



Revista Chilena de Nutrición

ISSN: 0716-1549

sochinut@tie.cl

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y
Toxicología
Chile

Avilez R., Juan Pablo; Vilches S., Carolina Isabel; Alonzo V., Marcelo Wladimir
DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ACIDO LINOLEICO CONJUGADO (ALC) EN ALIMENTOS
LÁCTEOS EN CHILE

Revista Chilena de Nutrición, vol. 36, núm. 2, junio, 2009, pp. 143-150

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46911364006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ACIDO LINOLEICO CONJUGADO (ALC) EN ALIMENTOS LÁCTEOS EN CHILE

AMOUNTS OF CONJUGATE LINOLEIC ACID (ALC) IN LACTEAL FOODS IN CHILE

Juan Pablo Avilez R. (1), Carolina Isabel Vilches S. (1), Marcelo Wladimir Alonzo V. (2)

(1) Facultad de Recursos Naturales. Universidad Católica de Temuco. Temuco. Chile

(2) Nestlé-Chile. Departamento de Nutrición. Francisco del Campo S/N. Fábrica Osorno – Planta Nestlé.

ABSTRACT

The amounts of conjugated linoleic acid (ALC) - Isomers: cis-9, trans-11, trans-10, cis-12 and cis-10, cis-12- were measured in a milk tank of the NESTLE Company and of dairy food in Chile and were analyzed through gas chromatography. The ALC was found higher ($p < 0.05$) in samples taken in the city of Osorno compared to milk of the city of Los Angeles. The highest value was found during spring in Osorno (1,72 g/100 g), while the lowest value (0,415 g/100 g) was found in winter in Los Angeles. The average amount of ALC in milk powder and condensed milk was of 1,967 and 1,493 g/100 g, respectively, during 2004. Butter, cheese and cream had respectively an average of 1,502, 0,883 and 1,900 g/100 g. In conclusion, the dairy products analyzed have a high value of ALC in Chile.

Key words: CLA; conjugated linoleic acid; milk; dairy products.

Este trabajo fue recibido el 18 de Julio de 2008 y aceptado para ser publicado el 20 de Marzo de 2009.

INTRODUCCIÓN

El ácido linoleico conjugado (ALC) se ha reportado como el ácido graso más benéfico para la salud humana (1). De los 20 a 28 posibles isómeros posicionales y geométricos del ALC solo cis- 9, trans-11 y trans-10, cis-12 han sido reportados con actividad biológica en el ser humano (2). El isómero cis- 9, trans-11 (C18:2) ó ácido octadecadienóico, es el producto intermedio de la biohidrogenación ruminal del ácido linoleico por acción de la bacteria *Butyrivibrio fibrisolvens*). Este isómero también puede ser sintetizado en los tejidos de la glándula mamaria por la enzima Δ -9 desaturasa a partir de ácido vaccénico (TVA- trans-11 C18:1), otro intermedio en la biohidrogenación ruminal del ácido linoleico y α - linolénico (cis-9, cis-12, cis-15 C18:3) (3).

La Δ -9 desaturasa también se encuentra en el intestino delgado y tejido adiposo de los rumiantes y humanos (4), sugiriendo que podría ocurrir síntesis endógena en estos tejidos. El isómero cis- 9, trans-11 es considerado desde el punto de vista biológico como el más importante por sus efectos anticancerígenos en modelos de tejido en ratas y en humanos (5). El isómero cis- 9, trans-11

estaría relacionado además, a la disminución del tejido graso y la reducción del peso en las personas (6).

Otros beneficios del ALC serían la protección contra la arteriosclerosis (7), la caquexia y podría ser usado para tratar la diabetes (8).

Se reporta también un efecto estimulador del sistema inmune (9) y efectos antioxidantes (10). El ALC se ha encontrado en diversos alimentos como los lácteos, carnes, productos vegetales y alimentos de origen marino, siendo más alto en la leche y en la carne proveniente de animales rumiantes (11). Un 0,11 g/100g de ALC en grasa se ha reportado en la carne de conejos, un 1,20 g/100g en cordero y un 0.09 g/100g en carpa. En aceites vegetales y en margarinas corresponde a menos del 0.01 g/100g (12). En productos lácteos se ha encontrado entre un 0,40 - 1,7 g/100g de ALC del total de grasa en queso gauda, jurassic y Old Emmmentales (13).

