

Contenido en ácidos grasos trans de las margarinas: evolución en las últimas décadas y tendencias actuales

Viviana I. Griguol Chulich, Manuel León-Camacho, Isabel M. Vicario Romero

Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla. Instituto de la Grasa.
Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Sevilla, España.

RESUMEN. El proceso de hidrogenación llevado a cabo en la industria para obtener margarinas conlleva la formación de una cierta cantidad de isómeros *trans*. El consumo de este alimento así como la cantidad de estos isómeros que contiene, han sido motivo de gran controversia en las últimas décadas. Mientras que en la década de los ochenta, se consideraba saludable el consumo de margarinas, en la década de los noventa numerosos estudios indicaron que el 18:1t, incrementaba las concentraciones de LDL-colesterol y reducía los niveles de HDL-colesterol, además de asociar su ingesta con un incremento del riesgo de sufrir enfermedad coronaria. La creciente publicidad sobre los efectos desfavorables de los ácidos grasos *trans* parece haber influenciado a los productores de margarinas, a reducir la cantidad de estos isómeros en sus productos. Mientras tanto, Estados Unidos ha adoptado una legislación para especificar su contenido en el etiquetado de los alimentos y en Europa, Dinamarca ha limitado los niveles máximos permitidos en los alimentos.

Palabras clave: Margarina, ácidos grasos trans, salud, etiqueta.

SUMMARY. Margarine's *trans*-fatty acid composition: modifications during the last decades and new trends. *Trans* fatty acids isomers are formed during the hydrogenation process used in the food industry to harden oils. In the last decades there has been a great controversy about the consumption of margarine due to the levels of *trans* fatty acids they contain. While in the eighties consumption of margarines was considered healthy, during the nineties several studies indicated that consumption of 18:1t increased LDL-cholesterol levels and decreased HDL-cholesterol level, and was related with an increased risk of coronary heart disease. The publicity about the unfavourable effects of *trans* fatty acid consumption seems to have influenced margarine producers to reduce the *trans* fatty acid content of margarines. Meanwhile USA has adopted a new legislation about *trans* fatty acid labelling. In Europe, Dinamarca has limited the maximum level of *trans* fatty acids allowed in food products.

Key words: Margarine, *trans* fatty acids, health, label.

INTRODUCCION

Las margarinas son alimentos para extender preparados con una mezcla de grasas y/o aceites con otros ingredientes tales como agua y/o productos lácteos, etc. (1). A menudo se fabrican combinando grasas sólidas y un aceite. Las primeras pueden prepararse con aceites hidrogenados y una mezcla de grasas sólidas naturales o grasas interesterificadas. El segundo suele ser aceite de girasol, canola, soja, y, ocasionalmente, aceite de oliva.

El proceso de hidrogenación se lleva a cabo en la industria para obtener grasas con características reológicas apropiadas. Este proceso conlleva a la formación de una cierta cantidad de isómeros respecto a los ácidos grasos de origen, en los cuales se modifica la configuración *cis* a *trans*. Este cambio tiene repercusión nutricional. Entre otros efectos, se produce una pérdida funcional de las propiedades de los ácidos grasos esenciales, es más, compiten con estos e inhiben la actividad de la enzima Δ -6-desaturasa. Las implicaciones fisiológicas de esta inhibición en los niños son en gran parte desconocidas (2).

Otro efecto negativo que se le atribuyen a estos isómeros se produce sobre el metabolismo de las lipoproteínas. Diversos

estudios indican que el 18:1t incrementa las concentraciones de LDL-colesterol, comparado con los ácidos oleico y linoleico (3-6). Sin embargo, los efectos sobre las HDL son menos consistentes; así algunos estudios no detectan ningún efecto (7-9), mientras que de Roos *et al.* (10) indican que estos isómeros provocan un incremento en la relación colesterol LDL/colesterol HDL aproximadamente el doble al originado por las grasas saturadas. También pueden atribuirse a los ácidos grasos *trans* pequeños incrementos en los niveles de Lp(a) (9,11).

Debido a estas evidencias, la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) ha propuesto la inclusión de los ácidos grasos *trans* en el recuadro de la Declaración Nutricional para alimentos que contienen más de 0,5 gramos de grasa *trans* por ración (12). En el etiquetado nutricional, después del encabezado "Grasas saturadas", un símbolo como un asterisco informará a los consumidores de una nota al pie que señala que el producto "incluye x g de grasa *trans*". Si un alimento contiene menos de 0,5 gramos de grasa *trans*, dicha etiqueta será opcional, ya que los métodos analíticos no pueden medir niveles menores de una manera confiable. Este etiquetado debe estar presente en todos los productos alimenticios antes del 2006 (13). En este sentido,

Dinamarca ha sido el primero en poner un límite legal al contenido de ácidos grasos *trans* de los alimentos, mediante una legislación interna que impide la comercialización de productos que contengan más de un 2% de dichos ácidos grasos desde el 2004. El Danish Nutrition Council recomienda que antes de que acabe el año 2005 cese el uso de ácidos grasos *trans* en la elaboración de los alimentos, y hasta entonces la declaración de su contenido está siendo obligatoria (14).

