

## Contenido de Ácido Linoleico Conjugado (CLA) y Composición de Ácidos Grasos en Algunos Yogures Comerciales de Colombia

Conjugated Linoleic Acid (CLA) Content and Fatty Acid Composition of Some Commercial Yogurts From Colombia

Luis Felipe Gutiérrez Álvarez<sup>1</sup>; Jenny Carolina Martínez<sup>2</sup> y Marby Rocío Barón Núñez<sup>3</sup>

**Resumen.** Se estudió la concentración de ácido linoleico conjugado (CLA) de quince yogures de las marcas comerciales de mayor consumo y distribución en el mercado colombiano, así como su composición en ácidos grasos. La concentración de CLA, expresada como mg de ácido *cis-9,trans-11* octadecadienoico/g de grasa y como mg de ácido *cis-9,trans-11* octadecadienoico/100 g de yogur osciló entre 4,5 y 8,2 y entre 7,8 y 25,5, respectivamente. Los valores de CLA más elevados (>6,0 mg/g de grasa) en los yogures evaluados, correspondieron a aquellos que contenían cultivo de yogur (*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*) y especies de *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*. Los principales ácidos grasos encontrados en las muestras estudiadas, fueron los ácidos palmítico (10,7-21,2 mg/g de grasa), oleico (11,9-21,0 mg/g de grasa), esteárico (16,1-37,4 mg/g de grasa), mirístico (3,5-7,8 mg/g de grasa) y butírico (1,6-5,5 mg/g de grasa). Bajas relaciones de PUFA/SFA y de MUFA/SFA fueron encontradas, como es típico en muestras de grasa láctea.

**Palabras clave:** Ácido linoleico conjugado, CLA, Leches fermentadas, alimentos funcionales, salud, nutrición

**Abstract.** The concentration of the conjugated linoleic acid (CLA) of the fifteen commercial yogurts corresponding to the main consumption and distribution in the Colombian market was studied, as well as their fatty acid composition. The concentration of CLA, expressed as mg of *cis-9,trans-11* octadecadienoic acid/g fat and as mg of *cis-9,trans-11* octadecadienoic acid/100 g sample varied between 4.5 and 8.2, and between 7.8 and 25.5, respectively. The higher values of CLA (>6.0 mg/g fat) corresponded to those samples containing yogurt starter (*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*) and species of *Bifidobacterium* and *Lactobacillus*. The main fatty acids found in the studied samples were the acids palmitic (10.7-21.2 mg/g fat), oleic (11.9-21.0 mg/g fat), stearic (16.1-37.4 mg/g fat), myristic (3.5-7.8 mg/g fat) and butyric (1.6-5.5 mg/g fat). Low PUFA/SFA and MUFA/SFA ratios were found, as typical of milk fat samples.

**Key words:** Conjugated linoleic acid, CLA, Fermented milks, functional foods, health, nutrition

El consumo de grasa láctea ha sido asociado muchas veces con algunas enfermedades, debido a su alto contenido de ácidos grasos saturados, el cual puede representar cerca del 65% del total de los ácidos grasos. Sin embargo, estudios relativamente recientes han demostrado que ciertos componentes de la grasa láctea pueden contribuir a la salud humana. Dentro de estos componentes, el ácido linoleico conjugado (CLA) ha despertado especial interés debido a los hallazgos encontrados a partir de estudios experimentales *in vitro*, en animales y algunos en humanos.

El CLA es un término genérico que describe los isómeros geométricos y posicionales del ácido linoleico (C18:2), uno de los ácidos grasos esenciales (Jones *et al.*, 2005). De los 28 isómeros del CLA identificados,

los ácidos *cis-9,trans-11*, octadecadienoico (C18:2c9t11) y *trans-10,cis-12*, octadecadienoico (C18:2t10c12) han demostrado tener efectos protectores contra varias enfermedades comunes como la obesidad, la arteriosclerosis, la diabetes, ciertas enfermedades inflamatorias crónicas y el cáncer (Parodi, 2004; Terpstra, 2004; Khanal, 2004; Masso-Welch *et al.*, 2002; Roche *et al.*, 2001; Fritsche y Steinhart, 1998; Shultz *et al.*, 1992; Ip *et al.*, 1991). Sin embargo, aún es necesaria mayor evidencia científica para justificar el uso del CLA en la prevención de ciertas patologías, pues los resultados de los ensayos clínicos realizados en humanos son bastante controversiales (Plourde *et al.*, 2008).