La cantidad de ALC en lácteos de origen bovina estaría afectada por muchos factores como son: la raza, días de lactancia del animal, tipo alimento utilizado en la alimentación, estacionalidad del año, entre otros; siendo la dieta el factor que tiene más efecto sobre el ALC de le-

che fresca y en los productos lácteos (14). En este sentido la alimentación de vacas teniendo como base la pradera aumenta la cantidad de ALC (15) lo cual es importante en leche fresca y en la leche que será procesada. En el caso chileno se ha estudiado los ácidos grasos en leche bovina recepcionada en planta y su relación con la estacionalidad anual y el sector geográfico, determinándose niveles de ALC para la IX región de 1,75 g/100g y para la VIII región de 1,41 g/100g (16); sin embargo solo se menciona al isómero cis-9, trans-11 y no se tiene información de la cantidad de ALC en productos derivados de leche (queso, mantequilla, leche condensada y leche en polvo). Es por ello que este estudio tiene como objetivo determinar la cantidad de ALC y de sus isómeros, tanto de la leche recepcionada en planta como de productos lácteos derivados para consumo humano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras de silo: Se tomaron un total de 18 muestras de leche de silos (estanque) de recepción en la planta NESTLÉ-Chile ubicada en Osorno (n=9) y en Los Ángeles (n=9) el año 2004 en tres estaciones del año: 3 en verano, 3 en otoño y 3 en primavera según protocolo (17).

Bases de productos: Se analizaron bases de productos lácteos procedentes de la NESTLÉ Llanquihue, Región de Los Lagos. Las bases de productos corresponden al proceso de extracción de la grasa de la leche que será ocupada en la elaboración de productos lácteos. Para ello se tomó muestras (n=4) correspondientes a leche al 1% de materia grasa, al 2% de materia grasa, leche descremada y crema.

Productos lácteos: Para la leche condensada se tomaron muestras durante el año 2003, 2004 y 2005 (n=48) de la planta Los Ángeles. Para la leche el polvo se tomaron muestras durante el año 2003, 2004 y 2005 (n=48) de la planta Osorno. Para la leche líquida se tomaron muestras durante el año 2005 (n=10) de la planta Osorno. Además se muestreó mantequillas y quesos elaborados en Chile (n=7 cada uno).

Análisis de ALC en leche y de los isómeros: Se determinó la cantidad de ALC de los isómeros: cis-9, trans-11; trans-10, cis-12; y el isómero cis-10, cis-12 en el laboratorio de Acuicultura de la Universidad Católica de Temuco "Analacu". Se obtuvo un volumen de 100 ml de leche provenientes de cada muestra ó 1 g de muestra según correspondía a un líquido o a un sólido. Para este análisis se procedió a la extracción de los lípidos, a partir de 100 mg de muestra, de acuerdo a los procedimientos descritos por Folch (18). Este método consiste en homogeneizar la muestra en una mezcla de cloroformo/metanol (2:1, v/v), y luego centrifugar para

separar la fase hidrosoluble y orgánica. La fase orgánica queda retenida en el cloroformo y la hidrosoluble en el metanol, separándose la fase orgánica.

Una vez pesados los extractos lipídicos disueltos en el cloroformo, son guardados a -80°C hasta la preparación para el análisis de los ácidos grasos. La metilación de los ácidos grasos de las muestras se realizó según la metodología recomendada por Morrison y Smith (19). A través del análisis cromatográfico se determinó el perfil de ácidos grasos como ésteres metílicos, en un cromatógrafo Gas- Líquido modelo HP 6890 (Hewlett Packard), Detector de Ionización de Llama (FID), una columna capilar SP-2380 (30 m, 0,25 mm i.d. con 0,20 μm de espesor de fase estacionaria; Supelco Inc., Bellefonte, PA) gas de arrastre He. Se usaron estándares Supelco Inc 37 para estimar los factores de repuesta (RF) de los ácidos grasos y su posterior cuantificación mediante el software HPCHEM Stations, siendo expresados como porcentaje, de acuerdo al total de los ácidos grasos identificados.

Análisis estadísticos: Se realizó estadística descriptiva, media y desviación estándar y comparación múltiple DMS (Silos de leche), utilizando el Programa Statistical Package for the Social Sciences SPSS versión 13,0 para Windows (SPSS Inc, Chicago IL, USA).

RESULTADOS

Niveles de ALC en productos lácteos

En la tabla 1 se observa que la cantidad de ALC por estación del año y por región geográfica presenta diferencias significativamente ($p < 0,05$) encontrándose mayores niveles de ALC en los silos de primavera y localizados en Osorno; sin embargo, no se encontraron diferencias entre la estación de otoño entre regiones. Los productos lácteos presentaron niveles promedios muy variados en cuanto a sus contenidos de ALC, que va de 0,883 g/100 g de grasa en queso, a 1,967 g/100 g en leche en polvo y a 1,502 g/100 g en mantequilla. En leche condensada se encontró niveles de 0,960 a 2,200 de ALC. También se observa variación en los años analizados en la leche condensada y en leche el polvo, encontrándose mayores niveles de ALC en el año 2004, con respecto al 2003 y 2005. Por otro lado las bases de productos también son altas en ALC, sobre todo en cremas, debido a la concentración alta de grasa en estos productos.

