# Procesos alternativos para la reducción de Grasas *Trans*

Ficha Nº 5

Téc. Magali Parzanese

Desde hace tiempo se conocen los efectos nocivos que tienen sobre la salud el consumo de alimentos con alto contenido de Ácidos Grasos *Trans* (AGT), principalmente la relación directa que se presenta entre una dieta rica en AGT y el aumento del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Esto se debe al impacto negativo que ocasionan sobre el metabolismo de los lípidos corporales: aumentan los niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL o colesterol "malo"), y disminuyen los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL o colesterol "bueno"). Estudios recientes muestran además que existe una correlación positiva entre el consumo de AGT y el desarrollo de la diabetes mellitus.

Como consecuencia de ello, desde hace algunos años se encuentran vigentes en muchos países numerosas regulaciones sobre el contenido de AGT en los alimentos. En Argentina la Resolución conjunta 149/2005 y 683/2005 que incorpora al Código Alimentario Argentino (CAA) las Resoluciones GMC N° 26/2003 "Reglamento Técnico Mercosur para Rotulación de Alimentos Envasados" y N° 46/03 "Reglamento Técnico Mercosur sobre Rotulado Nutricional de Alimentos Envasados", mediante las cuales entró en vigencia a partir de agosto de 2006 la obligatoriedad de declarar el contenido de AGT cuando su cantidad por porción sea mayor a 0,2 gramos. En enero del mismo año la Food and Drug Administration (FDA) había dictaminado incorporar los AGT en las etiquetas nutricionales de los alimentos cuando la cantidad por porción fuera de 0,5 gramos o superior. En diciembre de 2010 se publicó la Resolución Conjunta 137/2010 y 941/2010 de los Ministerios de Agricultura y de Salud incorporando el artículo 155 tris al Código Alimentario Argentino (ver Anexo). Allí se establece un plazo máximo para el reemplazo de las grasas trans en todos los alimentos que se comercialicen en la Argentina. Para difundirlo se lanzó la iniciativa "Argentina 2014 Libre de Grasas Trans". A partir de estas reglamentaciones, los sectores industriales debieron ocuparse en el desarrollo de nuevos productos que contengan la menor proporción de AGT posible o que carezcan de estos, debido a las exigencias tanto de los consumidores como de los organismos de control.

Los AGT que componen nuestra alimentación pueden ser de dos orígenes: biológico o tecnológico. Los de origen biológico se generan naturalmente por acción de microorganismos presentes en el estómago de los rumiantes, por lo cual la carne, leche y derivados lácteos de estos contienen pequeñas cantidades de AGT. Sin embargo más del 90% de los que consumimos resultan de procesos tecnológicos aplicados en la industria, principalmente de la hidrogenación parcial de aceites vegetales y/o marinos. Las industrias debieron asumir el desafío de reemplazar los procesos de hidrogenación tradicionales por otros que permitieran reducir el contenido de los AGT de sus productos. Para lograrlo se avanzó en la obtención de híbridos de especies vegetales, en el uso de grasas naturales sólidas y sus fracciones, en métodos como hidrogenación total, interesterificación, fraccionamiento y mezcla. Estos procesos en general se utilizan combinados y su objetivo principal es modificar los puntos de fusión de las grasas y aceites, para mejorar sus propiedades según sus aplicaciones específicas y aumentar su estabilidad.

## USOS DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE MODIFICACIÓN DE GRASAS Y ACEITES PARA ALIMENTOS

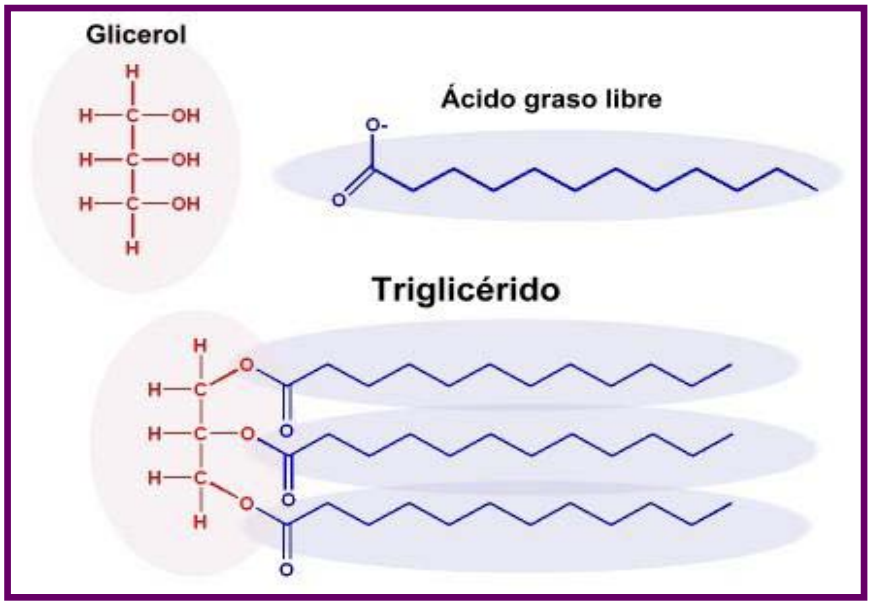
En la industria de alimentos los lípidos son utilizados en la formulación de varios productos, empleándose combinaciones de Ácidos Grasos (AG) saturados e insaturados según

las características buscadas. En muchos casos es necesario modificar el desempeño funcional de la fracción lipídica, lo cual se logra por medio de procesos físicos o químicos combinados o no. Como ya se mencionó, el desafío es utilizarlos de manera tal que no se formen los isómeros *Trans* o lo hagan en baja proporción, entre los métodos hasta ahora empleados se encuentran: desarrollo de híbridos de especies vegetales, procesos como interesterificación (química o enzimática), hidrogenación total o parcial, fraccionamiento de aceites y grasas, y blending. Vale aclarar que como la hidrogenación genera alto porcentaje de AG *Trans* se debe utilizar en combinación con otras técnicas.

