mas de los hidrógenos por grupos hidroxilo o grupos cetónicos y en algunos casos por acortamiento de la cadena lateral.

El colesterol que se requiere para la síntesis de la membrana celular, y la cantidad mucho más pequeña que se necesita para la síntesis de hormonas esteroideas puede ser sintetizado en el organismo o proporcionado por la dieta. No hay requerimiento de colesterol en la dieta, una elevada concentración en plasma es un factor de riesgo para la aterosclerosis y la enfermedad cardiaca isquemica ; concentraciones de colesterol por encima de .5.2 mmol/ litro se asocian con incremento del riesgo ; y entre 4-4.5 mmol/ litro con el mínimo riesgo (Yamaguchi, 1998 ).

Es interesante hacer notar que del colesterol que se encuentra en el organismo humano ( por ejemplo en la sangre de 150 a 300 mg/ 100 ml), solo aproximadamente 35% proviene de la dieta y el resto es sintetizado en el hígado según la ruta del ácido mevalonico.

Apenas hay evidencia de que para la mayoría de las personas sanas la ingesta dietética del colesterol tenga algún efecto significativo sobre la concentración plasmática del colesterol. Diversos factores incluyendo la ingesta total de grasa dietética y la cantidad relativa de ácidos grasos saturados e insaturados, pueden afectar la cantidad de colesterol que se forma en el hígado. Los ácidos grasos saturados generalmente incrementan la velocidad de síntesis de colesterol y los ácidos grasos insaturados la reducen. Esta la base de la recomendación de que la grasa proporcione el 30% de la ingesta energética, con un solo 10% a partir de los ácidos grasos saturados..

Se considera que el uso excesivo del colesterol y de grasas saturadas aumenta el contenido del primero en la sangre; lo que a su vez puede provocar la deposición de plaquetas lipídicas que causan la

ateroesclerosis en las paredes arteriales, lo cual se relaciona con el transporte sanguíneo y con enfermedades cardiovasculares.

En general si la ingesta dietética de colesterol preformado es relativamente elevada, entonces la síntesis en el hígado se reducirá. Sólo en las personas con defectos genéticos del control de la síntesis del colesterol (hiperlipidemia familiar) la ingesta dietética del colesterol tiene un efecto significativo sobre el control plasmático .

Sin embargo las principales fuentes de colesterol preformado en la dieta, son las mismas grasas animales, que son las principales fuentes de ácidos grasos saturados (los cuales tienden a incrementar la síntesis de colesterol). Una menor ingesta de estos alimentos reducirá la ingesta de colesterol preformado y, lo que es más importante, reducirá la síntesis de colesterol en el organismo. (Con, 1996; Garrow, 1998).

En la yema de huevo, el colesterol representa 5% del total de los lípidos, lo que equivale aproximadamente a 225.27 mg. por cada huevo. En la leche está en una concentración de 120 mg. por litro, mientras que la carne de bovino presenta cerca de 75 mg. de colesterol por cada 100 g de porción comestible.

## Función de los lípidos

Las grasas y aceites son una parte integral de casi todos los alimentos, y aparte de su importante contribución como precursores de compuestos aromáticos, imparten suavidad en la corteza de pastelería, en los pastelillos de grasa y en las galletas. Aireando los batidos ó las masas ayudan a establecer la textura en los productos horneados. Las grasas contribuyen o modifican el sabor de los alimentos e influyen en la sensación bucal.

## Consistencia de las grasas

La consistencia de las grasas influye en sus propiedades funcionales, en la preparación de los alimentos. En este sentido se puede hablar de grasas líquidas a temperatura ambiente o grasas plásticas (grasas sólidas).

Se reporta que las grasas plásticas son un sistema de dos fases , similar al foundant y los helados. La fase sólida consiste en cristales de grasa rodeados por una fase líquida de aceite. La consistencia de la grasa plástica depende principalmente de la relación del volu-

men de cristales con el volumen de aceite. A medida que la temperatura de una grasa plástica se eleva, los cristales se derriten.

