

# COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS Y CONTENIDO DE CLA EN YOGURES COMERCIALES



## RESUMEN

La fracción lipídica es uno de los componentes más importantes de los alimentos lácteos, no sólo desde el punto de vista de su impacto en las características sensoriales de los productos (flavor, color, textura), sino también por su importancia nutricional. Algunos ácidos grasos (AG) dietarios como el ácido linoleico conjugado (CLA), principalmente representado por el isómero cis-9, trans-11 (ácido ruménico) y en menor medida por el isómero trans-10, cis-12, han atraído un gran interés ya que están asociados a múltiples efectos positivos para la salud. En particular, los alimentos lácteos fermentados (yogur y queso) son fuente de estos biolípidos.

En el presente trabajo se determinó el perfil de ácidos grasos de yogures comerciales, con particular énfasis en la evaluación del contenido de CLA y en la determinación de índices de interés nutricional. Se analizaron un total de veinte muestras de yogures que se seleccionaron del mercado entre las marcas más frecuentemente consumidas. Los ácidos grasos presentes en el extracto graso se determinaron como ésteres metílicos por cromatografía gaseosa-FID, empleando estándares internos para la cuantificación. Se encontró una amplia variación en el contenido de ácido ruménico entre las muestras analizadas; los valores estuvieron entre 6 y 46 mg/100g alimento. Los porcentajes de las

Rebechi S.; Vélez M. A.; Pozza L.; Wolf I.; Perotti M. C.

Instituto de Lactología Industrial (INLAIN) – UNL/CONICET.

Facultad de Ingeniería Química -

Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

cperotti@fiq.unl.edu.ar

fracciones de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados oscilaron entre 55,6 y 70,2%, 24,9 y 30,8% y 4,0 y 6,9%, respectivamente. Los índices de aterogenicidad y  $\Delta 9$ -desaturasa (a y b) fueron en promedio de 2,5, 0,07 y 0,62, respectivamente. Sobre la base de estos datos, se calculó el aporte de CLA a la dieta; el consumo diario de una porción (125 g) de yogur contribuye con una pequeña proporción (6,0-0,3%) de las recomendaciones diarias estimadas (1000-3000 mg) para lograr efectos benéficos. De esta manera, la fortificación de yogur con CLA debería ser de gran interés por parte de la industria láctea para favorecer el consumo de estos biolípidos.

**Palabras claves:** yogures comerciales, perfil de ácidos grasos, ácido linoleico conjugado, índices nutricionales.

## INTRODUCCIÓN

El yogur se encuentra entre los productos alimenticios que más se consumen en nuestro país. En el período 2015 – 2017, la producción de leches fermentadas y yogures presentó un promedio anual de 450.000 toneladas y un consumo per cápita de 12 kg por año (www.agroindustria.gov.ar). Su popularidad se debe a su alto valor nutricional y al descubrimiento de nuevas propiedades funcionales; también se lo considera una matriz muy adecuada para vehicular componentes bioactivos de diferente naturaleza. Si bien se recomienda consumir preferentemente productos lácteos descremados, las investigaciones realizadas en los últimos años se orientan a reconsiderar la actividad biológica de algunos de sus componentes en relación con la salud humana y revalorizar la grasa láctea (Rodríguez-Alcalá y col., 2007; Parodi, 2004). La grasa láctea es la princi-

pal fuente de ácido linoleico conjugado (CLA) de nuestra dieta, siendo el ácido ruménico (C18:2 9c,11t) y en menor medida el isómero 10t,12c, los principales representantes. Múltiples efectos benéficos están siendo reconocidos para estos compuestos (inhibición del cáncer, aterosclerosis y mejoramiento de las funciones inmunológicas) (Parodi, 2004). El CLA se forma en el rumen de los animales por bacterias anaeróbicas, como intermediario en la biohidrogenación del ácido linoleico (LA) y también a partir de la desaturación del ácido vacénico (C18:1 11t) en la glándula mamaria, por acción de la enzima  $\Delta 9$ -desaturasa. Además, existen fermentos lácticos capaces de formar CLA a partir de LA (Kim y Liu, 2002). Las concentraciones de CLA encontradas en productos lácteos son relativamente bajas y muy variables debido a factores relacionados a la producción primaria y al procesamiento del alimento (Collomb y col., 2006, Kim y Liu, 2002). A pesar de que existen varios trabajos publicados relevando el contenido de CLA en alimentos lácteos, la información referida a yogures argentinos es escasa.

