

0% TRANS: INTERESTERIFICACIÓN Y FRACCIONAMIENTO COMO ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS

Palabras clave: grasas *trans*, interesterificación enzimática, fraccionamiento, acidólisis.
Key words: *trans* fat, enzymatic interesterification, fractionation, acidolysis.

La industria alimentaria necesita disponer de tecnologías y procesos industriales acordes a las exigencias actuales en cuanto a calidad nutricional y cuidado del medio ambiente y que a su vez resulten económicamente convenientes. Desde hace décadas, las grasas sólidas y semisólidas se han producido a partir de la hidrogenación de aceites vegetales, sin embargo en los últimos años se ha demostrado que éstas contienen grandes cantidades de ácidos grasos *trans* que resultan perjudiciales para la salud del consumidor. En todo el mundo se están tomando medidas dirigidas a limitar el uso de las mismas en la elaboración de productos alimenticios, lo que obliga a buscar alternativas tecnológicas que permitan obtener productos con características físicas y organolépticas similares, pero que resulten saludables. En este artículo se analizan diversas estrategias que han sido objeto de numerosos estudios científicos, haciendo principal hincapié en las más prometedoras: fraccionamiento e interesterificación. Así mismo se muestran algunos de los desarrollos alcanzados en nuestro país por el Grupo de Ingeniería de Alimentos de PLAPIQUI (UNS- CONICET) en la obtención de grasas 0 % *trans* mediante un proceso amigable con el medio ambiente, la interesterificación enzimática, empleando como materias primas principales aceites de soja y girasol.

**Camila Palla,
María Elena Carrín*.**

PLAPIQUI (Universidad Nacional del Sur- CONICET), Camino La Carrindanga Km7, Bahía Blanca, Argentina (8000).

*e-mail: mcarrin@plapiqui.edu.ar

Food industry needs technologies and industrial processes that meet the current demands regarding nutritional quality and environmental care and that are at the same time economically profitable. Over decades, solid and semisolid fats have been produced from hydrogenation of vegetable oils. However, in recent years, it has been demonstrated that hydrogenated vegetable oils contain high contents of *trans* fatty acids which are harmful for consumer health. Around the world, measures are being taken to reduce their use in food preparation, compelling the scientific community to search for technological alternatives that allow the obtainment of products with similar physical and organoleptic characteristics but healthy for consumers. This article discusses various strategies that have been the subject of numerous scientific studies, focusing particularly on the most promising: fractionation and interesterification. Likewise it shows some of the developments achieved in Argentina by Food Engineering Group of PLAPIQUI (UNS-CONICET) in obtaining zero *trans* fats through enzymatic interesterification, a friendly environment process, using as main raw materials soybean and sunflower oils.

■ ANTECEDENTES.

A fines del siglo XIX se produjo un cambio drástico en la composición de las materias grasas empleadas para la alimentación, debido al desarrollo de un proceso que permitió convertir los aceites en grasas sólidas o semisólidas, causando una

revolución en las industrias de alimentos de los países desarrollados. En este proceso, conocido como *hidrogenación parcial*, el aceite a alta temperatura se expone a gas hidrógeno en presencia de un catalizador metálico como níquel. La reacción principal es la incorporación de átomos de hidrógeno a los dobles en-

laces de los ácidos grasos insaturados que componen los triglicéridos (TAG), a fin de formar ácidos grasos saturados (AGS), los cuales predominan en las grasas. Paralelamente, ocurren reacciones secundarias como la isomerización de los dobles enlaces *cis* a la configuración *trans* que es más estable. Las condiciones



¿Por qué es necesario disminuir el consumo de alimentos con **GRASAS TRANS?**





¿Qué son las Grasa Trans?

Son grasas que aparecen durante la hidrogenación parcial cuando se convierten las grasas líquidas en grasas sólidas.

¿Qué efectos tienen en el organismo?

Las grasas trans elevan el colesterol malo (LDL), a la vez que disminuye el colesterol bueno (HDL), aumentando así el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

RECOMENDACIONES

- Al seleccionar alimentos, revisar la información nutricional y elegir aquellos que tengan menor cantidad de grasas saturadas, grasas trans y colesterol.

Para mayor información:
www.msal.gov.ar/argentina_saludable

¿Cómo identificarlas en los rotulos?

INFORMACIÓN NUTRICIONAL	CANTIDAD/PORCIÓN	%VD*	CANTIDAD/PORCIÓN	%VD*	
PORCIÓN: 30g (4 Galletitas)	VALOR ENERGÉTICO	150kcal	75%	GRASA SAT. 2,3g	10%
	CARBONHIDRATOS	20,3g	6%	GRASA TRANS 0g	
NÚMERO DE PORCIONES: 1	PROTEÍNAS	2,2g	3%	FIBRA ALIMENTARIA	0g
	GRASA TOTALES	4,0g	8%	SODIO	45mg

(*) Valores diarios con base a uso diario de 2000 kcal o 8400kJ; sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas.

Busque en la lista de ingredientes las palabras "parcialmente hidrogenada" para detectarla.

"COMER CON MODERACIÓN ALIMENTOS VARIADOS ES BUENO PARA VIVIR CON SALUD"





Ministerio de
Desarrollo Social
Presidencia de la Nación



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación



Ministerio de
Salud
Presidencia de la Nación

Figura 1: Póster Campaña "Argentina 2014 Libre de Grasas Trans" para concientización de los consumidores. (http://www.msal.gov.ar/ent/images/stories/ciudadanos/pdf/afiche_grasas-trans.pdf)

en las que se lleva a cabo la hidrogenación determinan la proporción de isómeros *trans* del producto, así también como su aplicabilidad para la obtención de margarinas, grasas para freír o shortenings para panificados. Con el paso del tiempo la hidrogenación de aceites fue una tecnología que se consolidó. Los productos obtenidos tenían alta estabilidad oxidativa, lo que mejoraba sus características organolépticas y su vida media, y un mayor contenido de sólidos que aumentaba la temperatura de fusión de la materia grasa confiriéndole mayor textura y funcionalidad (Kodali y List, 2005).

En la última década el aumento del conocimiento sobre el efecto biológico de las grasas en el organismo dejó ver que los productos obtenidos por hidrogenación tenían efectos nocivos y que el consumo excesivo de lípidos “malos” como los saturados y los *trans* podían provocar enfermedades y aumentar el riesgo de mortalidad (Gunstone, 2001). A nivel sanguíneo, las grasas *trans* incrementan las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y los triglicéridos y reducen los beneficios de las lipoproteínas de alta densidad (HDL). Investigaciones recientes han demostrado una conexión directa de las grasas *trans* con enfermedades cardiovasculares, cáncer de mama y de colon, alteración del sistema nervioso y de la visión en infantes, diabetes, obesidad y alergias (Dhaka et al., 2011).

En vista de estos descubrimientos, desde hace algunos años se encuentran vigentes en muchos países numerosas regulaciones sobre el contenido de ácidos grasos *trans* (AGT) en los alimentos. En 2004, durante la 57ª Asamblea Mundial de la Salud en el marco de la “Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud”, la OMS recomendó eliminar

paulatinamente las grasas *trans* de los alimentos procesados destinados al consumo humano. En el año 2007, por medio de la Unidad de Enfermedades No Transmisibles, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) convocó a la formación de un Grupo de Trabajo llamado “Las Américas Libres de Grasas Trans”. Los integrantes de los diferentes países, entre ellos Argentina, se comprometieron a promover una diversidad de acciones tendientes a eliminar las grasas *trans* de producción industrial. En el año 2010, en Argentina, la Resolución conjunta 149/2005 y 683/2005 incorporó al Código Alimentario Argentino el Artículo 155 tris donde especificó que el contenido de AGT de producción industrial en los alimentos no debe ser mayor a 2% del total de grasas en aceites vegetales y margarinas destinadas al consumo directo y a 5% del total de grasas en el resto de los alimentos. Además estableció un plazo máximo para el reemplazo de las grasas *trans* en todos los alimentos que se comercialicen en la Argentina. Para difundirlo se lanzó la

iniciativa “Argentina 2014 Libre de Grasas Trans” con doble objetivo, por un lado asesorar y ayudar a los sectores industriales para que realicen las modificaciones tecnológicas necesarias para adecuarse a la nueva reglamentación y, por el otro, informar al consumidor sobre las grasas *trans*, sus efectos perjudiciales para la salud y la necesidad de disminuir su consumo (Fig. 1).

