



## Persistencia de CLA en yogurt, queso blanco y leche

Rodríguez, M. A.<sup>(i)</sup>; Pellegrini, P.<sup>(iv)</sup>; Gatti, P.<sup>(i)</sup>; Gagliostro, G.<sup>(iii)</sup>; Castañeda, R.<sup>(i)</sup>; Muset, G.<sup>(ii)</sup>

<sup>(i)</sup>INTI-Lacteos

<sup>(ii)</sup>INTI-Coordinación Provincia de Buenos Aires

<sup>(iii)</sup>INTA Balcarce Estación Experimental

<sup>(iv)</sup>Becario SECyT

### Introducción

La calidad nutricional de los lácteos depende en parte de su composición en ácidos grasos saturados de cadena corta y media, mono y poliinsaturados, cis y trans y ácido linoleico conjugado (CLA) ya que los mismos están involucrados positiva o negativamente sobre la salud de los consumidores.

Trabajos recientes demuestran que el consumo de lácteos puede disminuir el riesgo cardiovascular y que ciertos ácidos grasos ejercen efectos protectores. El cis-9, 11-trans C18:2 (CLA) presenta múltiples propiedades saludables demostradas en modelos experimentales y el queso es un importante proveedor de CLA para el ser humano siendo en muchos países el principal. La concentración de ácidos grasos aterogénicos puede ser disminuida y la presencia de ácidos grasos benéficos puede ser aumentada mediante la alimentación de los animales.

La alimentación de la vaca permite enriquecer naturalmente en CLA a la leche cruda pero resulta necesario conocer si el proceso de transformación de la leche en diversos subproductos, tales como la pasteurización, la elaboración de queso crema y el yogurt, puede afectar negativamente su concentración en el producto final que llega al consumidor.

El objetivo fue determinar si la transformación de leche alto CLA en diversos subproductos inducen importantes modificaciones en la concentración de ácidos grasos de interés nutricional.

### Metodología / Descripción Experimental

Para la obtención de leche alto CLA se utilizaron 6 vacas Holando Argentino con una producción promedio de 10kg/vaca/día en pastoreo de avena (oferta 11 Kg. MS/vaca.) Los animales fueron

suplementados con una ración compuesta por grano de maíz (1,3 kg. MS/vaca/día), silaje de maíz (5,6 Kg. MS/vaca/día), expeller de girasol (0,89 MS/vaca/día), aceite de girasol (0,8 kg/vaca/día) y aceite de pescado (0,24 kg./vaca/día). Luego de 10 días de acostumbramiento, se obtuvieron muestras individuales de leche las que fueron utilizadas para la elaboración de leche pasteurizada, yogurt y queso crema.

- Elaboración de leche pasteurizada: se recrearon dos condiciones de pasteurización: a) 72°C durante 15 segundos (HTST) y b) 140 °C durante 5 segundos (UHT).

- Elaboración de yogurt :  
Termización de la leche a 85°C. Adición de azúcar, leche en polvo. Homogeneización. Enfriamiento a 45°C, con agitación constante. Adición del fermento.  
Envasado e incubación a 42°C durante aproximadamente 3,5 horas. El pH debe bajar hasta 4,8/4.6

- Elaboración de queso blanco untable se reprodujeron condiciones industriales de elaboración: Consistió en:  
Preparación de la leche : Estandarización de la materia grasa: MG/PT : 1. Pasteurización a 75 °C, 15 s, enfriamiento y termización a 32 °C en tina, a razón de 12 kg/tina. Siembra del cultivo *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* y *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* 1 sachet de 2UI diluido en 100 ml de leche. Se adicionan a razón de 24 ml/ 12 kg de leche en tina. Temperatura: 24 °C. Tiempo de maduración: 20 minutos. Coagulación: Coagulante de ternero de 800 mg de quimosina/l. Dosis: 1.8 ml/ 12 kg leche  
Tiempo de coagulación: 25 a 30 minutos  
Endurecimiento o "toma": 18 a 20 hs  
Suero en superficie: 55 °Dornic, pH 4.8.  
Moldeo: Con la ayuda de un cucharón en recipientes especiales. Temperatura: 24 °C.

Desuerado: Duración del desuerado de acuerdo a la textura deseada. Almacenamiento: En potes a 4 °C.

La extracción de la grasa butirosa y el proceso de metilación y esterificación de los ácidos grasos de las muestras se realizaron según metodología INTI-LACTEOS.

