

Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre la seguridad para el consumo humano de un aceite girasol con el perfil de ácidos grasos modificado hacia niveles de alto contenido en ácido esteárico, procedente de semillas obtenidas mediante técnicas de mutagénesis e hibridación convencionales

Miembros del Comité Científico

Andreu Palou Oliver, Juan José Badiola Diez, Arturo Anadón Navarro, Albert Bosch Navarro, Juan Francisco Cacho Palomar, Ana María Cameán Fernández, Alberto Cepeda Sáez, Lucas Domínguez Rodríguez, Rosaura Farré Rovira, Manuela Juárez Iglesias, Francisco Martín Bermudo, Manuel Martín Esteban, Albert Más Barón, Teresa Ortega Hernández-Agero, Andrés Otero Carballeira, Perfecto Paseiro Losada, Daniel Ramón Vidal, Elías Rodríguez Ferri, M^a Carmen Vidal Carou, Gonzalo Zurera Cosano

Secretario

Jesús Campos Amado

Número de referencia: AESAN-2009-002

Documento aprobado por el Comité Científico en su sesión plenaria de 11 de febrero de 2009

Grupo de Trabajo

Manuela Juárez Iglesias (Coordinadora)
Arturo Anadón Navarro
Juan Francisco Cacho Palomar
M^a Victoria Colombo Rodríguez (AESAN)

Resumen

La industria demanda grasas sólidas o semisólidas a temperatura ambiente para la elaboración de algunos alimentos. Como alternativa al empleo de grasas animales, algunas grasas tropicales tipo palma, palmiste o coco, así como aceites vegetales hidrogenados, pueden figurar los aceites de girasol alto esteárico obtenidos mediante técnicas limpias de mutagénesis e hibridación convencionales, análogas a las que se utilizaron para generar los aceites de girasol alto oleico.

El aceite de girasol alto esteárico presenta una composición en ácidos grasos modificada en el sentido de un mayor contenido en ácido esteárico y dependiendo del carácter de las líneas empleadas en los cruzamientos posteriores a la mutagénesis, mayor contenido en oleico y menor en linoleico, respecto al convencional o un bajo contenido en oleico y casi igual en linoleico. Por otra parte, de la información aportada sobre la composición cualitativa de estos aceites, no se evidencia la presencia de nuevos ácidos grasos derivados del proceso de obtención. El contenido del resto de ácidos grasos está dentro de los intervalos establecidos para otros aceites vegetales comestibles.

El Comité Científico no ha realizado una evaluación exhaustiva y no hay datos epidemiológicos disponibles, pero de la información aportada no se deducen posibles efectos adversos sobre la salud.

Palabras clave

Aceite de girasol, alto esteárico, ácidos grasos, mutagénesis, hibridación.

Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) on the safety for human consumption of a sunflower oil with a modified fatty acid profile reaching levels with a high stearic acid

content and made from seeds grown using conventional mutagenesis and hybridisation techniques.

Abstract

Industry requires fats which are solid or semi-solid at room temperature to prepare some foods. The high-stearic sunflower oil made by conventional mutagenesis and hybridisation techniques, similar to those used to produce high-oleic sunflower oil, might be an alternative to animal fats, some tropical fats such as palm, palm kernel or coconut oil as well as hydrogenated vegetable oils.

The fatty-acid composition of high-stearic sunflower oil has been modified in order to obtain a higher content in stearic acid. Depending on the lines employed in the crossing and after mutagenesis, two types can be obtained: high oleic and low linoleic, or low oleic and almost equal linolenic acid content compared to the standard oil. Moreover, the information provided on the qualitative composition of these oils does not demonstrate the presence of new fatty acids deriving from the obtaining process. The content of the rest of the fatty acids is within the approved ranges established for other edible vegetable oils.

Despite the Scientific Committee has not performed an exhaustive assessment and the lack of available epidemiological data, no possible adverse effects can be deduced from the information provided.

Key words

Sunflower oil, high stearic, fatty acids, mutagenesis, hybridisation.