Estas alternativas a las grasas *Trans* deben contemplar que es necesario lograr determinadas características en los productos según su uso, como el contenido de sólidos grasos (mayor o menor punto de fusión), la textura (plasticidad), evitar la oxidación (vida útil).

| Producto | | Funcionalidad |
|---|---|---|
| Margarinas | Panificados, batidos, masas húmedas | La margarina a utilizar debería tener un contenido equilibrado de AG saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. Son importantes en la formación de la estructura alveolar de una masa o batido (no forman una trama continua); influyen en el volumen, corteza, textura y vida útil del producto. |
| | Hojaldre | La margarina a utilizar debería tener mayor proporción de AG saturados y contenido moderado de mono y poliinsaturados, a fin de lograr buena plasticidad. |
| | Cremas artificiales | La materia grasa utilizada debería contener mayor proporción de AG saturados y monoinsaturados, a fin de no fundirse y lograr conservar su forma y textura al momento de consumo. |
| Grasas y aceites para frituras, desmoldantes, rociados industriales | | Los aceites utilizados deberían contener mayor proporción de AG saturados y monoinsaturados, y bajo de poliinsaturados, por ejemplo aceite de girasol alto esteárico alto oleico. Pueden emplearse además grasas de origen animal. Es importante para lograr estabilidad oxidativa del medio de fritura. |
| Ingredientes para productos terminados | Cremas artificiales de relleno | La materia grasa utilizada debería tener mayor proporción de AG saturados y contenido moderado de mono y poliinsaturados, a fin de lograr buena plasticidad y fluidez a las temperaturas de trabajo. A temperatura ambiente no deben fundirse o exudar para conservar su forma y textura al momento de consumo. |
| | Aderezos | El producto a utilizar debería contener mayor proporción de AG insaturados, a fin de otorgar adecuada textura y fluidez. |
| | Baños de repostería | El producto a utilizar debería contener elevada proporción de AG saturados, a fin de otorgar características como crocancia, textura suave y rango de fusión cercano a la temperatura de la boca. |

## ESTRUCTURA QUÍMICA DE LAS GRASAS Y FORMACIÓN DE LOS AGT




Fuente: http://www.medicinapreventiva.com.ve/laboratorio/trigliceridos.htm

Químicamente las grasas y aceites son triésteres de glicerol denominados triglicéridos (TG): están compuestos por tres AG unidos por un enlace éster a una molécula de glicerol. Las características físicas, químicas y biológicas de las grasas y aceites dependen de los ácidos grasos que componen los TG: de la longitud de su cadena, del grado de instauración y de su distribución sobre los tres grupos hidroxilo del glicerol. Por ejemplo aquellos que contienen mayor proporción de AG insaturados (presentan uno o varios enlaces dobles de carbono en la cadena hidrocarbonada) tienen menor punto de fusión, siendo líquidos a temperatura ambiente; los que están formados por mayor cantidad de ácidos grasos saturados (no presentan enlaces dobles de carbono en la cadena hidrocarbonada, son todos enlaces simples) son sólidos a temperatura ambiente, con mayor punto de fusión.

**Características de algunos Ácidos grasos comunes obtenidos de grasas y aceites**

| | Nombre común | Número de carbonos | Fórmula estructural | P.F. °C |
|---|---|---|---|---|
| Saturados | Láurico | 12 | $CH_3(CH_2)_{10}COOH$ | 44 |
| | Mirístico | 14 | $CH_3(CH_2)_{12}COOH$ | 58 |
| | Palmítico | 16 | $CH_3(CH_2)_{14}COOH$ | 63 |
| | Esteárico | 18 | $CH_3(CH_2)_{16}COOH$ | 70 |
| | Araquídico | 20 | $CH_3(CH_2)_{18}COOH$ | 77 |
| Insaturados | Oleico | 18 | $CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ (cis) | 13 |
| | Linoleico | 18 | $CH_3(CH_2)_4CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ (cis, cis) | -5 |
| | Linolénico | 18 | $CH_3CH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ (todo cis) | -11 |

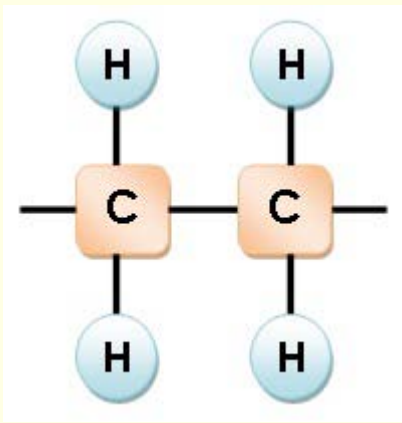
Fuente: Hart, Craine, Hart. Química Orgánica. Novena Edición.

Los AG insaturados presentan dos tipos de isomería estructural: posicional (varía la ubicación de los dobles enlaces en la cadena hidrocarbonada) y geométrica (cambia la estructura espacial del doble enlace), las que también influyen sobre las propiedades de los triglicéridos. Respecto a la isomería geométrica, los AG pueden ser:

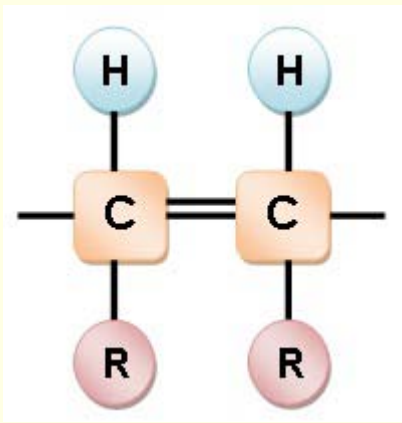
1. *Cis*: donde los grupos de átomos que continúan la cadena se ubican del mismo lado del plano de simetría que determina el doble enlace, o

*2. Trans:* los átomos que continúan la cadena se ubican a lados contrarios del plano de simetría que determina el doble enlace.