La composición en ácidos grasos fue analizada por cromatografía gas-líquido en todos los productos, en un cromatógrafo gaseoso Agilent 6890 series plus sobre una columna capilar (Varian WCOT 100 m 0,25mm x 0,2 µm). Las condiciones cromatográficas utilizadas fueron: temperatura inicial del horno 70 °C durante 1 minuto, con rampa de 5 °C/min. hasta 100°C, durante 2 minutos, incremento de 10 °C por minuto hasta una temperatura de 160°C durante 52 minutos y alcanzar una temperatura final de 225 °C durante 15 minutos. Se utilizó hidrógeno como gas carrier. La temperatura del inyector fue de 250°C y la del detector de ionización de llama (FID) fue mantenida a 255 °C. Los isómeros individuales de CLA (cis9, trans11 - 18:2; trans10, cis12 - 18:2; trans9, trans11 - 18:2; cis9, cis11 - 18:2) fueron identificados utilizando estándares específicos provistos por Matreya Inc. (Cat# 1255; 1254; 1257; 1256). Los estándares individuales para el trans-C18:1, C20:4, C20:5 y C22:6 fueron comprados a Sigma (cat# V1381; A9298; E2012; D2659). Los resultados se expresan en gramos de cada ácido graso/100 g del total de ácidos grasos (porcentaje en peso).

## Resultados

Las concentraciones de C18:0 (inerte en salud humana) y de C18:3n3 (protector) fueron ligeramente aumentadas (+1,6% y + 6,2%) en la leche HTST. La concentración del AV, precursor del CLA para síntesis endógena en el ser humano, resultó incrementada (+7%) por el proceso HTST. La concentración de c9, 11t CLA no varió. Tabla 1.

Se analizó además una leche comercial entera para conocer los valores estándar de concentración de AG por cromatografía gas-líquido Tabla 2. La concentración (g/100g de AG) de los AG potencialmente aterogénicos en la leche comercial estándar fue de 2,76 para C12:0, 10,09 para C14:0 y 27,43 para C16:0. Las concentraciones de C12:0 (-1,19) y de C14:0 (-3,57) disminuyeron drásticamente en la leche alto CLA pero no así la de C16:0. Las concentraciones en leche estándar de ácido vaccénico (AV = trans-11C18:1, precursor del CLA) y del c9t11-CLA fueron de 2,29 y de 1,04 g/100 g AG respectivamente. La alimentación implementada aumentó dichas concentraciones en +4,66 g/100 g para el AV y en +1,89

g/100g AG para el c9t11-CLA. La concentración de C20:5 n3 (EPA) y de C22:6 n3 (DHA) no variaron.

Tabla 1: Composición en ácidos grasos en leche cruda (LC) alto CLA y su persistencia en leche pasteurizada HTST y UHT

Acido graso (g/100 g de AG totales)	LC	HTST	UHT
C4:0	1,48	1,49	1,39
C6:0	0,91	0,92	0,89
C8:0	0,54	0,55	0,53
C10:0	1,24	1,23	1,22
C12:0	1,57	1,58	1,57
C14:0	6,52	6,53	6,50
C16:0	29,10	28,95	28,54
C18:0	5,52	5,61	5,51
C18:1t10	8,78	8,29	9,04
C18:1t11 (AV)	6,95	7,44	7,22
C18:1c9	16,72	16,46	17,04
C18:2n6	1,78	1,81	1,80
C18:3n3	0,32	0,34	0,33
CLAc9t11	2,93	3,01	3,01
C <sub>20:5 n3</sub> (EPA)	0,05	0,05	0,04
C <sub>22:6 n3</sub> (DHA)	0,05	0,06	0,06

Las concentraciones en leche y yogurt de AV (precursor del CLA) (+14,27 g/100 g) y del c9t11-CLA (+2,97 g/100g AG, +279%) resultaron fuertemente incrementadas. La concentración de EPA y DHA aumentaron en 0,16 y en 0,35 g/100g AG respectivamente. En comparación a la leche comercial (Tabla2) el perfil de AG fue favorablemente modificado por la alimentación practicada.

Tabla 2: Composición en ácidos grasos en leche comercial estándar (LCE) y su persistencia en yogurt (YOG).

Acido graso (g/100 g de AG totales)	LCE	YOG
C4:0	1,95	1,94
C6:0	1,54	1,53
C8:0	1,01	1,02
C10:0	2,32	2,37
C12:0	2,76	2,82
C14:0	10,09	10,13
C16:0	27,43	27,20
C18:0	11,96	11,83
C18:1t10	0,36	0,35
C18:1t11 (AV)	2,29	2,46
C18:1c9	21,74	21,30
C18:2n6	2,14	2,18
C18:3n3	0,73	0,76
CLAc9t11	1,04	1,09
C <sub>20:5 n3</sub> (EPA)	0,07	0,07
C <sub>22:6 n3</sub> (DHA)	0,01	0,01

Utilizando la leche alto CLA (Tabla3) la elaboración de yogurt no modificó las concentraciones de los AG en el producto. La recuperación osciló entre el 95 y el 111%.

