

# ÁCIDOS GRASOS TRANS EN LOS ALIMENTOS: Orientaciones para los operadores



Este documento ha sido elaborado con el asesoramiento de Dña. Manuela Juárez Iglesias, Profesora de Investigación del Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CSIC-UAM) y de D. Jordi Soler Navas (Director de Calidad e I+D+i de Lípidos Santiga S.A).



## ÍNDICE

### 1. INTRODUCCIÓN

### 2. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁCIDOS GRASOS TRANS

### 3. PROCESOS DE FORMACIÓN Y FUENTES PRINCIPALES DE LOS ÁCIDOS GRASOS TRANS:

- 3.1 Ácidos grasos trans de origen natural
- 3.2 Ácidos grasos trans de origen industrial
  - a. Hidrogenación de aceites y grasas
  - b. Procesos de refinación
  - c. Fritura

### 4. ASPECTOS ANALÍTICOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS TRANS

### 5. EFECTOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS TRANS EN LA SALUD

### 6. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ÁCIDOS GRASOS TRANS: NIVELES DE INGESTA Y ASPECTOS LEGALES

- 6.1 Niveles de ingesta
- 6.2 Aspectos legales

### 7. ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR LOS NIVELES DE ÁCIDOS GRASOS TRANS DE ORIGEN INDUSTRIAL EN LOS ALIMENTOS

- 7.1 Modificación del proceso de hidrogenación parcial
- 7.2 Interesterificación
- 7.3 Fraccionamiento de aceites y grasas
- 7.4 Ejemplos de gráficos de procesos de reducción del contenido de ácidos grasos trans y su aplicación
- 7.5 Tabla resumen de los procesos de reducción del contenido de ácidos grasos trans

### 8. ORIENTACIONES PARA LOS OPERADORES Y CONCLUSIONES

- 8.1 Orientaciones a tener en cuenta por los operadores
- 8.2 Conclusiones

### 9. MITOS Y REALIDADES EN RELACIÓN A LOS ÁCIDOS GRASOS TRANS

- 9.1 ¿Es posible distinguir las diferentes fuentes de AGt en los alimentos?
- 9.2 ¿Es posible reemplazar los AGt industriales?
- 9.3 ¿En qué tipo de grasas encontramos un mayor contenido de AGt?
- 9.4 Grasas hidrogenadas parcialmente y grasas totalmente hidrogenadas, ¿cuál es su contenido en AGt?

### LISTADO DE ACRÓNIMOS

### BIBLIOGRAFÍA



## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la mejora de los procesos tecnológicos desarrollados por la Industria Alimentaria ha contribuido, junto con otros factores, a reducir la ingesta de ácidos grasos trans (en adelante, AGt). Esta mejora de procesos es especialmente relevante a partir de los años 90 y ha permitido la comercialización de productos con muy bajo contenido de AGt.

A nivel Europeo existen diferentes enfoques en cuanto a los AGt que van desde restringir su uso, obligar a su etiquetado, limitar su contenido.

La Comisión Europea, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 30.7 del Reglamento (UE) nº 1169/2011, ha de presentar un informe sobre la conveniencia o no de etiquetar los AGt presentes en los productos alimenticios, en cuyo desarrollo ha comenzado a trabajar.

A nivel nacional la Ley 17/2011, de 5 de julio, de Seguridad Alimentaria y Nutrición establece la obligación de los operadores de minimizar el contenido de AGt de sus productos.

Finalmente, la industria alimentaria española ha llevado a cabo importantes esfuerzos en la disminución del contenido de AGt de sus productos. Esto, en gran medida se ha logrado en base a la mejora de los procesos industriales.

## DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS AGt

Los AGt se definen de forma general como **aquellos ácidos grasos insaturados que contienen al menos un doble enlace en configuración trans, contrariamente a la configuración cis, forma habitual en las grasas naturales.**

Las definiciones de AGt efectuadas por los diferentes organismos presentan algunas diferencias. Algunos países como Estados Unidos, Canadá y Dinamarca limitan la definición de los AGt haciendo abstracción de los isómeros del ácido linoleico conjugado (en adelante, CLA) de configuración cis/trans, trans/cis y trans/trans, cualquiera que sea la posición de los dobles enlaces<sup>1</sup>.

En esa misma línea, la Comisión Mixta FAO/OMS del Codex Alimentarius los define como ácidos grasos insaturados que contienen uno o varios dobles enlaces aislados (no conjugados) en una configuración trans<sup>2</sup>. Sin embargo, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) los define como todos aquellos ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados que tengan al menos un doble enlace en configuración trans<sup>3</sup>.

Dado que los dobles enlaces son estructuras rígidas, las moléculas que los contienen pueden presentarse en dos formas isoméricas geométricas: cis y trans. Los dos átomos de H están del mismo lado (cis) ó de lados opuestos (trans) al plano delimitado por el doble enlace C = C (ver Figura 1).

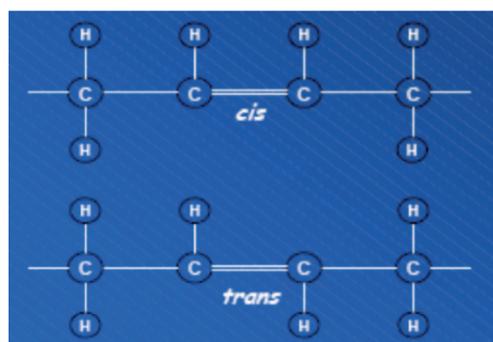


Figura 1. Representación de un ácido graso cis y un ácido graso trans.

Termodinámicamente la isomería trans genera estructuras más estables que la isomería cis; por lo cual, si por efectos físicos (presión y temperatura) y/o químicos (pH, catalizadores metálicos) se abre temporalmente el doble enlace, éste se puede reestructurar en la forma trans.

Los AGt son moléculas con estructura más lineal que los isómeros cis; ya que los dobles enlaces pueden ubicarse en muchas posiciones dentro de la molécula, lo cual origina una gran diversidad de posibles isómeros trans (isomería posicional).

La isomería trans produce estructuras moleculares más rígidas y con mayor punto de fusión que los isómeros cis de número equivalente de átomos de carbono; por ejemplo, este es el caso del ácido oleico (cis-9 C18:1) con un punto de fusión de 16.3<sup>o</sup> C y del ácido elaídico trans-9 (C18:1) con un punto de fusión de 43.7<sup>o</sup> C.

<sup>1</sup>AESAN (2010) Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición sobre el riesgo asociado a la presencia de AGt en alimentos. Revista del Comité Científico AESAN 2010; 12:95-114.

<sup>2</sup>OMS 2004, Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias Comité del Codex sobre nutrición y alimentos para regímenes especiales. 2004.

<sup>3</sup>EFSA (2004) Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the presence of trans fatty acids and the effect on human health of the consumption of trans fatty acids, The EFSA Journal. 81, pp. 1-49.

## PROCESOS DE FORMACIÓN Y FUENTES PRINCIPALES DE LOS AGt

Para la elaboración de algunos de sus productos alimenticios la industria alimentaria necesita utilizar grasas sólidas o semisólidas a temperatura ambiente. Tradicionalmente, el origen de los ácidos grasos trans han sido las grasas de origen vegetal parcialmente hidrogenadas y las grasas de origen animal. Actualmente la ingesta de ácidos grasos saturados de origen animal ha sido muy reducida, en consecuencia también el contenido de ácidos grasos trans de origen natural. Las grasas trans de origen industrial también se han reducido reformulando los productos, sustituyendo las grasas y aceites parcialmente hidrogenados, por otro tipo de grasa.

Los AGt están presentes de forma natural en las grasas de origen animal procedentes de rumiantes y en los aceites vegetales tratados térmicamente; pero también, se pueden generar de manera industrial en el proceso conocido como hidrogenación parcial.

### 3.1 AGt DE ORIGEN NATURAL

Los AGt de origen natural se encuentran en la carne y en la leche de los animales rumiantes y se producen por biohidrogenación ruminal (hidrogenación biológica que transcurre en el estómago de los rumiantes y es llevada a cabo por enzimas de la flora microbiana del rumen, que transforman los ácidos insaturados de la dieta en ácidos saturados).

Los AGt de origen natural, han sido parte de la dieta de los humanos durante miles de años. Consumidos, en las cantidades habituales, se ha documentado que no tienen ningún efecto negativo en la salud.

Además, parte de los AGt monoinsaturados formados en el rumen pueden posteriormente transformarse en CLA por desaturación (por la acción de la  $\Delta$ -9 desaturasa).

Las dos vías más estudiadas de transformación de estos ácidos son las que parten de los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico, durante las cuales se forman los AGt de origen natural (ver Figura 2).