Las grasas con amplio intervalo plástico, tienen algunos glicéridos que permanecen en la forma cristalina a temperaturas elevadas y otros que permanecen líquidos a temperaturas bajas. Charley (1998) refiere que un intervalo plástico amplio y cristales pequeños son deseables en las grasas que serán "crema" (como para pastel a base de grasa). En el caso de la mantequilla uno de los atributos deseables como alimento untable de mesa es su palatabilidad al derretirse y esto se debe a su estrecho intervalo plástico. Los fabricantes de margarina han encontrado difícil de elaborar un producto con las características de fusión de la mantequilla. Otro ejemplo es la grasa del chocolate que tiene una fusión única, en este caso una alta proporción de las moléculas de triacilglicéridos en la cacao son idénticos, o sea, que contienen radicales de ácido palmítico, oleico y estearíco; con el oleico situado en el carbono central del glicerol. Otro componente principal es la oleoldiestearina. Estos dos triacilglicéridos en su forma cristalina estable, tienen puntos de fusión con diferencia de unos cuantos grados entre un o y otro y apenas por debajo de la temperatura corporal.

Esto le da al chocolate su agudo punto de fusión y el que no pueda masticarse. El chocolate para recubrir primero se funde y luego se enfriá y se agita para que se desarrollen muchos núcleos de cristal en la forma β estable. Si se presentan cristales inestables en el chocolate utilizado para cubrir un centro este eventualmente se funde y la grasa migra a la superficie donde se cristaliza. Estos cristales opacan la cubierta de chocolate y se dice que "florece".( Stuart, 1999)

## La grasa como medio para transferencia de calor

Las grasas se utilizan como medio para la transferencia de calor al freír los alimentos; puede ser mediante salteado o por inmersión profunda. Se establece que una grasa utilizada para freír debe carecer de olor, ser de sabor suave y un medio neutral para la transferencia de calor.

La grasa líquida es un buen conductor de calor, con la ventaja de que la temperatura obtenida por la grasa no es auto limitante debido a la ebullición, como sucede con el agua. Los alimentos calentados

en grasa no sólo se cuecen, sino que también su superficie se oscurece debido a reacciones de Maillard y de caramelización. Las temperaturas recomendadas para el freído varían entre 177 y 201°C. La superficie crujiente de los alimentos fritos ayuda tanto a su apariencia como a su sabor.

La absorción de la grasa durante el freído se debe mantener al mínimo, debido que los alimentos grasos son menos agradables y proporcionan mas calorías. Para ello se recomienda mantener al mínimo tanto el contacto en tiempo, como la superficie del alimento expuesto a la grasa; así como cubrir la superficie del alimento con huevo.

Otro ejemplo de función de las grasas en alimentos es en la obtención de pasta hojaldrada que se emplea para obtener productos de panificación como tartas y empanadas. El hojaldre esponjado se utiliza para rollos de carne molida, tartas y corteza superior de los pasteles de carne.

Una característica importante en la buena pasta hojaldrada es la suavidad, la pasta hojaldrada se debe cortar fácilmente con un tenedor y desintegrarse igualmente en la boca al morderla, pero no debe desmoronarse.

La grasa proporciona la suavidad a la pasta hojaldrada. La grasa logra su acción suavizante al hacer a prueba de agua las partículas de la harina. Tanto la proteína como el almidón en la harina tienen afinidad por el agua (contienen grupos polares). En las moléculas de grasa los grupos carbonilos son polares, estos grupos son los que hacen que la grasa se una en puntos estratégicos con los grupos polares sobre la superficie de las partículas de harina.

## Mantecas vegetales

En el caso de pasteles a base de grasa, una función de la grasa maleable es que sirve como medio para incorporar aire dentro de la mezcla. La mayor parte de las mantecas hidrogenadas que se consiguen en el mercado , contienen del 10 al 12% de gas por volumen. Este gas se distribuye en toda la grasa como burbujas de 2-10 micrómetros de diámetro (Paul y Palmer, 1992). En forma adicional cuando los pasteles se hacen con el método de acremado al trabajar la grasa en forma mecánica , se incorporan más burbujas de aire. La forma en que los cristales de una grasa plástica existen, influye en que también es posible acremarlo. Las gra-

sas plásticas, cuyos cristales son estables en la forma de beta prima, son excelentes para acremarlos. Dichas grasas incorporan burbujas de aire con un diámetro de un micrómetro ó menos. Entre más pequeño y numerosos sean los cristales, mas finas y numerosas serán las burbujas de aire que atrapa.

La mantequilla que no es aireada necesita mas acremado que la manteca hidrogenada . Además una manteca con un amplio intervalo plástico es mucho mejor para formar crema.