Por ello, el objetivo del presente trabajo fue determinar el perfil de ácidos grasos (AG) de yogures comerciales; con particular énfasis en la evaluación del

contenido de CLA y en la determinación de los índices de aterogenicidad y  $\Delta 9$ -desaturasa, de interés nutricional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestras

Se analizaron un total de veinte muestras de yogures de diferentes variedades (batidos, bebibles, enteros, descremados, saborizados, con cereales/frutas y con adición de microorganismos probióticos) y marcas reconocidas, elaborados con leche de vaca. Los contenidos de grasa según los datos informados en el rótulo oscilaron entre 1,0 y 4,2 g/100g yogur.

### Análisis del perfil de ácidos grasos

Para la determinación del perfil de ácidos grasos, incluido el CLA, se empleó un método multietapas que involucra la extracción de los lípidos y saponificación, la metilación de los AG a ésteres metílicos (FAME) y su posterior análisis por cromatografía gaseosa utilizando el método del estándar interno para la cuantificación (Cortés Nunes y col., 2010; Lin y col., 2003).

# ACEROS INOXIDABLES

chapas • rollos • flejes • barras redondas, cuadradas y hexagonales • caños con y sin costura • accesorios para tubería  
electrodos • chapas color • gel decapante, pasivante y cleaner • rejilla • bandeja porta cable • ángulos • planchuelas





Más de 70 años  
de experiencia en  
el mercado argentino

www.aperam.com/argentina



Av. Descartes 4200  
Pque. Industrial Tortuguitas  
(1657) Buenos Aires  
Argentina

Tel: 02320 55 5555  
Fax: 02320 55 5566  
Fax Nac. gratuito: 0800 888 1116  
mail: [ventas.argentina@aperam.com](mailto:ventas.argentina@aperam.com)

### Cálculo de Índices de aterogenicidad y $\Delta 9$ -desaturasa

Los índices de aterogenicidad (IA) y  $\Delta 9$ -desaturasa pueden emplearse para evaluar el potencial de un alimento en lo referente a la prevención de enfermedades asociadas al consumo de grasa; los mismos se calcularon de la siguiente manera (Kelsey y col., 2003):

$$\text{Índice de aterogenicidad (IA)} = \frac{(C_{12:0} + 4 \times C_{14:0} + C_{16:0})}{(AGMI + AGPI)} \quad (1)$$

$$\text{Índice de } \Delta 9\text{-desaturasa (a)} = \frac{C_{14:1}}{(C_{14:0} + C_{14:1})} \quad (2)$$

$$\text{Índice de } \Delta 9\text{-desaturasa (b)} = \frac{C_{18:1} \text{ 9c}}{(C_{18:1} \text{ 9c} + C_{18:0})} \quad (3)$$

Donde, AGMI y AGPI son los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, respectivamente.

El IA (1) caracteriza el potencial aterogénico de la grasa dietaria; alimentos con índices altos de aterogenicidad se consideran perjudiciales para la salud y los índices a y b (2 y 3) indican la actividad endógena de la enzima  $\Delta 9$ -desaturasa (Lock y Garnsworthy, 2003).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición de AG y CLA en los yogures

Se cuantificaron un total de 16 AG (g/100g grasa), incluido el ácido ruménico. Los AG se clasificaron según la longitud de la cadena hidrocarbonada: AG de cadena corta (AGCC, C4:0-C6:0), media (AGCM, C8:0-C12:0) y larga (AGCL, C14:0-C18:3), y según el grado de insaturación: AG saturados (AGS), AGMI y AGPI. En la Tabla 1 se indican los valores mínimos y máximos para los diferentes grupos (expresados en porcentaje con respecto a los AG totales). La muestra M8 no se tuvo en cuenta para estos cálculos ya que su perfil se distinguió del resto de las muestras. En efecto, en el rótulo de este alimento se indica el agregado de aceites de girasol y canola; estos aceites se caracterizan por ser ricos en oleico y linoleico, y de bajo contenido de palmítico (Belitz y col., 2009). En las Figuras 1, 2 y 3 se presentan los valores individuales obtenidos para los AG cuantificados en las muestras analizadas.