Los AGT que componen nuestra alimentación pueden ser de dos orígenes: biológico o tecnológico. Los de origen biológico se generan naturalmente por acción de microorganismos presentes en el estómago de los rumiantes, por lo cual la carne, leche y derivados lácteos de éstos contienen pequeñas cantidades de AGT. Sin embargo más del 90% de los que consumimos resultan de procesos tecnológicos aplicados en la industria, principalmente de la hidrogenación parcial de aceites vegetales y/o marinos. Entre estos últimos están las margarinas, las mantecas industriales, los aceites de fritura doméstica e industrial, los productos



Figura 2: Algunas aplicaciones de las grasas sólidas o semisólidas para alimentación: productos para panadería, margarinas, frituras, sustitutos de manteca de cacao, rellenos de galletitas.

de repostería, crackers, papas fritas y gran variedad de bocadillos (snacks) (Fig. 2). Una cantidad importante de grasas *trans* proviene de la llamada "grasa invisible", esto es, la que se utiliza como materia prima para la manufactura de alimentos de composición más compleja (Dhaka et al., 2011; Organización Panamericana de la Salud, 2007).

■ ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS PARA SUSTITUIR A LA HIDROGENACIÓN CONVENCIONAL.

En todo el mundo se han probado diversas estrategias para reemplazar los procesos de hidrogenación tradicionales por otros que permitan reducir el contenido de los AGT de los productos. Estas tecnologías, que pueden emplearse solas o combinadas, permiten modificar los puntos de fusión de las grasas y aceites con el fin de mejorar sus propiedades según sus aplicaciones específicas y aumentar su estabilidad (Kodali y List, 2005). Algunas de estas tecnologías han estado disponibles para la industria alimentaria desde hace algún tiempo, sin embargo, por numerosas razones incluyendo costos y retos técnicos no fueron completamente aceptadas al momento de su desarrollo (Tarrago Trani et al., 2006). A continuación se mencionan brevemente algunas de ellas y se hace principal hincapié en las tecnologías más empleadas: fraccionamiento e inter-esterificación.

■ MODIFICACIÓN DEL PROCESO DE HIDROGENACIÓN.

El proceso convencional de hidrogenación genera entre 25 a 45 % de AGT (Tarrago Trani et al., 2006). Los nuevos procesos de hidrogenación recientemente propuestos, que reemplazan al catalizador convencional de Ni, han demostrado resultados prometedores para la reducción de AGT por debajo del nivel

del 8% (Jang et al., 2005). Uno de ellos es la hidrogenación electrocatalítica a baja temperatura. Otro método es el diseño de catalizadores *inteligentes* que reducen la isomerización geométrica. Se emplea Pt o Pd encapsulado en zeolitas que permite la hidrogenación selectiva de configuración *trans* (Philippaerts et al., 2013). Por último, la hidrogenación en estado supercrítico, donde dióxido de carbono o propano son usados como solvente para llevar a cabo la reacción en un sistema homogéneo que mejora la transferencia de masa del hidrógeno a la superficie catalítica, aumentando la velocidad de reacción y reduciendo la formación de *trans*. Resta aún determinar la factibilidad económica de estos procesos y, en el caso de los nuevos catalizadores, la posibilidad de reuso de los nuevos metales. Como desventaja se resalta la alta generación de TAG trisaturados (Jang et al., 2005).

■ MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE SEMILLAS DE ACEITES VEGETALES.

Cruzamiento convencional e ingeniería genética han sido empleados para desarrollar variedades de semillas con una composición específica de ácidos grasos. Por ejemplo, se han obtenido semillas de girasol y de canola con alto contenido de ácido oleico y bajo de ácido linoléico, lo que genera aceites con estabilidad oxidativa mejorada que pueden ser usados para freír, "spraying" y para algunas aplicaciones de panadería (Petukhov et al., 1999; Dhaka et al., 2011).

■ FRACCIONAMIENTO.

Los aceites y las grasas son sustancias químicamente heterogéneas por estar conformadas por diferentes TAG, lo que hace que no tengan un punto de fusión definido sino un

rango de puntos de fusión. Esto hace posible que aún los aceites, que se distinguen por ser líquidos a temperatura ambiente, puedan contener altas cantidades de compuestos saturados con puntos de fusión significativamente mayores. El fraccionamiento se vale de esta propiedad para separar las diversas fracciones de TAG de un aceite o grasa, dando lugar a dos o más productos funcionales a partir del mismo producto original.

En el pasado, el fraccionamiento era utilizado para mejorar la estabilidad al frío de aceites líquidos, removiendo algunas grasas sólidas y otras impurezas (Hamm, 1995). Sin embargo, hoy se aplica principalmente para separar aceites y grasas en fracciones líquidas y sólidas con propiedades físicas específicas. De este modo, el fraccionamiento se ha convertido en una técnica adecuada para obtener grasas que reemplazan a las *trans* en productos alimenticios que requieren un cierto porcentaje de sólidos en la grasa empleada. La principal materia prima para este procedimiento es el aceite de palma, dado que este aceite es un semi-sólido natural, conformado prácticamente por las mismas cantidades de ácidos grasos saturados e insaturados y, lo que es aún más importante, por TAG con muy diferentes puntos de fusión. Esto hace posible una fácil separación de dos fracciones, una fracción sólida denominada estearina y una líquida denominada oleína (Deffense, 1985; Nor Aini y Miskandar, 2007). La estearina es empleada para producir grasas de fritura, shortenings y margarinas; mientras que la oleína se utiliza en aceites de cocina y ensaladas. Loaders Crockellaan (Channahon, IL) ha introducido en el mercado grasas cero *trans* a partir del aceite de palma. La línea denominada Sans Trans está compuesta por una serie de productos con distinto grado de plasticidad, en

los que varía el contenido de ácidos grasos saturados (30% - 73%) y sus puntos de fusión (21°C - 54°C) y que pueden emplearse en pastelería, rellenos de galletitas, crackers y en las demás aplicaciones antes mencionadas.

El fraccionamiento es realizado en cristalizadores especialmente diseñados, enfriándose el aceite de manera controlada hasta la temperatura deseada. Luego el mismo es filtrado para separar el líquido de la fracción sólida. Empleando múltiples cristalizadores en serie es posible obtener varias fracciones de diferente punto de fusión (Fig. 3). Tres procesos son empleados comercialmente para dar lugar a productos de alto valor agregado:

Fraccionamiento a seco. Es el

método de separación más simple, económico, seguro y amigable con el medio ambiente, lo que lo convierte en el más utilizado. Se basa en separar TAG en base a su comportamiento de cristalización. La formación y crecimiento de los cristales ocurre cuando el aceite es agitado y enfriado en forma gradual, en condiciones controladas. Cuando se alcanza la temperatura deseada, el enfriamiento se detiene y las fracciones de oleína y estearina se separan por filtración, centrifugación o prensado hidráulico. Este procedimiento es actualmente empleado con una variedad de materias grasas: aceite de palma, grasa de leche, sebo, aceite de pescado, grasa de cerdo, aceite de girasol, palmiste y grasas especiales (Deffense, 1993; Zaliha et al, 2004; Block y Barrera-Arellano, 2009).