1. El uso de grasas en la industria alimentaria

Para la elaboración de algunos alimentos la industria demanda grasas sólidas o semisólidas a temperatura ambiente. Tradicionalmente, se han empleado grasas animales y algunas tropicales como las de palma, palmiste o coco, ricas en los ácidos láurico y palmítico. Dado que dependiendo de la composición en ácidos grasos las grasas de la dieta pueden incidir en la salud cardiovascular, se ha tratado de disminuir la ingesta de ácidos grasos saturados (AGS) y aumentar los niveles en la misma de ácidos grasos insaturados (AGI).

Como alternativa, se introdujo el uso de aceites vegetales hidrogenados en los que parte de los dobles enlaces se saturan y aumenta el punto de fusión de las grasas obtenidas. Sin embargo, mediante este proceso de hidrogenación se producen cantidades variables de distintos isómeros *trans*, mayoritariamente *trans*-monoinsaturados, sobre los que en conjunto hay evidencias científicas de que generan un incremento del riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares por su ingesta.

Por tanto, serían de potencial interés desarrollos tecnológicos que den respuesta a la demanda de la industria alimentaria de grasas, que se adecuen a las características para la elaboración de algunos alimentos.

2. Efecto de las grasas de la dieta sobre los niveles de colesterol plasmático y el perfil de lipoproteínas

Como se ha indicado, el efecto de las grasas de la dieta sobre la salud cardiovascular depende de la composición en ácidos grasos (Mensink et al., 2003). Es conocida la relación directa entre los niveles de colesterol plasmático y las enfermedades cardiovasculares. El colesterol se transporta en el torrente sanguíneo asociado fundamentalmente a lipoproteínas de alta y baja densidad, HDL y LDL. El colesterol-LDL se deposita en el endotelio de los vasos sanguíneos y su exceso determina la aparición de ateromas que obstruyen el flujo.

Hay contribuciones científicas que avalan que los AGI (oleico, linoleico y linolénico) incrementan las HDL y disminuyen las LDL-colesterol, por lo que se consideran saludables.

Se ha documentado que en general grasas con AGS de cadena menor a 18 átomos de carbono, láurico, mirístico y palmítico en conjunto aumentan tanto las LDL como las HDL, incrementando la relación LDL/HDL-colesterol (Mensink et al., 2003). No obstante, hay contribuciones científicas con resultados diferentes al analizar el efecto de estos AGS de manera independiente (Dubois et al., 2007) (Steijns, 2008). Se atribuyen peores resultados al mirístico que al láurico, aunque la posición en el triglicérido se estima importante (Hunter, 2001) y en cuanto al palmítico algunos estudios han demostrado relativa neutralidad (Khosla y Sundram, 1996).

En cuanto a los ácidos grasos *trans*-insaturados producidos durante la hidrogenación, se han publicado resultados científicos que asocian el conjunto de los mismos como perjudiciales para la salud cardiovascular, aumentando el colesterol-LDL y disminuyendo el HDL (Zock y Katan, 1992). Al margen de las enfermedades cardiovasculares, diversos estudios correlacionan el consumo de ácidos grasos *trans* con otras enfermedades (Chajes et al., 2008).

El ácido esteárico de la dieta, sin embargo, es considerado neutro o positivo desde la perspectiva de la salud cardiovascular (Kelly et al., 2001) (OMS, 2003) (Mensink, 2005) (Thijssen y Mensink, 2005). Este ácido se encuentra mayoritariamente esterificado en las posiciones 1 y 3 de los triglicéridos, lo que contribuye a su liberación por la acción de las lipasas estereoespecíficas de esos enlaces, durante la digestión. Los ácidos grasos formados no se absorben fácilmente debido a su alto punto de fusión y a la tendencia a la formación de sales cálcicas insolubles y se excretan (Bracco, 1994) (Ramírez et al., 2001). Otras contribuciones basan el efecto neutro o positivo citado más que a una limitada absorción a su transformación en ácido oleico (Bonanome y Grundy, 1988) (Grundy, 1994).

Aceite de girasol alto esteárico

En respuesta a la demanda de grasas que se adecuen a los requerimientos técnicos para la elaboración de los alimentos, se ha obtenido en el Instituto de la Grasa del Consejo Superior de Investigaciones Científicas una colección de líneas de girasol alto esteárico.