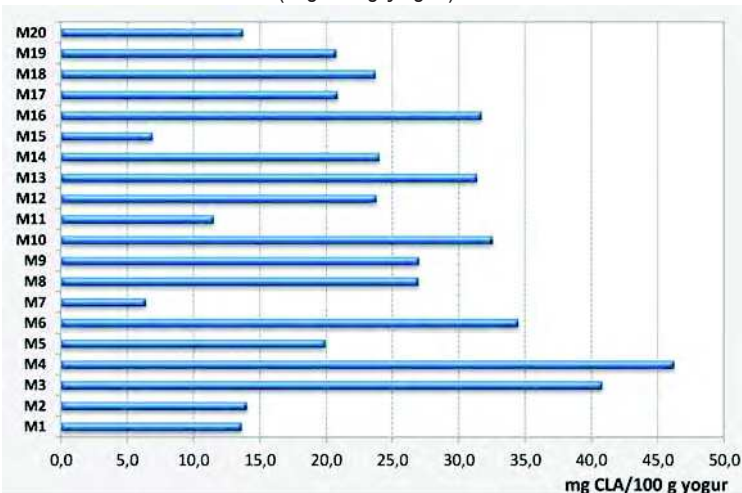
En la Figura 1 se muestran las concentraciones de ácido ruménico (C18:2 9c, 11t) encontradas en las distintas muestras. Su contenido fue variable y no se detectó el isómero 10t, 12c en ninguna de ellas. Las concentraciones estuvieron entre 11,5 (M11) y 46,2 mg/100g yogur (M14); dos muestras tuvieron niveles inferiores: M7 de 6,4 y M15 de 6,9 mg/100g. Los contenidos expresados para 100 g de grasa del alimento oscilaron entre 0,50 (M1, M2 y M15) y 1,15 g (M20). Estos resultados son consistentes con aquellos encontrados por otros autores. Trigueros y Sendra (2015) para leches fermentadas naturales comercializadas en el mercado español, con diferente contenido de grasa y con y sin el agregado de probióticos, informaron valores desde 0,64 hasta 2,11 g/100g de ácidos grasos (correspondiente a 7,4 - 93,3 mg/100g yogur), para la suma de los isómeros 9c, 11t y 10t, 12c; también indicaron que en algunas de las muestras no se detectaron ninguno de los isómeros. Serafeimidou y col. (2012) encontraron entre 1 y 45 mg/100g de producto, en yogures griegos de leche de vaca; Prandini y col. (2007) hallaron 35,4-55,4 mg/100g de alimento (0,4-0,6 g/100g grasa) en diferentes variedades de yogures comercializados en Italia.

En cuanto a la relación nivel de CLA y contenido de grasa del yogur, nuestros resultados indican rangos de 6-27 y de 24-46 mg CLA/100g para los yogures descremados y enteros, respectivamente, lo que estaría indicando una tendencia positiva del incremento de CLA con el contenido de grasa del yogur. Asimismo, Trigueros y Sendra (2015) encontraron mayores niveles de CLA en yogures de mayor tenor graso, cuando analizaron muestras con niveles de grasa entre 0,1 y 10%. Por otra parte, se ha informado que algunas cepas de bacterias probióticas poseen la capacidad de sintetizar CLA (Gorissen y col., 2010). En este estudio no evidenciamos niveles de CLA incrementados en los yogures que tenían adición de bacterias probióticas, según lo informado en el rótulo; similar conclusión se arribó en el trabajo de Trigueros y Sendra (2015).

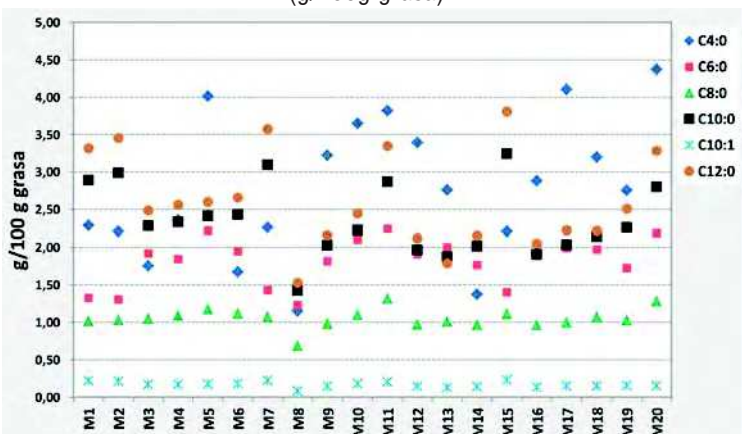
Por otro lado, las recomendaciones diarias de consumo de CLA que se estiman adecuadas para lograr los potenciales efectos benéficos se ubican entre 1000