Fraccionamiento con solvente.

La cristalización es realizada en soluciones diluidas a fin de reducir la viscosidad de las mezclas. El procedimiento consiste en calentar el aceite por encima de su punto de fusión y añadirle solvente (acetona, hexano, alcohol isopropílico, etc.). Posteriormente la solución es enfriada a fin de cristalizar la fracción de estearina, la cual es removida por filtración. El solvente contenido en los cristales y el de la solución es removido para generar las dos fracciones. Como ventaja de este método se tiene la alta eficiencia de la separación, que da lugar a un alto rendimiento y pureza de la fracción sólida. Las desventajas incluyen el alto costo de operación y los riesgos asociados al uso de solventes. Aplicaciones bien conocidas para este tipo de fraccionamiento son la

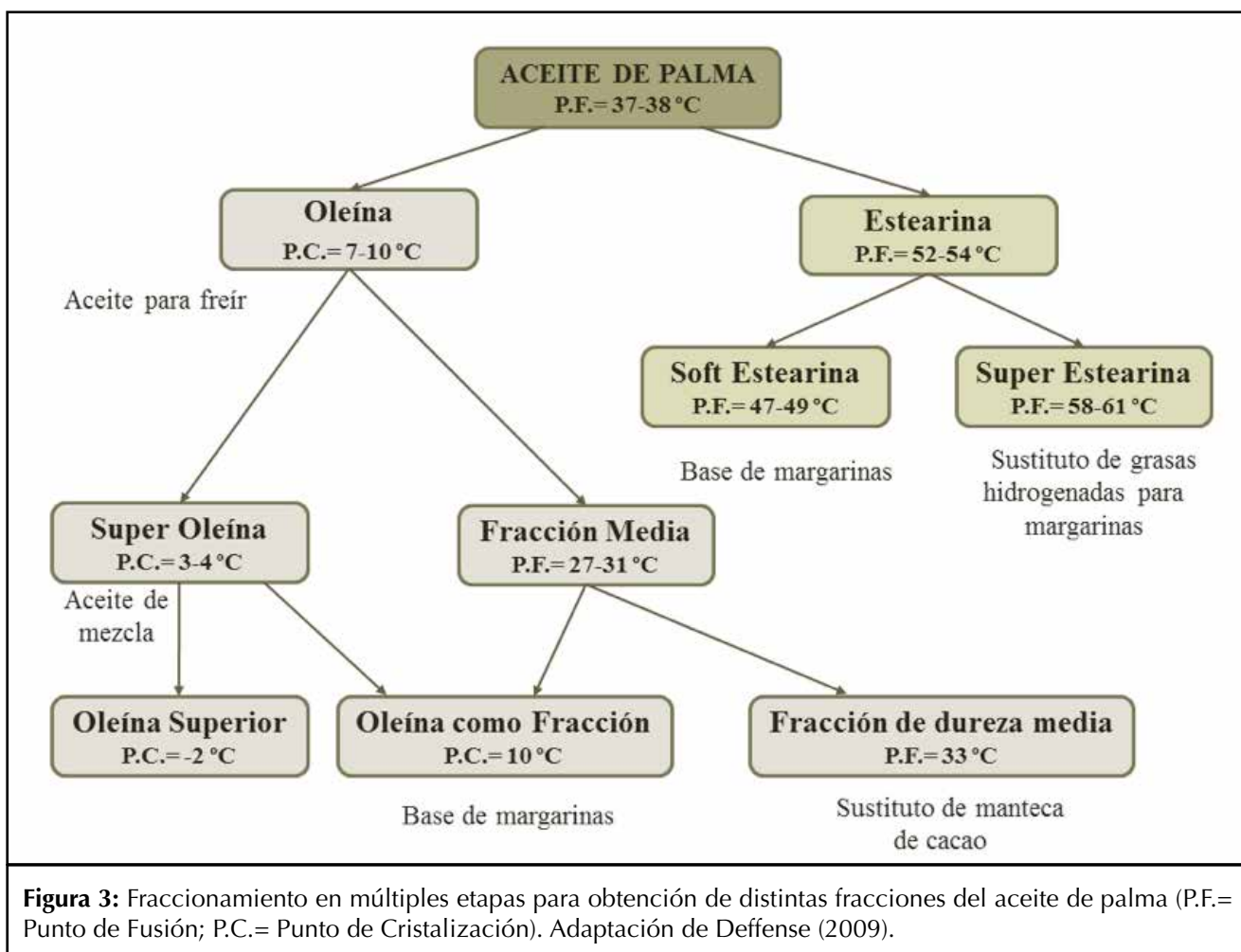


Figura 3: Fraccionamiento en múltiples etapas para obtención de distintas fracciones del aceite de palma (P.F.= Punto de Fusión; P.C.= Punto de Cristalización). Adaptación de Deffense (2009).

producción de sustitutos de manteca de cacao a partir de sebo o de aceite de algodón (Hamm, 1995) y TAG de cadena media (Block y Barrera-Arellano, 2009).