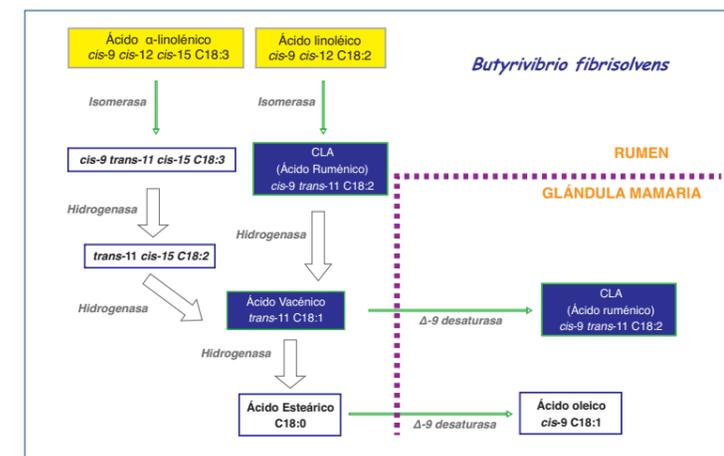
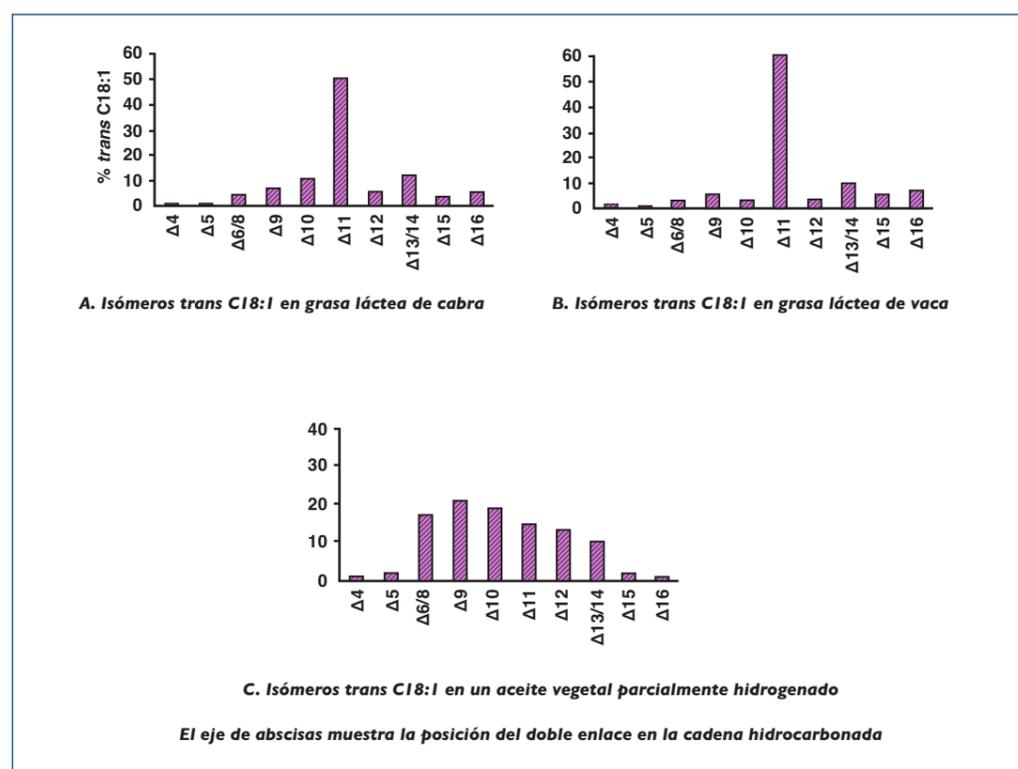


Figura 2. Vías de transformación de los AG insaturados de la dieta en los rumiantes. Fuente: Bauman et al., (2006)<sup>4</sup>

<sup>4</sup>Bauman DE, Mather IH, Wall RJ, Lock AL. Major advances associated with the biosynthesis of milk. J Dairy Sci 2006; 89:1235-43.

Los niveles de AGt de origen animal oscilan entre 2-6% del total de ácidos grasos, siendo el trans-11 C18:1 ó ácido vacénico (en adelante, VA) el isómero cuantitativamente más importante. En menor proporción están los isómeros 9-trans a 16-trans C18:1<sup>5</sup>.

Los perfiles de los AGt en las grasas de las especies de animales rumiantes y en los aceites vegetales parcialmente hidrogenados guardan considerables similitudes e isómeros trans comunes; pero en diferentes proporciones<sup>6</sup> (ver Figura 3).



**Figura 3.** Distribución de los isómeros trans C18:1 en grasa láctea de (A) cabra, (B) vaca, y (C) vegetal parcialmente hidrogenada. Figura adaptada de Shingfield et al. (2008).

El contenido de AGt de origen natural en los productos lácteos varía con la alimentación del ganado. Dado que la leche contiene pequeñas cantidades de grasa, el contenido de AGt naturales en la leche entera es muy bajo (sólo alrededor de 0,1-0,2 g por 100ml). Por su parte, los productos lácteos reducidos en grasas contienen menos AGt; y en el caso de la leche desnatada contiene solo trazas.

<sup>5</sup> EFSA (2004) Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the presence of trans fatty acids and the effect on human health of the consumption of trans fatty acids, The EFSA Journal. 81, pp. 1-49.

<sup>6</sup> Shingfield KJ, Ahvenjärvi V, Toivonen A, Vanhatalo P, Huhtanen, Griinari JM. Effect of incremental levels of sunflower-seed oil in the diet on ruminal lipid metabolism in lactating cows. Br. J. Nutr 2008; 99:971-83.

## 3.2 AGt DE ORIGEN INDUSTRIAL

Los ácidos grasos trans de origen industrial son aquellos que se originan mediante los procesos de **hidrogenación parcial, refinación y fritura**.

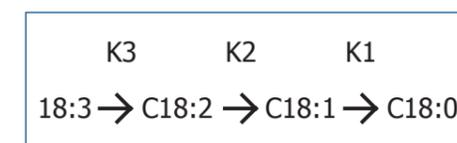
Seguidamente se explica en qué consisten estos procesos:

### ● HIDROGENACIÓN DE ACEITES Y GRASAS

La hidrogenación como proceso industrial comenzó a utilizarse en los inicios del siglo XX a partir del trabajo del químico alemán Wilhelm Normann, quien obtuvo una patente en 1903 para convertir ácidos grasos insaturados en compuestos saturados. En 1906 se inició la producción de aceites hidrogenados en Europa.

En 1911, Procter & Gamble obtuvo los derechos de la patente desarrollando el primer producto de hidrogenación de aceites de soja en EEUU.

La **hidrogenación** se considera un proceso de transformación de aceites y grasas en condiciones de baja presión y temperatura y en presencia de un catalizador metálico (generalmente, níquel) al que se añade un borboteo de hidrógeno. Durante éste proceso de hidrogenación se producen una serie de reacciones consecutivas (ver Figura 4).



**Figura 4.** Constantes de velocidad de reacción (K3, K2 y K1) de los ácidos linolénico, linoleico y oleico respectivamente.

En estas condiciones, los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados experimentan varias modificaciones estructurales:

- El doble enlace puede ser hidrogenado y transformado en un enlace simple (saturado)
- La localización del doble enlace puede ser modificada (formación de isómeros posicionales)..
- El doble enlace puede cambiar su configuración espacial, dando origen a isómeros trans (formación de isómeros geométricos).

De esta manera, en este proceso se originan cambios en la composición y características físicas de los aceites y grasas aumentando su punto de fusión y su estabilidad oxidativa.

Los contenidos de AGt y de isómeros formados son variables y dependen del tipo de ácidos grasos insaturados contenidos en los aceites, de la naturaleza del catalizador utilizado y de las condiciones de hidrogenación.

Los isómeros formados son principalmente geométricos y posicionales del ácido oleico, cis-9 C18:1. Su perfil isomérico sigue una distribución tipo gaussiana con los contenidos más elevados para los isómeros *trans*-9, *trans*-10, *trans*-11 y *trans*-12 C18:1. El isómero más abundante es el ácido elaídico *trans*-9 C18:1.

Actualmente, existe la posibilidad de controlar el proceso de hidrogenación de las grasas de manera que se generen niveles bajos de AGt.



## ASPECTOS ANALÍTICOS DE LOS AGt

Según el grado de saturación que presenten los ácidos grasos obtenidos, se distinguen dos tipos de hidrogenación:

### • Hidrogenación total o a saturación

Con la hidrogenación total o a saturación se obtiene un producto completamente saturado y de alto punto de fusión, que no presenta niveles significativos de ácidos grasos *cis* ni *trans*.

### • Hidrogenación parcial

Cuando la hidrogenación se realiza bajo condiciones controladas de presión de hidrógeno y temperatura (hidrogenación parcial) se obtiene una mezcla de ácidos grasos saturados; así como de ácidos grasos insaturados *cis* y *trans*, principalmente monoinsaturados.

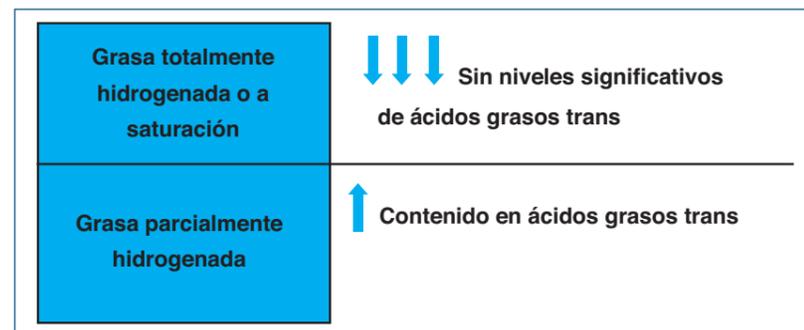


Figura 5. Comparativa del contenido en AGt en función del tipo de hidrogenación.

## ● PROCESOS DE REFINACION

Los procesos de refinación tienen como finalidad que ciertos aceites sean aptos para el consumo humano y también mejorar las características organolépticas de los aceites y grasas. Estos procesos incluyen una desodorización a alta temperatura (entre 200-250°C) bajo vacío en la que se forman los AGt.

Durante el proceso de refinado son necesarias altas temperaturas; especialmente durante el proceso de desodorización (a estas temperaturas principalmente eliminamos componentes que dan olor y sabor no neutro al aceite). En estas condiciones algunos de los enlaces *cis* se isomerizan a *trans*.

En los aceites parcialmente hidrogenados la mayoría de los isómeros *trans* son monoinsaturados; mientras que en los obtenidos por desodorización y refinación física a elevadas temperaturas son en mayoría *trans* poliinsaturados los que se isomerizan.

## ● FRITURA

La fritura a altas temperaturas (como mínimo a 180 °C) durante largo tiempo constituye otra fuente de formación de AGt a partir de grasas insaturadas y en mayor medida, cuando los aceites que se utilizan son relativamente poliinsaturados.

El tipo de aceite escogido y las condiciones de la fritura (temperatura, tiempo y cantidad) influyen en el proceso de degradación del aceite y en la formación de compuestos de oxidación, como los compuestos polares y AGt.