Isómeros del ALC en productos lácteos

La tabla 2 muestra los isómeros de ALC. Podemos observar que el isómero cis-9, trans-11 se encuentra en un rango que va de 0,262 para el silo de leche en verano en los Ángeles y un máximo de 1,260 en mantequilla de la región de los Lagos. Este isómero porcentualmente

representa en promedio el 53% del total de ALC siendo más alto en la región de los Lagos. En el caso de la leche condensada este isómero varía de 0,437-0,738 g/100 g dependiendo el año estudiado. El isómero cis-9, trans-11 en el queso y mantequilla presentaron un rango de 0,370- 1,470 g/100 g y 1,220- 2,220 g/100 g respectivamente.

El isómero trans-10, cis-12 tiene un rango de 0,152 a 0,430 en los silos de leche, y no se encontró en las muestras de otoño y primavera.

El isómero cis-10, cis-12 lo encontramos en alta proporción en silo de leche en primavera en la planta de Osorno y también se encontró en alta concentración en leche condensada y en leche en polvo. En relación a la cantidad total de ALC alcanzó sobre un 50% en leche condensada, crema y leche en polvo; siendo el

mayor isómero encontrado en Osorno en los silos de primavera. Este estudio determinó que el isómero cis-10, cis-12 se presenta en alta cantidad seguido del cis-9, trans-11, por lo cual cobra gran importancia determinar su rol biológico.

DISCUSIÓN

Niveles de ALC en productos lácteos

A nivel internacional se han reportado valores máximos de 1,16 g/100g de ALC (12) en Alemania, de 0,04 g/100 g de ALC en Francia (20) y en Portugal 0,72 g/100 g (21) en grasa de leche natural. Estos valores de ALC son más bajos que los encontrados en grasa láctea en la Región del Bio Bio que fue de 1,41 g/100 g y más bajo aún que en la Región de los Lagos que fue de 1,73 g/100g. También corresponde a valores más

TABLA 1

ALC total en la grasa de leche en silos y en productos lácteos.

Variable	ALC Total ¹ (g/100g ácidos grasos)		
	$\bar{x} \pm DE^{(1)}$	mínimo	máximo
Silo de leche			
Verano Los Ángeles	0,415 \pm 0,119 f ⁽²⁾	0,278	0,494
Otoño Los Ángeles	0,823 \pm 0,085 cd	0,740	0,910
Primavera Los Ángeles	0,930 \pm 0,283 b	0,415	1,330
Verano Osorno	0,608 \pm 0,014 e	0,595	0,623
Otoño Osorno	0,887 \pm 0,137 c	0,740	1,010
Primavera Osorno	1,720 \pm 1,207 a	0,550	2,960
Bases de productos (%MG)			
Leche al 1 %	0,620		
Leche al 2%	0,599		
Leche descremada	1,350 \pm 0,626	0,630	1,770
Crema	1,900 \pm 0,056	1,780	1,948
Productos lácteos			
Mantequilla	1,502 \pm 0,409	1,260	2,220
Quesos	0,883 \pm 0,555	0,370	1,470
Leche condensada 2003	1,033 \pm 0,237	0,730	1,460
Leche condensada 2004	1,493 \pm 0,491	1,140	2,200
Leche condensada 2005	1,312 \pm 0,260	0,960	1,610
Leche en polvo 2003	1,430 \pm 0,258	1,060	2,140
Leche en polvo 2004	1,967 \pm 0,369	1,610	2,590
Leche en polvo 2005	1,463 \pm 0,211	1,240	1,790

¹ valores de media \pm desviación estándar (DE)

² Indican diferencias significativas (P < 0.05)

bajos encontrados en época de primavera-verano (1,75 g/100g) y a valores inferiores que se presentaron en la época de otoño-invierno 1,59 g/100g; sin embargo, se señala al *cis-9, trans-11* como único isómero encontrado (16), en el trabajo Francés se menciona al ALC total (20) y para el caso de Portugal se dan a conocer 17 isómeros de ALC, señalándose que el *cis-9, trans-11* esta en alta proporción. En nuestro estudio el total de ALC se atribuyó a tres isómeros detectados principalmente por el tipo de columna utilizada. La cantidad de ALC encontrada estaría relacionada con los sistemas de producción diferencial en cada región y principalmente por el tipo de alimentación utilizada en los animales. Para el caso de la región de Los Lagos, la alimentación tiene como base la pradera (22) a diferencia de los sistemas productivos de la región del Bio-Bio donde los sistemas