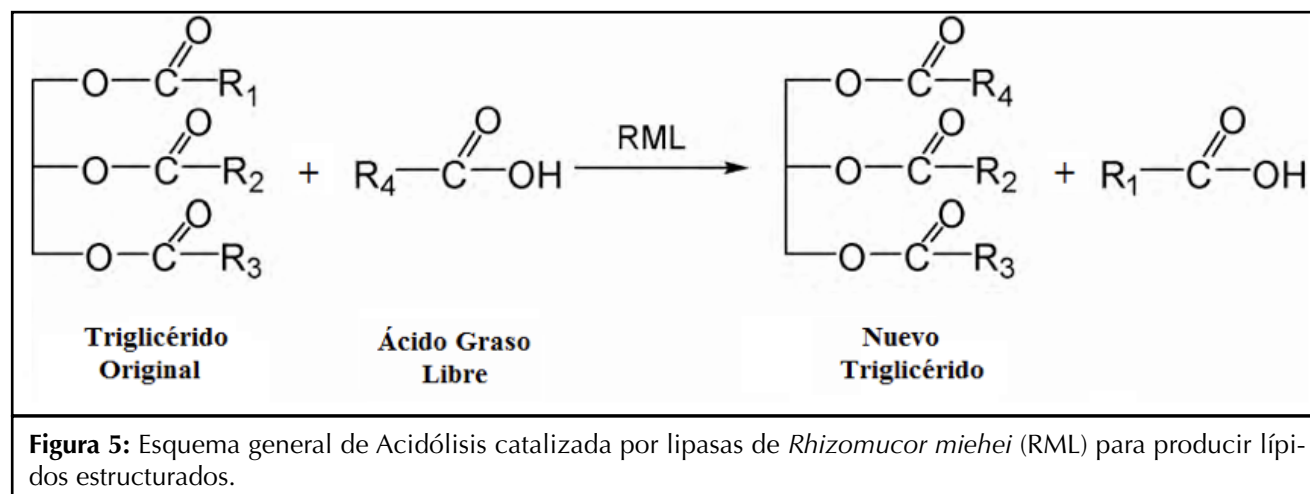
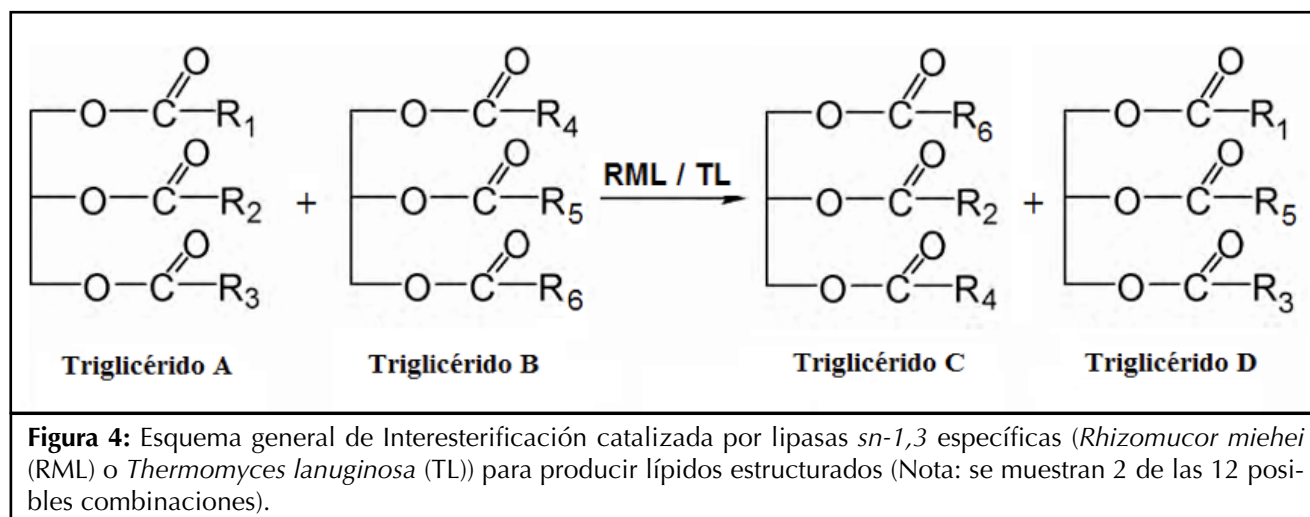
Fraccionamiento con detergente. Ha sido desarrollado para mejorar la separación de la fase cristalizada del líquido remanente, adicionándole una solución detergente acuosa al aceite cristalizado. El detergente contribuye al fraccionamiento ya que humedece los cristales de estearina y desplaza la oleína líquida que se encuentra ocluida en los mismos. Si bien se logra una separación más completa, cuenta con la desventaja de que requiere una purificación de las fracciones a fin de remover los residuos de detergente.

■ INTERESTERIFICACIÓN.

Un proceso ampliamente utilizado en aceites y grasas para modificar sus propiedades físicas y funcionales es la interesterificación. El término interesterificación, en general, se refiere a aquellas reacciones en que un compuesto formado por ácidos grasos esterificados en una molécula de glicerol reacciona con ácidos grasos, alcoholes o ésteres (Block y Barrera Orellano, 2009). Más específicamente, dependiendo del tipo de sustrato que reaccione con el triglicérido será la denominación de la reacción. La *interesterificación* propiamente dicha involucra el intercambio de grupos acilo entre dos TAG, resultando en la formación de nuevos TAG con propiedades químicas

cas y físicas diferentes de los que se partió (Fig. 4). La reacción entre un TAG y alcohol se denomina *alcoholólisis* y da lugar a un nuevo éster con otro alcohol. Su más importante aplicación es la producción de mono y diglicéridos cuando se usa glicerol en exceso. La reacción entre TAGs y ácidos grasos libres se denomina *acidólisis* y, al igual que la interesterificación, se emplea para lograr productos grasos con propiedades funcionales mejoradas (Fig. 5).

El proceso de interesterificación puede llevarse a cabo mediante catalizadores químicos o enzimáticos. En el primer caso, catalizadores químicos como metóxido de sodio, entran en contacto con la mezcla de sustratos produciendo la redistribu-



ción de los ácidos grasos en forma totalmente aleatoria. Por otro lado, la interesterificación enzimática utiliza lipasas, catalizadores biológicos para lograr dicha distribución, dando lugar a productos con una estructura más definida. Esta reacción posee numerosas ventajas frente a la asistida químicamente ya que requiere condiciones menos severas de temperatura y presión, reduciendo la degradación de los productos, los costos operativos y el consumo de energía (Criado et al., 2007; Silva et al, 2009). Además es un proceso amigable con el medioambiente porque disminuye la utilización de productos químicos, con la consecuente reducción en la polución ambiental (Kim et al, 2008). Por otro lado, el uso de lipasas limita la generación de productos secundarios que ocurre durante la interesterificación química, donde jabones y metil ésteres de ácidos grasos son generados en reacciones paralelas ocasionando una pérdida de alrededor del 30 % del aceite utilizado (Kellens, 2000).

La interesterificación se realiza generalmente empleando una mezcla formada por una grasa altamente saturada, como puede ser aceite de

palma, estearina de palma y aceites vegetales completamente hidrogenados, con un aceite comercial; lo que da lugar a productos con características intermedias. Así se han obtenido margarinas y shortenings sin generación de AGT, que mantienen las propiedades físicas, sabor y estabilidad. Algunas de las margarinas cero *trans* pueden tener un mayor contenido de ácidos grasos saturados (AGS 32%, AGT0%) en comparación con las margarinas convencionales que contienen de 8% a 23% AGS y de 15% a 28% de AGT (Tarrago –Trani, 2006).

A modo de ejemplo, Archer Daniels Midland Company (ADM) (Decatur, IL) y Novozymes desarrollaron una línea de productos bajos en grasas *trans* (4% a 9% de AGT) mediante interesterificación enzimática de aceite de soja y un aceite (soja, algodón o palmiste) completamente hidrogenado que se emplea en la elaboración de margarinas industriales, salsas, aderezos, dulces, recubrimientos y en horneados y frituras (<http://www.adm.com/en-US/products/food/oils/Pages/Interesterified.aspx>).

Dada la necesidad existente en

nuestro país de producir grasas sólidas y semisólidas minimizando la existencia de compuestos perjudiciales para la salud, en el Grupo de Ingeniería de Alimentos de PLAPIQUI (UNS – CONICET), se ha investigado la interesterificación enzimática de mezclas de aceite de soja (AS) y aceite de soja hidrogenado (ASH) (Fig. 6) empleando lipasas inmovilizadas comerciales, Lipozyme RM IM y Lipozyme TL IM, como biocatalizadores (Pacheco, 2012). Ambas lipasas poseen especificidad de posición, siendo *sn-1,3* específicas, lo que indica que sólo los residuos acilo de las posiciones externas del glicerol resultan reactivos. Esta característica da lugar a productos con una composición de triglicéridos más precisa y con menor contenido de subproductos respecto al proceso químico, el cual actúa en las tres posiciones sin distinción. Así mismo, permite obtener grasas con propiedades benéficas para la salud humana al preservar los ácidos grasos ubicados en la posición *sn-2*, que en los aceites generalmente son ácidos grasos insaturados o poliinsaturados, algunos de ellos esenciales (Osborn y Akoh, 2002). Por otra parte, el AS fue seleccionado como materia prima teniendo en cuenta su calidad nutricional, abundancia en nuestro país, importante valor económico y amplia funcionalidad.

Entre los objetivos más importantes planteados en esta investigación, se destaca la selección de las condiciones de reacción adecuadas a fin de lograr productos con características físicas similares a las comerciales. Para ello, se estudió la influencia de los parámetros de reacción considerados (concentración y tipo de enzima, tiempo, relación de sustratos y contenido de agua del sistema) sobre la composición de especies de triglicéridos durante la interesterificación de mezclas de AS y ASH y su efecto en el punto de fusión.