La grasa láctea es la fuente natural más rica en CLA, en la cual el isómero C18:2c9t11 (denominado ácido

<sup>1</sup> Profesor Auxiliar. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA). Carrera 30 No. 45-03. Bogotá D.C., Colombia <lfgutierrez@unal.edu.co>

<sup>2</sup> Estudiante de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carrera 30 No. 45-03, Bogotá D.C., Colombia <jcmartinezb@unal.edu.co>

<sup>3</sup> Estudiante de Maestría en Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Facultad de Ingeniería. Carrera 30 No. 45-03, Bogotá D.C., Colombia <mrbaronn@unal.edu.co>

Recibido: Agosto 31 de 2009; Aceptado: Enero 14 de 2011.

ruménico) representa aproximadamente entre 85 y 90% del total de los isómeros de CLA (Parodi, 2004). Diversos estudios se han realizado con el ánimo de evaluar los factores que afectan el contenido de CLA en la leche y derivados lácteos, dada la creciente popularidad que han alcanzado los alimentos funcionales en los últimos años. La influencia del procesamiento de la leche en la concentración de CLA de los productos derivados, ha sido objeto de una gran variedad de trabajos, y revisada recientemente por Bisig *et al.* (2007). Los resultados reportados aún presentan gran controversia, y sugieren que la concentración de CLA en los productos lácteos, depende principalmente de la concentración de estos isómeros en la leche de partida, y de las reacciones que se puedan suceder durante los procesos de transformación. Sin embargo, el hecho de que parte del CLA sea producido en el rumen por la bacteria *Butyrivibrio fibrisolvens*, ha generado la expectativa de que otras bacterias, incluidas aquellas comúnmente utilizadas en la industria láctea, puedan también producir CLA (Sieber *et al.*, 2004; Bisig *et al.*, 2007). En consecuencia, muchos estudios se han llevado a cabo con el fin de evaluar la capacidad de una gran variedad de bacterias para producir CLA a partir de diferentes substratos. Adicionalmente, desde que Aneja y Murthi (1990) publicaron que la fermentación microbiana de la leche podría causar un incremento en el contenido de CLA, varios trabajos han evaluado la concentración de CLA en leches fermentadas. De acuerdo a los datos mencionados por Xu, Boylston y Glatz (2004), la concentración de CLA en yogures y otros productos lácteos fermentados varía generalmente entre 3,6 y 8,0 mg/g grasa.

De otra parte, otros estudios indican que la incorporación de bacterias probióticas, principalmente cepas de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Lactococcus*, podría causar ligeros incrementos en la concentración de CLA de leches fermentadas (Lin, Lin y Lee, 1999; Kishino *et al.*, 2002; Coakley *et al.*, 2003).

Con base en lo conocido en Colombia, los datos disponibles sobre la concentración de CLA en leche y derivados lácteos son bastante escasos, existiendo solo algunos informes para leches de la Sabana de Bogotá (Rico *et al.*, 2007). En este sentido, el objetivo de este trabajo fue estudiar la concentración de CLA y la composición de ácidos grasos de las muestras de yogures comerciales más producidos y consumidos en Colombia, asociando los resultados obtenidos con el tipo de microorganismos utilizados en su elaboración.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Muestras de yogur.** Quince muestras comerciales diferentes de yogur, de las marcas de mayor consumo y distribución en el mercado colombiano, fueron adquiridas en supermercados locales. Se seleccionaron solamente yogures con un contenido de grasa mínimo de 1,5%. La Tabla 1, presenta las principales características de los productos seleccionados.

**Extracción de la grasa.** Los lípidos fueron extraídos de las muestras de yogur utilizando cloroformo-metanol, según el método descrito por Gutiérrez, Ratti y Belkacemi (2008), con algunas modificaciones. Las muestras de yogur (~7 g) fueron homogenizadas con 30 mL cloroformo/metanol (2:1 v/v). Después de centrifugar a 4000 g por 15 min, la mezcla fue filtrada, y la micela conteniendo los lípidos fue transferida a un embudo de separación. 7,5 mL de solución de KCl al 0,88% fueron adicionados, y luego de agitar vigorosamente, la mezcla se dejó en reposo hasta separación total de las fases. La fase orgánica fue removida del embudo de separación, filtrada sobre Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidro, y posteriormente el solvente fue evaporado al vacío, utilizando un evaporador rotatorio (Modelo LE, Büchi, Suiza). Los lípidos obtenidos fueron recuperados y almacenados a -40 °C en viales ámbar bajo atmósfera de nitrógeno, hasta el momento de los análisis cromatográficos.