La identificación y cuantificación del perfil de ácidos grasos, incluidos todos los isómeros *trans* y otros ácidos grasos con actividades biológicas de interés (p.ej., el CLA presente en la grasa de leche) resulta cada vez más importante para poder determinar el potencial impacto que el consumo de AGt pudiera tener en la salud. Por ello, paralelamente a la investigación dirigida a mejorar la composición en ácidos grasos de determinadas grasas y aceites, la atención prestada a los aspectos analíticos se ha incrementado notablemente en los últimos años.

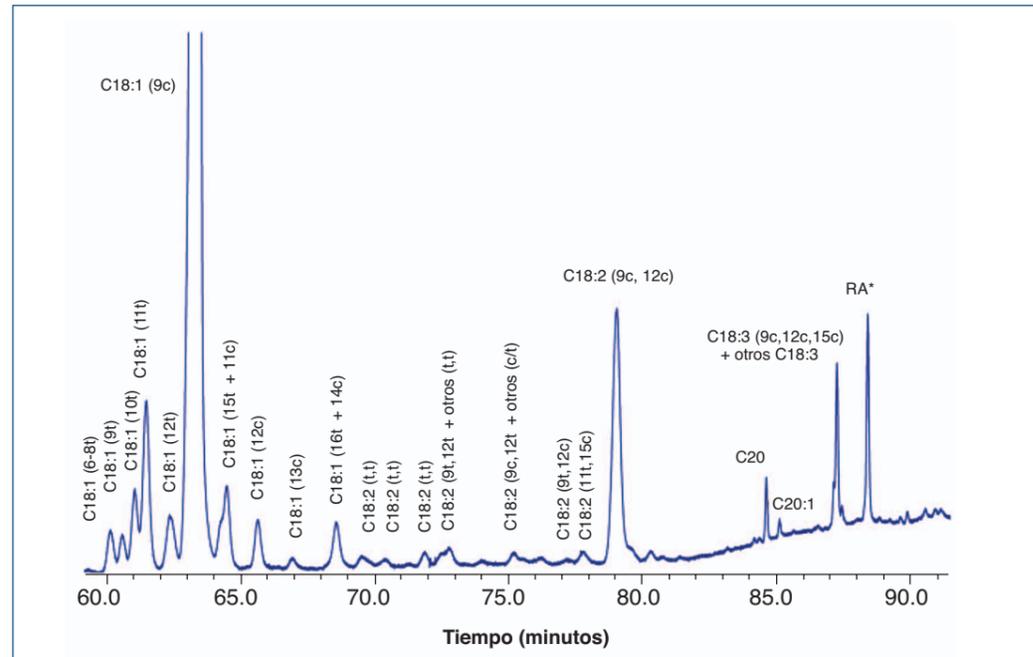
La etapa de extracción de la grasa es básica para garantizar ausencia de modificaciones que puedan afectar al resultado analítico. Las primeras técnicas utilizadas para la separación de la grasa se basaban en la utilización de disolventes orgánicos como cloroformo y metanol en distintas proporciones. Posteriormente se sustituyó alguno de estos reactivos por otros de menor toxicidad.

Actualmente el procedimiento más utilizado para determinar el perfil de ácidos grasos es la  **cromatografía de gases**  (en adelante, CG) con detector de ionización de llama (CG-FID) de los ésteres metílicos de los ácidos grasos (en adelante, FAME). Este método produce una separación de los ácidos grasos en columnas capilares de 30-100 metros dotadas de alta capacidad de resolución, siendo la fase estacionaria 100% cianopropil polisiloxano una de las más recomendadas para resolver gran cantidad de ácidos grasos, por su elevada polaridad. La identificación de los FAME está basada en la comparación de los tiempos de retención de los distintos picos con patrones inyectados en idénticas condiciones cromatográficas.

Respecto a la cuantificación, debido al amplio intervalo de puntos de ebullición del conjunto de los ácidos grasos y a la elevada volatilidad de alguno de los FAME de cadena corta, se precisa el empleo de factores de respuesta, que suelen determinarse además de con mezclas de patrones individuales con grasas con composición en ácidos grasos certificada. Para poder superar todas estas limitaciones y determinar de forma más completa el perfil lipídico se utilizan otras técnicas cromatográficas complementarias.

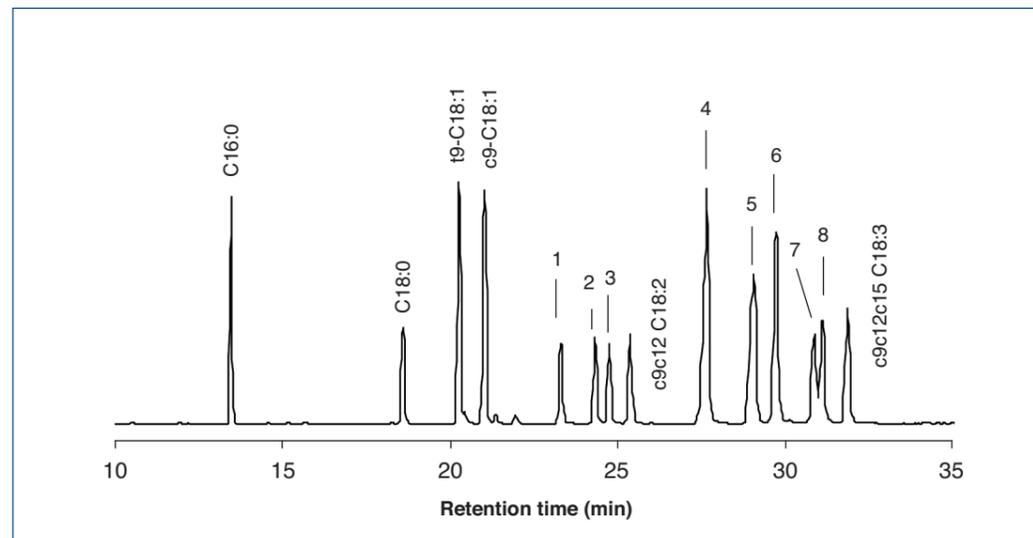
Para la determinación rutinaria del perfil de ácidos grasos, incluidos los AGt de grasas en general, la CG en las condiciones indicadas permite separar los AGt mayoritarios.

En la Figura 6 se muestra un cromatograma parcial de la región de los ácidos grasos mono, di y triinsaturados con 18 átomos de carbono en grasa de leche que es más compleja que otras grasas, en la que se identifican distintos isómeros de AGt.



**Figura 6.** Cromatograma parcial de la región de los ácidos grasos mono, di y triinsaturados con 18 átomos de carbono (C18:1, C18:2-incluido el CLA y C18:3) de grasa de leche  
\*RA: Ácido Ruménico, Isómero mayoritario del CLA, cis-9trans-11C18:2

Seguidamente se muestra un ejemplo de cromatografía de un aceite vegetal isomerizado.



**Figura 7.** Cromatograma parcial de aceite de lino isomerizado.  
(Identificación de los picos: 1: t9t12 C18: 2; 2: c9t12 C18: 2; 3: t9c12 C18: 2; 4: t9t12t15 C18: 3 + C20: 0; 5: t9c12t15 + c9t12t15 C18: 3; 6: c9c12t15 + t9t12c15 C18: 3; 7: c9t12c15 C18: 3; 8: t9c12c15 C18: 3).



## EFFECTOS DE LOS AGt EN LA SALUD

### 5.1 IMPORTANCIA DE LAS GRASAS EN LA ALIMENTACIÓN

La relación entre las grasas y la salud es uno de los temas más controvertidos y estudiados en la ciencia de la nutrición. Tradicionalmente se han catalogado como nutrientes energéticos ya que aportan 9 Kcal/g, más del doble de lo que aportan hidratos de carbono y proteínas. Esto les permite ser el medio por el cual los mamíferos almacenan la energía sobrante y la utilizan en caso de escasez alimentaria.

Sin embargo, en las últimas décadas se ha avanzado mucho más en el estudio y conocimiento de los diferentes tipos de ácidos grasos, desde su metabolismo hasta sus efectos sobre la salud, pasando por un posible papel modulador de la expresión génica; de forma que **hoy en día, las grasas son consideradas como algo mucho más que un mero combustible para nuestras células.**

Desde el punto de vista alimentario, los componentes más importantes de las grasas tanto desde un punto de vista cualitativo como cuantitativo son los **triglicéridos**. Se trata de ésteres de tres ácidos grasos y glicerol, con gran contenido calórico. La población general suele identificar a los triglicéridos como la "grasa" del alimento propiamente dicha. Pero además de triglicéridos, las grasas o aceites aportan otros tipos de componentes con funciones estructurales y funcionales, como pueden ser los fosfolípidos/esfingolípidos, el colesterol o los fitosteroles y las vitaminas liposolubles (A, D y E).

La mayoría de aceites y grasas comestibles son el resultado de la combinación de diferentes tipos de ácidos grasos. Los ácidos grasos más frecuentemente encontrados en los alimentos son el **laúrico, palmítico, esteárico, oleico, linoleico y linoléico**.

Las recomendaciones actuales de consumo de grasas para la población española se encuentran en un **30% del valor energético total de la dieta** (en adelante, VET), pudiéndose llegar a un 35% cuando esta diferencia proviene de grasas monoinsaturadas.

No se aconseja consumir más de un 10% de grasas en forma de ácidos grasos saturados y en cuanto a los ácidos grasos insaturados, las recomendaciones son concretas tanto para monoinsaturados (15-20% del VET), como para poliinsaturados (5% del VET), siendo el aporte diario recomendado de ácido alfa-linolénico de 2 gramos y el de EPA+DHA de 250mg<sup>7</sup>. Tampoco conviene sobrepasar los 300 mg/día de colesterol alimentario.

Respecto a las grasas trans, no se recomienda consumir más de un 1% del VET de la dieta. De acuerdo con el Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria Consumo y Nutrición, **los AGt no constituyen un problema de salud pública en España dado la ingesta de AGt está por debajo del 1% del valor energético diario**<sup>8</sup>.

La industria alimentaria española ha llevado a cabo importantes esfuerzos en la disminución del contenido de AGt de sus productos. Esto, en gran medida se ha logrado en base a la mejora de los procesos industriales y a la estrategia NAOS (2004).