Figura 6: Aceite de soja y aceite de soja hidrogenado empleados en las reacciones de interesterificación enzimática.

Los TAG mayoritarios en AS y ASH y en sus mezclas son: PStSt (P = ácido palmítico, St = ácido esteárico), PLL (L = ácido linoleico), StStSt, OLL (O = ácido oleico) y LLL. Lo cual es consistente con su composición en ácidos grasos mayoritarios: AS (12%, 20% y 53% molar de ácidos palmítico, oleico y linoleico, respectivamente) y en ASH (13% y 83% molar de ácidos palmítico y esteárico, respectivamente). Con la interesterificación enzimática se lograron cambiar las relaciones entre las especies de TAG, obteniéndose también subproductos (principal-

mente DAG y FFA y en mucha menor proporción MAG).

A modo de ejemplo, en la Tabla 1 se presenta la composición porcentual a las 48 h de reacción de las especies mayoritarias de los sustratos, incluyendo además aquellos TAG que luego del proceso de reacomodamiento elevaron sus concentraciones significativamente. Éstas se detallan para las diferentes relaciones de sustratos utilizadas, para ambas enzimas (con una concentración de 5% m/m, biocatalizador/ sustratos) y para las mezclas de reacción

antes y después del proceso de inter-esterificación. Si se analizan los TAG mayoritarios en los sustratos, se puede observar claramente una reducción en su concentración para las cinco relaciones de sustratos consideradas y para ambas enzimas, incrementándose en general en los productos de reacción el porcentaje de los triglicéridos mono y diinsaturados (SUS, UUS) en detrimento de los triglicéridos trisaturados y triinsaturados (SSS, UUU). De esta manera, los lípidos estructurados obtenidos resultaron con composiciones químicas intermedias entre el AS y

TABLA 1
Composición porcentual de los TAG mayoritarios en las mezclas de reacción antes y después de la reacción de interesterificación.

TAG ^A	Composición Porcentual (%)											
	50:50 ^B			60:40		65:35		70:30		80:20		
	Mezcla	RM IM	TL IM	Mezcla	RM IM	Mezcla	TL IM	Mezcla	RM IM	Mezcla	RM IM	TL IM
PStSt	18.8	11.8	12.3	15.5	8.3	13.7	6.3	11.9	4.3	8.2	2.5	3.0
PLSt	1.4	13.6	12.5	1.8	13.6	1.9	13.0	2.1	11.8	2.5	9.9	10.0
PLL	9.6	0.8	0.8	11.8	6.2	12.9	7.4	14.1	7.6	16.5	10.6	10.6
StStSt	38.4	15.2	12.9	32.0	9.5	28.6	6.0	25.2	4.6	18.1	3.4	3.6
StStL	1.5	23.7	21.7	1.8	19.8	2.0	16.6	2.2	14.4	2.5	9.2	9.0
StOL	2.5	12.1	13.0	3.1	13.8	3.4	14.9	3.7	16.0	4.3	14.4	14.1
StLL	3.0	14.9	15.4	3.7	17.5	4.0	19.1	4.4	20.5	5.1	18.6	18.3
OLL	11.7	4.1	5.5	14.4	5.9	15.8	9.1	17.2	10.8	20.2	16.4	16.4
LLL	13.1	3.9	5.9	16.1	5.4	17.7	7.7	19.3	10.0	22.6	15.0	15.1
∑ SSS	57.2	27	25.2	47.5	17.8	42.3	12.3	37.1	8.9	26.3	5.9	6.6
∑ SUS	2.9	37.3	34.2	3.6	33.4	3.9	29.6	4.3	26.2	5	19.1	19
∑ UUS	15.1	27.8	29.2	18.6	37.5	20.3	41.4	22.2	44.1	25.9	43.6	43
∑ UUU	24.8	8	11.4	30.5	11.3	33.5	16.8	36.5	20.8	42.8	31.4	31.5

^ASe destacan en negrita los TAG predominantes en los sustratos.

^BRelación AS:ASH (% m/m).

Condiciones de reacción: 5% enzima (m/m_{sust.}), 70°C, 230 rpm, ausencia de solvente.

el ASH.

Por otro lado, las distintas condiciones de reacción ensayadas dieron lugar a productos de reacción con

puntos de fusión que variaron entre 43.7°C y 61.5°C, permitiendo un amplio margen para la utilización de los mismos en industrias alimentarias.

En lo que a acidólisis enzimática se refiere, ésta también ha sido empleada como alternativa tecnológica a la hidrogenación parcial de aceites vegetales, ya que posee las

TABLA 2
Variables experimentales y variables de respuesta seleccionadas para la reacción de acidólisis catalizada por RM QM a 60 °C y 12 h de reacción.

N ^a	Factores Experimentales			Variables de Respuesta ^b			
	SR (mol SPFA/mol SO)	E (g)	H (ml)	P+St (%)	SUS (%)	BP (%)	SSS (%)
1	4.5	0.30	1.6	39.1	34.5	22.5	8.6
2	3	0.30	0	37.9	30.6	19.6	5.5
3	4.5	0.39	3.2	38.5	36.8	24.3	9.5
4	6	0.39	1.6	41.0	32.9	20.1	9.7
5	4.5	0.21	0	38.0	30.2	19.3	4.8
6	6	0.21	1.6	31.1	21.9	16.3	5.2
7	4.5	0.30	1.6	42.2	35.6	21.9	8.9
8	3	0.39	1.6	37.6	36.7	25.2	8.7
9	4.5	0.21	3.2	30.1	21.1	18.4	4.7
10	6	0.30	3.2	36.3	27.9	17.5	6.4
11	3	0.21	1.6	34.5	27.2	19.9	5.3
12	6	0.30	0	45.1	32.6	17.8	6.2
13	4.5	0.30	1.6	37.8	37.3	23.2	8.1
14	3	0.30	3.2	36.7	31.0	23.6	6.3
15	4.5	0.39	0	40.3	33.3	21.3	6.5
Aceite de Girasol				9.55	2.51	0.01	0.11

^a N: Número de experiencia.

^b Valores experimentales.

ventajas asociadas al uso de catalizadores biológicos mencionadas anteriormente y además permite una estructuración de triglicéridos aún más definida que la interesterificación. La obtención de grasas sólidas y semisólidas puede lograrse al incorporar ácidos grasos saturados a los TAG originales de un aceite (Carrín y Crapiste, 2008; Pacheco et al, 2010). En el grupo de Ingeniería de Alimentos de PLAPIQUI, se ha estudiado la acidólisis de aceite de girasol con ácidos grasos saturados (palmítico y esteárico) empleando lipasas inmovilizadas comerciales de *Rhizomucor miehei* (Lipozyme RM IM, NovoNordisk) (Carrín y Crapiste, 2008) y empleando un biocatalizador de menor costo desarrollado en el grupo, obtenido a través de la inmovilización de esta misma lipasa en microesferas de quitosano modificado (RM QM) (Palla et al., 2011; Palla, 2012). A fin de demostrar los cambios que se derivan de este procedimiento, la Tabla 2 muestra los resultados de la implementación de un diseño experimental para evaluar la influencia de parámetros de la reacción (E: cantidad de biocatalizador RM QM, SR: relación molar de sustratos y H: cantidad de solvente) sobre variables que caracterizan a los productos obtenidos. Éstas son, las que se detallan a continuación:

- La composición de ácidos grasos saturados, palmítico y esteárico, en los glicéridos (% P+St) pues permite apreciar claramente cuanto se modificaron los lípidos originales, siendo además una medida directa de la actividad neta de la lipasa (reacciones de hidrólisis y esterificación);
- La composición de subproductos (mono y diglicéridos) respecto al total de glicéridos, (% SP), ya que si bien son intermediarios necesarios, su presencia en el producto final implica un de-

crecimiento en el rendimiento a lípidos estructurados;

- El porcentaje de triglicéridos monoinsaturados respecto al total de triglicéridos (% SUS), ya que es el tipo de lípido deseado por su estructuración en ácidos grasos. Estos lípidos contienen dos ácidos grasos saturados que dan las características de grasas sólidas o semisólidas. Además, conserva el ácido graso insaturado en la posición *sn-2*, siempre y cuando la enzima sea específica (esto implica que solo catalice las reacciones en las posiciones *sn-1* y *sn-3*) y no ocurra migración del ácido graso original de esta posición;
- Y por último, el porcentaje de triglicéridos trisaturados respecto al total de triglicéridos (% SSS). Su presencia en el producto de reacción se debe a la existencia de la acil migración como reacción secundaria que es indeseada porque va en detrimento de los triglicéridos deseados.