**Análisis de ácidos grasos.** Los ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) fueron obtenidos por catálisis alcalina de las muestras de grasa (~20 mg) utilizando metóxido de sodio 0,5 M en metanol, según el método descrito por Christie, Sébédo y Juanéda (2001). Los FAME fueron analizados utilizando un cromatógrafo de gases Agilent 7890A (Agilent, Santa Clara, CA, USA), equipado con un detector de ionización de llama (FID). Las condiciones de análisis fueron las siguientes: Helio (2,0 mL/min) fue utilizado como gas de arrastre; las temperaturas del inyector y detector se fijaron en 250 °C; la temperatura del horno fue inicialmente 60 °C (1 min) y luego se incrementó a 190 °C a razón de 20 °C/min, manteniéndose a esta última temperatura durante 12,5 min. Las muestras (1,0 µL) fueron inyectadas en una columna capilar BPX-70 (60 m x 0,25 mm x 0,25 µm; SGE, Melbourne, Australia) utilizando un split de 1:20. Los ácidos grasos fueron identificados por comparación de los tiempos de retención de los picos obtenidos con los de estándares certificados (FAME MIX C4-C24, CLA FAME, Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA). Los picos

**Tabla 1.** Características de las muestras de yogures comerciales de Colombia, utilizadas para la determinación del contenido de CLA y de la composición de ácidos grasos.

Yogur	Sabor	Cultivos lácticos declarados	Grasa (%)	Porción (g)
A	Sí	Cultivos lácticos, <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i>	3,5	200
B	No	Cultivos lácticos, <i>Bifidobacterium lactis</i> BB12	1,6	125
C	Sí	Fermentos lácticos	NE	150
D	Sí	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium</i> ssp., <i>Lactobacillus paracasei</i> ssp. <i>paracasei</i>	1,7	180
E	Sí	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> , <i>Bifidobacterium</i> ssp.	3,3	150
F	No	Fermentos lácticos	3,3	150
G	Sí	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>	1,7	175
H	Sí	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus gasseri</i> , <i>Lactobacillus coryniformis</i>	2,0	100
I	Sí	Fermentos lácticos	3,5	200
J	Sí	Cultivos lácticos, <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i>	3,5	200
K	Sí	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> , <i>Bifidobacterium</i> ssp.	2,9	175
L	Sí	Cultivos lácticos	3,0	150
M	Sí	Cultivos lácticos	3,2	200
N	No	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> , <i>Bifidobacterium</i> BB12, <i>Lactobacillus acidophilus</i>	2,9	125
O	Sí	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> , <i>Bifidobacterium</i> ssp., <i>Lactobacillus acidophilus</i>	NE	200

NE: No especificado

fueron integrados utilizando un software de captura de datos (Agilent ChemStation, versión B.04.01), y la cuantificación de los ácidos grasos se realizó por medio de calibración por estándar externo. Un cromatograma tipo de las muestras analizadas puede apreciarse en la Figura 1.

**Análisis estadístico.** Cada muestra de yogur comercial fue considerada como un tratamiento diferente, y de cada marca de yogur, se tomaron tres muestras diferentes correspondientes al mismo lote de producción, con el fin de tener tres repeticiones. Los datos para cada ácido graso fueron expresados

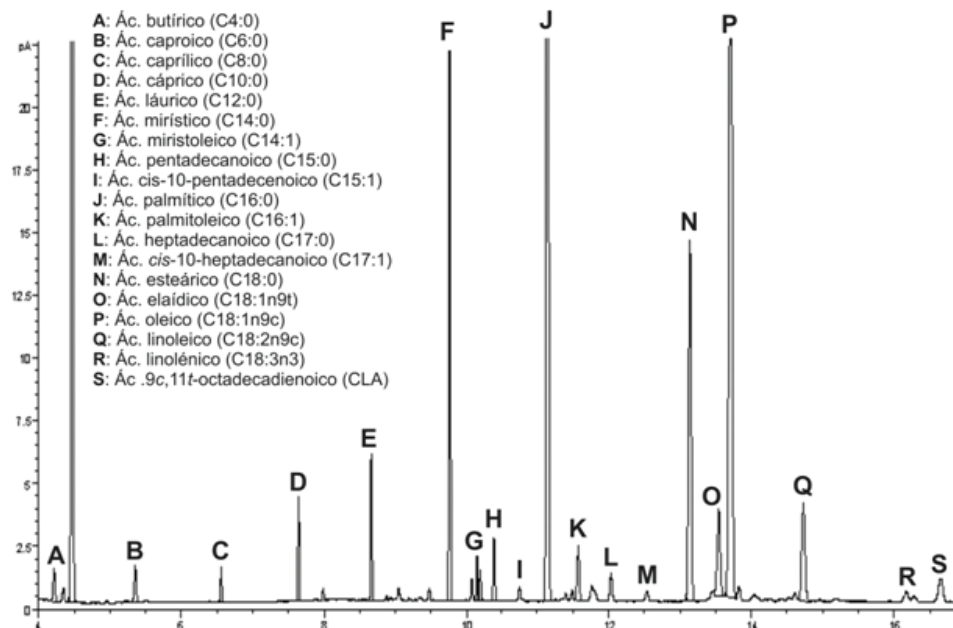
como promedio  $\pm$  desviación estándar. El análisis de varianza (ANOVA) y las comparaciones entre las medias por el test de mínima diferencia significativa (LSD), fueron realizados utilizando el software SAS (SAS Institute, 2000).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de CLA encontrada en las muestras de yogur analizadas, reportada como mg de ácido *cis-9,trans-11* octadecadienoico/g de grasa y como mg de ácido *cis-9,trans-11* octadecadienoico/100 g de muestra, se presenta en la Tabla 2. Como puede