El consumo de margarinas y su incidencia sobre la salud

Ha habido gran controversia acerca de la seguridad en el consumo de las margarinas. Así, en la década de los ochenta se aseguraba que las mismas podían consumirse con total seguridad por ser fuente de ácidos grasos poliinsaturados, carecer de colesterol y contener poca cantidad de ácidos grasos saturados (15); otros autores (16) sostienen que eran fuente de vitamina E y esteroides tales como: sitosterol, campesterol y estigmasterol, todos ellos con importancia significativa en la dieta.

Sin embargo, desde la década de los noventa, numerosos estudios mostraron que el 18:1t incrementaba las concentraciones de LDL-colesterol (17-21) y reducía los niveles de HDL-colesterol (18,19,21). Otros estudios epidemiológicos realizados (17,18,22,23), proporcionaron evidencias de una relación positiva entre ingesta de ácidos grasos *trans* e incremento del riesgo de sufrir una Enfermedad Coronaria (EC). Sin embargo, científicos respaldados por el Instituto Americano de Nutrición, manifestaron que no se podía correlacionar la ingesta de estos ácidos grasos con dicha enfermedad (25). Es por ello que se sucedieron numerosas publicaciones para aclarar este asunto. Así, Tavani *et al.* (26) en un estudio llevado a cabo en 429 mujeres italianas de entre 18 y 74 años de edad, observaron que una ingesta elevada o media de margarinas se asociaba con un incremento en el riesgo de padecer infarto agudo de miocardio. En el mismo año Hu *et al.*, (27) publicaron una valoración epidemiológica con datos basados en 80.082 enfermeras americanas entre 34 y 59 años de edad donde llegaron a la conclusión de que era más efectivo para la prevención de enfermedades coronarias en mujeres, reemplazar las grasas saturadas y *trans* insaturadas por grasas no hidrogenadas monoinsaturadas o poliinsaturadas, que reducir la ingesta total de grasa. Cierra esta década y abre la siguiente el estudio TRANSFAIR (28,29) llevado a cabo en 14 países del oeste de Europa, en el que no se encontró correlación positiva entre ingesta de *trans* y riesgo de EC, aunque se aconsejaba la disminución de la ingesta de ácidos grasos elevadores del colesterol, entre ellos los ácidos grasos *trans*. En el estudio de Ancianos de Zutphen (30) participaron 667 hombres holandeses con edades comprendidas entre 64 y 84 años, llegándose a la conclusión de que la ingesta de ácidos grasos *trans* estaba positivamente asociada al riesgo de EC.

Contenido en ácidos grasos *trans* de las margarinas en la década de los ochenta

En esta década se observa una gran variabilidad en el contenido de ácidos grasos *trans* en margarinas, que oscila desde su ausencia hasta niveles superiores al 30% (Tabla 1). En el estudio realizado por Enig *et al.* (31) en 40 muestras de margarinas de Estados Unidos se encontraron niveles similares a los registrados en la década anterior en margarinas de ese mismo país y de Canadá (32,33).

TABLA 1
Niveles máximos y mínimos (% de ácidos grasos totales) de ácidos grasos *trans* en margarinas en la década de los ochenta

C14:1t	C16:1t	C18:1t	C18:2t	C18:3t	Trans totales	País (Referencia)
-	-	5,70-21,7	0,60-6,60	-	7,3-22,4	USA (34)
-	-	6,80-31,0	Nd - 5,2	-	-	USA (31)
-	-	10,7-30,1	0,21-4,78	-	-	USA(37)
-	-	0,10-32,7	0,05-1,48	-	0,30-34,70	España (36)
-	-	0,00-16,03	0,00-0,51	-	0,00-16,54	
		0,00-6,60*	0,00-0,59*	-	0,00-7,19*	España (35)

* Margarina elaborada con grasas de origen vegetal y animal

Es de destacar la mejora de las técnicas analíticas, así la longitud de las columnas usadas en la cromatografía de gases varía de los 6,1 m de los trabajos de Gildenberg y Firestone (34) y de Coll y Gutierrez (35), de 15 m en el de Enig *et al.* (31), pasándose a la de 50 m en el trabajo de Hernández y Boatella (36), hasta la de 100 m en el de Slover *et al.* (37). Obviamente, se consiguieron mejores separaciones de los distintos isómeros de los ácidos grasos con la última columna, ya que en las primeras sólo podían darse los valores de los ácidos *trans* monoenoicos como C18:1t y los del *trans* dienoicos como C18:2t, que expresaban la suma de los distintos isómeros de cada uno de ellos, llegándose a identificar con la columna de 100 m individualmente a los isómeros del primero como: 13t; 12t + 10t; 9t + 11t + 13c; 8t; 7t, 6t; ?t y 12c + 11c + 5t; y a los del segundo como: 9t, 12c; 9c, 12t; y 9t, 12t. Cabe decir que con la columna de 50 m, aunque no se lograron separar los distintos isómeros del octadecenoicos, se separaron los tres del octadecadienoico mencionados anteriormente (36). Esto también había sido observado en un trabajo de Sampugna *et al.* (38) comparando columnas de 15 m y 75 m.

