

## CUANTIFICACIÓN DE LIPÓLISIS EN LECHE CAPRINA (SAANEN) CRUDA Y TÉRMICAMENTE TRATADA

### Lipolysis evaluation of raw and heat treated goat (Saanen) milk

Chavez, Mónica Silvina <sup>b</sup>; Margalef, María Isabel y Martínez, Miriam

<sup>b</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental de Salta;  
[mchavez@correo.inta.gov.ar](mailto:mchavez@correo.inta.gov.ar)

#### Resumen

La lipólisis es la ruptura de los triglicéridos de la grasa láctea contenida en los glóbulos grasos. Las lipasas son las enzimas responsables de la degradación de los triglicéridos a ácidos grasos liberados en la leche. La cantidad de ácidos grasos libres totales (AGLT) es indicador de lipólisis y define sabores en la leche que pueden ser deseables, aceptables o rechazables por el consumidor. Esta característica de la leche es transferida al producto elaborado. En este trabajo se midió lipólisis en leche mezcla caprina ( biotipo Saanen) cruda y tratada térmicamente (dos tratamientos, T1 y T2) de una majada (51 animales) del tambo experimental del INTA en Salta (noroeste Argentino). Los animales permanecieron estabulados durante el período de experiencia (octubre a diciembre 2006). La alimentación que recibieron fue a base de fardos de alfalfa y maíz. Los parámetros de calidad higiénica mostraron leche de calidad normal (pH 6,61±0,11; acidez 11,34±0,29 °D; conteo total de mesofilos aerobios 3,3x10<sup>7</sup> ufc/ml, conteo de coliformes totales 1x10<sup>5</sup> ufc/ml y coliformes fecales 5,9x10<sup>3</sup> ufc/ml.). El promedio de AGLT obtenido para leche cruda (1,193±0,049µeq/ml) fue significativamente menor al obtenido para leche con tratamiento térmico (promedio T1+T2 fue 1,463±0,075µeq/ml), ambos valores están dentro de los rangos normales que reporta la literatura internacional; no se dispone de datos locales publicados. El tratamiento térmico más riguroso (T1) provocó mayores valores de lipólisis. Se encontró una fuerte correlación (r = 0,90) lineal entre concentración de grasa y de AGLT para leche cruda y en menor medida para leche tratada térmicamente (para T1 r = 0,86 y para T2 r = 0,64). Se proponen ecuaciones matemáticas para dichas relaciones

#### Introducción

La calidad de la grasa láctea caprina es un factor importante porque define la capacidad de la leche para ser procesada; y toma un rol relevante en las cualidades nutricionales y sensoriales de los productos que de esta se obtengan.

La grasa láctea caprina, al igual que la bovina, está conformada por triglicéridos contenidos en glóbulos. Éstos glóbulos son más pequeños en los caprinos que en los bovinos y forman una fina emulsión (Attaie y Richter, 2000). La lipólisis es la ruptura de los triglicéridos, con liberación de ácidos grasos al medio. Este proceso ocurre tras el daño de la membrana de los glóbulos grasos. La hidrólisis de la materia grasa liberada desde los glóbulos, es causada por enzimas específicas llamadas lipasas, algunas propias de la leche (lipólisis espontánea), otras introducidas en esta por microorganismos contaminantes (lipólisis microbiana); estos últimos se incrementan con el aumento del manipuleo de la leche para procesamiento. Adicionalmente, la acción de las lipasas se ve favorecida (lipólisis inducida) por la ruptura de los glóbulos grasos provocada durante ordeño, transporte, acopio y procesamiento (Deeth *et al.* 1976; Walstra *et al.* 2001; Park, 2001).