productivos de bovinos lecheros son principalmente estabulados. Por otro lado las variaciones estacionales del contenido de ALC en grasa láctea tienen directa relación con el crecimiento y la calidad de la pradera (15). El ALC aumenta de 2 a 3 veces en grasa láctea durante la primavera cuando las vacas son alimentadas a pastoreo y las concentraciones de ALC promediaron valores de 1,2 g/100g en esta estación, disminuyendo a 0,9 g/100g en verano e incrementándose nuevamente a 1,0 g/100g en otoño (23). Vacas que reciben toda su dieta desde pastoreo, producen grasa láctea con mayores contenidos de ALC comparados con vacas que consumen uno o dos tercios de su dieta en forma de pastoreo (24), por lo que incrementando los niveles de forraje fresco (pradera o forraje fresco cortado) se incrementan los niveles de TVA, ALC, y C18:3 (4). Esto cobra gran importancia

TABLA 2

Isómeros de ALC en la grasa de leche en silos y en productos lácteos.

Variable	Isómeros (g/100 g ácidos grasos)		
	<i>Cis-9, trans-11</i> $\bar{x} \pm \text{DE}^{(1)}$	<i>trans-10, cis-12</i> $\bar{x} \pm \text{DE}$	<i>cis-10, cis-12</i> $\bar{x} \pm \text{DE}$
Silo de leche			
Verano Los Ángeles	0,262 \pm 0,062	0,152 \pm 0,057	0,000
Otoño Los Ángeles	0,317 \pm 0,150	0,330 \pm 0,087	0,177 \pm 0,232
Primavera Los Ángeles	0,493 \pm 0,023	0,437 \pm 0,023	0,000
Verano Osorno	0,397 \pm 0,010	0,211 \pm 0,004	0,000
Otoño Osorno	0,480 \pm 0,036	0,000	0,407 \pm 0,119
Primavera Osorno	0,813 \pm 0,438	0,000	1,190 \pm 0,407
Bases de productos (%MG)			
Leche al 1%	0,389	0,231	0,000
Leche al 2%	0,385	0,214	0,000
Leche descremada	0,476 \pm 0,235	0,367 \pm 0,450	0,506 \pm 0,463
Crema	0,860 \pm 0,446	0,000	0,470 \pm 0,664
Productos lácteos			
Mantequilla	0,920 \pm 0,383	0,556 \pm 0,237	0,526 \pm 0,207
Quesos	0,470 \pm 0,343	0,000	0,413 \pm 0,210
Leche condensada 2003	0,437 \pm 0,150	0,047 \pm 0,060	0,549 \pm 0,092
Leche condensada 2004	0,738 \pm 0,227	0,000	0,755 \pm 0,294
Leche condensada 2005	0,787 \pm 0,547	0,573 \pm 0,602	0,104 \pm 0,205
Leche en polvo 2003	0,681 \pm 0,114	0,177 \pm 0,098	0,573 \pm 0,151
Leche en polvo 2004	0,970 \pm 0,234	0,000	0,997 \pm 0,160
Leche en polvo 2005	0,729 \pm 0,129	0,236 \pm 0,326	0,538 \pm 0,133

¹ valores de media (\bar{x}) \pm desviación estándar (DE)

en nuestro país ya que la mayor parte de la leche recepcionada en planta viene de la Región de los Lagos y de los Ríos con un volumen superior al 71% del total de la leche nacional (25), lo cual indica que la leche fluida y la procesada tiene altos niveles de ALC, superior a la reportada por la literatura (12,20,21).

Llama la atención que la leche descremada tenga alto ALC, lo cual, no concuerda con la idea generalizada de que el ALC está asociado con la grasa (26); para el caso de leche semidescremada se reporta valores de 0,01 g/100g (16); esto se podría explicar por efecto que tiene el procesamiento de la leche. Si bien la variación en la concentración de ALC en los productos lácteos es esencialmente una función de la concentración en la leche cruda, formada a través de las reacciones enzimáticas de los microorganismos del rumen, también se debería a futuras reacciones de isomerización durante la elaboración de los alimentos (11); reportándose que el procesamiento y almacenaje de productos a 60-80 °C, afectaría la concentración de ALC y su estabilidad de (27) así como también lo afectaría la refrigeración (28).

En productos lácteos en Alemania, se reportan valores de 0,40 g/100g de ALC para quesos maduros y de 0,29 a 0,71 g/100g en grasa en quesos frescos (12) y de 0,39, 0,18, 0,16 g/100g para queso Beaufort, Blue y Camembert en Francia (20); habiéndose encontrado 0,48 g/100g en Portugal (21). Quesos como Parmesano y el Romano que tienen una edad de maduración mayor a 10 meses están entre los quesos con más baja cantidad de ALC, por otro lado quesos madurados con bacterias de envejecimiento de 4 a 8 semanas tienen alta cantidad de ALC. Otros datos referenciales en la cantidad de ALC para quesos muestran valores de 0,5 y de 0,36 g/100g (29). En la mantequilla se reporta una cantidad de 0,48 g/100g (30) y 0,51 g/100g (20) y de 0,49 g/100g (21). Para leche condensada en nuestro trabajo se encontró niveles de 0,960 a 2,200 de ALC, muy superior a lo reportado en la literatura que no superan los 0,7 g/100g (29).