Por otro lado, la disminución del contenido de AGt ya se contempla en el entorno internacional y europeo como un objetivo de las políticas de salud actuales. Así, la OMS- Europa en la **Declaración de Viena** (2013)<sup>9</sup> considera necesario reducir el contenido de AGt como un elemento más en la lucha contra la obesidad. De igual manera, en la Estrategia de la OMS para la Prevención y Control de las Enfermedades No Transmisibles 2013-2020<sup>10</sup> propone la eliminación de los AGt en los alimentos y sustituirlos por ácidos grasos insaturados.

<sup>7</sup> OMS. *Fats and Fatty Acids in human nutrition. Dietary Fat and Coronary Heart Disease. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health.* 2004.

<sup>8</sup> Revista del Comité Científico de la AESAN nº 12, 2010 Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición sobre el riesgo asociado a la presencia de AGt en alimentos.

<sup>9</sup> OMS, 2013; WHO European Ministerial, *Conference on Nutrition and Non-communicable Diseases in the Context of Health 2020, 4-5 July 2013 Vienna, Austria*

<sup>10</sup> OMS, 2013; *Global action plan for the prevention and control of non-communicable diseases 2013-2020*. www.who.int/ncd. ISBN 978 92 4 150623 6

Independientemente de lo anterior es importante insistir en la importancia que tienen las grasas en nuestra alimentación y la clave es equilibrar el tipo de grasas ingeridas.

### 5.2 EFECTOS DE LOS AGt SOBRE LOS NIVELES DE COLESTEROL

El proceso de hidrogenación fue descubierto por primera vez a principios del siglo XX y sufrió diferentes modificaciones hasta la mitad del siglo pasado. Fue la hidrogenación parcial de las grasas la que introdujo los AGt (o grasas trans) en las grasas de origen vegetal.

El uso de las grasas parcialmente hidrogenadas se aceleró durante los años 60 a 80 como respuesta de la industria para reducir el contenido de grasas saturadas; en aquel momento, las grasas parcialmente hidrogenadas parecieron una buena alternativa, particularmente por su estabilidad, coste, disponibilidad y funcionalidad.

Antes de los años 90, existían muy pocos datos sobre los efectos en la salud de las grasas trans, siendo la gran mayoría de ellos contradictorios. En 1990, Mensik y Katan compararon los efectos de una dieta rica en ácido oleico, grasas saturadas y grasas trans. Observaron que, en comparación con una dieta rica en ácido oleico, **una dieta rica en grasas saturadas o grasas trans** aumentaban los niveles de colesterol total y LDL-colesterol. En contraste, al comparar una dieta rica en trans con una rica en ácido oleico o grasas saturadas, las HDL fueron más altas ante el consumo de las dos últimas dietas que ante la primera.

En 1999 un estudio realizado por Lichtenstein y colaboradores<sup>11</sup> encontró que la hidrogenación parcial tenía una correlación lineal positiva con los niveles de LDL-colesterol en aquellas dietas con ingestas elevadas de grasas trans. Por el contrario, las HDL-colesterol permanecían relativamente constantes y sólo a niveles muy elevados de consumo de grasas hidrogenadas disminuían, resultando en una relación HDL/colesterol total desfavorable.

### 5.3 EFECTOS DE LOS AGt EN LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

El riesgo asociado al consumo de AGt depende de los alimentos que forman la dieta y del contenido de esta en AGt. Actualmente se admite que los efectos adversos debidos a la ingesta de AGt se inician mediante cambios en el perfil de las lipoproteínas séricas; aunque, también pueden afectar en la respuesta inflamatoria y la función endotelial.

No se ha llegado a conclusiones definitivas respecto a la concentración umbral de AGt por encima de la cual se producen efectos adversos (AESAN, 2010). Desde que Mensink y Katan (1990) reportaron que los AGt no pueden considerarse lípidos bioactivos en sentido positivo por su efecto en riesgos cardiovasculares, se han realizado multitud de estudios dirigidos a conocer la incidencia en esas enfermedades, dependiendo del origen de los AGt.

La reciente opinión de la OMS sobre los AGt declara que “el actual creciente conjunto de evidencias procedente de ensayos controlados y estudios observacionales indica que el consumo de AGt de grasas parcialmente hidrogenadas afecta de manera perjudicial a múltiples factores de riesgo cardiovascular y contribuye de manera importante al incremento del riesgo de casos de enfermedades cardiovasculares”.

Aunque los AGt de animales rumiantes no pueden ser eliminados totalmente de la dieta, su ingesta es baja en la mayoría de las poblaciones y hasta la fecha no hay evidencias concluyentes que apoyen una asociación con el riesgo de enfermedad cardiovascular en las cantidades ingeridas usualmente.

Posteriores trabajos confirmaron que para los factores de riesgo cardiovascular, los efectos del consumo de AGt que se observan con más consistencia, tanto en estudios controlados como observacionales incluyen efectos adversos sobre los lípidos sanguíneos; incluyendo aumento del LDL-colesterol, reducción del HDL-colesterol y un aumento de la relación colesterol total/HDL-colesterol.

<sup>11</sup> Lichtenstein AH, Ausman LM, Jalbert SM, Schaefer EJ. Effects of different forms of dietary hydrogenated fats on serum lipoprotein cholesterol levels. *N Engl J Med.* 1999 Jun 24; 340(25):1933-40.

## 6

## SITUACIÓN ACTUAL DE LOS AGt: NIVELES DE INGESTA Y ASPECTOS LEGALES

### 6.1 NIVELES DE INGESTA

Existen diferencias entre las cantidades de ingesta de AGt de origen industrial y los de origen natural entre los distintos países de la Unión Europea. Los AGt de origen industrial han disminuido en base a la sustitución de las grasas parcialmente hidrogenadas por grasas totalmente hidrogenadas o por la mejora de los procesos tecnológicos que posteriormente se detallan. Por su parte, la ingesta de AGt de origen natural también ha disminuido debido a los cambios de hábito de consumo con mayores ingestas de productos con contenido reducido en grasas.

En 1995 la Unión Europea financió un proyecto sobre la ingesta de AGt (“TRANSFAIR study: Intake of trans fatty acids in Western Europe with emphasis on trans fatty acids”) cuyos resultados ponen de manifiesto que los niveles no eran altos y oscilaban en total en los diferentes países entre 1,5 y 5,4 g/día (ver Figura 8).

PAÍS	EDADES	AGt % Energía	AGt g/día
Alemania	19-64	0.8	2.2
Bélgica	18-63	1.4	4.1
Dinamarca	19-64	1.0	2.6
<b>España</b>	<b>0-70</b>	<b>0.7</b>	<b>2.1</b>
Finlandia	25-64	0.9	2.1
Francia	19-64	1.2	2.3
Grecia	23-64	0.6	1.4
Islandia	19-64	2.0	5.4
Holanda	19-64	1.6	4.3
Italia	1-80	0.5	1.6
Noruega	19-64	1.5	4.0
Portugal	38	0.6	1.6
Reino Unido	0-75	1.3	2.8
Suecia	19-64	1.1	2.6

Figura 8. Ingesta media de AGt en 14 países europeos. Fuente: Proyecto TRANSFAIR

De los datos del Estudio TRANSFAIR se determinó que **en el caso de España la ingesta de AGt se situó en 2.1 g/día, menor del 1% de la ingesta energética, tal y como recomienda la OMS<sup>12</sup>.**

En base a ello, se puede afirmar que la ingesta de AGt en España, en los niveles en los que normalmente los consumimos, es conforme a las recomendaciones de ingesta establecidas.

La OMS recientemente indica que no hay evidencia científica de que la ingesta de AGt naturales en los niveles usuales de consumo tenga ningún efecto negativo en la salud cardiovascular<sup>13</sup>.

La reformulación de productos ha reducido el contenido de AGt industriales en los alimentos; de ahí, que se haya disminuido la ingesta total de AGt.

## 6.2 ASPECTOS LEGALES

En España, a excepción de las fórmulas infantiles, no hay una limitación de carácter general al contenido de ácidos AGt. En el caso de las **fórmulas infantiles** se exige que el contenido de AGt sea inferior al 3% del total de los ácidos grasos presentes en el alimento y ello de acuerdo con la normativa comunitaria específica de este sector<sup>14</sup>.

Si bien, en la Ley 17/2011, de 5 de julio, de Seguridad Alimentaria y Nutrición sí se contempla la obligación de los operadores de establecer las condiciones adecuadas que permitan minimizar su contenido:

### Artículo 43.

1. En los procesos industriales en los que se puedan generar ácidos grasos trans, los operadores responsables establecerán las condiciones adecuadas que permitan minimizar la formación de los mismos, cuando se destinen a la alimentación, bien de forma individual o formando parte de la composición de alimentos.
2. Los operadores exigirán a sus proveedores la información sobre el contenido de ácidos grasos trans de los alimentos o materias primas que les proporcionen y tendrán a disposición de la administración la información relativa al contenido de ácidos grasos trans en sus productos.
3. Estos requisitos no se aplicarán a los productos de origen animal que contengan, de manera natural, ácidos grasos trans.

En otros países, como **EEUU desde el 2006 es obligatorio indicar en el etiquetado el contenido de AGt**, conforme a lo dispuesto en la "Food Labeling: Trans fatty Acids Nutrition Labeling". Además, se permite etiquetar los alimentos con un contenido inferior de 0,5 g de AGt por ración como "0 g". En el entorno americano existen distintas recomendaciones que en algunos casos limitan el contenido de estos ácidos.

A nivel europeo, existen distintos enfoques legales en cuanto al contenido de AGt y su indicación. A modo de ejemplo, en **Dinamarca** desde 2006 se ha prohibido la presencia de AGt de origen industrial por encima de 2% del total de las grasas en todos los productos alimenticios y comidas. Otros países, como **Hungría y Noruega** también han presentado en 2013 proyectos de reglamentos en los que se establece un contenido máximo admisible de AGt de origen industrial que prohíben la comercialización de productos alimenticios en los cuales la cantidad de AGt supere los 2 g/100 g del contenido total en materia grasa de los mismos (ver Figura 9).