Se aprecia también en esta década que no se identifican los isómeros *trans* de los ácidos miristoleico, palmitoleico y linolenico, siendo los mayoritarios los del oleico y linoleico, en ese orden. El origen de estos es atribuible a la hidrogenación parcial de los aceites nativos, que origina isómeros de posición y geométricos de dichos ácidos grasos. Dicha hidrogenación,

que es probablemente la mayor herramienta de los productores de margarinas, tiene la finalidad de reducir el grado de insaturación y elevar el punto de fusión del aceite. El proceso normalmente no se hace completo, porque las grasas totalmente saturadas tienen puntos de fusión muy elevados y sin las características plásticas deseadas (39).

Finalmente destaca el menor contenido de ácidos grasos *trans* en las margarinas españolas (35) elaboradas en esta época mayoritariamente con una mezcla de grasas de origen vegetal y animal, ya que estas últimas contienen dichos isómeros en pequeña cantidad, procedentes de la alimentación del animal.

Contenido en ácidos grasos trans de las margarinas en la década de los noventa

Esta década se inicia con la afirmación de que la ingesta de ácidos grasos *trans* en condiciones normales no ejerce efectos adversos para la salud siempre que se ingieran cantidades adecuadas de ácidos grasos esenciales; se destacaba, sin embargo, la necesidad de buscar métodos analíticos fiables para la determinación exacta de la cantidad de estos ácidos grasos en los distintos alimentos. La publicación de los trabajos mencionados anteriormente sobre una asociación positiva entre consumo de *trans* y enfermedades cardiovasculares incrementó dicha búsqueda.

Para ello se extendió el uso de columnas capilares de 50 m y 60 m en la mayoría de los trabajos (Tabla 2), así como de 100 m (41, 42), siendo la excepción la de 4 m utilizada por Block y Barrera (43). Ratnayake y Beare-Rogers (40) realizan una separación previa en cromatografía en capa fina con nitrato de plata para mejorar la separación posterior de los distintos isómeros en el cromatógrafo gas-liquido, logrando identificar los siguientes isómeros del C18:1t: 6t-11t; 12t-13t; 14t y 15t; por su parte, los del C18:2t identificados fueron: 9t, 12t; 9t,12c; ct/tc; 9c, 12t y 9t, 12c. En cuanto a los isómeros del C18:3 identificados fueron los siguientes: 9c, 12t, 15t + 9t, 12c, 15t; 9t, 12c, 15c y 9c, 12t, 15c. Los demás autores no separan los distintos isómeros del C18:1t, aunque en algunos casos separan varios de los isómeros del C18:2t (41,42,44). Por su parte, Fernández San Juan (45) identifica los ácidos elaidico y linoelaidico, aunque los denomina C18:1t y C18:2t, respectivamente.

Se aprecia, en las distintas investigaciones realizadas, la tendencia a no detectar C14:1t en las margarinas analizadas (Tabla 2), excepto por Fritche y Seinhart (44), que lo encuentran en pequeña cantidad. Por su parte, el C16:1t es detectado en aquellas margarinas que han sido elaboradas con aceites de pescado hidrogenados. En relación a dicho ácido graso puede destacarse que su contenido aumenta al incrementarse la dureza de la margarina (46,47), lo que indicaría su formación en el proceso de hidrogenación a que es sometido el aceite de pescado en su endurecimiento para convertirlo en margarina. En relación al C18:3t, destacan las cantidades reducidas de los mismos. Según Ackman *et al.*,

(48) la presencia de los isómeros *trans* geométricos de los ácidos linoleico y linolénico en las margarinas se debe a que las mismas están constituidas por aceites refinados o desodorizados por procedimientos físicos, ya que al exponer los aceites a elevadas temperaturas se forman dichos isómeros; sin embargo no siempre están presentes en los aceites refinados, indicando la gran variación existente en las prácticas de los procesos de refinación (31).

TABLA 2
Niveles máximos y mínimos (% de ácidos grasos totales) de ácidos grasos *trans* en margarinas en la década de los noventa

C14:1t	C16:1t	C18:1t	C18:2t	C18:3t	Trans totales	País (Referencia)
-	-	12,50-34,2	0,60-6,90	0,30-0,60	14-39,1	Canadá (40)
-	-	3,50-17	0,00-0,40	-	0,00-17,8	-
-	-	0,00-4,2	0,00-0,01	-	0,00-4,20	España (45)
-	-	-	-	-	10,80	España (71)
-	0,00 ‡	12,13 ‡	0,00 ‡	-	-	-
-	0,00 ‡	10,10 ‡	0,59 ‡	-	-	-
-	0,95 ‡‡	4,05 ‡‡	0,40 ‡‡	-	-	Finlandia (46)
-	-	0,10-23	0,1-1,7	-	0,6-23,5	Alemania (72)
-	-	-	-	-	13,4-38	Brasil (43)
-	-	0-20,10	0-0,70	-	0,40-21	Alemania (72)
-	-	-	-	-	16,80	España (74, 75)
-	-	0,2-22,3	0-1,0	0-1,4	0,5-24,5	Bélgica (49)
-	-	0,10-9,90	0,30-0,90	-	0,80-10,20	Malasia (76)
-	-	-	-	-	0-10,6	Alemania (77)
-	-	10,9-17	0-2,8	0-0,8	12,6-19,7	Nueva Zelanda (41)
-	-	0,04-13,29	0-0,26	-	-	USA (78)
< 0,01	0-0,03	0,05-4,4	0-0,43	-	0,15-4,9	Alemania (44)
-	-	Nd-15,35	-	-	0,12-16,5	-
-	-	Nd-2,00*	-	-	0,10-2,60*	-
-	-	0,20-15†	-	-	0,5 0-16,0†	Europa (14 países) (79)
-	Nd ‡	0,00-1,9 ‡	-	-	-	-
-	0,0-2,9 ‡	0,00-5,8 ‡	-	-	-	-
-	0,0-3,7 ‡‡	0-14,2 ‡‡	-	-	-	Dinamarca (47)
-	-	0,20-35 ‡	0,20-9,60 ‡	0,00-17,5 ‡	18,80 ‡	-
-	-	14,80-37,0 ‡	0,60-8,70 ‡	0,10-1,20 ‡	34,30 ‡	Canadá (42)
-	-	1,90-8,00	0,40-1,40	-	-	Bulgaria (80)