Esto indica la calidad de nuestros productos lácteos en ALC, ácido graso que ha demostrado ser un potente anticancerígeno en humanos, además tendría acción en el sistema inmune a través de dos mecanismos: por la habilidad del ALC de modificar la composición de la membrana celular (31) y por la habilidad de modular la actividad del receptor de reguladores de la proliferación peroxisomal (PPARs) (32). El ALC causaría una disminución en la masa de tejido adiposo, debido al efecto en el aumento al gasto energético (33), que puede ser secundario a una estimulación de actividad del sistema nervioso simpático (34). El ALC reduciría la respuesta

de los lípidos al almacenaje en 3T3-L1 adipositos, inhibiendo la lipoproteína lipasa (35-36) y Stearoyl-CoA Desaturase-I (37).

Isómeros del ALC en productos lácteos

La tabla 2 muestra los isómeros de ALC. Podemos observar que el isómero cis-9, trans-11 se encuentra en un rango que va de 0,26 para el silo de leche en verano en los Ángeles y un máximo de 1,26 en mantequilla de la región de los Lagos. Este isómero porcentualmente representa en promedio el 53% del total de ALC siendo más alto en la región de los Lagos. El cis-9, trans-11 se encuentra en mayor proporción según la literatura alcanzando un 75-90% del ALC total de grasa de la leche (5), siendo uno de los dos isómeros con acción biológica más conocida.

En el caso de la leche condensada este isómero varía de 0,43-0,73 g/100g dependiendo el año estudiado, reportándose en la literatura valores de 0,63 g/100g promedio (15) y de 0,70 g/100g (38). El isómero cis-9, trans-11 en el queso y mantequilla presentaron un rango de 0,37 - 1,47 g/100g y 1,22 - 2,22 g/100g respectivamente, siendo valores más altos a lo reportado en la literatura, que para el caso del queso alcanza rangos de 0,32 - 0,89 g/100g (39) y promedio de 0,35 g/100g (21). Para la mantequilla se observan valores de 0,94 para la mantequilla (15) y de 0,38 g/100g (21). Otros artículos señalan valores para la mantequilla de 1,32 g/100g indicándose que el procesamiento no afectó la relación de cis-9 trans-11 en ALC total (27); sin embargo, la pasteurización reduciría significativamente este isómero, incluso al calentarse la leche por cinco minutos con microondas (40).

El otro isómero encontrado en un rango de 0,152 a 0,430 en los silos de leche fue el trans-10, cis-12, pero no se encontró en las muestras de otoño y primavera. Este isómero está presente en cantidades de solo 3 a 5% del total de ALC a pesar de su importante rol fisiológico (41) y de menos del 1% en productos lácteos (21). Es por ello que cobra mucha importancia las proporciones encontradas en nuestros muestreos. A este isómero se le ha atribuido la capacidad de reducir la síntesis de grasa láctea (42). Además los ácidos grasos trans actuarían modificando el metabolismo de lípido en personas con sobrepeso las que al consumir 3,4 g ALC/día tendrían una reducción significativa de la masa de grasa corporal. En cerdos en crecimiento dar una mezcla de trans-10, cis-12 disminuye la grasa de cuerpo en los animales (43,44). Además, los estudios sugieren que el trans-10, cis-12 pero no cis-9, trans-11 inhibe la proliferación y la diferenciación de 3T3-L1 preadiposito y las células cultivadas en el estroma vascular del tejido adiposo

subcutáneo humano, disminuyendo la acumulación de lípidos (45). Evidencias indican que al aumentó la grasa intramuscular sería atribuible al reclutamiento de más células estromales vasculares por parte de ALC a los adipositos (46). Estos estudios sugirieron la regulación del ALC en el desarrollo del adiposito en tejido subcutáneo y en el intramuscular (47).

El isómero cis-10, cis-12 lo encontramos en alta proporción en silo de leche en primavera en la planta de Osorno y también se encontró en alta concentración en leche condensada y en leche en polvo. En relación a la cantidad total de ALC alcanzó sobre un 50% en leche condensada, crema y leche en polvo; siendo el mayor isómero encontrado en Osorno en los silos de primavera. A este isómero no se le ha atribuido ningún efecto benéfico y en los estudios en leche muestra menos del 0.01 %, no apareciendo en mantequilla, ni en quesos (21). Sin embargo, nosotros determinamos que el isómero cis-10, cis-12 se presentó en alta cantidad seguido del cis-9, trans-11, por lo cual cobra gran importancia determinar su rol biológico.