La acumulación de ácidos grasos libres en leche y productos lácteos, confieren sabores no deseables tales como rancio, jabonoso o amargo. Paralelamente, el valor nutricional original de la grasa disminuye (Meffe, 1994; Chillard, 2003). En consecuencia, disminuye la calidad del producto y su valor en el mercado. Sin embargo, la “nota a sabor caprino” está asociada a un desarrollo selectivo de lipólisis, promovido por lipasas nativas y por la lipólisis espontánea de la leche; procesos que suelen

ocurrir durante los primeros momentos luego del ordeño (Delacroix-Buchet y Lamberet, 2000). Estos antecedentes ponen de manifiesto el valor de la lipólisis en el logro de productos lácteos caprinos de buena calidad.

Autores como Meffe, 1994; Morgan *et al*, 2001; Chillard *et al* 2003 y Raynal-Ljutovac *et al*. 2005, realizaron importantes aportes sobre los mecanismos de hidrólisis y sobre la implicancia de diferentes niveles de lipólisis en la calidad del queso. Sin embargo, no hay antecedentes publicados sobre el tema para leche caprina nacional y regional. Por otro lado, la legislación alimentaria de Argentina prohíbe el uso y/o consumo de leche sin pasteurización; al respecto es escasa la información sobre la influencia de los tratamientos térmicos en el desarrollo de la lipólisis. Los objetivos del presente trabajo fueron cuantificar la concentración de ácidos grasos libres totales en leche cruda de cabras de biotipo Saanen como indicador de lipólisis, y determinar la variación de lipólisis a causa de tratamientos térmicos.

### **Materiales y métodos**

Se empleó leche cruda mezcla recién ordeñada de un rebaño de 51 cabras Saanen del tambo experimental del INTA de Salta. Los animales permanecieron estabulados durante el período de experiencia (octubre a diciembre 2006). Se alimentaron con heno de alfalfa *ad libitum* y una ración de maíz (600g/día) durante el ordeño, recibiendo control sanitario periódico. Se practicaron dos ordeños diarios en forma mecánica. Se tomaron 16 muestras de leche de diferentes días (aleatorios) durante ordeños matinales. Se realizaron los siguientes análisis por duplicado en el laboratorio de calidad de leche caprina del INTA Salta: pH (potenciometría), acidez (IRAM14005), materia grasa (IRAM 14003), recuento total de bacterias mesófilas (IDF:1991a ), recuento de coliformes totales y fecales (IDF: 1998). La leche cruda fue calentada a 40°C (termizada) para ser dividida en dos alícuota iguales en las cuales se midió lipólisis (Deeth *et al*. 1975) con y sin tratamiento térmico previo. Los tratamientos térmicos aplicados fueron: sobre 4 muestras: 20-25 minutos hasta llegar a 65°C, luego 25 minutos a esta temperatura (T1) y sobre 12 muestras: 10-12 minutos hasta 65°C y 25 minutos a esta temperatura (T2). El desvío estándar y coeficiente de variación de la técnica de medición de lipólisis como ácidos grasos libres totales (AGLT) fue 0,046  $\mu\text{eq/ml}$  y 2,61% respectivamente. Se utilizó t-student para comparación de medias, nivel de significancia 0,05.

### **Resultados y discusión**

Las muestras de leche mostraron calidad higiénica-sanitaria normales: pH 6,61( $\pm 0,11$ ); acidez 11,34( $\pm 0,29$ ) °D; conteo total de mesófilos aerobios  $3,3 \times 10^7$  ufc/ml, conteo de coliformes totales  $1 \times 10^5$  ufc/ml y de coliformes fecales  $5,9 \times 10^3$  ufc/ml. Los valores encontrados concuerdan con los de Morgan *et al* 2003, quienes obtuvieron los siguientes valores promedios en parámetros de calidad de leche caprina de tambos en Grecia, Portugal y Francia: pH entre 6,75 y 6,41; acidez 18-14 °D; mesofilos aerobios entre  $6,4 \times 10^7$  y  $2,66 \times 10^4$  ufc/ml, coliformes totales  $5,03 \times 10^6$  y  $1,06 \times 10^2$  ufc/ml y grasa entre 5,4 y 3,4 %. En consecuencia, es posible suponer que la lipólisis cuantificada para leche cruda es producto de la lipólisis espontánea al actuar la lipoproteína lipasa nativa de la leche, sumada a la lipólisis microbiana y, ambas, propiciadas por el trabajo mecánico de ordeño (lipólisis inducida), ya que no hubo posterior bombeo ni acopio en tanques de frío.