* Margarina suave baja en *trans* † Margarina suave alta en *trans* ‡ Margarina suave † Margarina semiblanda ‡‡ Margarina dura ** Margarina elaborada con grasas de origen vegetal y animal

El isómero mayoritario en las margarinas es el C18:1t (> 90 %) (49). Dentro de éste, el ácido elaidico (t-9) frecuentemente ha sido el isómero más importante en margarinas (50) aunque también se ha encontrado como mayoritarios junto a él, al t-10, con una media de 24% y 21%, respectivamente, seguidos del t6-8, con 18,5 %; t12 y t13-14 con alrededor de 10%; t15 y t16 que representan aproximadamente el 1% del total de estos isómeros, y finalmente t4 y t5; que no alcanzan el último porcentaje citado (51).

Por su parte, Hyvönen *et al.*, (46) identifican isómeros *trans* del C20 y C22, aunque solo en las margarinas duras, las

cuales se elaboran con aceites marinos hidrogenados.

Tendencias actuales

Se aprecia en la Tabla 3 que el contenido medio de ácidos grasos *trans* en muestras correspondientes al año 2000 y posteriores son inferiores a las detectadas en décadas anteriores. Así en las margarinas austriacas se detectan los niveles más bajos, del 1,60% (52), seguidas de las portuguesas (53) y españolas (54), ambas con 2,50%. Destaca además que dicho contenido asciende según lo hace la dureza de las margarinas (55-57). También se aprecia la gran variabilidad en el contenido de estos isómeros en las margarinas turcas (55,58,59) y pakistaníes (57). En relación a las margarinas griegas (60), aunque su contenido en *trans* es relativamente bajo, los autores indican una elevada cantidad de ácidos grasos saturados, que discrepa con lo declarado en la etiqueta. Lo mismo ocurre en el estudio de Tekin *et al.* (58), ya que 4 de las 14 margarinas analizadas son "libres de *trans*", pero tienen elevadas cantidades de ácidos grasos saturados de cadena corta, lo que sugiere que han sido elaboradas con aceite de coco.

TABLA 3
Contenido promedio (expresado como % de ácidos grasos totales) de ácidos grasos *trans* en margarinas en la década del 2000

C14:1t	C16:1t	C18:1t	C18:2t	C18:3t	<i>Trans</i> totales	País (Referencia)
-	-	-	-	-	1,60	Austria (57)
-	-	28,61	-	-	0,30-3,70	Argentina (81)
-	0,08*	2,54*	1,96*	0,16*	5,20*	
-	0,14†	3,16†	2,20†	0,12†	6,10†	
-	0,22*	14,60‡	0,17‡	0,14‡	15,20‡	Turquía (55)
-	-	8,18	0,49	0,21	8,87	España (65)
-	0,01	4,88	0,45	0,03	5,37	Alemania (61)
-	<0,10	5,90	0,30	0,20	6,70	Escocia (62)
-	-	1,20*	1,00*	-	2,40*	
-	-	9,70†	1,00†	-	11,10†	
-	-	21,10‡	2,00‡	0,20*†‡	23,40‡	USA (56)
-	-	2,00	0,50	0,01	2,50	Portugal (53)
-	-	-	-	-	0,0-37,8	Turquía (58)
-	-	-	-	-	0,01-19	Grecia (60)
-	-	0,40-27,4	-	-	0,90-32	Turquía (59)
-	-	2,00	0,10	-	2,50	España (54)
-	-	-	-	-	< 4,10*	
-	-	-	-	-	1,6-23,1‡	Pakistán (57)

*Margarina blanda; †Margarina semiblanda; ‡Margarina dura

En cuanto a los distintos isómeros *trans*, se verifica el predominio del C18:1t, seguido de C18:2t, como en décadas anteriores. Le siguen en cantidad C18:3t y C16:1t, mientras que no se detecta C14:1t. Algunos autores (61,62) también identifican isómeros *trans* del C20:1 ó C22:1, provenientes de aceites de pescado hidrogenados.