Una de las desventajas de usar mantequilla para hacer pasteles es su limitado intervalo plástico. Una baja en temperatura de unos pocos grados la hace demasiado dura para formar crema y el alce en la temperatura en un unos pocos grados la hace muy suave. En cambio las mantecas vegetales hidrogenadas mantienen la plasticidad deseable en un amplio intervalo de temperatura.

Además de incorporar aire, la grasa tiene otra importante función en los pasteles a base de manteca. Durante el horneado, los cristales en la grasa plástica se funden y hacen mas fluida y móvil la mezcla del pastel. Esta movilidad debe ser óptima en las mezclas para pasteles, dado su efecto en el grano y en las cualidades de textura del migajón (Charley, 1997).

## Funciones biológicas

Las grasas son una fuente concentrada de energía, suministrando algo mas de dos veces de calorías por gramo que las proteínas y los carbohidratos.

Por otro lado proporcionan una sensación de saciedad y contribuyen a la palatabilidad de los alimentos. El cuerpo humano procesa los lípidos con la ayuda de enzimas específicas para posteriormente emplearlos en diferentes procesos metabólicos.

De manera general las grasas y aceites tienen tres funciones. Actúan como reservas de energía, y como protectores contra el frío y otras influencias ambientales. Son importantes estructuras para la formación de las membranas celulares, que protege cada una de las células. Actúan también como precursores de diversas sustancias como las hormonas, prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos, etc., cuyas funciones son indispensables para el funcionamiento del organismo y están relacionadas con muchos procesos fisiológicos, como el funcionamiento del sistema nervioso central, la regulación de la presión arterial, la acción de otras

hormonas, reacciones inflamatorias y el mecanismo de defensa inmunológico.

Estas últimas funciones son realizadas de manera principal por los *ácidos grasos poliinsaturados (PUFA)*.

Los "PUFAs" pueden dividirse en dos grupos, omega-6(n-6) y omega-3(n-3), los cuales tienen diferentes efectos y funciones fisiológicas. Los principales n-6 "PUFAs" son el ácido linoleico y sus metabolitos los ácidos gama linolénico y araquidónico, presentes en los aceites vegetales. Los principales n-3 "PUFAs" son el ácido alfa linolénico y sus metabolitos el ácido eicosapentaenoico y el ácido docosahexaenoico, presentes en los vegetales de hojas verdes y principalmente en la grasa de variedades de pescado de aguas frías, como sardina, atún, trucha, bacalao, etc.

Debido a que el organismo no puede sintetizar ácidos grasos poliinsaturados, los "PUFAs" se denominan ácidos grasos indispensables, por lo tanto deben ser provistos en la dieta por medio de alimentos específicos. El organismo humano no puede funcionar de manera adecuada si existe una deficiencia de "PUFAs". Si la deficiencia se mantiene de forma prolongada, puede conducir a trastornos como daño a la piel, excesiva pérdida de agua a través de la piel, trastornos en el crecimiento y desequilibrio hormonal.

De igual manera en la literatura generada por los industriales que se han dedicado a elaborar concentrados que contengan los "PUFAs" y que se pueden adicionar a diversos alimentos como la margarina, el pan, productos lácteos, etc., se señalan algunos de los desórdenes asociados a la deficiencia de "PUFAs" n-3: enfermedades cardiovasculares, desordenes en lípidos sanguíneos, alta presión arterial y arterosclerosis, entre otras.

La inconsistencia de los resultados y la controversia con respecto a los efectos de las grasas saturadas o insaturadas en los lípidos sanguíneos y en la incidencia de la arterosclerosis es incluso mayor que la que implica el colesterol. La conclusión extraída de numerosos experimentos y citada repetidamente en varias revisiones, libros de texto, periódicos y otras formas de comunicación de masas, ha sido la de que las dietas que contienen grasas animales o vegetales hidrogenadas tienden a aumentar los niveles del colesterol del suero. Desgraciadamente, y a pesar de la ausencia de evidencias fidedignas, tal

conclusión ha sido aceptada como un hecho por muchas instituciones(Groff,1998).