apreciarse en dicha tabla, el contenido de CLA, osciló entre 4,5 y 8,2 mg, mientras que la concentración de CLA expresada en mg de ácido *cis-9,trans-11* octadecadienoico/100 g de muestra osciló entre 7,8 y 25,5. Estos valores son consistentes con los de otros estudios similares para muestras de yogur (Prandini *et al.*, 2007; Xu, Boylston y Glatz, 2004; Prandini *et al.*, 2001). Diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) fueron encontradas entre las

concentraciones de CLA de las muestras analizadas. Excepto por la muestra de yogur C, el análisis estadístico de los datos permitió identificar que los yogures que contienen bacterias probióticas tienen un contenido ligeramente mayor (mas no siempre significativamente diferente  $P < 0,05$ ) de CLA, que aquellos que contienen solamente cultivo de yogur (*Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*).



**Figura 1.** Cromatograma tipo de muestras de grasa de yogures comerciales de Colombia.

Los valores de CLA más elevados ( $> 6,0$  mg/g de grasa) en las muestras de yogurt analizadas, correspondieron a aquellas que contenían cultivo de yogur (*Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*) y especies de *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*. Estos resultados coinciden con los estudios realizados por Lin, Lin y Lee (1999); Kishino *et al.* (2002); Kim y Liu (2002), quienes han advertido que la formación de CLA en leches fermentadas puede verse afectada por la adición de diferentes cepas de bacterias ácido lácticas. Sin embargo, dado que la concentración de CLA en los derivados lácteos depende principalmente de su concentración en la leche de partida, la cual depende a su vez de diversos factores como el tipo de dieta suministrada a los animales, la altura sobre el nivel del mar, el origen geográfico y el clima, entre otros, y en el caso de este estudio donde los valores

del contenido de CLA en la leche de partida no se conocen, no es posible afirmar que las concentraciones ligeramente más elevadas encontradas, sean debidas exclusivamente a la presencia de microorganismos probióticos, similarmente a lo encontrado en los trabajos desarrollados por Prandini *et al.* (2007).

Ahora bien, si se tiene en cuenta que de acuerdo a McGuire *et al.* (1997) y Fritsche, Rickert y Steinhart (1999), en países como Alemania la ingesta diaria de CLA proveniente de alimentos varía normalmente entre 150 mg/día y 1,5 g/día, el consumo diario de una porción de 100 g de los yogures comerciales analizados en este estudio, podría aportar entre 7,8 y 25,5 mg de CLA, indicando la importancia de este derivado lácteo en la dieta diaria, con el fin de ingerir moléculas bioactivas que procuran efectos benéficos para la salud humana.

**Tabla 2.** Contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en yogures comerciales de Colombia<sup>a</sup>.

Yogur	Ácido <i>cis-9,trans-11</i> octadecadienoico <sup>b</sup>	
	mg/g de grasa	mg/100 g de muestra
A	5,72 ± 0,44 <sup>bcd</sup> e	20,03 ± 1,53 <sup>ab</sup>
B	6,94 ± 0,77 <sup>abcd</sup>	11,11 ± 1,23 <sup>ef</sup>
C	7,57 ± 2,42 <sup>abc</sup>	18,93 ± 6,06 <sup>bcd</sup> . *
D	8,20 ± 1,44 <sup>a</sup>	13,67 ± 2,40 <sup>cdef</sup>
E	7,65 ± 0,71 <sup>ab</sup>	25,51 ± 2,36 <sup>a</sup>
F	5,37 ± 1,00 <sup>bcd</sup> e	17,89 ± 3,33 <sup>bcd</sup>
G	4,54 ± 0,45 <sup>e</sup>	7,78 ± 0,77 <sup>f</sup>
H	6,79 ± 0,51 <sup>abcde</sup>	13,58 ± 1,03 <sup>cdef</sup>
I	4,97 ± 1,00 <sup>de</sup>	17,38 ± 3,51 <sup>bcd</sup>
J	5,15 ± 0,46 <sup>de</sup>	18,01 ± 1,63 <sup>bcd</sup>
K	4,92 ± 0,70 <sup>de</sup>	14,05 ± 1,99 <sup>bcd</sup> e
L	4,54 ± 0,96 <sup>e</sup>	13,63 ± 2,89 <sup>cdef</sup>
M	4,60 ± 0,54 <sup>e</sup>	14,71 ± 1,74 <sup>bcd</sup> e
N	4,86 ± 0,36 <sup>de</sup>	14,20 ± 1,05 <sup>bcd</sup> e
O	5,24 ± 1,76 <sup>cde</sup>	13,10 ± 4,40 <sup>def</sup> . *

<sup>a</sup> En una misma columna, los valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes, test LSD (P<0,05).