En España, donde la dieta Mediterránea está muy arraigada, es el país que muestra los menores niveles de muertes por enfermedades cardiovasculares de toda Europa (63). Tradicionalmente el aceite de oliva es la mayor fuente de grasa en dicha dieta, aunque ha habido un incremento gradual en la ingesta de margarinas y mantequillas en los últimos años. Aunque la ingesta de margarina en 2000 era aun baja (2,46 g/persona/día), la ingesta de alimentos que la contienen (bollería industrial, galletas, etc.) se ha incrementado (64). Puede decirse que en España la tendencia también es a reducir este tipo de ácidos grasos, ya que hasta 1996, con la excepción de las seis margarinas analizadas por Coll y Gutiérrez (35), el contenido de los mismos estaba por encima del 10%, reduciéndose a 8,87% en 2000 (65), hasta llegar al 2,50% actual (53) (Tabla 4). Todos estos estudios destacan la gran variabilidad de dichos ácidos grasos existente entre las muestras: entre 0,30% y 34,70%. Esta variabilidad puede explicarse por los distintos parámetros usados durante el proceso de fabricación, por ejemplo las condiciones de hidrogenación y/o desodorización (66), así como por la cantidad de ácidos grasos insaturados presentes en las materias primas usadas para la elaboración de estos productos (31). Henninger y Ulberth (67) afirman que la composición de las margarinas puede depender del precio que las materias primas tengan en el mercado. Otra razón de la variabilidad es la aparición de las margarinas llamadas "libres de *trans*". Una práctica utilizada para producirlas es la llamada "interesterificación", que es una alternativa al proceso de hidrogenación parcial que puede ser usada para conseguir aceites y grasas deseadas desde un punto de vista funcional. Consiste en una mezcla de aceites o grasas vegetales altamente saturadas (ej. aceite de palma o aceites totalmente hidrogenados) con aceites líquidos. Los niveles de ácidos grasos *trans* de las mezclas interesterificadas son muy bajos (0,10%), comparados con los de las grasas de los alimentos comerciales (1,30% - 12,10%) (68).

TABLA 4
Contenido promedio o niveles máximos y mínimos (% de ácidos grasos totales) de ácidos grasos *trans* en margarinas españolas

C18:1t	C18:2t	C18:3t	<i>Trans</i> totales	Referencias
0,1-32,7	0,05-1,48	-	10,79	36
6,4	0,24	-	6,68	
2,38*	0,11*	-	2,55*	35
11,37	0,14	-	11,50	
2,14*	0,00-0,01*	-	2,1*	45
-	-	-	10,80	71
-	-	-	16,80	75
8,18	0,49	0,21	8,87	65
2,00	0,10	-	2,50	54

* Margarina blanda

Los diversos estudios sobre los efectos desfavorables de los ácidos grasos trans parecen haber influido en los productores de margarinas, que han reducido las cantidades de estos isómeros en sus productos (42). En la Tabla 4 se observa la tendencia a la reducción de los ácidos grasos trans en las margarinas españolas; la Tabla 5 muestra la misma tendencia en países como Francia (69), Austria (67), Alemania (51,61), Escocia (62), Dinamarca (70) y Estados Unidos (56); mientras que en Canadá (42), las margarinas siguen teniendo cantidades elevadas de estos ácidos grasos.

TABLA 5
Porcentaje de ácidos grasos *trans* en margarinas en distintos períodos

Años	C16:1t	C18:1t	C18:2t	C18:3t	Trans totales	País (Referencias)
1991	-	13,00	-	-	-	Francia (69)
1995	-	3,80	-	-	-	
1991/92	-	-	-	-	15,70	Austria (67)
1995	-	-	-	-	6,50	
1991	-	9,58	-	-	-	Alemania (51)
1995	-	4,62	-	-	-	
1994	0,03	20,71	1,00	0,00	21,77	Alemania (61)
1999	0,01	4,88	0,45	0,03	5,37	
1995	2,70	7,20	0,80	0,20	28,90	Escocia (62)
1998	< 0,10	5,90	0,30	0,20	6,70	
1991	-	1,90*	-	-	-	
	-	9,80 †	-	-	-	
	-	5,80‡	-	-	-	
						Dinamarca (70)
1995	-	1,30*	-	-	-	
	-	1,20 †	-	-	-	
	-	4,20‡	-	-	-	
1993	-	-	-	-	5,50*	
	-	-	-	-	15,00†	
	-	-	-	-	23,00‡	
						USA (56)
1998	-	-	-	-	2,40*	
	-	-	-	-	11,10†	
	-	-	-	-	23,40‡	