Los resultados de este estudio revelaron que variando las condiciones de reacción es posible obtener lípidos con una composición de P+St comprendida entre 30.1 - 45.1 %, lo cual representa un incremento de 225 - 372 % respecto al aceite original (9.6 %). Respecto a la estructuración deseada de los triglicéridos, fue posible obtener composiciones de SUS entre 21.1 y 37.3%, lo que significa un incremento del 740-1346% respecto del aceite original (2.51%). Los SP y la cantidad de SSS aumentaron en los productos de reacción respecto al contenido inicial del aceite, desde valores insignificantes hasta otros comprendidos entre 16.3-25.2% y 4.7-8.9%, respectivamente. Cabe mencionar que para determinadas

aplicaciones, un contenido apreciable de monoglicéridos y diglicéridos es deseable ya que actúan como estabilizantes (Adhikari et al., 2010).

La especificación de las especies de TAG del aceite de girasol y de todos los lípidos estructurados productos de acidólisis, se puede apreciar en la Tabla 3. Como puede notarse, la composición correspondiente a las especies predominantes en SO fue: 27.36% de OLL, 21.81% de LLL, 15.23% de OOL, 8.30% de PLL y 8.12% de OOO. A fin de evaluar los cambios que experimentan las especies tras la reacción, se puede seleccionar un dado ensayo para comparación. Para el caso del ensayo 12 (N=12), producto con mayor incorporación de ácidos grasos saturados, se tiene que las especies mayoritarias y sus porcentajes asociados fueron: 10.55% de PLSt, 9.90% de OLL, 8.50% de PLL, 8.40% de POL y 7.86% de PLP. Al confrontar con SO, se detectó la presencia de nuevas especies: PPP, PPSt y StStL. Adicionalmente, tal como era esperado por llevar a cabo la acidólisis con ácidos grasos P+St, la cantidad de especies de TAG con ácidos grasos saturados aumentó mientras que la cantidad de especies con ácidos grasos insaturados disminuyó.

Cabe mencionar que este estudio se focalizó únicamente en las características químicas de los lípidos estructurados. Por ende, un estudio de las propiedades físicas de los mismos resultaría adecuado para determinar su campo de aplicación final.

Por otro lado, el principal inconveniente de la tecnología enzimática es el alto costo de las enzimas, por lo cual su uso a escala comercial es todavía limitado y está restringido a algunos productos de bajo volumen de producción y alto valor agregado. La posibilidad de inmovilización sobre soportes sólidos para permitir

TABLA 3
 Perfil de triglicéridos del aceite de girasol (AG) y de los lípidos estructurados obtenidos por acidólisis implementando el diseño experimental.

TAG ^a	Tipo de TAG ^b	AG	N							
			1	2	3	4	5	6	7	8
PPP	SSS	ND ^c	1.75	0.88	1.93	2.02	0.96	1.11	1.85	1.76
PPSt	SSS	ND	3.39	1.77	3.77	3.90	1.93	2.15	3.53	3.44
POP	SUS	0.30	3.42	3.07	3.67	3.24	3.02	2.22	3.61	3.74
PLP	SUS	0.98	7.94	7.11	8.42	7.83	7.16	5.58	8.21	8.16
StStP	SSS	0.07	2.60	1.68	2.93	2.89	1.50	1.58	2.66	2.60
POSt	SUS	0.29	5.60	5.03	6.09	5.21	4.81	3.38	5.92	6.26
POO	UUS	2.80	3.17	3.46	3.08	3.02	3.60	3.23	3.22	3.31
PLSt	SUS	0.85	11.12	9.79	11.72	10.69	9.76	7.19	11.46	11.63
POL	UUS	6.54	8.27	9.37	8.37	7.71	9.13	7.94	8.47	9.44
PLL	UUS	8.30	8.08	9.39	8.22	7.81	8.98	8.52	8.15	8.91
StStSt	SSS	0.04	0.82	1.21	0.91	0.85	0.42	0.39	0.85	0.86
StStO	SUS	0.13	1.99	1.79	2.19	1.86	1.74	1.00	2.10	2.23
OOS	UUS	1.26	2.37	2.53	2.29	2.18	2.61	2.16	2.32	2.44
StStL	SUS	ND	4.40	3.85	4.70	4.05	3.66	2.55	4.31	4.66
OOO	UUU	8.12	2.66	2.41	2.15	3.11	3.01	4.69	2.39	1.41
StOL	UUS	2.59	6.83	7.56	6.84	6.02	7.19	5.58	6.82	7.95
OOL	UUU	15.23	5.17	5.63	4.49	5.94	6.07	9.12	4.95	3.94
StLL	UUS	3.06	6.39	6.75	6.10	5.54	6.52	5.35	5.96	6.87
OLL	UUU	27.36	8.30	9.57	7.10	9.44	10.21	14.94	7.87	6.17
LLL	UUU	21.81	5.58	6.98	4.84	6.56	7.52	10.75	5.16	4.03
NI ^f		0.29	0.15	0.15	0.20	0.12	0.18	0.57	0.19	0.19
Σ SSS		0.11	8.56	5.54	9.53	9.67	4.82	5.24	8.89	8.66
Σ SUS		2.51	34.47	30.65	36.79	32.89	30.15	21.92	35.61	36.67
Σ UUS		24.22	35.11	39.07	34.90	32.29	38.03	32.77	34.93	38.93
Σ UUU		71.57	21.71	24.59	18.59	25.04	26.82	39.50	20.38	15.56

TABLA 3 (continuación)
 Perfil de triglicéridos del aceite de girasol (AG) y de los SL obtenidos mediante acidólisis implementando el diseño experimental (w %).