En la Tabla 1 se muestran los parámetros estadísticos resultantes de las mediciones. La concentración de ácidos grasos libres totales (AGLT) es el indicador de lipólisis. Los valores de desarrollo de lipólisis obtenidos están dentro del rango mencionado por Morgan *et al* (2001); estos autores reportan que valores entre 0,1 y 1,9 g Acidez oleica cada 100g de materia grasa (gAO/100g MG) son considerados normales para leche mezcla caprina en Francia. Los valores de lipólisis de la Tabla 1 transformados fueron 1,2 y 1,47 g AO/100g de MG para leche cruda y tratada térmicamente respectivamente. Se usó la equivalencia en la que 1 meq/100g de MG corresponde a 0,28 g de AO

(Meffe, 1994) y densidad de leche caprina 1,034 g/ml para los cálculos. No se cuenta con datos publicados sobre lipólisis de leche caprinas de Argentina. El precedente local más próximo es para leche bovina de la Cuenca Lechera Central, en la que Páez (2005) obtuvo valores entre 0,84 y 1,64  $\mu\text{eq/ml}$  para leche mezcla bovina recién ordeñada, y entre 1,32 y 2,30  $\mu\text{eq/ml}$  para leche de tanque de frío con acopio no mayor a 24 horas.

**Tabla 1:** Parámetros estadísticos de grasa y lipólisis de leche cruda y de leche tratada térmicamente (T1 y T2)

Parámetros	Grasa (%p/p)	Ácidos grasos libres totales ( $\mu\text{eq/ml}$ )	
		Cruda	Tratada térmicamente (T1 +T2)
N° Muestras	16	16	16
Prom.± Inter. Conf.	2,69±0,19	1,193±0,049	1,463±0,075
Máximo	4,4	1,620	1,820
Mínimo	2	0,970	1,100

Se pudo verificar que los tratamientos térmicos aumentan 22,6% el nivel de lipólisis en forma significativa respecto de los valores medidos en leche cruda. Tratamiento térmico suave inactiva las lipoproteín lipasas nativas; la pasteurización destruye los microorganismos presentes pero no sus enzimas, las que permanecen activas. La lipólisis asociada a T1 (AGLT=1,628±0,086  $\mu\text{eq/ml}$ ) fue significativamente mayor a la generada por T2 (AGLT=1,407±0,085  $\mu\text{eq/ml}$ ) en muestras de igual contenido de grasa (2,4%). Esto se puede explicar, considerando que el tiempo de permanencia de las enzimas a temperaturas apropiadas para sus actividades fue mayor en T1 que en T2. Estos resultados deben tomarse como una tendencia ya que se compararon solo dos muestras por cada tratamiento.