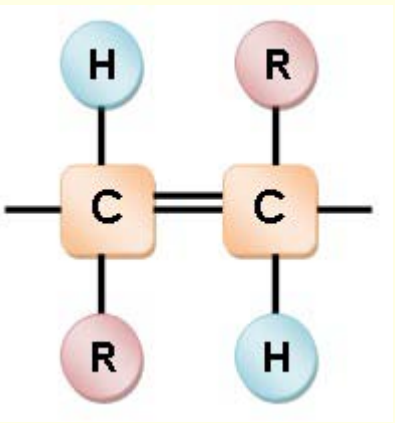
ESTRUCTURA MOLECULAR DE ÁCIDOS GRASOS SATURADOS E INSATURADOS




AG saturado




AG *cis* – insaturado




AG *trans* – insaturado

Los AG insaturados presentes en la naturaleza poseen fundamentalmente isomería cis, motivo por el que las funciones metabólicas y estructurales de los AG están relacionadas con este tipo de isomería. A pesar de esto la isomería *Trans* otorga a la molécula una estructura más lineal, por lo cual son termodinámicamente más estables. Esto explica el hecho que al abrirse un doble enlace por efectos físicos (temperatura, presión) o químicos (catalizadores metálicos, pH) que originalmente poseía isomería *cis*, se reestructura cambiando a la forma *trans*. Así, los AGT se originan de compuestos con isomería *cis* modificados por procesos biológicos o tecnológicos, que por ser más estables tienen un punto de fusión mayor siendo sólidos a temperatura ambiente. Adicionalmente, su estructura es similar a la de los AG saturados por lo cual modifican de la misma forma la estructura y función de las membranas celulares, causando efectos similares sobre la salud del consumidor, aunque los AGT son más nocivos que los saturados.

## PROCESOS DE MODIFICACIÓN ALTERNATIVOS

Como ya se mencionó las grasas y aceites obtenidos de especies vegetales o animales presentan características como rango de fusión, proporción de grasas sólidas, etc., que no siempre son las adecuadas para su aplicación en la industria de los alimentos. Debido a esto deben ser modificadas mediante diferentes procesos. Dichas características dependen fundamentalmente del tipo de AG que compongan los TG, por lo cual los procesos de modificación de aceites y grasas generalmente actúan sobre la estructura, proporción o distribución de los AG. El objetivo de estos procesos es obtener grasas base con características funcionales y físicas apropiadas para su aplicación en la industria alimentaria. Actualmente, y debido a las regulaciones vigentes, se busca además que no afecten las características nutricionales del producto, es decir

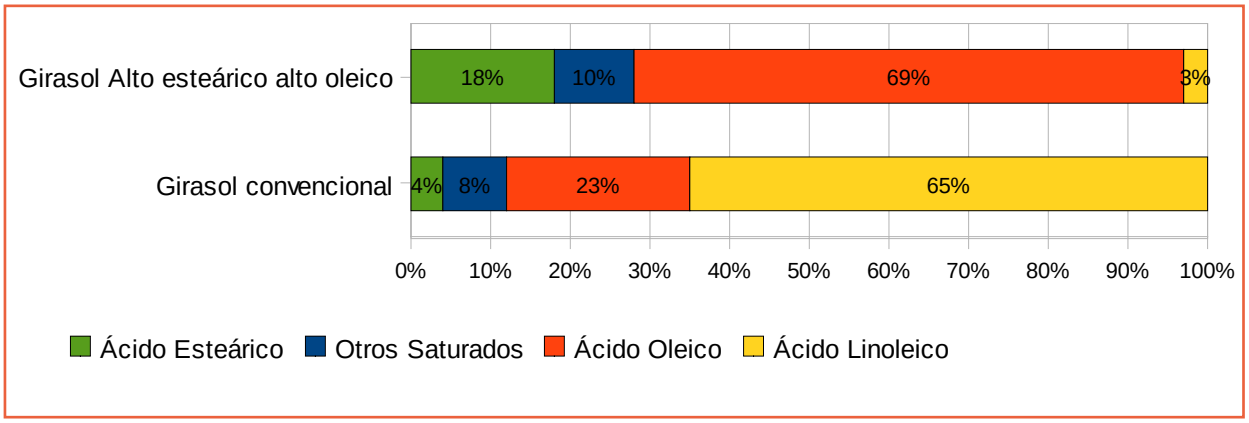
que se obtengan grasas y aceites saludables principalmente con reducido contenido de grasas *trans*.

## Obtención de híbridos de especies vegetales

Es posible obtener híbridos de especies vegetales para producir aceites con una composición determinada de AG. Se trata de aceites enriquecidos en ciertos ácidos grasos que aportan cualidades tanto funcionales como nutricionales significativas, por ejemplo se pueden obtener aceites con mayor proporción de ácido esteárico, que por ser saturado aumenta el punto de fusión del aceite, aporta mayor estabilidad oxidativa y no genera AGT. Estas variedades de aceites además pueden utilizarse como materias primas de otros procesos de modificación como fraccionamiento, interesterificación o mezcla, de los cuales se obtienen grasas adecuadas y saludables para su empleo en la industria de los alimentos. Como ejemplo de este tipo de aceites podemos mencionar al aceite de soja de alta concentración de ácido oleíco y baja concentración de ácido linolénico (Mid – Oleic / Low – Linoleic SBO), aceite de soja de bajo contenido de ácido linolénico (Low – Linolenic SBO), aceite de soja de mínimo contenido de ácido linolénico (Ultra Low – Linolenic SBO), aceite de girasol de alto contenido oleico (High – Oleic SFO).

En nuestro país desde hace algunos años se produce y recientemente se comercializa *aceite de girasol alto esteárico alto oleico*. Se trata de aceite extraído de semillas de girasol obtenidas por técnicas de hibridación convencional. El desarrollo de estos híbridos fue realizado por Advanta División Nutrisun (www.nutrisunoil.com), en su centro de biotecnología en Balcarce provincia de Buenos Aires, en conjunto con el Instituto de la grasa de Sevilla dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), España. Actualmente es comercializado por Advanta bajo la marca Nutrisun®.