<sup>b</sup> Los valores corresponden al promedio ± desviación estándar de tres repeticiones.

\* Dato calculado asumiendo un contenido de grasa del 2,5% de grasa.

La composición de ácidos grasos de las muestras de yogur analizadas en este trabajo se presenta en la Tabla 3. Puede apreciarse que los principales ácidos grasos encontrados en estas muestras fueron los ácidos palmítico (10,7-21,2 mg/g de grasa), esteárico (16,1-37,4 mg/g de grasa), oleico (11,9-21,0 mg/g de grasa), butírico (1,6-5,5 mg/g de grasa) y mirístico (3,5-7,8 mg/g de grasa). Resultados similares han sido informados por Dave, Ramaswamy y Baer (2002). Las variaciones encontradas en los perfiles de los ácidos grasos presentes en las muestras estudiadas, podrían ser debidas a la gran variabilidad que puede tener el contenido y la composición de la grasa láctea bovina, la cual se ve influenciada por factores como la dieta, el estado de salud del animal, el intervalo entre ordeños, el tiempo del ordeño y el procesamiento, entre otros (De La Fuente *et al.*, 2009). Las concentraciones de ácidos grasos saturados (SFA) oscilaron entre 37,1 y 73,4 mg/g de grasa; las de ácidos monoinsaturados (MUFA) oscilaron entre 16,1 y 28,0 mg/g de grasa y las de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) oscilaron

entre 5,9 y 10,6 mg/g de grasa. Estos resultados son concordantes con los de Seçkin *et al.* (2005).

## CONCLUSIONES

En este trabajo se ha evaluado por primera vez la concentración de ácido linoleico conjugado (CLA) y la composición de ácidos grasos de las muestras comerciales de yogur más producidas y consumidas en el mercado colombiano. Dentro de los isómeros del CLA, solamente el ácido ruménico (ácido *cis-9,trans-11* octadecadienoico) fue detectado en las muestras analizadas. Los resultados demostraron que el contenido de CLA en los yogures evaluados estuvo en concordancia con los valores reportados en la literatura para diferentes derivados lácteos, oscilando entre 4,5 y 8,2 mg/g de grasa. De otra parte, los ácidos palmítico, esteárico, oleico, butírico y mirístico fueron los principales ácidos grasos presentes en las muestras analizadas. Bajas relaciones de PUFA/SFA y MUFA/SFA fueron encontradas en las muestras estudiadas, típico de muestras de grasa láctea. Un muestreo más extensivo de

otros derivados lácteos en varias regiones de Colombia se está llevando a cabo en este momento, por nuestro grupo de investigación, con el fin de evaluar aquellos que presentan mayores concentraciones de CLA, e identificar los posibles factores que influyen en dicha

concentración. Sin embargo, para determinar si los procesos de transformación de la leche en derivados lácteos influyen en el contenido de CLA, estudios del sistema completo de producción deben ser desarrollados.