* Margarina blanda † Margarina semiblanda ‡ Margarina Dura

REFERENCIAS

- Lawson H. Food Oils and Fats. Technology, Utilization and Nutrition. Ed. Chapman & Hall. 1995 New York
- Craig-Smith M C. Isomeric fatty acids: Evaluating status and implications for maternal and child health. Lipids 2001; 36(9): 997-1006.
- Sundran K, Ismail A, Hayes KC, Jeyamalar R, Pathmanathan R. Trans (elaidic) fatty acids adversely affect the lipoprotein profile relative to specific saturated fatty acids in humans. J Nutr 1997; 127(3): 514S-20S.
- Zock P, Urgert R, Hulshof P, Katan M. Dietary trans fatty acids: a risk for coronary disease. Ned Tijdschr Geneesk 1998; 142(30): 1701-04.
- Morgado N, Sanhueza J, Galleguillos A, Nieto S, Valenzuela A. Effect of dietary hydrogenated fish oil on the plasma lipoprotein profile and on the fatty acid composition of different tissues on the rat. Ann Nutr Metab 1999; 43(5): 310-18.
- Nestel P. Saturated and trans fatty acids and coronary heart disease. EHJ 1999; 1 (Suplement): S19-S23.
- Lichtenstein, A. H. Trans fatty acids and blood lipid levels, Lp(a), parameters of cholesterol metabolism, and hemostatic factors. J Nutr Biochem 1998; 9(Mayo): 244-48.
- Lichtenstein, A. H. Trans fatty acids and cardiovascular disease risk. Current Opinion in Lipidology 2000; 11(1): 37-42.
- Stachowska E, Chlubek D, Ciechanowski K. Trans isomers of unsaturated fatty acids-metabolic action and clinical effects. Pol Merkuriusz Lek 2001; 10(57): 173-76.
- de Roos N, Schouten E, Katan M. Consumption of a solid fat rich in lauric acid results in more favorable serum lipid profile in healthy men and women than consumption of a solid fat rich in trans-fatty acids. J Nutr 2001; 131(Feb.): 242-45.
- 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; 340(25): 1933-40.
- Institute of Food Science and Technology. U. S. Food and Drug Administration. Trans fatty acids. 1999; Nov. Disponible en la World Wide Web: <http://www.iftst.org/tfedb.htm>.
- Wilkening V. Proposed changes in U.S.A. regulations for food labeling. J Food Com Anal 2001; 14(3): 309-14.
- Stender S, Dyeberg J. The importance of trans-fatty acids for health. Ugeskr Laeger 2001 Abril 23; 163(17): 2349-53.
- Beare-Rogers J L, Gray L M, Hollywood R. The linoleic acid and trans fatty acids of margarines. Am J Clin Nutr 1979; 32: 1805-09.
- Slover H, Thompson R, Davis C, Merola G. Lipids in margarines and margarine-like foods. JAOCS 1985; 62(4): 775-86.
- Troisi R, Willett W, Weiss S. Trans fatty acids intake in relation to serum lipid concentrations in adult men. Am J Clin Nutr 1992; 56: 1019-24.
- Mensink R, Katan M. Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low density lipoproteins cholesterol levels in healthy subjects. N Engl J Med 1990; 323: 439-45.
- Zock P, Katan M. Hydrogenation alternatives: effects of trans fatty acids and stearic acid versus linoleic acid on serum lipids and lipoproteins in humans. J Lipid Res 1992; 33: 399-410.
- Wood R, Kubena K, O'Brien, B, Tseng S, Martin G. Effect of butter, mono and polyunsaturated fatty acid enriched butter, trans fatty acid margarine, and zero trans fatty acid margarine on serum lipids and lipoproteins in healthy men. J Lipid Res 1993; 34: 1-11.
- Judd J, Clevidence B, Muesing R, Witte J, Sunkin M, Podcasy J. Dietary trans fatty acids: effects on plasma lipids and lipoproteins of healthy men and women. Am J Clin Nutr 1994; 59: 861-68.
- Willett W, Stampfer M, Manson J, Colditz G, Speizer F, Rosner, B, Sampson L, Hennekens Ch. Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women. The Lancet 1993; 341(6): 581-85.