Respecto a las diferencias en la composición y distribución de los AG entre este aceite y el aceite de girasol convencional, el alto esteárico alto oleico contiene 18% de ácido esteárico y 69% de ácido oleico, contra 4% y 23% respectivamente que contiene el convencional.




Eduardo Dubinsky y Rafael Garces, Aceite de Girasol Alto Esteárico Alto Oleico. Revista A&G, septiembre de 2011.

Dichas diferencias en la composición otorgan al aceite desarrollado en nuestro país notables características físicas, entre ellas se puede mencionar su alto punto de fusión (el aceite

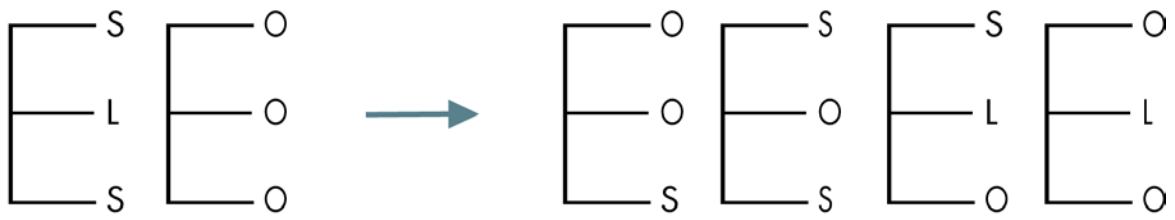
convencional es líquido a temperaturas superiores a -10°C y el alto esteárico alto oleico es sólido hasta temperaturas próximas a los 15°C). Asimismo, por su elevada composición de AG saturados el aceite alto esteárico alto oleico posee una estabilidad oxidativa mayor a la de otro tipo de aceites, incluso en mezclas. Esto indica que resultaría una alternativa válida a la utilización de aceites parcialmente hidrogenados ricos en AGT, ya que puede utilizarse en frituras industriales o domésticas, así como puede modificarse a través de distintos procesos para obtener materias grasas útiles en la fabricación de panificados, Equivalentes de Manteca de Cacao (EMC o CBE: Cocoa Butter Equivalents) y otros.

Desde el año 2008 el aceite de girasol alto esteárico alto oleico se cosecha en nuestro país, en España desde 2009 y en EEUU desde 2010. Por ello existen volúmenes disponibles de este aceite para la realización de pruebas industriales y también de sus fracciones para pruebas piloto o laboratorio. En el futuro se espera que sean desarrolladas nuevas generaciones de híbridos de girasol para brindar mayores rendimientos, tanto de grano como de materia grasa.

## Interesterificación

La Interesterificación puede definirse como la reacción mediante la cual los TG que forman las grasas o aceites se combinan con ácidos grasos libres (acidólisis), alcoholes (alcohólisis) u otros ésteres (transesterificación). Consiste fundamentalmente en el intercambio entre los diferentes grupos mencionados y los AG que componen los triglicéridos de la grasa o aceite que se quiere modificar. Entre los tres tipos de interesterificación enunciados, el más utilizado en la industria de grasas y aceites es el de transesterificación, ya que generalmente la interesterificación se aplica a una mezcla de dos o más aceites cuyas características físicoquímicas son marcadamente diferentes. Cabe destacar que el proceso de interesterificación sólo produce una recombinación entre los AG que componen a los TG, por lo cual la composición porcentual de los AG permanece idéntica a la de la mezcla original, pero como consecuencia del reordenamiento que se produce las propiedades físicas se modifican.

**Intercambio de ácidos grasos entre dos triglicéridos diferentes mediante interesterificación**




S: Ácido Esteárico L: Ácido Linoleico O: Ácido Oleico

Por lo tanto la interesterificación permite obtener materias grasas con propiedades físicas regulares a partir de formulaciones (mezclas) elaboradas con diversas materias primas, las que se combinan según la funcionalidad requerida para el producto final. Este proceso a diferencia de otros como la hidrogenación no actúa sobre la estructura de los AG, razón por la cual no se produce isomerización ni geométrica ni posicional de los enlaces dobles y por lo tanto no se forman AGT.

La interesterificación puede ocurrir espontáneamente a altas temperaturas (al azar)

aproximadamente a 250°C o por la acción de un catalizador. Según el tipo que de catalizador que se utilice la interesterificación puede ser química o enzimática. En la industria se aplica generalmente la interesterificación enzimática también llamada bio-interesterificación, debido a que el proceso de interesterificación química presenta algunas limitaciones e inconvenientes.

**a. Interesterificación química.**

La interesterificación química es inducida por catalizadores químicos como metales alcalinos, alcoholatos e hidróxido de sodio con glicerol. El más utilizado es el metóxido de sodio en concentraciones entre 0,1% y 0,6% (p/p). Además del catalizador químico se requiere un medio anhidro y altas temperaturas, que pueden alcanzar los 200°C en procesos industriales. La gran desventaja de la interesterificación química es que el intercambio de los AG se hace al azar, es decir las posiciones 1, 2 y 3 de la molécula de glicerol son esterificadas indistintamente, por lo cual se producen mezclas de TG de composición variable.

La efectividad de la interesterificación química depende del estado inicial de la mezcla de aceites, debiendo ser la acidez libre y la humedad inicial menores a 0,1% y 0,01% respectivamente. El proceso se divide en tres etapas: inducción, intercambio y término, y finaliza cuando se alcanza el equilibrio termodinámico de la reacción. La ventaja de la interesterificación química frente al uso de enzimas es su menor costo tanto en equipamiento como en insumos. Sin embargo se requiere de etapas posteriores para eliminar el color oscuro que adquiere el aceite por su exposición a altas temperaturas, como también los subproductos que se forman en la reacción (jabones de sodio y otros).