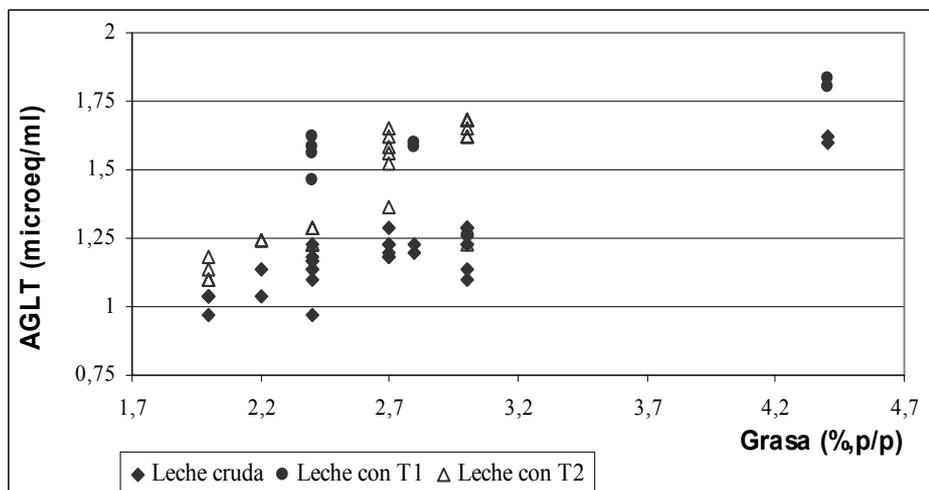
La Figura 1 muestra la correlación ( $r = 0.90$ ) entre la concentración de grasa y de AGLT en leche cruda. El desarrollo de lipólisis aumentó con el incremento de grasa en leche. En esta figura, también es posible distinguir que el tratamiento T1 provocó mayor lipólisis que T2.

En la Tabla 2 se muestran las ecuaciones matemáticas que mejor ajustaron al comportamiento descrito en la Figura 1. El modelo obtenido para T1 debe ser validado ya que fue obtenido a partir de pocos datos experimentales. La concentración de grasa en función a AGLT mostró comportamiento lineal para los tres casos de estudio. La validez de las ecuaciones matemáticas está circunscripta al rango de variación experimental de la grasa (2-4,4%), al biotipo racial Saanen, al tipo de alimentación suministrada a los animales y a la técnica de cuantificación de lipólisis usada.

**Tabla 2:** Ecuaciones matemáticas de AGL totales ( $\mu\text{eq/ml}$ ) en función de la concentración de grasa según tres tratamientos de leche diferentes

Tratamiento	Ecuación	R <sup>2</sup>
Cruda	$AGLT = 0,2291 * MG(\%) + 0,575$	0,82
T1	$AGLT = 0,131 * MG(\%) + 1,235$	0,86
T2	$AGLT = 0,454 * MG(\%) + 0,213$	0,64

**Figura 1:** Cambios en la concentración de AGLT en función del contenido de grasa y tratamiento térmico aplicado



## Bibliografía

- Attaie R y Richter R. 2000. . 7th Internacional Conference on Goat, France.576-579.
- Chillard Y, Ferlay A, Rouel J y Lambert G. 2003. J. Dairy Sci. 86:1751-1770.
- Delacroix-Buchet A y Lamberet G. 2000. 7th Internacional Conference on Goat, France.559-563.
- Deeth H. y Fitz Gerald C. 1975. Australian j of Dairy Tec. 30:109-111.
- Deeth H y Fitz-Gerald C. 1976. The Australian J Dairy Tech. 31:53-64.
- Meffe N. 1994. Recueil de Médecine Vétérinaire Spécial – Qualité du lait. Juin/Juillet:399-409.
- Morgan F, Bodin J y Gaborit P. 2001. Laite. 80:743-756.
- Morgan F, Massouras T, Barbosa M, Roseiro L, Ravasco F, Kandarakis I, BonninV, Fistakoris M, Anifantakis E y Jaubert-Ljutovac K. 2003. Small Ruminant Research. 27:39-49.
- Páez R. 2005. Manual de referencia técnica para el logro de leche de calidad. Cap.5:168-172.
- Park Y. 2001. J. Dairy Sci 84(E.Suppl.):E84-E92.
- Raynal-Ljutovac K, Gaborit P y Lauret. 2005. Small Ruminant Research. 60:167-177.
- Walstra P, Geurts T, Noomen A, Jellema A, van Boekel M. 2001. Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Cap.3:125-126 y Cap. 23:619-622

Presentado en el V congreso Latinoamericano de Especialistas en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos, Mendoza (Argentina) 2, 3 y 4 de mayo de 2007. Libro de resúmenes, pag 181-183