Recientemente el **Reglamento (UE) nº 1169/2011 sobre información Alimentaria facilitada al Consumidor** establece que la Comisión Europea a más tardar el 13 de diciembre de 2014 presente un informe sobre la presencia de grasas trans en los alimentos y en la dieta general de la población de la Unión (art. 30.7). Informe, que se llevará a cabo teniendo en cuenta las pruebas científicas existentes y la experiencia de los EM, con el objetivo de buscar la manera más adecuada para que el consumidor adopte decisiones más saludables respecto a los alimentos y a la dieta en general.

Este informe, analizará entre otras, la posibilidad de limitar el contenido de AGT de origen industrial y la posibilidad de establecer su etiquetado con carácter obligatorio.

Además, es necesario recordar que el Reglamento (UE) nº 1169/2011 en su Anexo VII, Parte A, en sus apartados 8 y 9 establece disposiciones específicas sobre la indicación de los aceites refinados de origen vegetal y de las grasas refinadas de origen vegetal.

### RELACIÓN DE LOS DISTINTOS ENFOQUES SOBRE AGt EN EL ENTORNO

Limitaciones Legales	Dinamarca, Austria, Hungría, Suiza, Islandia, Noruega, Sudáfrica, Singapur, Chile, Brasil, Argentina, Colombia, India, Arabia Saudí, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos, Columbia, Unión Europea (en alimentos infantiles y fórmulas de continuación).
Indicación obligatoria del contenido AGt	EEUU, Canadá, Hong-Kong, Taiwán, Corea del Sur, Paraguay, Chile, Argentina, Uruguay, Brasil, Colombia, India, Arabia Saudí, Emiratos Árabes Unidos.
Disposiciones de información al consumidor de carácter voluntario sobre AGt	Australia, Nueva Zelanda, Israel, China, Cuba, Malasia.
Declaraciones nutricionales autorizadas sobre AGt	EEUU, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Arabia Saudí.
Auto-regulación	Países Bajos
Acuerdos voluntarios	Alemania, Reino Unido, Canadá, Costa Rica, Argentina, Corea del Sur.

Figura 9. Panorámica de la situación de los AGt en el entorno internacional y europeo

<sup>12</sup> Downset al. 2013. The effectiveness of policies for reducing dietary trans fat: a systematic review of the evidence. Bull World Health Organ 2013; 91:262-269H.

<sup>13</sup> Nestel P. Trans Fatty Acids: Are Its Cardiovascular Risks Fully Appreciated?. Clinical Therapeutics, 36, 315-321 (2014). Ji-Na Lim et al. Trans -11 18:1 vaccenic acid has a direct anti-carcinogenic effect on MCF- 7 human mammary adenocarcinoma cells. Nutrients, 6 (2) 627-636 (2014)

<sup>14</sup> Directiva 2006/141/CE de 22 de diciembre de 2006 relativa a los preparados para lactantes y preparados de continuación y por la que se modifica la Directiva 1999/21/CE y Real Decreto 867/2008, de 23 de mayo, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria específica de los preparados para lactantes y de los preparados de continuación.



## ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR LOS NIVELES DE AGt DE ORIGEN INDUSTRIAL EN LOS ALIMENTOS

Hoy en día, se puede disminuir el contenido de AGt de origen industrial en los alimentos. Desde que se inició la Estrategia NAOS, han sido numerosas las iniciativas voluntarias que ha tenido la industria alimentaria española para reducir el contenido de AGt de sus productos.

Las alternativas que permiten reducir el contenido de AGt de origen industrial son la modificación del proceso de hidrogenación, la interesterificación y el fraccionamiento (ver Figura 10).

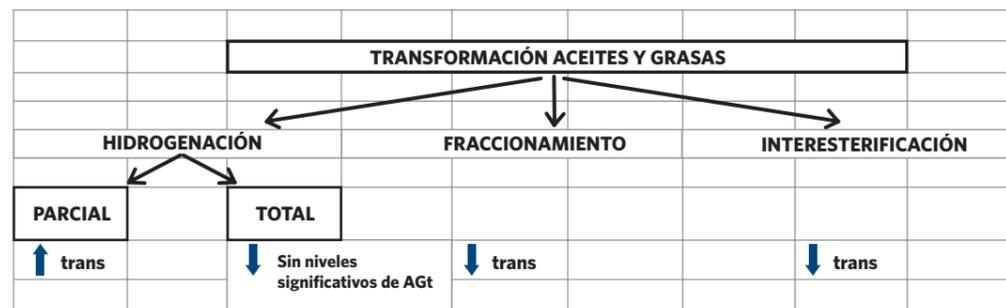


Figura 10. Tipo de procesos en aceites y grasas y su contenido de ácidos grasos trans.

Cada vez se han ido desarrollando nuevos perfiles de curvas de fusión determinadas por el contenido de triglicéridos sólidos (SFC: Solid Fat Content) a diferentes temperaturas y variaciones en el perfil de ácidos grasos para mejorar el comportamiento físico y uniformidad de la composición de los triglicéridos.

### 7.1 MODIFICACIÓN DEL PROCESO DE HIDROGENACIÓN PARCIAL

Actualmente, se han conseguido productos con curvas de fusión con bajos contenidos en AGt trabajando bajo diferentes condiciones de trabajo (presión y temperaturas), agitación y con diferentes tipos de catalizador.

### 7.2 INTERESTERIFICACIÓN

La interesterificación genera una modificación de la estructura glicérica de las grasas por reordenamiento molecular de los ácidos grasos sobre la glicerina, produciendo nuevos triglicéridos que no existían en la grasa original. **Es una técnica de transformación, cada vez más importante, cuya finalidad consiste en modificar el comportamiento o curva de fusión de un aceite o una grasa sin modificar la composición de los ácidos grasos; es decir, permitiendo mantener sus propiedades nutricionales.**

Esta técnica se puede generar por una reacción química o enzimática. En el proceso químico la interesterificación se produce mediante el uso de catalizadores alcalinos, consiguiendo una reordenación de los triglicéridos en las 3 posiciones. En el proceso enzimático se utilizan lipasas microbianas o pancreáticas, como biocatalizadoras para producir la reorganización de los ácidos grasos de una forma controlada (ver Figuras 11 y 12).

SFC*A DIFERENTES TEMPERATURAS	Palma refinada	Palma Interesterificada por procedimiento químico
20 Cº	25.5	35.2
25 Cº	15.6	24.9
30 Cº	10	17.4
35 Cº	6.1	11.1
40 Cº	3.1	5.3

\*SFC (Solid Fat Content)

Figura 11. Comparativa de Valores de SFC a distintas temperaturas de palma refinada y palma interesterificada por vía química

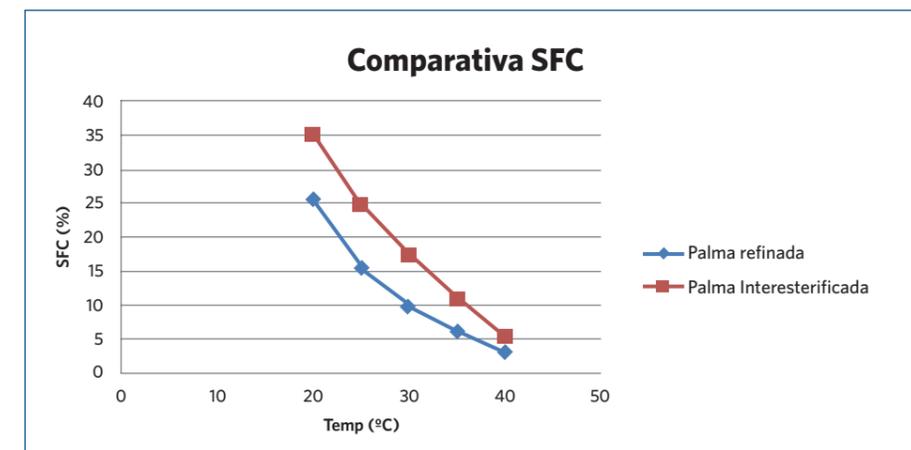


Figura 12. Curvas comparativas SFC Palma refinada frente a Palma Interesterificada

La interesterificación no altera los ácidos grasos por lo que no da lugar a la aparición de formas trans; de ahí que hoy en día, sea una de las alternativas tecnológicas a la hidrogenación industrial más empleadas cuando se quiere dotar de una consistencia sólida a los aceites vegetales.

Se puede interesterificar aceites de semillas o de grasas o bien mezclas de ellos en proporciones variables, tanto hidrogenados a saturación como no hidrogenados, dependiendo de las características que deba cumplir en la aplicación a la que vaya destinada.

Este proceso consiste en la separación física de los componentes líquidos (oleína) que forman una grasa o un aceite de los componentes sólidos (estearina) cristalizados (ver Figuras 13 y 14).