**b. Interesterificación enzimática.**

El proceso de interesterificación enzimática utiliza lipasas como catalizadores biológicos de la reacción. Estas enzimas son parte de la familia de las hidrolasas, ya que catalizan la hidrólisis de triglicéridos en la interfase lípido-agua. Se obtienen principalmente de la fermentación de microorganismos como *Aspergillus oryzae, Rhizopus niveus, Rhizopus oryzae, Thermomyces lanuginosus* y *Rhizomucor miehei,* las cuales actúan sobre las posiciones 1,3 de los triglicéridos. Las lipasas obtenidas de microorganismos como *Pseudomsonas sp, Arthrobacter sp,* y *Candida antarctica*, actúan sobre la posición 2 de los TG presentando también actividad sobre las posiciones 1,3 (Chandler, 2001). Aquella utilizada comúnmente en la industria alimentaria es la 1,3-lipasa de *Rhizomucor miehei* inmovilizada, la cual es comercializada por Novozymes (www.novozymes.com), Biocatalysts (www.biocatalysts.com). Ésta enzima es considerada por la FDA como sustancia GRAS (Generally Recognised As Safe).

Las enzimas pueden utilizarse inmovilizadas dentro de reactores de lecho fijo lo que permite su reutilización en operaciones discontinuas o continuas. Para optimizar el proceso se utilizan varios de estos reactores (cuatro o más) conectados en serie con contracorriente. El primer reactor contiene el lecho de enzimas más antiguo y actúa como purificador eliminando todas aquellas impurezas que pudieran tener efectos negativos sobre las enzimas, de esta forma sólo afectan a este reactor, siendo por esto el de menor nivel de actividad. Contrariamente el último reactor de la serie es el más activo y también el más protegido contra las impurezas.

Para llevar adelante la interesterificación enzimática es necesaria la presencia de agua a fin de activar la lipasa y causar la hidrólisis de glicéridos interestificados sobre acilglicerol específicos.

Ventajas de la interesterificación enzimática sobre la química:

- Temperaturas de reacción bajas (próximas a los 70°C).

- No se requieren etapas posteriores de blanqueo ni de eliminación de subproductos.
- No se generan efluentes líquidos residuales.
- No hay manejo de productos químicos.
- Alta selectividad y especificidad de las lipasas.

Respecto al último ítem es importante destacar que el con empleo de dichas lipasas específicas que actúan sobre las posiciones 1, 3 de los TG, se preserva la posición 2 la cual generalmente se encuentra ocupada por ácidos grasos esenciales (ácidos grasos que el organismo no puede sintetizar por lo que deben ser obtenidos de los alimentos que ingerimos) que por su ubicación son metabolizados por el organismo más fácilmente. Esta selectividad no se puede lograr en la interesterificación con catalizadores químicos.

## Fraccionamiento

El fraccionamiento es un proceso físico de separación, que permite aislar las diversas clases de TG sin cambiar la distribución ni posición de los AG. Se emplea en la industria de grasas y aceites para aumentar el rendimiento, el valor comercial o para obtener productos especiales que posean determinados puntos de fusión y textura. Se puede aplicar a los aceites crudos, desacidificados y blanqueados o a los aceites que solamente se han blanqueado.

Debido a que las grasas y aceites no son sustancias homogéneas no tienen un punto de fusión definido sino que presentan un rango de fusión. Esta característica se utiliza para llevar adelante el proceso de fraccionamiento en el cual los aceites son separados generalmente como una mezcla de cristalización parcial, en una fase líquida (oleina) y otra sólida (estearina) (Thomas III, 1985).

El proceso de fraccionamiento se emplea en casos como: obtención de oleína del aceite de palma para su utilización en mezclas con otros aceites vegetales; obtención de oleomargarina y oleoestearina de la grasa de vacuna; elaboración de EMC a partir de fracciones de grasas y aceites vegetales como palma, girasol alto esteárico alto oleico, illipe (Shorea spp.), otros; reemplazantes de la manteca de cacao (RMC o CBR: Cocoa Butter Replacers) obtenidos por hidrogenación y fraccionamiento de palma, soja, otros; obtención de oleína de aceite de pescado hidrogenado para combinar con aceites vegetales.

Tipos de fraccionamiento:

A. Sedimentación por gravedad y por refrigeración indirecta. Se empleaba antes de la aparición del fraccionamiento industrial; la separación de las distintas fracciones mediante la sedimentación por gravedad de los sólidos, conllevaba una gran pérdida de aceite.

B. Adición de agentes de superficie activa y centrifugación.

C. Fraccionamiento en “seco”: la grasa / aceite se funde completamente, tras lo cual es enfriada, formándose cristales de los triglicéridos de mayor punto de fusión, que se separan por filtración.

D. Fraccionamiento con disolventes: La grasa o aceite a fraccionar se disuelve con un disolvente como acetona o hexano, tras lo cual se deja enfriar la solución. Así se inicia la formación de cristales de los triglicéridos con mayor punto de fusión, que se separan por filtración, mientras que las fracciones se recuperan por evaporación del disolvente.

## Hidrogenación total

La hidrogenación es un proceso químico de transformación de aceites que se realiza con el fin de aumentar su plasticidad a temperatura ambiente, mediante la conversión de los ácidos grasos insaturados en saturados. Los principales parámetros a controlar son la temperatura inicial, la presión del hidrógeno, el tipo y la cantidad de catalizador, el diseño del reactor, el tipo y la calidad del aceite. La hidrogenación puede ser de dos tipos: parcial o total, la primera como ya se mencionó da como resultado grasas sólidas con alto contenido de AGT; sin embargo cuando se lleva a cabo la hidrogenación total o full hidrogenación sólo se obtienen AG saturados de alto punto de fusión. Estos pueden ser útiles como ingredientes en mezclas con otros aceites que no contengan AGT, los cuales pueden además recombinarse mediante interesterificación.