Tabla 3: Composición en ácidos grasos en leche alto CLA (LCLA) y su persistencia en yogurt (YCLA)

Acidos grasos (g/100 g de AG totales)	LCLA	YCLA
C4:0	1,13	1,16
C6:0	0,78	0,83
C8:0	0,55	0,59
C10:0	1,33	1,43
C12:0	1,58	1,71
C14:0	4,52	5,00
C16:0	19,29	20,06
C18:0	5,74	6,20
C18:1t10	6,48	5,62
C18:1t11 (AV)	17,05	16,24
C18:1c9	19,99	20,18
C18:2n6	3,33	3,24
C18:3n3	0,30	0,33
CLAc9t11	4,14	3,95
C <sub>20:5 n3</sub> (EPA)	0,23	0,22
C <sub>22:6 n3</sub> (DHA)	0,36	0,36

Las concentraciones en leche estándar de ácido vaccénico (AV = trans-11C18:1, precursor del CLA) y del c9t11-CLA fueron de 2,29 y de 1,04 g/100 g AG respectivamente. La alimentación implementada aumentó dichas concentraciones en +4,66 g/100 g para el AV y en +1,89 g/100g AG para el c9t11-CLA. La concentración de C<sub>20:5 n3</sub> (EPA) y de C<sub>22:6 n3</sub> (DHA) no variaron.

Tabla 4: Composición en ácidos grasos en leche alto CLA (LCLA) y su persistencia en queso blanco untable (QCLA)

Acidos grasos (g/100 g de AG totales)	LCLA	QCLA
C4:0	1,48	1,10
C6:0	0,91	0,79
C8:0	0,54	0,50
C10:0	1,24	1,21
C12:0	1,57	1,59
C14:0	6,52	6,69
C16:0	29,10	29,51
C18:0	5,52	5,77
C18:1t10	8,78	7,93
C18:1t11 (AV)	6,95	7,91
C18:1c9	16,72	16,65
C18:2n6	1,78	1,78
C18:3n3	0,32	0,33
CLAc9t11	2,93	2,97
C <sub>20:5 n3</sub> (EPA)	0,05	0,05
C <sub>22:6 n3</sub> (DHA)	0,05	0,06

## Conclusiones

Se concluye que ni la tecnología UHT ni el proceso de pasteurización modificó la composición en ácidos grasos de la leche. La calidad funcional de la leche permaneció intacta reflejando la composición en ácidos grasos de la leche cruda.

La transformación de leche alto CLA en queso blanco untable no modificó significativamente las concentraciones de los diferentes ácidos grasos en el producto final. Asimismo la calidad nutricional del yogurt permaneció intacta

estando fuertemente condicionada por la composición en ácidos grasos de la leche de origen.

## Referencias

- Baer, R.J., Ryali, J., Schingoethe, D.J., Kasperson, K.M., Donovan, D.C., Hippen, A.R. and Franklin, S.T. 2001. Composition and properties of milk and butter from cows fed fish oil. *J. Dairy Sci.* 84, 345-353.
- Bernard, L., Leroux, C. and Chilliard, Y. 2005. Characterisation and nutritional regulation of the main lipogenic genes in the ruminant lactating mammary gland. Book of conferences of the 10. International Symposium on Ruminant Physiology, Copenhagen (DK), 2004, 30 August - 4 September. In: K. Sejrsen, T. Hvelplund and M.O. Nielsen (Eds), *Ruminant physiology: Digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress.* Wageningen Academic Publishers (NL). (In press).
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J. and Lamberet, G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science*, 86,1751-1770.
- Gagliostro, G.A. 2004. Control nutricional del contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en leche y su presencia en alimentos naturales funcionales. 1. Efectos sobre la salud humana. *Rev.Arg.Prod.Anim.* 24(3-4): 113-136.
- Griinari, J.M. y Bauman, D.E. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. Pages 180-20- 0 en *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research.* Volume 1. M.P. Yurawecz, M.M. Mossoba, J.K.G. Framer, M.W. Pariza and G.J. Nelson, eds. AOCS Press, Champaign, IL.
- Holman, R.T. 1998. The slow discovery of the importance of omega 3 essential fatty acids in human health. *J. Nutr.* 128, 427S-433S. Ip, C., Banni, S., Angioni, E. Carta, G., McGinley, J., Thompson, H.J., Barbano, D. y Bauman D. 1999. Conjugated linoleic acid-enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats. *J. Nutr.* 129:2135-2142.
- Loor, J.J., Ferlay, A., Ollier, A., Ueda, K., Doreau, M. and Chilliard, Y. 2005a. High-Concentrate Diets and Polyunsaturated Oils Alter Trans and Conjugated Isomers in Bovine Rumen, Blood, and Milk. *Journal of Dairy Science.* 88. 3986-3999.
- Loor, J.J., Doreau, M., Chardigny, J.M., Ollier, A., Sebedio, J.L. and Chilliard, Y. 2005b. Effects of ruminal or duodenal supply of fish oil on milk fat secretion and profiles of transfatty acids and conjugated linoleic acid

Para mayor información contactarse con:  
nombre del autor de contacto – [autor\\_contacto@inti.gov.ar](mailto:autor_contacto@inti.gov.ar)