SFC a diferentes temperaturas	Palma refinada	Oleína de palma (56*)	Super-oleína (64*)	Estearina palma (34*)	Estearina palma (20*)
20°C	25.5	7.8	0	63	69
25°C	15.6	3.7	0	53	60
30°C	10	1	0	42	56
35°C	6.1	0	0	33	42
40°C	3.1	0	0	25	34

\*Índice de Iodo

Figura 13. Valores de SFC a distintas temperaturas de palma refinada, y fracciones (oleína, super-oleína y estearina)

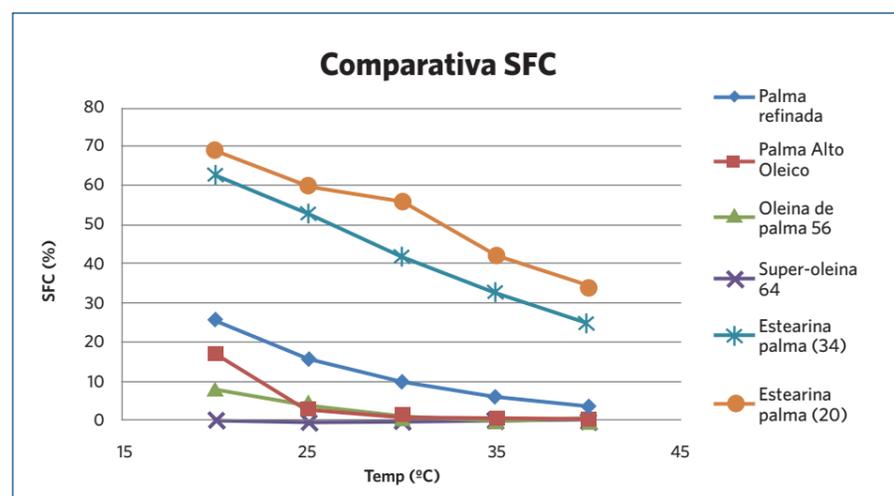


Figura 14. Curvas comparativa SFC Palma frente a las fracciones de palma (oleína, super-oleína y estearina)

La separación de la fracción líquida de la sólida depende de la temperatura a que se realiza la cristalización y el número de fracciones obtenidas dependerá del número de etapas de fraccionamiento.

Las principales características de este procedimiento son las siguientes:

- Producir productos con una funcionalidad nueva o mejorada para la industria alimentaria.
- Separación en dos o más fracciones de mayor valor y de espectro de aplicación más amplio que la grasa original.
- Cambio de propiedades físicas (p.ej., modificación de textura, propiedades reológicas) para suministrar productos para uso en cremas untables, en horneado, en galletería y en bollería industrial.
- Enriquecimiento en componentes específicos por razones de salud/nutricionales.
- El uso de fraccionamiento como una alternativa a la hidrogenación (ver gráficos de proceso)

• Ejemplo de PALMA PARCIALMENTE HIDROGENADA CON UN PUNTO DE FUSIÓN DE 50°C

En este caso, la palma parcialmente hidrogenada es sustituida por fracción dura de palma y permite su aplicación en diferentes productos (ver Figuras 15, 16 y 17).

*SFC a diferentes temperaturas	PALMA PARCIALMENTE HIDROGENADA 50	FRACCIÓN DURA DE PALMA (ESTEARINA DE PALMA)
20°C	83 %	77 %
30°C	60 %	57 %
40°C	32 %	38 %
TRANS	19 %	<1 %

\*SFC: Solid Fat Content

Figura 15. Valores de SFC a distintas temperaturas de palma parcialmente hidrogenada frente a grasa vegetal interestificada.

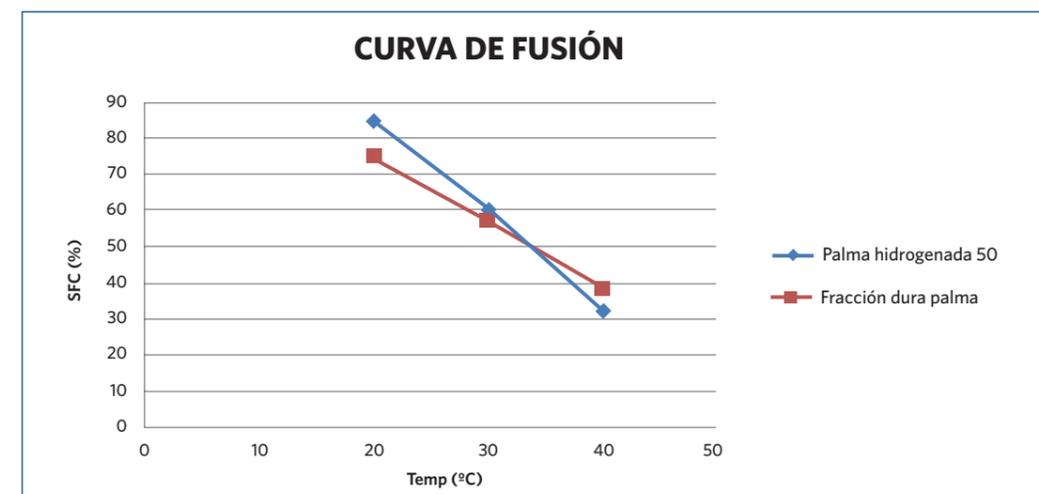


Figura 16. Curvas comparativas SFC palma parcialmente hidrogenada frente a fracción dura de palma

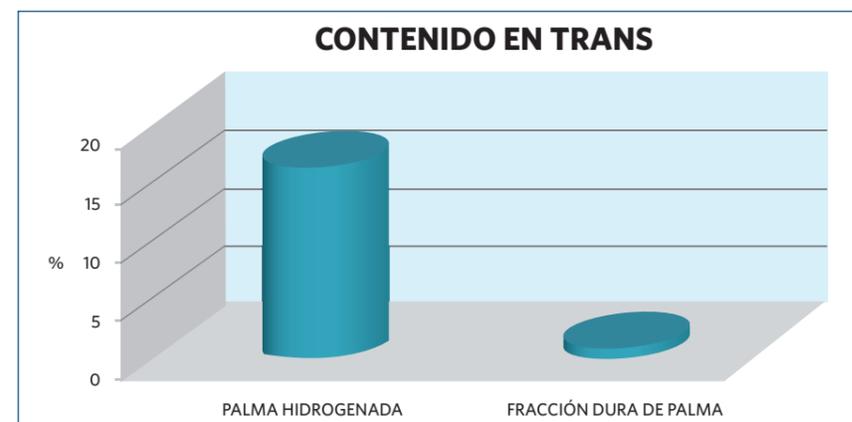


Figura 17. Comparativa del contenido de AGt en palma hidrogenada y fracción dura de palma

▪ Ejemplo de PALMA PARCIALMENTE HIDROGENADA CON UN PUNTO DE FUSIÓN DE 45°C

La palma parcialmente hidrogenada es sustituida por grasa vegetal interesterificada, permitiendo su utilización en distintos productos, (ver Figuras 18 y 19).

*SFC a diferentes temperaturas	PALMA PARCIALMENTE HIDROGENADA 45	GRASA VEGETAL INTERESTERIFICADA
20°C	63 %	63 %
30°C	36 %	37 %
40°C	14%	13 %
TRANS	15 %	<1.5 %

\*SFC: Solid Fat Content

Figura 18. Valores de SFC a distintas temperaturas de palma parcialmente hidrogenada frente a grasa vegetal interesterificada.

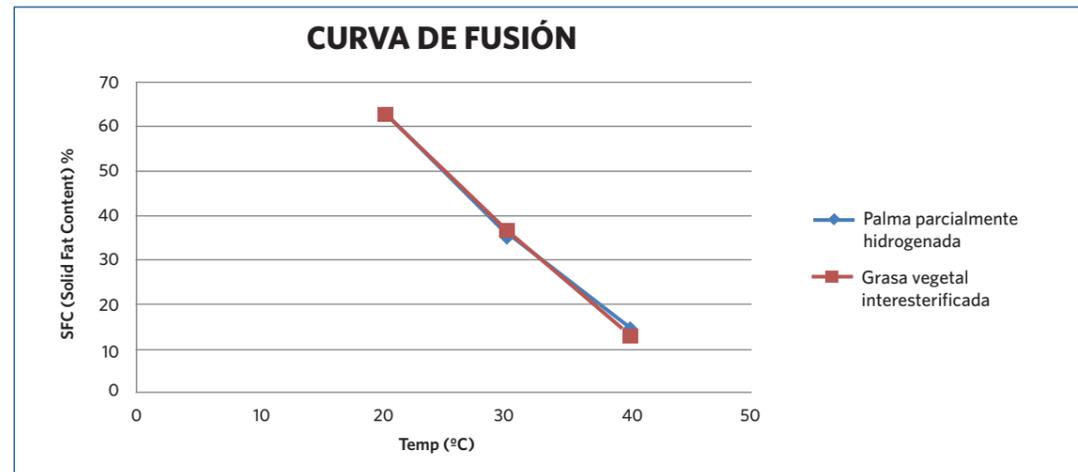


Figura 19. Curvas comparativas SFC palma parcialmente hidrogenada frente a grasa vegetal interesterificada

▪ Ejemplo de COCO HIDROGENADO

En este caso el coco hidrogenado se ha sustituido por fracciones duras de palma y palmiste interesterificados y fracciones especiales de palma, (ver Figuras 20 y 21).

*SFC a diferentes temperaturas	COCO HIDROGENADO	INTERESTERIFICADOS PALMA Y PALMISTE	FRACCIONES ESPECIALES DE PALMA
20°C	55 %	53 %	48 %
30°C	6 %	25 %	8 %
40°C	0 %	0 %	0 %
TRANS (%)	<1 %	<1 %	<1 %

\*SFC: Solid Fat Content

Figura 20. Valores de SFC a distintas temperaturas de coco hidrogenado frente a palma y palmiste interesterificado y fracciones especiales de palma.

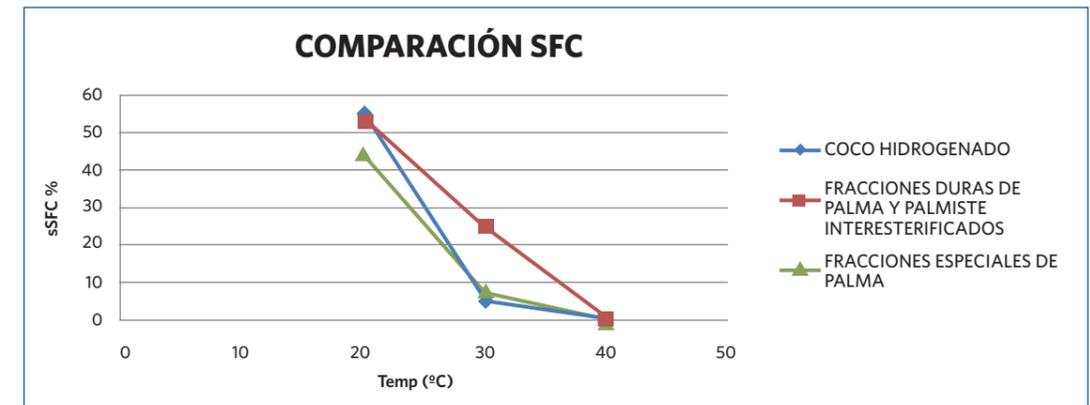


Figura 21. Curvas comparativas SFC de coco hidrogenado, fracciones duras de palma y palmiste interesterificados y fracciones especiales de palma.