**Tabla 3.** Composición de ácidos grasos en yogures comerciales de Colombia<sup>a</sup>.

Ácidos grasos	Composición de ácidos grasos (mg/g de grasa) <sup>b</sup>							
	A	B	C	D	E	F	G	H
C4:0	4,05±0,27 <sup>abc</sup>	4,66±0,56 <sup>ab</sup>	5,49±1,70 <sup>a</sup>	5,36±0,86 <sup>a</sup>	5,15±0,68 <sup>a</sup>	3,35±0,72 <sup>bcd</sup>	2,99±0,19 <sup>cde</sup>	4,17±0,40 <sup>abc</sup>
C6:0	1,54±0,10 <sup>bcdde</sup>	2,17±0,39 <sup>a</sup>	2,17±0,62 <sup>a</sup>	2,08±0,32 <sup>ab</sup>	2,02±0,18 <sup>abc</sup>	1,45±0,20 <sup>cde</sup>	1,32±0,09 <sup>de</sup>	1,66±0,17 <sup>abcd</sup>
C8:0	0,66±0,07 <sup>abcde</sup>	0,72±0,05 <sup>bcd</sup>	0,83±0,25 <sup>ab</sup>	0,84±0,19 <sup>a</sup>	0,80±0,08 <sup>abc</sup>	0,55±0,11 <sup>def</sup>	0,50±0,04 <sup>def</sup>	0,64±0,06 <sup>abcde</sup>
C10:0	1,25±0,08 <sup>abcd</sup>	1,37±0,21 <sup>abcd</sup>	1,59±0,50 <sup>ab</sup>	1,66±0,39 <sup>a</sup>	1,57±0,15 <sup>abc</sup>	1,08±0,16 <sup>cde</sup>	1,01±0,08 <sup>de</sup>	1,22±0,10 <sup>abcd</sup>
C12:0	1,54±0,09 <sup>abc</sup>	1,73±0,25 <sup>abc</sup>	2,08±0,66 <sup>a</sup>	2,01±0,49 <sup>a</sup>	1,90±0,17 <sup>ab</sup>	1,35±0,20 <sup>bcd</sup>	1,25±0,11 <sup>cd</sup>	1,52±0,14 <sup>abc</sup>
C14:0	5,73±0,35 <sup>abcd</sup>	6,42±0,82 <sup>abc</sup>	7,56±2,40 <sup>a</sup>	7,82±1,84 <sup>a</sup>	7,18±0,67 <sup>ab</sup>	5,09±0,80 <sup>bcd</sup>	4,66±0,40 <sup>cd</sup>	5,85±0,53 <sup>abc</sup>
C14:1	0,50±0,04 <sup>ab</sup>	0,48±0,03 <sup>ab</sup>	0,63±0,20 <sup>a</sup>	0,66±0,18 <sup>a</sup>	0,56±0,06 <sup>ab</sup>	0,41±0,08 <sup>bc</sup>	0,38±0,03 <sup>bc</sup>	0,49±0,05 <sup>ab</sup>
C15:0	0,76±0,04 <sup>cde</sup>	0,88±0,12 <sup>bcdde</sup>	1,14±0,37 <sup>ab</sup>	1,23±0,33 <sup>a</sup>	1,00±0,09 <sup>abcd</sup>	0,69±0,10 <sup>de</sup>	0,66±0,06 <sup>de</sup>	0,81±0,07 <sup>bcdde</sup>
C15:1	0,29±0,04 <sup>ef</sup>	0,43±0,08 <sup>abc</sup>	0,48±0,12 <sup>a</sup>	0,46±0,10 <sup>ab</sup>	0,40±0,01 <sup>abcde</sup>	0,28±0,03 <sup>f</sup>	0,28±0,02 <sup>f</sup>	0,31±0,04 <sup>def</sup>
C16:0	15,85±0,99 <sup>cde</sup>	17,23±1,94 <sup>abcd</sup>	20,66±2,88 <sup>ab</sup>	21,19±2,58 <sup>a</sup>	20,01±1,97 <sup>abc</sup>	14,08±2,44 <sup>def</sup>	12,82±1,21 <sup>def</sup>	16,43±1,42 <sup>bcdde</sup>