**TABLA 1** - Grupos de AG (porcentaje respecto al total) e índices nutricionales (valores mínimos y máximos)

	Grupos de AG						Índices nutricionales		
	AGS	AGMI	AGPI	AGCC	AGCM	AGCL	IA	$\Delta 9$ (a)	$\Delta 9$ (b)
<b>Valores mínimos</b>	67,16	24,86	4,02	3,30	5,05	85,32	2,26	0,060	0,597
<b>Valores máximos</b>	70,25	27,47	6,92	6,91	8,39	91,15	2,77	0,069	0,656

**FIGURA 1** - Contenido de CLA en yogures comerciales (mg/100g yogur)

**M3, M4, M6, M8, M10, M13, M14 y M16:** yogures enteros (3,0-5,9 g/100g, según Código Alimentario Argentino); el resto de las muestras: yogures descremados (0,6-2,9 g/100g, según CAA). **M3-M7 y M11:** con agregado de bacterias probióticas, según lo declarado en el rótulo.

**FIGURA 2** - Contenido de AGCC y AGCM en yogures comerciales (g/100g grasa)

**M3, M4, M6, M8, M10, M13, M14 y M16:** yogures enteros (3,0-5,9 g/100g, según Código Alimentario Argentino); el resto de las muestras: yogures descremados (0,6-2,9 g/100g, según CAA). **M3-M7 y M11:** con agregado de bacterias probióticas, según lo declarado en el rótulo.

y 3000 mg (Jimenez y col., 2008; Rodríguez-Alcalá y Fontecha, 2007); sin embargo, los valores reportados de ingesta de CLA (50-1000 mg) son variables y están por debajo de las dosis recomendadas (McGuire y McGuire, 2000). Basados en estos datos, nuestros resultados indican que el consumo diario de una porción de yogur (125 g) contribuiría con una pequeña proporción (6,0-0,3%) de tales recomendaciones.

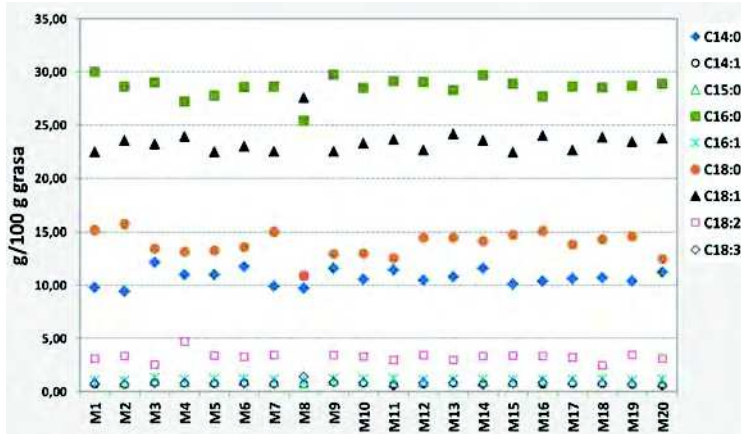
Como era de esperar, el grupo de los AGS fue el más abundante totalizando entre el 67,2 y 70,2% del total de AG, siendo mayoritarios los ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y mirístico (C14:0); las concentraciones para C16:0 oscilaron entre 27,2 (M4) y 30,0 g/100g de grasa (M1); para C18:0 entre 12,4

(M20) y 15,7 g/100g grasa (M2) y para C14:0 entre 9,4 (M2) y 12,1 g/100g de grasa (M3). Dentro del grupo de los AGMI (24,9 - 27,5% del total de AG), el oleico (C18:1 9c) fue el ácido que se encontró en mayor proporción dentro de esta categoría; las concentraciones obtenidas se ubicaron entre 22,4 (M15) y 24,2 g/100g grasa (M13). Dentro de este grupo también se encontraron los ácidos palmítoleico y miristoleico (C16:1 y C14:1, respectivamente), cuyos contenidos fueron 1,0-1,3 g/100g grasa y 0,6-0,9 g/100g grasa, respectivamente; cantidades mucho más bajas fueron detectadas para C10:1 (< 0,23 g/100g grasa). El grupo de los AGPI tuvo una menor importancia en el perfil global, ya que los porcentajes estuvieron entre 4,0 y 6,9% del total de AG. En esta clase se destacan los ácidos linoleico y linoléico (C18:2 y C18:3, respectivamente) y el CLA; los contenidos de linoleico variaron desde 2,4 (M18) hasta 3,5 g/100g grasa (M19) y para linoléico desde 0,5 (M12 y M20) hasta 0,8 g/100g grasa (M16). Por su parte, la fracción de AGCL fue la más representativa (85,3-91,1%), seguida por la de AGCM (5,1-8,4%) y en menor medida por la de AGCC (3,3-6,9%). Los contenidos mínimos y máximos para los ácidos butírico (C4:0), caproico (C6:0), caprílico (C8:0), cáprico (C10:0) y láurico (C12:0) fueron: 1,7-4,4; 1,3-2,2; 1,0-1,3; 1,9-3,2 y 1,8-3,6 g/100g grasa, respectivamente. También se detectó el C15:0, aunque sus niveles fueron bajos (0,8-1,0 g/100g grasa). Una excepción al perfil característico de la grasa láctea se apreció en la muestra M8, como se indicó