## Mezcla o blending

La mezcla de aceites de bajo contenido en *Trans* se realiza generalmente como una etapa previa a la interesterificación, aunque también suele hacerse posteriormente entre un aceite interesterificado y aceites vegetales fraccionados, entre otros. Es un proceso de modificación que permite obtener materias grasas cuya funcionalidad es específica para un fin determinado (margarinas para productos horneados, para masas y batidos, para fritura y otros) y presenta ventajas en cuanto a costos y disponibilidad.

Una de las materias primas más utilizadas en la mezcla con otros aceites es el de palma y sus fracciones: estearina de palma (fracción sólida) obtenida del proceso de fraccionamiento del aceite refinado, blanqueado y desodorizado y oleína de palma (fracción líquida), obtenida a partir del primer fraccionamiento después del proceso de cristalización a temperatura controlada. La estearina de palma se caracteriza por su consistencia sólida a temperatura ambiente y por estar libre de ácidos grasos trans, mientras que la oleína es un producto líquido a temperaturas cálidas.

Estearina de Palma

Oleína de Palma

Respecto a la fracción sólida del aceite de palma se aplicación se da en mezclas con oleína de palmiste, aceite de coco, aceite de canola, aceite de soja y otros, en la formulación de margarinas, grasas sólidas para panadería, shortenings, margarina para hojaldre y otras.

La oleína de palmiste, por otro lado, es utilizada de forma pura o en mezcla como aceite líquido comestible, para su aplicación en frituras industriales, platos congelados y deshidratados. Además en mezclas con otros aceites y grasas, resulta muy adecuada para la formulación de alimentos para bebés, como sustituto lácteo y en baños de repostería de distintos productos.

# ANEXO

## Artículo correspondiente al Capitulo III, Condiciones generales

Art 155 tris - El contenido de ácidos grasos trans de producción industrial en los alimentos no debe ser mayor a: 2% del total de grasas en aceites vegetales y margarinas destinadas al consumo directo y 5% del total de grasas en el resto de los alimentos. Estos límites no se aplican a las grasas provenientes de rumiantes, incluyendo la grasa láctea.

## Artículos correspondientes al Capítulo VII: Alimentos Grasos, Aceites Alimenticios del Código Alimentario Argentino

Art. 528 tris - (Res. Conj. 84/2009 SPRI y 709/2009 SAGPA) Con la denominación de **aceite de girasol Alto Esteárico-Alto Oleico (AEAO)** se entiende aquel aceite de girasol cuyo contenido de ácido oleico sea igual o mayor a 60% y cuyo contenido de ácido esteárico sea igual o mayor a 15% sobre el total de ácidos grasos.

Deberá responder a las siguientes características físico-químicas:

- Densidad relativa a 25/4ºC: 0,9061 a 0,9079.
- Indice de refracción a 25ºC: 1,4653 a 1,4668.
- Indice de yodo (Wijs): 58 a 72.

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

Acido láurico (C12:0): No perceptible.

Acido mirístico (C14:0): No perceptible.

Acido palmítico (C16:0): 4,4 – 6,3.

Acido palmitoleico (C16:1): No perceptible.

Acido heptadecanoico (C17:0): No perceptible.

Acido heptadecenoico (C17:1): No perceptible.

Acido esteárico (C18:0): 15,0 – 25,9.

Acido oleico (C18:1): 60,0 – 72,4.

Acido linoleico (C18:2): 4,9 – 5,6.

Acido linolénico (C18:3): 0 – 0,1.

Acido araquídico (C20:0): 1,1 – 1,9.

Acido behénico (C22:0): 1,5 – 3.

Acido lignocérico (C24:0): 0 – 0,4.

Art 548 - (Res 2012, 19.10.84) Se denomina **Aceite o grasa hidrogenada**, el producto obtenido por hidrogenación, mediante gas hidrógeno en presencia de catalizadores metálicos tales como níquel, cobre, cromo, manganeso, molibdeno, platino, paladio, de los aceites o grasas

alimenticios incluidos en el presento Código.

Deberá ser sometida sin excepción, a procesos de desodorización.

Las características fisicoquímicas serán las siguientes:

- Pérdida por calentamiento a 105°C, Máx: 0,3%
- Punto de fusión, Máx: 45°C
- Acidez libre, Máx: 0,60 mg KOH/g (0,30% como ác. oleico)
- Contenidos de jabón, Máx: 0,005% como oleato de sodio
- Insoluble en éter de petróleo, Máx: 0,05% en peso
- Indice de peróxido, Máx: 5,0 milieq. de Oxígeno/kg
- Hierro, Máx: 1,5 mg/kg como Fe
- Cobre, Máx: 0,2 mg/kg como Cu
- Plomo, Máx: 0,1 mg/kg como Pb
- Arsénico, Máx: 0,1 mg/kg como As
- Catalizadores residuales, Máx: 0,2 mg/kg como metal, con la excepción del cromo que deberá ser inferior a 0,05 mg/kg, como Cr

Los aceites y grasas hidrogenados que por razones tecnológicas sean de uso obligado en la elaboración de algunos productos alimenticios podrán presentar un punto de fusión superior a 45°C. A tal fin se los considerará como aditivos y no deberán constituir más del 5% de la materia grasa.

Art 548bis - (Res 2012, 19.10.84) Se denomina **Aceite o Grasa interesterificada**, el producto obtenido por modificación de su estructura glicerídica por reordenamiento molecular de los ácidos grasos sobre el glicerol.

Se denomina Aceite o Grasa transesterificada, si se trata de una mezcla de aceites o grasas.

Se autorizan como catalizadores el amiduro de sodio, metilato de sodio, etilato de sodio o sodio metálico.

Catalizador residual, Máx: 50 mg/kg.

El procedimiento se declarará en el rotulado con la expresión de aceite o grasa interesterificada o transesterificada según corresponda.