Esta colección se generó mediante técnicas de mutagénesis e hibridación convencionales análogas a las que se utilizaron para generar los aceites de girasol alto oleico: las semillas fueron mutadas con un agente alquilante y seleccionadas determinando su composición de ácidos grasos (Soldatov, 1976) (Osorio et al., 1995). A partir de las líneas iniciales se ha transferido el carácter alto esteárico a líneas comerciales mediante cruzamiento y selección.

Para determinar las modificaciones provocadas por la mutación alto esteárico, los mutantes han sido caracterizados tanto analíticamente como bioquímicamente. Para ello, una vez fijada la línea de girasol alto esteárico mediante autofecundación y cruzamientos con otras líneas comunes de girasol, se determinó la modificación bioquímica que provoca el mayor contenido de esteárico, procediendo al estudio de las actividades enzimáticas de las enzimas relacionadas con la síntesis de ácido esteárico en girasol. En la Figura 1 se muestra la ruta de síntesis de ácidos grasos en semilla de girasol.

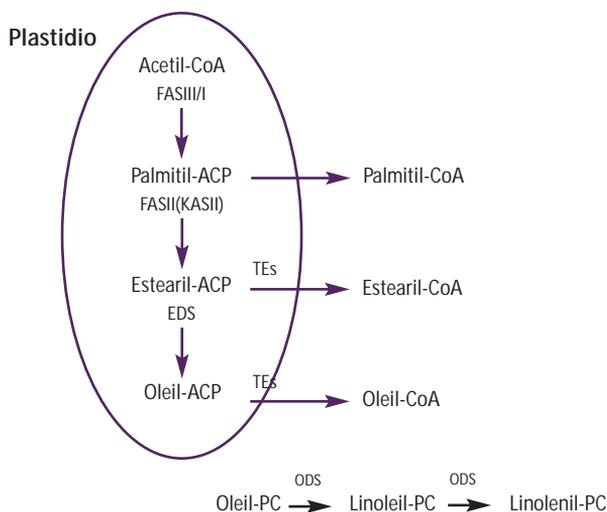


Figura 1. Ruta de síntesis de ácidos grasos en el girasol.

En la semilla de girasol la síntesis de ácidos grasos se realiza dentro de un orgánulo denominado plastidio, por sucesivas condensaciones de dos átomos de carbono. La ruta se inicia a partir del acetil-CoA, que tras ser convertido en acetil-ACP (*Acyl Carrier Protein*, proteína portadora de acilos) y malonil-ACP, y por la acción del complejo enzimático de la ácido graso sintasa I y III (FASIII/I) se produce el palmitil-ACP. Durante la síntesis los acilos nacientes permanecen unidos a una molécula de ACP. Tras otra condensación llevada a cabo por la acción del complejo ácido graso sintasa II (FASII) se produce el estearil-ACP. El estearil-ACP es el sustrato de la primera desaturación llevada a cabo por la estearato desaturasa (EDS), transformándose en oleoil-ACP. Estos son los principales productos de la síntesis intraplastidial de ácidos grasos. Las enzimas denominadas tioesterasas hidrolizan y exportan los ácidos grasos al exterior del plastidio esterificándose a moléculas de coenzima A, dando lugar a los acil-CoAs, que se encuentran disponibles para la unión al glicerol y la síntesis del aceite. En el girasol, una vez que el oleico es exportado al citoplasma se puede desaturar a linoleico, para lo cual se une a una molécula de fosfatidil colina (PC) y mediante la acción de la desaturasa del oleico (ODS) el oleico es transformado en linoleico. Los análisis bioquímicos han demostrado que estas líneas tienen una menor expresión de la desaturasa del esteárico (C18:0) impidiendo la transformación de este ácido graso en oleico (C18:1), lo que provoca la acumulación de ácido esteárico, y una mejor actividad tioesterasa sobre el esteárico, lo que le permite estar más fácilmente disponible para la síntesis de triglicéridos. En los mutantes alto esteárico sólo está modificada la desaturasa del esteárico, incrementando el contenido de estearil-ACP. En respuesta a su acumulación intraplastidial, se aumenta la actividad tioesterasa sobre estearil-ACP, exportándose este fuera del plastidio y estando, por tanto, disponible para la síntesis de aceite en forma de estearil-CoA (Cantisán et al., 2000).