▪ Ejemplo de PALMISTE PARCIALMENTE HIDROGENADO

En este caso el palmiste parcialmente hidrogenado es sustituido por fracciones duras de palma y palmiste (ver Figuras 22 y 23), puede emplearse en variedad de productos.

SFC* a diferentes temperaturas	PALMISTE HIDROGENADO	FRACCIONES DURAS DE PALMA Y PALMISTE
20°C	85 %	80 %
30°C	35 %	28 %
40°C	6 %	5 %
TRANS	2 - 4 %	<1 %

\*SFC: Solid Fat Content

Figura 22. Valores de SFC a distintas temperaturas de palmiste hidrogenado frente a fracciones duras de palma y palmiste.

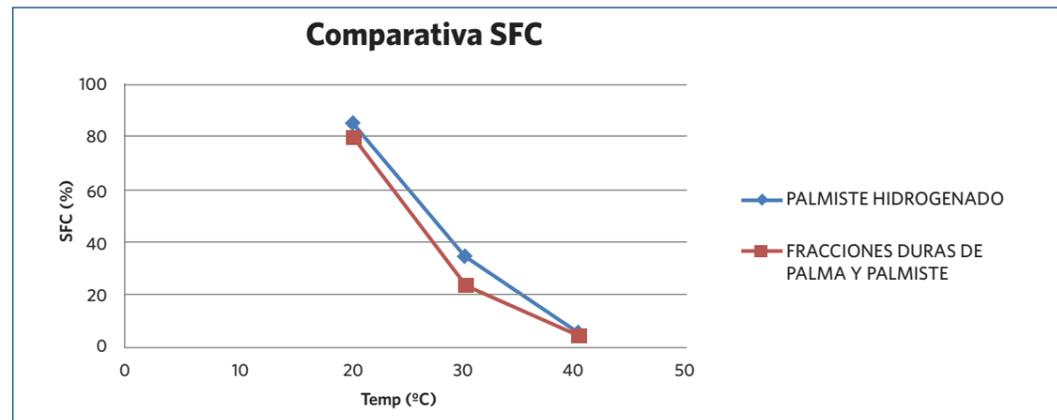


Figura 23. Curvas comparativas SFC de palmiste hidrogenado frente a fracciones duras de palma y palmiste.

7.5 TABLA RESUMEN DE LOS PROCESOS DE REDUCCIÓN DEL CONTENIDO DE AGt

Seguidamente, se presenta una tabla resumen con las principales alternativas al uso de grasas parcialmente hidrogenadas; incluyendo una breve descripción de sus ventajas.

Alternativa	Descripción	Ventajas
Mezclas líquidas de aceites blandos con componentes duros	Mezclas de grasas totalmente hidrogenadas con aceites insaturados, o mezclas de grasas tropicales con aceites vegetales.	Fórmulas individualizadas que permiten aportar composiciones variadas de ácidos grasos y perfiles con diferentes puntos de fusión.
Modificación del proceso de hidrogenación parcial	Aumento de la presión, descenso de la temperatura, y/o cambios en los catalizadores o en su concentración para disminuir el contenido de AGt	Se puede reducir de forma selectiva el contenido de AGt producidos durante la hidrogenación. En algunos casos la formación de AGt se ha reducido hasta un 80%
Fraccionamiento de aceites tropicales	Separación de las fracciones duras del aceite de palma para ser utilizadas como grasas estructurales en alimentos.	Fracciones con diferentes perfiles de sólidos así como distintas curvas de punto de fusión para permitir versatilidad en la formulación.
Interesterificación	Interesterificación de monocomponentes o mezcla de una materia prima líquida y otra dura (ej., aceite de palmiste y fracción sólida de palma) son mezcladas conjuntamente e interesterificadas en presencia de un catalizador químico o enzimático.	No cambia el grado de insaturación de los ácidos grasos. No convierte los isómeros cis en trans. Si se utiliza un catalizador enzimático, el proceso de interesterificación resultante es continuo y específico.

Figura 24. Tabla resumen las principales alternativas al uso de grasas parcialmente hidrogenadas incluyendo una breve descripción de las ventajas (adaptada de: Eckel et al.2007)<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Eckel, R.H. et al. Understanding the Complexity of Trans Fatty Acid Reduction in the American Diet: American Heart Association Trans Fat Conference 2006: Report of the Trans Fat Conference Planning Group. Circulation 2007 Apr 24; 115(16):2231-46.

## ORIENTACIONES PARA LOS OPERADORES Y CONCLUSIONES

## 8.1

### ORIENTACIONES A TENER EN CUENTA POR LOS OPERADORES

Antes de emplear alternativas destinadas a reducir el contenido de AGt se ha de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

#### Consideraciones generales:

- Existen numerosas alternativas a las grasas parcialmente hidrogenadas. Al existir numerosas necesidades, las soluciones serán igualmente distintas dependiendo del tipo de producto y aplicación concreta a la que vaya destinada la grasa.
- Cada operador habrá de elegir aquellas opciones que se adapten mejor a sus productos, procesos, etc., teniendo en cuenta las necesidades sensoriales, el nivel de beneficio nutricional deseado y la funcionalidad en el producto final.
- La disponibilidad y los costes son elementos importantes a la hora de que se realice el cambio.
- Cada empresa tiene unas instalaciones determinadas y se deberán adaptar al nuevo ingrediente para poder obtener el mismo producto final.

#### Consideraciones para el proceso de fabricación:

- Se han de valorar las diferencias de cristalización entre una grasa parcialmente hidrogenada y una grasa totalmente hidrogenada; ya que en este último tipo de grasa la cristalización no es tan efectiva.
- Se han de tener en cuenta los valores temperatura, de tiempo y cambio de los aceites empleados en alimentos sometidos a fritura (p.ej., snacks,...) y utilizar aceites más saturados o ricos en monoinsaturadas, con el fin de reducir la formación de AGt.

#### Consideraciones para la Gestión de proveedores:

- Se debe revisar las implicaciones de cualquier cambio de proveedor de materia prima.
- Se debe tener en cuenta que los cambios derivados de la sustitución de los aceites o grasas empleados pueden conllevar cambios en el etiquetado.

## 8.2

### CONCLUSIONES

La mejora de la composición nutricional de los productos alimenticios no ha de verse como una actuación novedosa de la industria alimentaria; sino que es una de las actividades más importantes de los Departamentos de I+D de las últimas décadas.

En los últimos años son muchos los países que han disminuido la ingesta de AGt gracias en gran parte a los avances en los procesos tecnológicos.

**Los AGt no constituyen un problema de salud pública en España dado la ingesta de AGt está por debajo del 1% del valor energético diario.**

El contenido de AGt naturales, está relacionado con los niveles de grasa presentes en los distintos productos alimenticios de origen animal y los conocimientos científicos disponibles indican que consumidos en las cantidades habituales no tienen ningún efecto negativo en la salud.

En cuanto a los AGt de origen industrial, **actualmente se han reducido debido al empleo de procesos alternativos como son la interesterificación, el fraccionamiento y la hidrogenación total. Incluso se han modificado las condiciones de la hidrogenación parcial para reducir la formación de AGt.**

A medida que se va avanzando en el conocimiento científico sobre los AGt de origen industrial y las alternativas tecnológicas para su reducción, la industria alimentaria ha ido empleándolas y perfeccionándolas. Aunque técnicamente las grasas parcialmente hidrogenadas ofrecían unos beneficios estructurales y una mejora de cristalización en los productos finales, a lo largo de los últimos años se han ido sustituyendo estas grasas por productos totalmente hidrogenados o grasas no hidrogenadas, reduciendo al máximo la presencia de AGt.



## MITOS Y REALIDADES EN RELACIÓN A LOS AGt

### 9.1 ¿ES POSIBLE DISTINGUIR LAS DIFERENTES FUENTES DE AGt EN LOS ALIMENTOS?

Sí, es posible distinguir las diferentes fuentes de AGt en los alimentos, cuando los alimentos sólo tienen un tipo de grasa. Por otra parte, ciertos ácidos grasos saturados (p.ej., el butírico, caproico y ácidos metil-ramificados) se encuentran sólo en las grasas animales y no en las industriales provenientes de aceites vegetales. Estos ácidos grasos se pueden utilizar para identificar analíticamente una fuente de AGt de rumiantes.

Una diferencia destacada entre los AGt de origen natural e industrial es el perfil isomérico. Como se ha citado, en la grasa de leche el isómero trans-11 C18:1 o ácido vacénico (VA) es el cuantitativamente más importante constituyendo del 30 al 50% de los trans-18:1 totales. En menor proporción están el resto de isómeros (EFSA, 2010)<sup>16</sup>. Por el contrario, las grasas de origen industrial presentan contenidos similares de los isómeros trans-11, trans-10 y trans-9 C18:1 (ver Figura 25).

Posición del doble enlace	Grasa de leche	Grasas hidrogenadas industriales
16	6-8	1
15	4-6	2
14	8	-
13	6-7	9-12 <sup>a</sup>
12	6-10	8-13
11	30-50	10-20
10	6-13	10-20
9	5-10	20-30
6-8	2-9	14-18
5	<1	2
4	<1	1

<sup>a</sup>= suma de isómeros 13 y 14

**Figura 25.** Proporciones de isómeros trans 18:1 (% del total) en grasa de leche y en grasas hidrogenadas industrialmente (Fuente: EFSA, 2010)

### 9.2 ¿ES POSIBLE REEMPLAZAR LOS AGt INDUSTRIALES?

Para los AGt industriales es posible su reemplazo mediante alternativas de reformulación para reducir su contenido en aquellos alimentos que los contengan. Las alternativas que permiten esta reducción de AGt de origen industrial son la sustitución de grasas y aceites parcialmente hidrogenados por totalmente hidrogenados, interestificados o el fraccionamiento de las grasas y aceites. Cuando la ingesta absoluta de AGt industriales desciende debido a la reformulación de productos, la ingesta absoluta de AGt decrece.