Para Alemania el consumo de ALC provenientes de productos lácteos es de 0,24 g/día (12), en Francia de 0,17- 0,21 g/día (20) y en Portugal de 0,40-0,722 g/día, sugiriéndose que consumos medios óptimos para humanos es de 15-20 g/día (49) y consumo ricos en ALC de 65 g/día (50) total en los alimentos. Ip y col. (51) estimó que una persona de 70 kg que consume 3.0 g de ALC/día obtiene un máximo beneficio en su salud. De acuerdo a los valores de ALC encontrados y considerando que el consumo de leche en Chile es de 127 l/persona (25) determinamos un consumo diario de ALC equivalente a 0.03 g/día - 0,24 g/día, esto tomando los valores extremos de ALC obtenidos en nuestro estudio. Por lo que concluimos que, si bien el consumo de productos lácteos es más bajo que los países desarrollados, la alta cantidad de ALC de nuestra leche nos garantiza óptimos niveles para la salud humana.

RESUMEN

Se midieron las cantidades de ácido linoleico conjugado (ALC) - isómeros: cis-9, trans-11, trans-10, cis-12 y cis-10, cis-12 -en leche de estanque de la empresa NESTLE y de alimentos lácteos en Chile, mediante cromatografía de gas. El ALC encontrado fue más alto ($p < 0.05$) en las muestras tomadas en la ciudad de Osorno comparado con la leche de la ciudad de Los Angeles. A nivel estacional el valor más alto de ALC de leche líquida fue encontrado durante la primavera en la ciudad Osorno (1,72 g/100g), mientras que el valor más bajo se presentó en invierno (0,415 g/100g) en la ciudad de Los Angeles. La cantidad promedio de ALC

en leche en polvo y de leche condensada fue de 1,967 y 1,493 g/100g respectivamente durante el año 2004. La mantequilla, el queso y la crema presentaron promedios de 1,502, 0,883 y 1,900 g/100g respectivamente de ALC. Se concluye que los productos lácteos analizados tienen altos valores de ALC en Chile.

Palabras clave: ALC; ácido linoleico conjugado; leche; productos lácteos.

Dirigir la correspondencia a:

Profesor
Juan Pablo Avilez R.
Escuela de Medicina Veterinaria
Facultad de Recursos Naturales
Universidad Católica de Temuco
Montt 56 – Temuco
Teléfono: 45-205554-205550
Fax: 45-205570
E-mail: jpavilez@uct.cl

Agradecimientos: Proyecto FONDEF N° D02I1135. “Desarrollo de productos con alto contenido de principios activos funcionales a partir de leche bovina y sus derivados”.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pariza MW, Park ME. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Prog Lipid Res* 2001; 40: 283-298.
2. O'Quinn PR, Nelssen JL, Goodband RD, Tokach MD. Conjugated linoleic acid. *Anim Health Res Rev* 2000; 1:35-46.
3. Kay JK, Mackle TR, Auldist MJ, Thomson NA, Bauman DE. “Endogenous synthesis and enhancement of conjugated linoleic acid in pasture-fed dairy cows”. *Proc New Zealand Soc Animal Product* 2002; 62:12-15.
4. Ward AT, Wittenberg KM, Froebe HM, Przybylski R, Malcolmson L. Fresh Forage and Solin Supplementation on Conjugated Linoleic Acid Levels in Plasma and Milk. *J Dairy Sci* 2003; 86:1742-1750.
5. Ip C, Banni S, Angioni E, Carta G, McGinley J, Thompson HJ, Barbano D, Bauman D. Conjugated linoleic acid-enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats. *J Nutr* 1999; 129:2135-2142.
6. Blankson H, Stakkestad JA, Erling HF, Wadstein TJ, Gudmundsen O. Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans. *J Nutr* 2000; 130: 2943-2948.
7. Lee KN, Kritchevsky D, Pariza MW. Conjugated

- linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis* 1994; 108:19–25.
8. Houseknecht KL, Vanden Heuvel JP, Moya-Camarena SY, Portocarrero CP, Peck LW, Nickel KP, Belury MA. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty fa/fa rat. *Biochem Biophys Res Comm* 1998; 244:678–682.
 9. Sugano M, Tsujita A, Yamasaki M, Noguchi M, Yamada K. Conjugated linoleic acid modulates tissue levels of chemical mediator and immune globulins in rats. *Lipids*. 1998; 33: 521–527.
 10. Yu L. Free radical scavenging properties of conjugated linoleic acid. *J Agric Food Chem* 2001; 49 3452–3456.
 11. Lin HD, Boylston MJ, Chang LO, Luedecke H, Shultz TD. Survey of the Conjugated Linoleic Acid Contents of Dairy Products. *Dairy Science* 1995; 78 (11) 2358–2365.
 12. Fritsche J, Steinhart H. Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods evaluation of daily intake. *Z. Lebensm Unters Forsh A* 1998; 206: 77–82.
 13. Bauman DE, Griinari JM. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: Low-fat milk syndrome. *Livest Prod Sci* 2001; 70: 15–29.
 14. Dhiman TR, Helmink ED, McMahon DJ, Fife RL, Pariza MW. Conjugated linoleic acid content of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds. *J Dairy Sci* 1999; 82:412–419.
 15. Gagliostro GA, Vidaurreta LI, Schroeder GF, Rodriguez A, Gatti P. Incrementando los valores basales de ácido linoleico conjugado (ALC) en la grasa butirosa de vacas lecheras en condiciones de pastoreo. *Rev Arg Prod Anim* 22 (Suplem 1) 2002; 59–60.
 16. Pinto M, Rubilar C, Carrasco E. Efecto estacional y del área geográfica en la composición de ácidos grasos en la leche de bovinos. *Agro sur* 2002; 30 (2): 75–90.
 17. International Dairy Federation. Milk and milk products-Guidance on sampling. FIL-IDF Standard 50 C. Int. Dairy Fed., Brussels, Belgium. 1995.
 18. Folch J, Less H, Sloane-Stanley GH. A simple method for the insolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biol Chem* 1957; 726: 497–509.
 19. Morrison WR, Smith LM. Preparation of fatty acids methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J Lip Res* 1964; 5:600–608.
 20. Laloux L, du Chaffaut L, Razanamahefa L, Lafay L. Trans fatty acid content of foods and intake levels in France. *Eur J Lipid Sci Technol* 2007; 109: 918–929
 21. Susana V. Martins SV, Lopes PA, Alfaia CM, Ribeiro VS, Guerreiro TV, Fontes CM, Castro MF, Soveral G, Prates JA. Contents of conjugated linoleic acid isomers in ruminant-derived foods and estimation of their contribution to daily intake in Portugal. *British J Nutr* 2007; 98: 1206–1213.
 22. Balocchi O, Pinochet D, Wittwer F, Contreras PA, Echeverría R, Guzmán F. Rendimiento y composición mineral del forraje de una pradera permanente fertilizada con magnesio. *Pesq Agropecuarias* 2001; 36, 1309–1317
 23. Thomson NA, Chand A, Kay JK. Predicting $\Delta 9$ -desaturase activity and the association with conjugate linoleic acid (ALC) concentration in bovine milk. *Proc New Zeland Soc Animal Product* 2003; 63: 25–30.
 24. Khanal R, Olson KC. Factors Affecting Conjugated Linoleic Acid (ALC) Content in Milk, Meat, and Egg: A Review . Department of Animal, Dairy and Veterinary Sciences, Asian Network for Scientific Information. Utah State University, Logan, UT 84322, USA. *Pakistan J Nutr* 2004;3(2):82–98.
 25. Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Estadísticas agropecuarias. Santiago: ODEPA; 2007. Disponible en URL: <http://www.odepa.gob.cl>
 26. Bauma N, Barbano DM, Dwyer DA, Griinari IM. Technical note: Production of butter with enhanced conjugated linoleic acid for use in biomedical studies with animal models. *J Dairy Sci* 2000; 83: 2422–2425.
 27. Shantha NC, Ram LN, O'Leary J, Hicks CL, Decker EA. Conjugated linoleic acid concentrations in dairy products as affected by processing and storage. *J Food Sci* 1995; 60:695–697.
 28. Rodríguez-Alcala LM, Fontechal J. Hot Topic: Fatty Acid and Conjugated Linoleic Acid (CLA) Isomer Composition of Commercial CLA-Fortified Dairy Products: Evaluation After Processing and Storage. *J Dairy Sci* 2007; 90: (5) 2083–2090
 29. Chin SF, Liu W, Storkson JM, Ha YL, Pariza MW. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *J Food Comp Anal* 1992; 5:185–197.
 30. Mir PS, Okine EK, Goonewardene L, He ML, Mir Z. Effects of synthetic conjugated linoleic acid (CLA) or bio-formed CLA as high CLA beef on rat growth and adipose tissue development. *Canadian J Animal Sci* 2003;83(3):583–592.