La analítica completa de estas líneas específicas de girasol alto esteárico obtenidas ha mostrado que no se produce ningún nuevo ácido graso o esteroide no existente antes en el girasol, debido al bloqueo parcial de la ruta de síntesis de la desaturasa del esteárico (Álvarez-Ortega et al., 1997). Como se ha indicado, el proceso de obtención implica una modificación de la ruta metabólica, que provoca el aumento de ácido esteárico, sin que aparezcan nuevos ácidos grasos derivados de éste, que son los únicos metabolitos que se podrían formar. Como consecuencia de ello se modifican las proporciones de los ácidos grasos esteárico y oleico citados además del linoleico, aráquico y behénico presentes en el aceite. Igualmente se modifica el contenido en ácidos saturados en posición beta del triglicérido.

El aceite, tal y como se muestra en la analítica oficial, cumple todos los requisitos de la Reglamentación Técnico Sanitaria, excepto en lo relacionado con el aumento en ácido esteárico, las modificaciones que éste provoca en el porcentaje de los otros ácidos grasos ya indicadas y los parámetros que se derivan de este cambio, como el índice de yodo y el contenido en ácidos saturados en posición beta del triglicérido.

Así, en el aceite de girasol hoy disponible en el mercado, el ácido esteárico se encuentra presente en un porcentaje que no supera el 6%. Los nuevos aceites tienen un porcentaje que supera el 12% llegando hasta un 35%. El incremento en ácido esteárico, tanto en las líneas en las que el ácido graso mayoritario es el linoleico como cuando es el oleico, se hace a costa del ácido oleico. En todas las líneas, el contenido del resto de ácidos grasos no se modifica de manera apreciable y figura dentro de los intervalos de composición establecidos para otros aceites vegetales comestibles (CODEX, 2005) (Tabla 1).

El aceite obtenido a partir de estas semillas, al tener un porcentaje incrementado de ácido esteárico y de los triglicéridos específicos, posee ciertas características de funcionalidad, rango de fusión y termoestabilidad (estabilidad oxidativa) que lo convierten en un aceite adecuado para diversos usos en la industria de la alimentación, dado que se presenta en estado semisólido a temperatura ambiente.

Tabla 1. Composición en ácidos grasos de aceites de girasol estándar, alto oleico y de semillas de la colección de mutantes obtenidos						
Composición de ácidos grasos (%)						
Aceite	Palmitico	Esteárico	Oleico	Linoleico	Aráquico	Behénico
Estándar	7,4	5,8	37,3	48,3	0,3	0,9
Alto oleico	3,1	5,2	82,2	7,3	0,7	1,5
CAS-3	7,2	26,3	18,6	45,1	1,4	1,4
CAS-19	7,2	21,5	19,9	48,0	1,8	1,6
CAS-29	7,2	34,5	13,0	41,7	1,8	1,8
CAS-30	6,6	30,3	10,2	49,6	1,5	1,8
CAS-33	6,1	17,4	64,1	9,7	1,1	1,7
CAS-15	5,4	24,9	57,8	8,2	1,8	1,9

Fuente: (Fernández-Moya et al., 2005).

Conclusiones del Comité Científico

El aceite de girasol alto esteárico presenta una composición en ácidos grasos modificada respecto al tradicional en el sentido de un mayor contenido en ácido esteárico. Dependiendo de las líneas empleadas en los cruzamientos posteriores a la mutagénesis, existen aceites con mayor contenido en ácido oleico y menor en ácido linoleico o bien con contenido más bajo en oleico y casi igual en linoleico, respecto al convencional.

El contenido del resto de ácidos grasos está dentro de la composición establecida para otros aceites vegetales comestibles y no aparecen nuevos ácidos grasos derivados del proceso de obtención.

Aunque no se ha realizado una evaluación exhaustiva de la toxicidad de este tipo de aceites y no existen datos epidemiológicos disponibles, de la información aportada y revisada por el Comité Científico no se deducen posibles efectos adversos sobre la salud. En apoyo hacia su seguridad hay que señalar que estos aceites de girasol han sido obtenidos mediante técnicas limpias de mutagénesis e hibridación convencionales, análogas a las que se utilizaron para generar los aceites de girasol alto oleico comercializados.