Art 551 - (Res 511, 9.4.86) Con la denominación de **Margarina** se entiende el alimento constituido por una fase acuosa íntimamente mezclada con una fase grasa alimenticia formando una emulsión plástica. La fase grasa podrá estar constituída por:

a) Grasas animales comestibles (enteras o fraccionadas).

b) Aceites vegetales comestibles.

c) Aceites y/o grasas comestibles hidrogenados, los que no podrán constituir la totalidad de la fase grasa, debiéndose incluir obligatoriamente en la misma aceites o grasas no hidrogenados.

d) Aceites y grasas interesterificados y/o transesterificados.

e) Mezcla de las substancias grasas mencionadas precedentemente.

f) Grasa de leche, Máx: 5,0% en peso.

En la elaboración de la margarina queda permitido el empleo de los siguientes ingredientes y aditivos:

a) Leche pasteurizada, leche en polvo (entera, parcial o totalmente descremada) y/o crema de leche pasteurizada.

b) Edulcorantes nutritivos, autorizados por el presente Código, Máx: 2% en peso.

c) Proteínas comestibles incluyendo, pero no limitadas a, suero líquido, condensado o seco, suero modificado por la reducción de lactosa y/o minerales, componentes del suero libre de lactosa, albúmina, caseína, caseinato, en cantidades no mayores a las requeridas para lograr el efecto deseado.

d) Sal (cloruro de sodio), Máx: 3% en peso.

e) Colorantes de origen vegetal de uso permitido consignados en el Artículo 1324 del presente y/o sus equivalentes sintéticos.

f) Diacetilo, como reforzador de la aromatización biológica, Máx: 1 mg/kg (1 ppm).

g) Aromatizantes sintéticos cuyos componentes, purezas y dosis hubieren sido previamente autorizados por la autoridad sanitaria nacional.

h) Antioxidantes y sinergistas autorizados en el Artículo 523bis y en las concentraciones que correspondan según su contenido graso.

i) Substancias conservadoras: ácido sórbico y/o ácido benzoico y/o sus sales autorizadas por el presente Código en cantidades no superiores a 1 g/kg (1000 ppm) expresados como ácidos.

j) Agentes emulsionantes: los consignados en el Artículo 550 y en las mismas proporciones.

k) Lecitina, Máx: 0,2% en peso.

l) Vitaminas: sólo se autoriza en las margarinas rotuladas para untar y en las siguientes cantidades:

Vitamina A: 15.000 a 30.000 UI/kg equivalente a 4500 a 15.000 microgramos/kg de retinol.

Vitamina D: 1.500 a 3.000 UI/kg equivalente a 37,5 a 75,0 microgramos/kg de colecalciferol.

La margarina deberá responder a las siguientes características y/o exigencias físicas, químicas y microbiológicas:

1. El contenido de materia grasa no será menor de 80,0% en peso.

2. La cantidad de agua no será mayor de 16% en peso.

3. La fase grasa presentará un punto de fusión no mayor de 42°C en las margarinas para untar y de 48°C en las margarinas para uso culinario.

4. Deberá presentarse sólida a 20°C, su textura será lisa y homogénea sin cámaras de agua o aire.

5. Presentará una distribución y tamaño razonablemente uniforme de los glóbulos de agua al examen microscópico en capa delgada entre porta y cubreobjeto.

6. Presentará color amarillento uniforme y no evidenciará sabores y olores extraños.

7. El contenido de metales y catalizadores residuales no será superior al indicado en el Artículo 548 del presente Código.

8. Cumplirá con las siguientes exigencias microbiológicas:

- Bacterias coliformes, Máx: 10/g
- Escherichia coli, ausencia en 1g
- Bacterias proteolíticas, Máx: 50/g
- Bacterias lipolíticas, Máx: 50/g
- Hongos y/o levaduras, Máx: 50/g

La margarina deberá ser envasada en recipientes o envolturas impermeables, previamente autorizados por la autoridad sanitaria competente.

Deberá rotularse con la denominación de:

Margarina con caracteres de color rojo, de buen realce y visibilidad, cuyo tamaño no podrá ser menor que el de cualquier otra inscripción o designación del rotulado con excepción de la marca.

Se indicará en el rótulo para untar o para repostería cuando corresponda.

Deberán consignarse en el rótulo, en forma genérica, los aditivos empleados y optativamente la lista completa de los ingredientes según el orden decreciente de sus proporciones.

Deberá consignarse con caracteres bien visibles en el rótulo o en las tapa de los envases el mes y año de elaboración así como la leyenda conservar refrigerado o similar.

En caso de utilizarse papel impermeabilizado la fecha deberá ser bien legible, impresa o perforada.

La perforación no debe exponer el contenido al medio ambiente.

En caso de agregarse vitamina A y/o D deberán ser claramente declaradas en el rotulado, así como su concentración.

Estos productos se considerarán como productos dietéticos por lo que deberán cumplir con las exigencias consignadas en el Cap XVII del presente Código.

Art 552 - (Res 2012, 19.10.84) Con la denominación de **Aceites y Grasas para fritura industrial**, se entienden los aceites y grasas utilizados en la producción industrial de alimentos fritos.

Deberán reunir las características y responder a las exigencias de los aceites y grasas incluidos en el presente Código y estar obligatoriamente adicionados de antioxidantes y/o sinergistas autorizados según el Artículo 523bis, Inc 2, 3, 4, 6, 7, 8 y 9.

Se permite el agregado de metilsilicona como antiespumante en cantidad no superior a 10 mg/kg (10 ppm).

De acuerdo con las condiciones en que se realice el proceso de fritura, la autoridad sanitaria competente podrá desestimar el uso de aceites cuyo contenido en ácido linolénico sea superior al 2% de los ácidos grasos.

Art 552bis - (Res 2012, 19.10.84) Los aceites y grasas de frituras usados serán

considerados como no aptos para su utilización cuando:

a) Presenten alteraciones y/o deficiencias en sus características sensoriales: olor, color, sabor, turbidez y otras.

b) Presenten un punto de humo de 170°C o menor. En caso de disponer del aceite o grasa sin usar, la diferencia entre los puntos de humo respectivos no deberá ser mayor de 50°C.

c) Presenten un contenido de ácidos grasos oxidados, insolubles en éter de petróleo, mayor de 1,0%.

d) Presenten una acidez libre mayor de 2,50 mg KOH/g (1,25% como ácido oleico).