anteriormente. Se detectó un nivel muy elevado de linoleico (11,4 g/100g grasa), niveles altos de linoléico (1,4 g/100g grasa) y oleico (29,0 g/100g) y niveles bajos de palmítico (25,4 g/100g) y de esteárico (10,9 g/100g), en relación al resto de las muestras analizadas. Este perfil atípico también se evidenció en los porcentajes obtenidos para los diferentes grupos de AG (AGCC, 2,51%; AGCM, 3,92%; AGCL, 93,6%; AGS, 55,6%; AGMI, 30,8% y AGPI, 13,5%).

Las diferencias encontradas entre las diversas variedades de yogures comerciales están respaldadas por varios informes de investigación (Trigueros y Sendra, 2015; Prandini y col., 2007; Serafeimidou y col., 2012). Ellos coinciden en que dicha variabilidad

**FIGURA 3 -** Contenido de AGCL en yogures comerciales (g/100g grasa)



**M3, M4, M6, M8, M10, M13, M14 y M16:** yogures enteros (3,0-5,9 g/100g, según Código Alimentario Argentino); el resto de las muestras: yogures descremados (0,6-2,9 g/100g, según CAA). **M3-M7 y M11:** con agregado de bacterias probióticas, según lo declarado en el rótulo.

puede atribuirse a las características intrínsecas de la leche, a la tecnología de elaboración (ingredientes, proceso de fermentación, etc.), a las condiciones de almacenamiento del producto y a la actividad metabólica de los fermentos utilizados (Sieber y col., 2004).

### Índices nutricionales

Algunos AGCM tales como laúrico, mirístico y palmítico se consideran componentes que aumentan el colesterol, por lo que han sido asociados al riesgo incrementado de padecer enfermedades cardiovasculares. Por su parte, se supone que el consumo de AGCC saturados no presentan estos inconvenientes; mientras que los AGMI y AGPI son útiles para prevenir este tipo de enfermedades y algunos desórdenes inflamatorios (Ulbricht y Southgate, 1991).

El valor promedio del IA fue de 2,49 y resultó similar a lo reportado para grasa láctea bovina argentina: 2,18 (Gagliostro, 2010) y 2,71 (Van Nieuwenhove y



col., 2009). Por su parte, los índices  $\Delta 9$ -desaturasa a y b arrojaron valores medios de 0,066 y 0,624, respectivamente; resultados que fueron concordantes con lo informado por otros autores: 0,068 para el índice a (Van Nieuwenhove y col. (2009), y 0,06 para el índice a y 0,67 para el b (Kelsey y col., 2003). Recientes estudios indican que el consumo regular y en cantidades controladas de productos lácteos enteros debería ser recomendado debido a la variada y compleja composición de la grasa láctea, además de contribuir con una mayor capacidad de saciedad, mientras que los alimentos bajos en grasa no necesariamente contienen niveles significativos de PUFA y AG omega-3.

### CONCLUSIONES

Los resultados del contenido de CLA y de los otros AG que caracterizan la grasa láctea, obtenidos para yogures del mercado argentino, fueron considerablemente variables. Por otra parte, el aporte de CLA a partir del consumo de una porción de yogur por día resulta muy bajo con respecto a las recomendaciones estimadas para conseguir los efectos benéficos que se le atribuyen. De esta manera, la fortificación de yogur con CLA para obtener un producto funcional debería ser de gran interés por parte de la industria láctea en vistas a favorecer el consumo de este biolípido. En este sentido, el diseño de estrategias tecnológicas que permitan desarrollar bebidas lácteas fortificadas en CLA y de buena calidad es una temática en la que nuestro grupo de investigación se encuentra trabajando en la actualidad.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional del Litoral (Proyecto CAI+D UNL 2011, N° 20120110100322 LI) y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Proyecto PIP 2016, N° 591).