Referencias

- Álvarez-Ortega, R., Cantisán, S., Martínez-Force, E. y Garcés, R. (1997). Characterization of polar and nonpolar seed lipid classes from highly saturated fatty acid sunflower mutants. *Lipids*, 32 (8), pp: 833-837.
- Bracco, U. (1994). Effect of triglyceride structure on fat absorption. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 60 (suppl), pp: 1002S-1009S.

- Bonanome, A. y Grundy, S.M. (1988). Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. *The New England Journal of Medicine*, 318 (19), pp: 1244-1248.
- Cantisán, S., Martínez-Force, E. y Garcés, R. (2000). Enzymatic studies of high stearic acid sunflower seed mutants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 38 (5), pp: 377-382.
- Chajes, V., Thiebaut, A.C.M., Rotival, M., Gauthier, E., Maillard, V., Boutron-Ruault, M.C., Joulin, V., Lenoir, G.M. y Clavel-Chapelon, F. (2008). Association between serum trans-monounsaturated fatty acids and breast cancer risk in the E3N-EPIC study. *American Journal of Epidemiology*, 167 (11), pp: 1312-1320.
- CODEX (2005). Norma del Codex para aceites vegetales especificados. CODEX-STAN 210 (Enmendado 2003, 2005).
- Dubois, V., Bretonb, S., Lindera, M., Fannia, J. y Parmentiera, M. (2007). Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109 (7), pp: 710-732.
- Fernández-Moya, V., Martínez-Force, E. y Garcés, R. (2005). Oils from Improved High Stearic Acid Sunflower Seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (13), pp: 5326-5330.
- Grundy, S.M. (1994). Influence of stearic acid on cholesterol metabolism relative to other long-chain fatty acids. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 60 (suppl), pp: 986S-990S.
- Hunter, J.E. (2001). Studies on effects of dietary fatty acids as related to their position on triglycerides. *Lipids*, 36 (7), pp: 655-668.
- Kelly, F.D., Sinclair, A.J., Mann, N.J., Turner, A.H., Abedin, L. y Li, D. (2001). A stearic acid-rich diet improves thrombogenic and atherogenic risk factor profiles in healthy males. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55 (2), pp: 88-96.
- Khosla, P. y Sundram, K. (1996). Effects of dietary fatty acid composition on plasma cholesterol. *Progress in Lipid Research*, 35 (2), pp: 93-132.
- Mensink, R.P., Zock, P.L., Kester, A.D.M. y Katan, M.B. (2003). Effect of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77 (5), pp: 1146-1155.
- Mensink, R.P. (2005). Effect of stearic acid on plasma lipid and lipoproteins in humans. *Lipids*, 40 (12), pp: 1201-1205.
- Osorio, J., Fernández-Martínez, J., Mancha, M. y Garcés, R. (1995). Mutant sunflowers with high concentration of saturated fatty acids in the oil. *Crop Science*, 35 (3), pp: 739-742.
- OMS (2003). Organización Mundial de la Salud. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Serie de Informes Técnicos, N° 916. Ginebra.
- Ramírez, M., Amatea, L. y Gil, A. (2001). Absorption and distribution of dietary fatty acids from different sources. *Early Human Development*, 65 (suppl), pp: S95-S101.
- Soldatov, K.I. (1976) Chemical Mutagenesis in Sunflower Breeding. Proceedings of the Seventh International Sunflower Association, pp: 352-357. Vlaardingen. The Netherlands.
- Steijns, J.M. (2008) Dairy products and health: Focus on their constituents or on the matrix? *International Dairy Journal*, 18 (5), pp: 425-435.
- Thijssen, M.A. y Mensink, R.P. (2005). Small differences in the effects of stearic acid, oleic acid, and linoleic acid on the serum lipoprotein profile of humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82 (3), pp: 510-516.
- Zock, P.L. y Katan, M.B. (1992). Hydrogenation alternatives: effects of trans fatty acids and stearic acid versus linoleic acid on serum lipids and lipoproteins in humans. *Journal of Lipids Research*, 33 (3), pp: 399-410.