De la misma forma existen datos convincentes que indican que los ácidos grasos poliinsaturados de la dieta son hipocolesterolémicos. Sin embargo, varios científicos han criticado tanto a la comunidad científica como a los publicistas comerciales por su excesivo entusiasmo a la hora de promover los beneficios de las grasas poliinsaturadas, advirtiendo sobre el hecho de que los poliinsaturados se promuevan impropriamente como agentes con propiedades curativas y preventivas de las enfermedades cardíacas. Estos críticos no sólo cuestionan la validez de la hipótesis que relaciona los ácidos grasos poliinsaturados con el bienestar cardiovascular, sino que también destacan el posible riesgo que conlleva el consumo excesivo de ácidos grasos poliinsaturados, riesgos que incluyen el aumento de la incidencia de cáncer, los daños a las células por los radicales libres, lesiones de la piel, aumento del nivel del ácido úrico del suero y el incremento de la producción de ceroides.(Wasef,1993; Sargent,1998) T

## Referencias

- ANCÍN, C.  
1998 Relation Between Fatty Acid content and its Evolution during Fermentation and utilization of Free Amino Acids in Vacuum-Filtered Viura Must. Journal of Agricultural & Food Chemistry 46(1), 42-48.
- BADUÍ, D.S.  
1996 Química de los Alimentos. 3<sup>a</sup> ed. Alambra Mexicana, México.
- BENDER, A.E.  
1990 Dictionary of Nutrition and Food Technology. 6th edn. London.
- BENDER, D.A.  
1996 Introducción a la nutrición y el metabolismo. Acribia S. A. Zaragoza, España.
- BEST, D.  
1999 Will Low Fat Food Hit New Heights? Prepared Foods. 168(2).
- BRAVERMAN, J.B.S.  
1990 Introducción a la Bioquímica de los alimentos. 2<sup>a</sup> ed. Manual Moderno, México.
- BROWNSELL, V. L.  
1996 La Ciencia Aplicada al Estudio de los Alimentos. Diana. México.

- CALDERÓN, A. E.  
 1993 Fruticultura General. 3<sup>a</sup> ed. Limusa, México.
- COON, E. E.  
 1996 Bioquímica fundamental. 5<sup>a</sup> ed. Limusa, México.
- CHARLEY, H.  
 1997 Tecnología de los Alimentos. 2<sup>a</sup> ed. Noriega, México.
- CHAPMAN, D.  
 1990 Introduction to Lipids. 3rd. Edn. Mc Graw Hill Publishing, New York.
- DYERBERG, J. L.  
 1996 Derived Polyunsaturated Fatty Acids and Preventions of Atherosclerosis. Nutr. Rev. 44: 125-134.
- FENNEMA, O. R.  
 1993 Introducción a la Ciencia de los alimentos. 3<sup>a</sup> ed. Acribia. Zaragoza, España.
- GAROW, J. S.  
 1998 Obesity and Related Disorders. Edinburg, Churchill, Livengstone.
- GROFF, J. L.  
 1998 Advanced Nutrition and Human Metabolism. 2th. Edn. West publishing Co. St. Paul M.N.
- LEHNINGER, A. L.  
 1996 Bioquímica. 3<sup>a</sup> ed. Omega. Barcelona, España.
- PAUL, C.P. Y PALMER, H. H.  
 1992 Food Theory and Applications. 3th Edn. John Wiley & Sons. Toronto, Canada.
- SARGENT, J. R.  
 1998 Flesh Lipid and Carotenid Composition of Scottish Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*), Journal of Agricultural & Food Chemistry; 46(1), 118-127.
- SKOOG, D.A.  
 1997 Análisis Instrumental. 4<sup>a</sup> ed. Mc Graw-Hill. Barcelona, España.
- STUART, P.  
 1999 Functional Food : Lots of Action; little Guidance. Prepared Foods 168(2).
- WASEF, W.N.  
 1993 Lípidos. Pp 157-255, en: Fennema, O.R. Introducción a la ciencia de los alimentos. Acribia, Zaragoza, España.
- WORTHINGTON, B. S.  
 1996 Nutrition Throughout the Life Cycle. 3<sup>a</sup> ed. Mc Graw-Hill. Boston. USA.
- YAMAGUCHI, M.  
 1998 Dose-Response Effect of Dietary Docosahexanoic Acid Profiles of Serum and Tissue Lipids in Rats. Journal of Agricultural & Food Chemistry 46(1), 184-193.
- YUFERA, E.P.  
 1991 Química Agrícola III alimentos. 2<sup>a</sup> ed. Alambra, Zaragoza, España.

**Carlos Guillermo Hernández**

*Universidad Tecnológica de la Mixteca*

*carlosh@mixteco.utm.mx*