23. Aro A, Kardinaal A, Salminen I, Kard JD, Riemersma RA, Delgado Rodríguez M, Gomez Aracena J, Huttunen JK, Kohlmeier BL, Martin BC, Martin Moreno JM, Mazaev VP, Ringstad J, Thamm M, van 't Veer P, Kok FJ. Adipose tissue isomeric *trans* fatty acids and risk of myocardial infarction in nine countries: the EURAMIC study. *The Lancet* 1995; 345(4): 273-79.
24. British Nutrition Foundation's Task Force. *Trans fatty acids*. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin 1995.
25. American Society of Clinical Nutrition/American Institute of Nutrition. Position paper on trans fatty acids. *Am J Clin Nutr* 1996; 63: 663-70.
26. Tavani A, Negri E, D'Avanzo B, La Vecchia C. Margarine intake and risk of nonfatal acute myocardial infarction in Italian women. *Eur J Clin Nutr* 1997; 51(1): 30-32.
27. Hu FB, Stamper MJ, Manson J. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *N Engl J Med* 1997; 337: 1491-99.
28. Hulshof P, van Erp-Baart MA, Anttolainen M, Becker W, Couet C, Hermann-Kunz E, Kesteloot H, Leth T, Martins I, Moreiras O, Moschandreas J, Pizzoferrato L, Rimestad A, Thorgeisdottir H, Amelvoort JM, Aro A, Kafatos A, Lanzmann-Petithory D, van Poppel G. Intake of fatty acids in western Europe with emphasis on trans fatty acids: the TRANSFAIR study. *Eur J Clin Nutr* 1999; Feb 53(2): 143-57.
29. van de Vijver LP, Kardinaal A, Couet C, Aro A, Kafatos A, Stengrimsdottir L, Amorim CJA, Moreiras O, Becker W, van Amelvoort J, Vidal-Jessel S, Salminen I, Moschandreas J, Sigfus Martins I, Carbajal A, Ytterfors, A, van Poppel G. Association between trans fatty acid intake and cardiovascular factors in Europe: the TRANSFAIR study. *Eur J Clin Nutr* 2000; Feb 54(2): 126-35.
30. Oomen CM, Ocke MC, Feskens EJ, van Erp-Baart MA, Kok FJ, Kromhout D. Association between trans fatty acid intake and 10-year risk of coronary heart disease in the Zutphen Elderly Study; a prospective population-based study. *The Lancet* 2001; Mar 10(537): 746-51.
31. Enig M, Pallansch L, Sampugna J, Keeney M. Fatty acid composition of the fat in selected food items with emphasis on *trans* components. *JAOCS* 1983; 60(10): 1788-95.
32. Carpenter DL, Slover H. Lipid composition of selected margarines. *J Am Oil Chem Soc* 1974; 50: 372.
33. Carpenter DL, Lehman BS, Mason BS, Slover H. Lipid composition of selected vegetable oils. *J Am Oil Chem Soc* 1976; 53: 713.
34. Gildenberg L, Firestone D. Gas chromatographic determination of *trans* unsaturation in margarine: collaborative study. *J Assoc Off Anal Chem* 1985; 68(1): 46-51.
35. Coll Hellín L, Gutiérrez Ruiz ML. Determinación de ácidos grasos trans-insaturados en margarinas y mantequillas. *Anales de Bromatología* 1989; XLI(1): 115-28.
36. Hernández i Abascal N, Boatella i Riera J. Contenidos de isómeros *trans* de los ácidos grasos en margarinas. *Grasas y Aceites* 1988; 39(6): 348-52.
37. Slover H, Thompson R, Davis C, Merola G. Lipids in margarines and margarine-like foods. *JAOCS* 1985; 62(4): 775-86.
38. Sampugna J, Pallansch L, Enig M, Keeney M. Rapid analysis of *trans* fatty acids on SP 2340 glass capillary columns. *J Chrom* 1982; 249: 245-55.
39. Valenzuela A, King J, Nieto S. *Trans* fatty acid isomers from hydrogenated fats: the controversy about health implications. *Grasas y Aceites* 1995; 46(6): 369-75.
40. Ratnayake W, Rogers B. Problems of analyzing c18 cis and *trans* fatty acids of margarine on the SP 2340 capillary column. *J Chrom Sci* 1990; 28: 633-39.
41. Lake R, Thomson, Devane G, Scholes P. *Trans* fatty acid content of selected New Zealand foods. *J Food Comp Anal* 1998; 9: 365-74.
42. Ratnayake W, Pelletier R, Hollywood R, Bacler S, Leyte D. *Trans* fatty acids in Canadian margarines: recent trends. *JAOCS* 1998; 75(11): 1587-94.
43. Block J, Barrera Arellano D. Productos hidrogenados no Brasil: Isómeros trans, características físico químicas e composicao em ácidos graxos. *ALAN* 1994; 44(4): 281-85.
44. Fritsche J, Steinhart H. Contents of *trans* fatty acids (TFA) in German foods and estimation of daily intake. *Feet/Lipid* 1997; 9: 314-18.
45. Fernández San Juan, P. M. Ácidos grasos *trans* insaturados. Estudio de su contenido en margarinas y grasas comestibles. *Alimentación, Equipos y Tecnología* 1991; Ene-Feb: 281-84.
46. Hyvönen L, Lampi A, Varo P, Koivistoinen P. Fatty acid analysis, TAG equivalentes as net fat value, and nutritional attributes of commercial fats and oils. *Food Comp Anal* 1993; 6: 24-40.
47. Ovensen L, Leth L, Hansen K. Fatty acid composition and contents of *trans* monounsaturated fatty acids in frying fats, and in margarines and shortenings in Denmark. *JAOCS* 1998; 75(9): 1079-83.
48. Ackman GG, Hooper SN, Hooper DL. Linolenic acid artefacts from deodorization of oils. *JAOCS* 1974; 51: 42-49.
49. De Greyt W, Radanyi O, Kellens M, Huygebaert A. Contribution of *trans* fatty acids from vegetable oils and margarines to de Belgian diet. *Feet/Lipid* 1996; 98: 30-33.
50. Precht D, Molkentin J. *Trans* fatty acids: Implications for health, analytical methods, incidence in edible fats and intake. *Die Nahrung* 1995; 39: 343-74.
51. Molkentin J, Precht D. Isomeric distribution and rapid determination of *trans* - octadecenoic acids in German brands of partially hydrogenated edible fats. *Nahrung* 1996; 40(6): 297-304.
52. Wagner K, Auer E, Elmadfa, I. Content of trans fatty acids in margarines, plant oils, fried products and chocolate spreads in Austria. *Eur Food Res Technol* 2000; 210: 237-41.
53. Torres D, Casal S, Oliveira B. Fatty acid composition of Portuguese spreadable fats with emphasis on *trans* isomers. *Eur Food Res Technol* 2002; 21(4):108-11.
54. Larqué E, Garaulet M, Pérez-Llamas F, Zamora S, Tebar J. Composición en ácidos grasos de las margarinas de mayor consumo en España y su importancia nutricional. *Grasas y Aceites* 2003; 54(1): 65-70.
55. Yilmaz N, Demirbas A, Sahin A. Changes in membrane fatty acid composition of human erythrocytes obtained from dietary margarine users and non-users. *Food Chem* 2000; 70: 371-75.