31. Pariza MW, Park Y, Cook ME. Mechanisms of action of conjugated linoleic acid: evidence and speculation. *Proc Soc Exp Biol Med* 2000; 223: 8–13.
32. Bassaganya-Riera J, Hontecillas R, Beitz D. Colonic anti-inflammatory mechanisms of conjugated linoleic acid. *Clin Nutr* 2002; 21: 451–459.
33. West DB, Delany JP, Camet PM, Blohm F, Truett AA, Scimeca J. Effects of conjugated linoleic acid on body fat and energy metabolism in the mouse. *Am J Physiol* 1998; 275: R667–R672.
34. Ohnuki K, Haramizu S, Oki K, Ishihara K, Fushiki T. A single oral administration of conjugated linoleic acid enhanced energy metabolism in mice. *Lipids* 2001; 36: 583–587.
35. Park Y, Albright KJ, Storkson JM, Liu W, Cook ME, Pariza MW. Changes in body composition in mice during feeding and withdrawal of conjugated linoleic acid. *Lipids* 1999; 34: 243–248.
36. Lin Y, Schuurbijs E, Van der Veen S, De Deckere EA. Conjugated linoleic acid isomers have differential effects on triglyceride secretion in Hep G2 cells. *Biochim Biophys Acta* 2001; 1533: 38–46.
37. Choi Y, Park Y, Pariza MW, Ntambi JM. Regulation of stearoyl-CoA desaturase activity by the trans-10,cis-12 isomer of conjugated linoleic acid in HepG2 cells. *Biochem Biophys Res* 2001; 284: 689–693.
38. Shantha NC, Crum AD, Decker EA. Evaluation of conjugated linoleic acid concentrations in cooked beef. *J Agric Food Chem* 1994; 42 (8): 1757–1760.
39. Campbell W, Drake MA, Larick DK. The impact of fortification with conjugated linoleic acid (ALC) on the quality of fluid milk. *J Dairy Sci* 2003; 86: 43–51.
40. Herzallah SM, Humeid MA, Al-Ismail KM. Effect of Heating and Processing Methods of Milk and Dairy Products on Conjugated Linoleic Acid and Trans Fatty Acid Isomer Content. *Dairy Sci* 2005; 88: 1301–1310.
41. Parodi PW. Conjugate linoleic acid and other anti-carcinogenic agents of bovine milk fat. *J Dairy Sci* 1999; 82: 1339–1349.
42. Perfield JWII, Lock AL, Griinari JM, Sæbo A, Delmonte P, Dwyer DA, Barman DE. trans-9, cis-11 Conjugated Linoleic Acid Reduces Milk Fat Synthesis in Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci* 2007; 90: 2211–2218.
43. Baumgard LH, Matitashvili BA, Corl DA, Dwyer D, Bauman DE. “trans-10, cis-12 Conjugated linoleic acid decreases lipogenic rates and expression of genes involved in milk lipid synthesis in dairy cows”. *J Dairy Sci* 2002; 85: 2155–2163.
44. Dugan ME, Aalhus JL, Kramer JK. Conjugated linoleic acid pork research. *Am J Clin Nutr* 2004 (79) (Suppl.) 1212–1216.
45. Brown JM, Boysen MS, Jensen SS, Morrison RF, Storkson J, Currie RL, Pariza M, Mandrup S, McIntosh MK. Isomer-specific regulation of metabolism and PPAR γ signaling by CLA in human preadipocytes. *J Lipid Res* 2003; 44: 1287–1300.
46. Meadus WJ, MacInnis R, Dugan ME. Prolonged dietary treatment with conjugated linoleic acid stimulates porcine muscle peroxisome proliferator activated receptor γ and glutaminefructose aminotransferase gene expression in vivo. *J Mol Endocrinol* 2002; 28: 79–86.
47. Hausman GJ, Poulos S. Recruitment and differentiation of IM preadipocytes in stromal-vascular cell cultures derived from neonatal pig semitendinosus muscles. *J Anim Sci* 2004; 82: 429–437.
48. Wallace RJ, McKain N, Kevin J, Shingfield G, Devillard E. Isomers of conjugated linoleic acids are synthesized via different mechanisms in ruminal digesta and bacteria. *J Lipid Res* 2007; 48: 2247–2254.
49. Ritzenthaler KL, McGuire MK, Falen R, Shultz TD, Dasgupta N, McGuire MA. Estimation of conjugated linoleic acid intake by written dietary assessment methodologies underestimates actual intake evaluated by food duplicate methodology. *J Nutr* 2001; 131: 1548–1554.
50. Park Y, McGuire MK, Behr R, McGuire MA, Evans MA, Shultz TD. High-fat dairy product consumption increases $\delta^9c,11t-18:2$ (rumenic acid) and total lipid concentrations of human milk. *Lipids* 1999; 34: 543–549.
51. Ip C, Thompson HJ, Scimeca JA. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res* 1994; 54: 1212–1215.