TAG^a	Tipo de TAG^b	AG	9	10	11	12	13	14	15
PPP	SSS	ND ^c	1.00	1.39	1.16	1.34	1.72	1.30	1.33
PPSt	SSS	ND	1.83	2.62	2.12	2.46	3.27	2.50	2.59
POP	SUS	0.30	2.07	2.81	2.80	3.27	4.42	3.12	3.30
PLP	SUS	0.98	5.20	7.06	6.84	7.86	8.54	7.20	7.79
StStP	SSS	0.07	1.43	1.90	1.62	1.82	2.47	1.91	1.99
POSt	SUS	0.29	3.27	4.32	4.35	5.20	6.87	5.17	5.48
POO	UUS	2.80	3.15	3.24	3.31	3.25	4.25	3.34	3.29
PLSt	SUS	0.85	6.95	9.09	8.66	10.55	10.94	9.97	10.64
POL	UUS	6.54	7.88	7.86	9.08	8.40	8.95	9.10	8.68
PLL	UUS	8.30	8.46	8.13	9.18	8.50	7.07	8.93	8.69
StStSt	SSS	0.04	0.43	0.49	0.42	0.57	0.68	0.58	0.55
StStO	SUS	0.13	1.17	1.42	1.40	1.82	2.26	1.74	1.91
OOS	UUS	1.26	2.13	2.09	2.27	2.28	3.05	2.39	2.38
StStL	SUS	ND	2.42	3.19	3.18	3.91	4.28	3.81	4.15
OOO	UUU	8.12	5.14	4.16	3.51	3.19	3.23	2.87	2.50
StOL	UUS	2.59	5.49	5.64	6.71	6.46	6.80	7.32	6.90
OOL	UUU	15.23	9.45	7.71	7.06	6.17	5.39	5.99	5.37
StLL	UUS	3.06	5.20	5.24	6.12	5.87	4.65	6.68	6.30
OLL	UUU	27.36	15.75	12.27	11.30	9.90	6.61	9.54	9.02
LLL	UUU	21.81	11.40	8.64	7.76	6.87	3.54	6.39	6.73
	Ni ^f	0.29	0.18	0.71	1.15	0.31	1.01	0.16	0.41
	∑ SSS	0.11	4.68	6.40	5.32	6.19	8.13	6.29	6.45
	∑ SUS	2.51	21.09	27.89	27.23	32.61	37.31	31.02	33.27
	∑ UUS	24.22	32.31	32.21	36.67	34.77	34.78	37.75	36.23
	∑ UUU	71.57	41.74	32.79	29.63	26.12	18.77	24.79	23.63

su reuso o disposición en reactores de lecho fijo se ha convertido en un aspecto esencial habilitando a priori a esta tecnología como viable técnica y económicamente. Con el fin de que la tecnología enzimática sea competitiva a nivel local y no tenga insumos críticos, se hace necesario tanto el desarrollo propio de catalizadores enzimáticos inmovilizados como el estudio y optimización de cada uno de los procesos de producción.

■ CONCLUSIONES

Existe una creciente necesidad por parte de las industrias alimentarias de disponer de grasas sólidas y semisólidas sin ácidos grasos *trans* para la elaboración de sus productos. Teniendo en cuenta los efectos perjudiciales que las grasas *trans* presentan para la salud, a nivel mundial se han creado nuevas reglamentaciones que limitan su contenido en los alimentos. En Argentina se ha establecido un plazo máximo, año 2014, para el reemplazo de estas grasas en todos los alimentos que se comercialicen en el país. Esto obliga a la industria oleaginosa a realizar modificaciones tecnológicas para adecuarse a la nueva reglamentación. Asimismo estas tecnologías alternativas al proceso de hidrogenación convencional deben ser técnicamente eficaces, compatibles en términos económicos y deben permitir aprovechar los recursos disponibles en el país. En este sentido, los procesos que más futuro presentan y que incluso ya han sido implementados en diferentes países son el fraccionamiento de aceites y grasas y la interesterificación. El fraccionamiento es ampliamente utilizado en zonas tropicales para obtener distintas fracciones del aceite de palma, sin embargo puede aplicarse también a grasa de leche a fin de obtener cortes con diferen-

tes puntos de fusión adecuados para formulación de productos variados. Por otro lado, la interesterificación y acidólisis enzimática son procesos sumamente adecuados para obtener productos con una estructuración en ácidos grasos bien definida, siendo además procesos amigables con el medio ambiente que se desarrollan a baja temperatura y presión. Una desventaja es el alto costo de las enzimas. Sin embargo, mediante el empleo de lipasas inmovilizadas, la posibilidad de obtención de las mismas en nuestro país y el uso de sistemas de operación continuos, este tipo de procesos resultaría más factible.

■ GLOSARIO

Ácido graso *trans*: ácido graso insaturado que tiene al menos un doble enlace pero se encuentran en configuración *trans*. En los isómeros *trans*, el carbono unido por el doble enlace proporciona una configuración recta, compacta, debido a que los enlaces de los átomos de hidrógeno están a ambos lados de la cadena de átomos de carbono.

Lípido estructurado: son triglicéridos en los que los ácidos grasos se acomodan en el esqueleto del glicerol, generando así productos con propiedades fisicoquímicas y/o nutricionales mejoradas. Es una molécula "hecha a medida", formulada para una función nutricional o tecnológica específica.

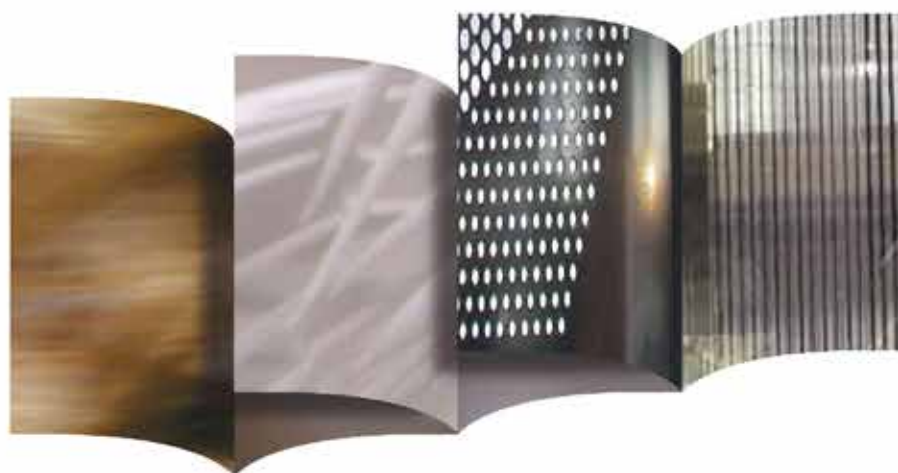
Punto de Fusión: Temperatura a la cual una grasa cambia totalmente desde el estado sólido al líquido, a presión atmosférica.

Triglicérido: Molécula que se forma por la esterificación de una unidad de alcohol glicerol con tres unidades de ácidos grasos. Este es el principal constituyente de grasas y aceites.

■ BIBLIOGRAFIA

- Adhikari P., Zhu X.-M., Gautam A., Shin J.-A., Hu J.-N., Lee J.-H., Akoh C.C., Lee K.-T. (2010) Scaled-up production of zero-trans margarine fat using pine nut oil and palm stearin. *Food Chemistry* 119: 1332 – 1338.
- Block J.M., Barrera-Arellano D. (2009) *Temas selectos en aceites y grasas. Volumen 1- procesamiento*, editorial Blucher, São Paulo, Brasil.
- Carrín M.E., Crapiste G.H. (2008) Enzymatic acidolysis of sunflower oil with a palmitic-stearic acid mixture. *Journal of Food Engineering* 84: 243 – 249.
- Criado M., Hernández-Martín E., López-Hernández A., Otero C. (2007) Enzymatic interesterification of extra virgin olive oil with a fully hydrogenated fat: Characterization of the reaction and its products. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 84:717 – 726.
- Deffense E. (1985) Fractionation of palm oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 62: 376 – 385.
- Deffense E. (1993) Milk Fat Fractionation Today: A Review 1. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 70: 1193 – 1201.
- Deffense E. (2009) From organic chemistry to fat and oil chemistry. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides* 16: 14 – 24.
- Dhaka V., Gulia N., Ahlawat K.S., Khatkar B.S. (2011) Trans fat-sources, health risks and alternative approach. A review. *Journal of Food Science and Technology* 48: 534 – 541.