### REFERENCIAS

Belitz H., Grosch W., Schieberle P. 2009. Food Chemistry. Springer, Berlin, Alemania, pp. 640-669.  
Collomb M., Schmid A., Sieber R., Wechsler D., Ryhänen E. L. 2006. Conjugated linoleic acids in milk fat: Variation and physiological effects. International Dairy Journal, 16 (11): 1347-1361.  
Côrtes Nunes J., Guedes Torres A. 2010. Fatty acid and CLA composition of Brazilian dairy products and contribution to daily intake of CLA. Journal of Food Composition and Analysis, 23: 782-789.

Gagliostro G. Desde la Innovación a la Comercialización. Leche Funcional con Bajo Potencial Aterogénico y alto contenido en ácido linoleico conjugado (CLA). Primer Encuentro Provincial de la Cadena de Valor de las PYMES Lácteas, 2010.

Gorissen L., Raes K., Stefan W., Dannenberger D., Leroy F., De Vuyst L., De Smet S. 2010. Production of conjugated linoleic acid and conjugated linoleic acid isomers by Bifidobacterium species. Applied Microbiology and Biotechnology, 87: 2257-2266.

Jimenez M., Garcia H., Beristain C. 2008. Sensory evaluation of dairy products supplemented with microencapsulated conjugated linoleic acid (CLA). LWT - Food Science and Technology, 41(6): 1047-1052.

Kelsey J., Corl B., Collier R., Bauman D. 2003. The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. Journal of Dairy Science, 86 (8): 2588-2597.

Kim Y., Liu R. 2002. Increase of conjugated linoleic acid content in milk by fermentation with lactic acid bacteria. Journal of Food Science, 67 (5): 1731-1737.

Lin T., Lin C.-W., Wang Y.-J. 2003. Production of conjugated linoleic acid by enzyme extract of Lactobacillus acidophilus CCR 14079. Food Chemistry, 83: 27-31.

Lock, A., Garnsworthy P. 2003. Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and  $\Delta^9$ -desaturase activity in dairy cows. Livestock Production Science 79(1):47-59.

McGuire S., McGuire M. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. Journal of Animal Science, 77:1-8.

Parodi, P. 2004. Milk fat in human nutrition. Australian Journal of Dairy Technology, 59 (1): 3-59.

Prandini A., Sigolo S., Tansini G., Brogna N., Piva G. 2007. Different level of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy products from Italy. Journal of Food Composition and Analysis, 20: 472-479.

Rodríguez-Alcalá L., Fontecha J. 2007. Hot Topic: Fatty Acid and Conjugated Linoleic Acid (CLA) Isomer Composition of Commercial CLA-Fortified Dairy Products: Evaluation After Processing and Storage. Journal of Dairy Science, 90 (5): 2083-2090.

Serafeimidou A., Zlatanov S., Laskaridis K., Sagredos A. 2012. Chemical characteristics, fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content of traditional Greek yogurts. Food Chemistry, 134: 1839-1846.

Sieber A., Collomb M., Aeschlimann A., Jelen P., Eyer H. 2004. Impact of microbial cultures on conjugated linoleic acid in dairy products—a review. International Dairy Journal, 14: 1-15.

Trigueros L., Sendra E. 2015. Fatty acid and conjugated linoleic acid (CLA) content in fermented milks as assessed by direct methylation. LWT- Food Science and Technology, 60: 315-319.

Ulbricht T., Southgate A. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. The Lancet, 338: 985-992.

Van Nieuwenhove C., Oliszewski R., González S. 2009. Fatty acid composition and conjugated linoleic acid content of cow and goat cheeses from Northwest Argentina. Journal of Food Quality, 32: 303-314



## REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL

- // Áreas de picking climatizadas y deshumidificadas
- // Docks de cargas climatizados
- // Salas de trabajo climatizadas
- // Sistemas de tratamiento de aire para áreas críticas - STAAC
- // Cámaras de enfriamiento
- // Depósitos de enfriado y congelado
- // Túneles de congelado
- // Enfriamiento de líquidos

**Detrás de cada logro hay nuevos desafíos.  
Vigencia y Reconocimiento.**

Lisandro de la Torre 958 | Rafaela, Santa Fe  
Tel.: +54 3492 432174 | Fax: +54 3492 432160  
info@frioraf.com | www.frioraf.com