C16:1	1,25±0,07 <sup>bc</sup>	1,80±0,46 <sup>a</sup>	1,74±0,40 <sup>a</sup>	1,75±0,35 <sup>a</sup>	1,58±0,11 <sup>ab</sup>	1,19±0,14 <sup>bc</sup>	1,11±0,09 <sup>bc</sup>	1,34±0,11 <sup>abc</sup>
C17:0	0,49±0,03 <sup>de</sup>	0,76±0,20 <sup>ab</sup>	0,78±0,23 <sup>a</sup>	0,79±0,15 <sup>a</sup>	0,63±0,05 <sup>abcd</sup>	0,48±0,04 <sup>de</sup>	0,46±0,03 <sup>de</sup>	0,53±0,05 <sup>cde</sup>
C17:1	0,29±0,02 <sup>abcd</sup>	0,00±0,00 <sup>e</sup>	0,51±0,14 <sup>a</sup>	0,48±0,09 <sup>a</sup>	0,37±0,02 <sup>abc</sup>	0,30±0,03 <sup>abcd</sup>	0,30±0,03 <sup>abcd</sup>	0,32±0,04 <sup>abcd</sup>
C18:0	16,09±1,24 <sup>g</sup>	37,43±2,8 <sup>a</sup>	27,87±2,76 <sup>b</sup>	23,41±0,86 <sup>cd</sup>	24,95±0,31 <sup>bc</sup>	19,47±0,52 <sup>ef</sup>	18,32±0,64 <sup>efg</sup>	20,87±2,06 <sup>de</sup>
C18:1n9t	2,91±0,21 <sup>abcde</sup>	3,24±0,51 <sup>abcd</sup>	3,66±1,17 <sup>ab</sup>	3,87±0,52 <sup>a</sup>	3,97±0,41 <sup>a</sup>	2,77±0,57 <sup>abcde</sup>	2,35±0,22 <sup>cde</sup>	3,44±0,30 <sup>abc</sup>
C18:1n9c	14,98±0,96 <sup>cd</sup>	16,93±2,13 <sup>abc</sup>	20,98±2,99 <sup>a</sup>	20,67±2,74 <sup>ab</sup>	20,69±1,98 <sup>ab</sup>	13,81±2,52 <sup>cd</sup>	12,63±1,34 <sup>cd</sup>	16,23±1,14 <sup>bcd</sup>
C18:2n6c	1,14±0,19 <sup>abcde</sup>	1,61±0,33 <sup>a</sup>	1,32±0,41 <sup>abcd</sup>	1,34±0,11 <sup>abcd</sup>	1,38±0,09 <sup>abc</sup>	1,09±0,15 <sup>abcde</sup>	0,97±0,08 <sup>bcdde</sup>	1,14±0,09 <sup>abcde</sup>
C18:3n3	0,54±0,06 <sup>ab</sup>	0,00±0,00 <sup>b</sup>	0,93±0,23 <sup>a</sup>	0,73±0,13 <sup>ab</sup>	0,31±0,44 <sup>ab</sup>	0,27±0,38 <sup>ab</sup>	0,30±0,43 <sup>ab</sup>	0,52±0,09 <sup>ab</sup>
SFA	48,10±3,27 <sup>cd</sup>	73,36±7,36 <sup>a</sup>	70,17±12,38 <sup>a</sup>	66,49±8,16 <sup>ab</sup>	65,42±4,36 <sup>ab</sup>	47,70±5,42 <sup>cd</sup>	43,98±2,87 <sup>cd</sup>	53,80±4,85 <sup>bc</sup>
MUFA	20,21±1,34 <sup>bc</sup>	22,88±3,22 <sup>ab</sup>	28,00±5,03 <sup>a</sup>	27,89±3,98 <sup>a</sup>	27,58±2,58 <sup>a</sup>	18,76±3,36 <sup>bc</sup>	17,05±1,72 <sup>bc</sup>	22,13±1,68 <sup>abc</sup>
PUFA	7,72±0,70 <sup>abcd</sup>	8,56±1,09 <sup>abcd</sup>	10,01±3,33 <sup>ab</sup>	10,62±1,78 <sup>a</sup>	9,71±1,29 <sup>abc</sup>	6,88±1,74 <sup>bcd</sup>	5,99±0,98 <sup>d</sup>	8,75±0,72 <sup>abcd</sup>