- Gunstone F.D. (2001) Structured and modified lipids. Marcel Dekker.
- Hamm W. (1995) Trends in edible oil fractionation. *Trends in Food Science & Technology* 61: 121 – 126.
- Jang E.S., Jung M.Y., Min D.B. (2005) Hydrogenation for low trans and high conjugated fatty acids. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 4: 22 – 30.
- Kellens M. (2000) Oil Modification Processes. In: Hamm W, Hamilton RJ, eds. *Edible Oil Processing*. Boca Raton, FL: CRC Press 129 –173.
- Kim I.H., Lee S.M., Lee B.M., Park H.K., Kim J.Y., Kwon K.I., Kim J.W., Lee J.S., Kim Y.H. (2008) Interesterification of olive oil with a fully hydrogenated fat in a batch reactor using step changes in temperature *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 5942 – 5946.
- Kodali D.R., List G.R. (2005) *Trans Fat Alternatives*, editorial AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- Nor Aini I., Miskandar M.S. (2007) Utilization of palm oil and palm products in shortenings and margarines. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109: 422 – 432.
- Organización Panamericana de la Salud. (2007) Grupo de trabajo de la OPS/OMS- Las Américas libres de grasas trans - Conclusiones y recomendaciones, 26 y 27 de abril de 2007, Washington, D.C.
- http://www.msal.gov.ar/ent/images/stories/ciudadanos/pdf/Grasas_trans_Conclusiones_Task_Force.pdf
- Osborn H.T., Akoh C.C. (2002) Structured lipids—novel fats with medical, nutraceutical, and food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 1: 93 – 103.
- Pacheco C., Crapiste G.H., Carrín M.E. (2010) Lipase-catalyzed acidolysis of sunflower oil: kinetic behavior. *Journal of Food Engineering* 98: 492 – 497.
- Pacheco, C. (2012) Cinética de la Interesterificación Enzimática de Aceites Vegetales. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur.
- Palla C.A., Pacheco C., Carrín M.E. (2011) Preparation and modification of chitosan particles for *Rhizomucor miehei* lipase immobilization. *Biochemical Engineering Journal* 55: 199 – 207.
- Palla C.A. (2012) Estudio de la producción de lípidos estructurados en reactores enzimáticos batch y de lecho empacado. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur.
- Palla C.A., Pacheco C., Carrín M.E. (2012) Production of structured lipids by acidolysis with immobilized *Rhizomucor miehei* lipases: Selection of suitable reaction conditions. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* 76: 106 – 115.
- Petukhov I., Malcolmson L.J., Przybylski R., Armstrong L. (1999) Frying performance of genetically modified canola oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 76: 627 – 632.
- Philippaerts A., Jacobs P.A., Sels B.F. (2013) Is there still a future for hydrogenated vegetable oils? *Angewandte Chemie International Edition* 52: 5220–5226.
- Silva R.C., Cotting L.N., Poltronieri T.P., Balcao V.M., de Almeida D.B., Goncalves L.A.G., Grimaldi R., Gioielli L.A. (2009) The effects of enzymatic interesterification on the physical–chemical properties of blends of lard and soybean oil. *LWT – Food Science and Technology* 42: 1275–1282.
- Tarrago - Trani M.T., Phillips K.M., Lemar L., Holden J.M. (2006) New and existing oils and fats used in products with reduced trans fatty acid content. *Journal of the American Dietetic Association* 106: 867 – 880.
- Zaliha O., Chong C.L., Cheow C.S., Norizzah A.R., Kellens M.J. (2004) Crystallization properties of palm oil by dry fractionation. *Food Chemistry* 86, 245–250.



Desarrollo y gestión de proyectos científicos y tecnológicos innovadores

FUNINTEC es una organización sin fines de lucro creada por la Universidad de San Martín cuyo objetivo es promover y alentar la investigación, el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimientos a los sectores público y privado, sus empresas y en particular a las PyMES.

Dentro de los alcances previstos por la Ley de Innovación Tecnológica, funciona como vínculo entre el sistema científico tecnológico y el sector productivo.

CONTACTO:
www.funintec.org.ar

Fundación
Innovación
y Tecnología

FUNINTEC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN



El 98 por ciento de los doctores formados por el CONICET tiene empleo

Según un informe dado a conocer por este organismo científico acerca de la inserción de doctores, sólo un 1 por ciento de estos ex-becarios no tiene trabajo o no poseen ocupación declarada y un 10 por ciento posee remuneraciones inferiores a un estipendio de una beca doctoral.

Asimismo, proyecta que el 89 por ciento de los encuestados tiene una situación favorable en su actividad profesional, pero sobre todo asegura que más del 98 por ciento de los científicos salidos del CONICET consigue trabajo.

Los datos surgidos del estudio "Análisis de la inserción laboral de los ex-becarios Doctorales financiados por CONICET", realizado por la Gerencia de Recursos Humanos del organismo, involucró 934 casos sobre una población de 6.080 ex-becarios entre los años 1998 y el 2011.

Al respecto, en el mismo se considera que del número de ex-becarios consultados, el 52 por ciento (485 casos), continúa en el CONICET en la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico.

De los que no ingresaron en el organismo pero trabajan en el país, sobre 341 casos, el 48 por ciento se encuentra empleado en universidades de gestión pública y un 5 por ciento en privadas; el 18 por ciento en empresas, un 6 por ciento en organismos de Ciencia y Técnica (CyT), un 12 por ciento en la gestión pública y el resto en instituciones y organismos del Estado.

En tanto, en el extranjero, sobre 94 casos, el 90 por ciento trabaja en universidades, el 7 por ciento en empresas y el 2 por ciento es autónomo.

El mismo informe traduce que la demanda del sector privado sobre la

incorporación de doctores no es aún la esperada, pero está creciendo. La inserción en el Estado, si se suma a las universidades nacionales y ministerios, se constituye en el mayor ámbito de actividad.

Frente a ello, a los fines de avanzar en la inserción en el ámbito publico-privado el CONICET realiza actividades políticas de articulación con otros organismos de CyT, es decir, universidades, empresas, a través de la Unión Industrial Argentina (UIA), y en particular con YPF que requiere personal altamente capacitado en diferentes áreas de investigación.

Desde el CONICET se espera que en la medida que la producción argentina requiera más innovación, crecerá la demanda de doctores. Para cuando llegue ese momento el país deberá tener los recursos humanos preparados para dar respuestas. Es por ello se piensa en doctores para el país y no solamente doctores para el CONICET.

Programa +VALOR.DOC

Sumar doctores al desarrollo del país

A través de esta iniciativa nacional, impulsada por el CONICET y organismos del Estado, se amplían las posibilidades de inserción laboral de profesionales con formación doctoral

El programa +VALOR.DOC bajo el lema "Sumando Doctores al Desarrollo de la Argentina", busca vincular los recursos humanos con las necesidades y oportunidades de desarrollo del país y fomentar la incorporación de doctores a la estructura productiva, educativa, administrativa y de servicios.

A partir de una base de datos y herramientas informáticas, se aportan recursos humanos altamente calificados a la industria, los servicios y la gestión pública. Mediante una página Web, los doctores cargan sus curriculum vitae para que puedan contactarlos por perfil de formación y, de esta manera, generarse los vínculos necesarios.

Con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, este programa tiene como objetivo reforzar las capacidades científico-tecnológicas de las empresas, potenciar la gestión y complementar las acciones de vinculación entre el sector que promueve el conocimiento y el productivo.

+VALOR.DOC es una propuesta interinstitucional que promueve y facilita la inserción laboral de doctores que por sus conocimientos impactan positivamente en la sociedad.

Para conocer más sobre el programa www.masVALORDoc.conicet.gov.ar.