Los AGt naturales no pueden ser reemplazados ya que se producen de forma natural en la digestión de los rumiantes. Sin embargo, la ingesta absoluta de grasa trans en la dieta en España es baja, y se ofrecen cada vez más productos lácteos bajos en grasa. Por lo que los AGt de acuerdo al consumo global en España no tienen ningún efecto negativo para la salud.

Como se ha indicado, los productos lácteos con un contenido reducido en grasa, automáticamente contienen menos AGt de rumiantes. Sin embargo, para los AGt industriales es posible la reformulación, y por tanto, se puede reducir su contenido en aquellos alimentos que los contengan.

### 9.3 ¿EN QUÉ TIPO DE GRASAS ENCONTRAMOS UN MAYOR CONTENIDO DE AGt?

Encontramos un mayor contenido de AGt en las grasas parcialmente hidrogenadas que se pueden incorporar a distintos alimentos. No obstante, los cambios tecnológicos citados han dado lugar a grasas con niveles muy bajos de AGt.

### 9.4 GRASAS HIDROGENADAS PARCIALMENTE Y GRASAS TOTALMENTE HIDROGENADAS, ¿CUÁL ES SU CONTENIDO EN AGt?

La grasa totalmente hidrogenada no tiene dobles enlaces y por ello no contiene ácidos grasos trans.

En la grasa parcialmente hidrogenada parte de los ácidos grasos insaturados se convierten en saturados; sin embargo quedan presentes otros ácidos grasos insaturados que pueden cambiar su configuración a trans. En base a ello las grasas parcialmente hidrogenadas contienen trans y las totalmente hidrogenadas no.

<sup>16</sup> EFSA (2010). Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal* 2010; 8(3):1461. [107 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1461



## LISTADO ACRÓNIMOS

- **AGt:** Ácidos Grasos Trans.
- **CG:** Cromatografía de Gases.
- **CLA:** Ácido Linoleico Conjugado.
- **EFSA:** Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (European Food and Safety Authority)
- **FAME:** Ésteres Metílicos de los Ácidos Grasos.
- **FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud
- **SFC:** Solid Fat Content (Contenido de Triglicéridos Sólidos)
- **RA:** Ácido Ruménico
- **VA:** Ácido Vacénico.
- **VET:** Valor Energético Total de la dieta



## BIBLIOGRAFÍA

- AESAN. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición sobre el riesgo asociado a la presencia de AGt en alimentos. Revista del Comité Científico AESAN 2010; 12:95-114.
- Bauman DE, Mather IH, Wall RJ, Lock AL. Major advances associated with the biosynthesis of milk. J Dairy Sci 2006; 89:1235-43.
- Chardigny JM, Destailats F, Malpuech-Brugère C, Moulin J, Bauman DE, Lock AL, Barbano DM, Mensink RP, Bezelgues JB, Chaumont P, Combe N, Cristiani I, Joffre F, German JB, Dionisi F, Boirie Y, Sébédio JL. Do trans fatty acids from industrially produced sources and from natural sources have the same effect on cardiovascular disease risk factors in healthy subjects? Results of the trans Fatty Acids Collaboration (TRANSFACT) study. Am J Clin Nutr. 2008 Mar; 87(3):558-66.
- Corl BA, Barbano DM, Bauman DE, Ip C. cis-9, trans-11. CLA derived endogenously from trans-11 18:1 reduces cancer risk in rats. J Nutr. 2003 Sep; 133(9):2893-900.
- Craig-Schmidt MC. World-wide consumption of trans fatty acids. Atheroscler Suppl. 2006 May;7(2):1-4.
- Downs SM, Thow AM, Leedera RS. The effectiveness of policies for reducing dietary trans fat: a systematic review of the evidence. Bull World Health Organ 2013; 91:262-269H.
- Eckel, R.H. et al. Understanding the Complexity of Trans Fatty Acid Reduction in the American Diet: American Heart Association Trans Fat Conference 2006: Report of the Trans Fat Conference Planning Group. Circulation 2007 Apr 24;115(16):2231-46.
- EFSA (2010). Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. EFSA Journal 2010; 8(3):1461. [107 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1461. Available online: www.efsa.europa.eu
- EFSA (2008). Opinion on the setting of nutrient profiles for foods bearing nutrition and health claims pursuant to Article 4 of the Regulation (EC) No 1924/2006, EFSA Journal (2008) 644, 1-44.
- EFSA (2005). Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to nutrition claims concerning omega-3 fatty acids, monounsaturated fat, polyunsaturated fat and unsaturated fat. EFSA Journal 2005;253:1-29.
- EFSA (2004). Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the presence of trans fatty acids and the effect on human health of the consumption of trans fatty acids. EFSA Journal. 81., 1-49.
- ISO-IDF. 2002. Milk fat-Preparation of fatty acid methyl esters. International Standard ISO 15884-IDF 182:2002
- ISO-IDF. 2001. Milk and milk products-Extraction methods for lipids and liposoluble compounds. International Standard ISO 14156-IDF 172:2001.
- Jakobsen MU, Bysted A, Andersen NL, Heitmann BL, Hartkopp HB, Leth T, Overvad K, Dyerberg J. Intake of ruminant trans fatty acids in the Danish population aged 1-80 years. Eur J Clin Nutr. 2006 Mar;60(3):312-8.

- Ji-Na Lim et al. Trans -11 18:1 vaccenic acid has a direct anti-carcinogenic effect on MCF- 7 human mammary adenocarcinoma cells. *Nutrients* , 6 (2) 627-636 (2014)Kuhnt K. Jahreis G. Stellungnahme zu wiederkäuerspezifischen trans-Fettsäuren – trans-Fettsäuren natürlicher und industrieller Genese, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 25. January 2011 (in German)
- L'Abbé MR, Stender S, Skeaff CM, Ghafoorunissa, Tavella M. Approaches to removing trans fats from the food supply in industrialized and developing countries. *Eur J Clin Nutr* (2009) 63, S50–S67; doi:10.1038/ejcn.2009.14.
- Lock AL, Corl BA, Barbano DM, Bauman DE, Ip C. The anticarcinogenic effect of trans-11 18:1 is dependent on its conversion to cis-9, trans-11 CLA by delta9-desaturase in rats. *J Nutr.* 2004 Oct;134(10):2698-704.
- Lock AL, Parodi PW, Bauman DE. The biology of trans fatty acids: implications for human health and the dairy industry. *Austr J Dairy Techn* 2005; 60:134-42.
- Motard-Bélanger A, Charest A, Grenier G, Paquin P, Chouinard Y, Lemieux S, Couture P, Lamarche B. Study of the effect of trans fatty acids from ruminants on blood lipids and other risk factors for cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr.* 2008 Mar;87(3):593-9.
- Mozaffarian D, Katan MB, Ascherio A, Stampfer MJ, Willett WC. Trans fatty acids and cardiovascular disease. *N Engl J Med.* 2006 Apr 13; 354(15):1601-13.
- Mozaffarian D, Cao H, King IB, Lemaitre RN, Song X, Siscovick DS, Hotamisligil GS. Trans-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in U.S. adults: a cohort study. *Ann Intern Med.* 2010 Dec 21.
- Nestel P. Trans Fatty Acids: Are Its Cardiovascular Risks Fully Appreciated?. *Clinical Therapeutics*, 36, 315-321 (2014)
- OMS.WHO European Ministerial, Conference on Nutrition and Non-communicable Diseases in the Context of Health 2020. 4-5 July 2013 Vienna, Austria.
- OMS. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020. (WHO 2013). www.who.int/ncd. ISBN 978 92 4 150623 6.
- OMS. Fats and Fatty Acids in human nutrition. *Dietary Fat and Coronary Heart Disease. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health.* 2004.
- OMS, Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias Comité del Codex sobre nutrición y alimentos para regímenes especiales. 2004.
- OMS. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series No. 916. World Health Organization: Geneva, 2003.
- Parodi PW. Anti-cancer agents in milkfat. *Austr J Dairy Techn* 2003; 58:114-8.
- Shingfield KJ, Ahvenjärvi V, Toivonen A, Vanhatalo P, Huhtanen, Griinari JM. Effect of incremental levels of sunflower-seed oil in the diet on ruminal lipid metabolism in lactating cows. *Br. J. Nutr* 2008; 99:971-83.
- Stender S, Astrup A, Dyerberg J.: Ruminant and industrially produced trans fatty acids: health aspects. *Food & Nutrition Research* 2008, DOI: 10.3402/fnr.v52i0.1651
- Stender S, Dyerberg J, Astrup A. Consumer protection through a legislative ban on industrially produced trans fatty acids in foods in Denmark. *Scandinavian Journal of Food and Nutrition* 2006; 50 (4): 155 – 160
- Stender S, Dyerberg J, Bysted A, Leth T, Astrup A. A trans world journey. *Atheroscler Suppl.* 2006 May;7(2):47-52
- Turpeinen AM, Mutanen M, Aro A, Salminen I, Basu S, Palmquist DL, Griinari JM. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. *Am J Clin Nutr.* 2002 Sep; 76(3):504-10.
- Uauy et al. WHO Scientific Update on trans fatty acids: summary and conclusions. *EJCN* (2009) 63, S68–S75; doi:10.1038/ejcn.2009.15.

# FIAB

ALIMENTAMOS  
EL FUTURO

2020

C/ Velázquez, 64 - 3º  
28001 Madrid  
T 91 411 72 11  
F 91 411 73 44  
fiab@fiab.es

**[www.fiab.es](http://www.fiab.es)**

Con la colaboración de:



MAGRAMA es colaborador Estratégico para la Industria de Alimentación y Bebidas 2020