<sup>a</sup> En una misma fila, los valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes, test LSD (P<0,05).

<sup>b</sup> Los valores corresponden al promedio±desviación estándar de tres repeticiones

SFA: Ácidos grasos saturados

MUFA: Ácidos grasos monoinsaturados

PUFA: Ácidos grasos poliinsaturados

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA). Los autores agradecen a Martha Sofía Franco por su asistencia técnica en los análisis cromatográficos.

## BIBLIOGRAFÍA

Aneja, R.P. and T.N. Murthi. 1990. Conjugated linoleic acid contents of Indian curds and ghee. *Indian Journal of Dairy Science* 43: 231-238.

Bisig, W., P. Eberhard, M. Collomb and B. Rehberger. 2007. Influence of processing on the fatty acid composition and the content of conjugated linoleic acid in organic and conventional dairy products – A review. *Lait* 87(1): 1–19.

Christie, W.W., J.L. Sébédio and P. Juanéda. 2001 A practical guide to the analysis of conjugated linoleic acid (CLA). *Lipids* 42(12):1073-1084.

Coakley, M., R. Ross, M. Nordgren, G. Fitzgerald, R. Devery and C. Stanton. 2003. Conjugated linoleic acid biosynthesis by human-derived *Bifidobacterium*

- species. *Journal of Applied Microbiology* 94: 138-145.
- Dave, R.I., N. Ramaswamy and R.J. Baer. 2002. Changes in fatty acid composition during yogurt processing and their effects on yogurt and probiotic bacteria in milk procured from cows fed different diets. *Australian Journal of Dairy Technology* 57(3): 197-202.
- De La Fuente, L.F., E. Barbosa, J.A. Carriedo, C. Gonzalo, R. Arenas, J.M. Fresno and F. San Primitivo. 2009. Factors influencing variation of fatty acid content in ovine milk. *Journal of Dairy Science* 92: 3791-3799.
- Fritsche, J. and H. Steinhart. 1998. Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake. *Zeitschrift Lebensmittel-Untersuchung und Forschung A*. 206(2): 77-82.
- Fritsche, J., R. Rickert and H. Steinhart. 1999. Formation, contents, and estimation of daily intake of conjugated linoleic acid isomers and trans-fatty acids in foods. p. 378-396. In: Sébédio, J.L., W.W. Christie, and R. Adolf, (eds.). *Advances in conjugated linoleic acid research*, Volume 1, AOCS Press, Champaign, IL.
- Gutiérrez, L.F., C. Ratti and K. Belkacemi. 2008. Effects of drying method on the extraction yields and quality of oils from Quebec sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seeds and pulp. *Food Chemistry* 106(3): 896-904.
- Ip, C., S.F. Chin, J.A. Scimeca and M.W. Pariza. 1991. Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Research* 51(22): 6118-6124.
- Jones, E.L., K.J. Shingfield, C.A. Kohen, K. Jones, B. Lupoli, A.S. Grandison, D.E. Beever, C.M. Williams, P.C. Calder and P. Yaqoob. 2005. Chemical, physical, and sensory properties of dairy products enriched with conjugated linoleic acid. *Journal of Dairy Science* 88(8): 2923-2937.
- Khanal, R.C. 2004. Potential health benefits of conjugated linoleic acid (CLA): A review. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences* 17(9): 1315-1328.
- Kim, Y.J. and R.H. Liu. 2002. Increase of conjugated linoleic acid content in milk by fermentation with lactic acid bacteria. *Journal of Food Science* 67(5): 1731-1737.
- Kishino, S., J. Ogawa, Y. Omura, K. Matsumura and S. Shimizu. 2002. Conjugated linoleic acid production from linoleic acid by lactic acid bacteria. *Journal of the American Oil Chemist's Society* 79(2): 159-163.
- Lin, T.Y., C.W. Lin and C.H. Lee. 1999. Conjugated linoleic acid concentration as affected by lactic cultures and added linoleic acid. *Food Chemistry* 67: 1-5.
- Masso-Welch, P.A., D. Zangani, C. Ip, M.M. Vaughan, S. Shoemaker, R.A. Ramirez and M.M. Ip. 2002. Inhibition of angiogenesis by the cancer chemopreventive agent conjugated linoleic acid. *Cancer Research* 62(15): 4383-4389.
- McGuire, M.K., Y. Park, R.A. Behre, L.Y. Harrison, T.D. Shultz and M.A. McGuire. 1997. Conjugated linoleic acid concentrations of human milk and infant formula. *Nutrition Research* 17(8): 1277-1283.
- Parodi, P. 2004. Milk fat in human nutrition. *Australian Journal of Dairy Technology* 59(1): 3-59.
- Plourde, M., S. Jew, S.C. Cunnane and P.J.H. Jones. 2008. Conjugated linoleic acids: why the discrepancy between animal and human studies?. *Nutrition Reviews* 66(7): 415-421.
- Prandini, A., D. Geromin, F. Conti, F. Masoero, A. Piva and G. Piva. 2001. Survey on the level of conjugated linoleic acid in dairy products. *Italian Journal of Food Science* 2(13): 243 - 253.
- Prandini, A., S. Sigolo, G. Tansini, N. Brogna and G. Piva. 2007. Different level of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy products from Italy. *Journal of Food Composition and Analysis* 20: 472-479.
- Rico, J.M., B. Moreno, M.L. Pabón y J.E. Carulla. 2007. Composición de la grasa láctea de la sabana de Bogotá con énfasis en ácido ruménico - CLA *cis*-9, *trans*-11. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 20(1): 30-39.
- Roche, H.M., E. Noone, A. Nugen and M.J. Gibney. 2001. Conjugated linoleic acid: a novel therapeutic nutrient?. *Nutrition Research Reviews* 14(1): 173-187.
- SAS Institute. 2000. *SAS/STAT User's Guide*, Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC.

- Seçkin, A.K., O. Gursoy, O. Kinik and N. Akbulut. 2005. Conjugated linoleic acid (CLA) concentration, fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish dairy products. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 38: 909-915.
- Shultz, T.D., B.P. Chew, W.R. Seaman and L.O. Lueddecke. 1992. Inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and  $\beta$ -carotene on the *in vitro* growth of human cancer cells. *Cancer Letters* 63(2): 125-133.
- Sieber, R.C., M. Collomb, A. Aeschlimann, P. Jelen and H. Eyer. 2004. Impact of microbial cultures on conjugated linoleic acid in dairy products: A review. *International Dairy Journal* 14(1): 1-15.
- Terpstra, A.H. 2004. Effect of conjugated linoleic acid on body composition and plasma lipids in humans: an overview of the literature. *American Journal of Clinical Nutrition* 79(3): 352-361.
- Xu, S., T.D. Boylston and B.A. Glatz. 2004. Effect of lipid source on probiotic bacteria and conjugated linoleic acid formation in milk model systems. *Journal of the American Oil Chemist's Society* 81(6): 589-595.