56. Okamoto T, Matsuzaki H, Maruyama T, Niiya I, Sugano M. *Trans* fatty acid contents of margarines and baked confectioneries produced in the United States. *J Oleo Sci* 2001; 50(2): 137-42.
57. Bhangar MI, Anwar F. Fatty acid (FA) composition and contents of *trans* unsaturated FA in hydrogenated vegetable oils and blended fats from Pakistan. *JAOCS* 2004; 2(81): 129-34.
58. Tekin A, Cizmeci M, Karabacak H, Kayahan M. *Trans* fatty acids and solid fat contents of margarines marketed in Turkey. *JAOCS* 2004; 79(5): 443-45.
59. Cetin M, Yildirim A, Sahin A. Determination of fatty acids and some undesirable fatty acid isomers in selected Turkish margarines *Eur J Lipid Sci Technol* 2003; 105(11): 683-87.
60. Triantafyllou D, Zografos V, Katsikas H. Fatty acid content of margarines in the Greek market (including *trans* fatty acids): a contribution to improving consumers' information. *Int J Food Sci Nutr* 2003; 54(2): 135-41.
61. Precht D, Molkenjin J. Recent trends in the fatty acid composition of German sunflower margarines, shortenings and cooking fats with emphasis on individual C16:1, C18:1, C18:2, C18:3 and C20:1 *trans* isomers. *Nahrung* 2000; 44(4): 222-28.
62. Wilson R, Lyall K, Payne JA, Riemersma RA. Quantitative analysis of long-chain *trans*-monoenes originating from hydrogenated marine oil. *Lipids* 2000; 35(6): 681-87.
63. Uemura K, Pisa Z. Trends in cardiovascular disease mortality in industrialized countries since 1950. *Wld Hlth Stat Q* 1988; 41, 155-78.
64. MAPA. La Alimentación En España. Ed. Secretaría General de Agricultura Pesca y Alimentación. Dirección general de Alimentación Ministerio de Agricultura. Madrid: 2001.
65. Alonso L, Fraga M J, Juárez M. Determination of *trans* fatty acids and fatty acid profiles in margarines marketed in Spain. *JAOCS* 2000; 77(2): 131-36.
66. Fritsche J, Steinhart H. Analysis, occurrence, and physiological properties of *trans* fatty acids (TFA) with particular emphasis on conjugated linoleic acid isomers (CLA)- a review. *Feet/Lipid* 1998; 100(6); 190-210.
67. Henninger M, Ulberth F. *Trans* fatty acids in margarines and shortenings marketed in Austria. *Z Lebensm Unters Forsch* 1996; 203: 210-15.
68. Petrauskaite V, De Greyt W, Kellens M, Huygebaert A. Physical and chemical properties of *trans* free fats produced by chemical interesterification of vegetable oil blends. *JAOCS* 1998; 75(4): 489-93.
69. Bayard C, Wolff L. *Trans* 18:1 acids in french tub margarines and shortenings: recent trends. *JAOCS* 1995; 72(12): 1485-89.
70. Ovensen L, Leth T, Hansen K. Fatty acid composition of Danish margarines and shortenings, with special emphasis on *trans* fatty acids. *Lipids* 1996; 31(9): 971-75.
71. Boatella J, Rafecas M, Codony R. Isomeric *trans* fatty acids in the Spanish diet and their relationships with changes in fat intake patterns. *Eur J Clin Nut* 1993; 47(1): S62-S65.
72. Pfalzgraf A, Timm M, Steinhart H. Content of *trans* fatty acids in food. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*. 1994; 33(1): 24-43.
73. Pfalzgraf A, Steinhart H. Gehalte von *trans*-fettsäuren in margarinen. *Dtsch Lebensm Rundsch* 1995; 91: 113-14.
74. Fernández San Juan P M. Efectos producidos por la hidrogenación sobre los aceites y grasas comestibles. *Ácidos grasos *trans*-insaturados. Contenido en los alimentos. Alimentaria* 1995; 93(Abril): 93-98.
75. Fernández San Juan P M. Study of isomeric *trans*-fatty acids content in the commercial Spanish foods. *Int J Food Sci Nutr* 1996; 47(5): 399-403.
76. Idris N, de Man L, Tang T, Chong C. Chemical composition and physical properties of soft (tub) margarines sold in Malaysia. *JAOCS* 1996; 73(8): 995-1001.
77. Demmelmair H, Festl B, Wolfram G, Koletzko B. *Trans* fatty acid contents in spreads and cold cuts usually consumed by children. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft* 1996; 35(3): 235-40.
78. Ali LH, Angyal G, Weaver, CM, Rader JJ Comparison of capillary column gas chromatographic and AOAC gravimetric procedures for total fat and distribution of fatty acids in foods. *Food Chem* 1997; 58: 149-60.
79. Aro A, van Amelsvoort J, Becker W, van Erp-Baart M A, Kafatos A, Leth T, van Poppel G. *Trans* fatty acids in dietary fats and oils from 14 European countries: the TRANSFAIR study. *J Food Comp Anal* 1998; 11: 137-49.
80. Tsanev R, Russeva A, Rizov T, Dontcheva I. Content of *trans* fatty acids in edible margarines. *JAOCS* 1998; 75(2): 143-45.
81. Tavella M, Peterson G, Espeche M, Cavallero E, Cipolla L, Perego L, Caballero B. *Trans* fatty acids content of a selection of foods in Argentina. *Food Chem* 2000; 69: 209-13.

Recibido: 29-03-2005

Aceptado: 09-12-2005