Art 552tris - (Res 2012, 19.10.84) a) Con la denominación **Crema Artificial**, Imitación crema, se entiende el producto de textura cremosa constituido por una emulsión de substancias grasas alimenticias y agua potable, adicionada de edulcorantes nutritivos autorizados.

La fase grasa podrá estar constituída por los mismos aceites y grasas empleados en la elaboración de margarina (Artículo 551).

Queda permitido el empleo de los ingredientes y aditivos admitidos para margarinas (Artículo 551) Pudiéndose incorporar substancias gelificantes, estabilizantes y/o espesantes autorizados por el presente Código en cantidades necesarias para el fin propuesto.

La crema artificial deberá responder a las siguientes exigencias y/o características físicas, químicas y microbiológicas:

1. El contenido de materia grasa estará comprendido entre 25 y 60% en peso.

2. La fase grasa presentará un punto de fusión no mayor de 42°C.

3. El contenido de metales y catalizadores residuales no será superior al indicado en el Artículo 548 del presente Código.

4. Cumplirá con las exigencias microbiológicas consignadas en el Artículo 551, Inc 9.

5. Deberá contener una substancia testigo constituída por almidones o féculas en cantidad entre 0,1 y 0,3% en peso.

La crema artificial deberá expenderse en envases bromatológicamente aptos, previamente aprobados por la autoridad sanitaria competente.

Deberá rotularse con la denominación de:

Crema artificial o Imitación crema, como leyenda principal, con caracteres de buen realce y visibilidad cuyo tamaño no podrá ser menor que el de cualquier otra inscripción o designación del rotulado.

Deberá consignarse el mes y año de elaboración, la fecha de vencimiento y la leyenda Conservar refrigerado o similar con caracteres bien visibles.

Deberá consignarse en forma genérica, los aditivos empleados y optativamente la lista de ingredientes según el orden decreciente de sus proporciones.

b) Con la denominación de Polvo para preparar crema artificial o Polvo para preparar imitación crema, se entiende el producto en polvo elaborado sobre la base de las materias grasas, ingredientes y aditivos autorizados precedentemente en este artículo, pudiendo estar adicionados de los fosfatos permitidos por el presente Código.

Deberán presentar un contenido máximo de humedad de 5% y responder a las siguientes

exigencias microbiológicas:

I. Ausencia de germenes patógenos.

Esta exigencia se dará por no cumplida si presentan:

1. Recuento de bacterias mesófilas aerobias, PCA, 30°C, 72 h: mayor de 10.000/g.
2. Recuento de bacterias termófilas: mayor de 5000/g.
3. Bacterias coliformes: más de 10/g.
4. Bacterias coliformes fecales: más de 1/g.
5. Estafilococos aureus coagulasa positiva: más de 10/g.
6. Salmonellas: presencia en 25g.

II. Hongos y/o levaduras, Máx: 50/g.

Deberán envasarse en envases bromatológicamente aptos debiendo consignar en el rotulado su denominación

Polvo para preparar crema artificial o Polvo para preparar imitación crema, en caracteres de buen e igual tamaño, realce y visibilidad para la palabra crema, artificial y/o imitación, la fecha de vencimiento y la cantidad de producto terminado que se puede preparar de acuerdo con la forma de reconstitución indicada con el contenido del envase.

## FUENTES CONSULTADAS


- Lic. Ricardo Pollak, Ingredientes nutritivos para una alimentación saludable. Revista A&G, septiembre de 2011.
- Eduardo Dubinsky y Rafael Garces, Aceite de Girasol Alto Esteárico Alto Oleico. Revista A&G, septiembre de 2011.
- Crisalejandra Rivera-Pérez, Fernando García-Carreño, Enzimas Lipolíticas y su aplicación en la industria del Aceite. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California Sur, 23000, México. Revista BioTecnología. Vol. 11 No. 2
- Dr. José Legua Cárdenas, Interesterificación química de aceite para la obtención de una grasa base sin ácidos grasos trans. Reista del Instituto de Investigaciones FIGMMG.
- Valenzuela B. Alfonso, Ácidos Grasos con Isomería Trans I. Su origen y los efectos en la salud humana. Rev. Chil Nutr Vol. 35, N°3, Septiembre 2008.
- Valenzuela B. Alfonso, Ácidos Grasos con Isomería Trans II. Situación de Consumo en Latinoamérica y Alternativas para su sustitución. Rev. Chil Nutr Vol. 35, N°3, Septiembre 2008.
- Guerrero Riquelme, Iván Roberto, Desarrollo de un sistema de Interesterificación enzimática para la obtención de bases grasas con bajos porcentajes de Ácidos Grasos Trans. Santiago, Chile 2005.
- Farfán Martinez, Irma Mariel. Obtención de una base grasa para margarina mediante interesterificación química y enzimática de una mezcla aceite de nuez – aceite de soja *full* hidrogenado. Santiago, Chile noviembre 2007.
- Aceites Saludables y la eliminación de ácidos grasos trans de origen industrial en las Américas. Iniciativa para la prevención de enfermedades crónicas. Organización Panamericana de la Salud.
- Hart, Craine, Hart. Química Orgánica. Novena Edición.
- Costales-Rodrıguez Raquel, Gibon Véronique, Verhé Roland, De greyt Wim; Chemical and Enzymatic Interesterification of a Blend of Palm Stearin: Soybean Oil for Low trans – Margarine Formulation. Mayo 2009.
- Block, Jane Mara. Strategies for the reduction of *trans* fat consumption in Brazil. Current status and perspectives. January 2009.
- Hunter J. Edward, Alternatives to *trans* fatty acids in foods. Inform, August 2004, Volume 15 (8).
- Beers Annemarie, Mangnus Gerard, Hydrogenation of edible oils for reduced trans-fatty acid content. Inform, July 2004, Volume 15 (7).