

Efecto de la disminución de la grasa de la leche de oveja sobre el contenido de colesterol en el queso

Por M*Castiella, P Larráyoiz, F.C Ibáñez, P. Torre y A.I.Ordóñez

Universidad Pública de Navarra. Área de Nutrición y Bromatología.
Campus de Arrosadía s/n. 31006 Pamplona. Navarra

RESUMEN

Efecto de la disminución de la grasa de la leche de oveja sobre el contenido de colesterol en el queso.

Los problemas cardiovasculares de la población han provocado la aparición de numerosos productos lácteos desnatados, si bien en el mercado no se encuentran quesos de oveja bajos en grasa.

Se ha estudiado el efecto de la reducción del contenido graso de la leche de oveja utilizada para la elaboración de queso, sobre el contenido graso, el extracto seco y el colesterol en quesos de 60, 90 y 120 días de maduración.

Las muestras elaboradas con leche reducida en grasa retienen menos el agua al final de la maduración. El contenido en colesterol sobre extracto seco aumentó significativamente a lo largo de la maduración en los quesos reducidos en grasa.

Una reducción del 50% de la grasa de la leche de partida produce una disminución del 33% de la grasa y del 25% del colesterol en el queso, respectivamente. Una reducción del 75 % produce una disminución del 50% de la grasa y del 50% del colesterol en queso.

Una ración de queso maduro de oveja (60 g) elaborado con leche de 2, 4 y 8% de grasa supone un aporte de colesterol del 21,8, 30,4 y 41,4% de las recomendaciones máximas diarias para la población española (300 mg colesterol/día).

PALABRAS-CLAVE: *Colesterol - Cromatografía de gases (CG) - Queso bajo en grasa - Leche de oveja.*

SUMMARY

Effect of the reduction of the ewe's milk fat on the cholesterol content in cheese.

Cardiovascular problems among the population have caused the presence of numerous low fat products in the dairy market, however no low fat ewe's milk cheeses have been commercialized.

The effect of the reduction in the fat content of ewe's milk destined for cheese making on the fat, dry matter and cholesterol contents of cheeses ripened for 60, 90 and 120 days has been studied.

Cheeses elaborated from low fat milks retained less water at the final stage of ripening.

The cholesterol content expressed as a percentage of dry matter significantly increased during the maturation of low fat cheeses.

A reduction of 50% in the fat content of ewe's milk produced a decrease in fat and cholesterol of 33% and 25% respectively in the cheese. A reduction of 75% in the fat content of ewe's milk produced a reduction in fat and cholesterol of 50% in the cheese.

One portion of ripened ewe's milk cheese (60 g) elaborated from 2, 4, and 8% of fat content contributes to 22, 30 and 41% of the recommended daily allowances (RDAs) for the Spanish population (300 mg of cholesterol per day).

KEY-WORDS: *Cholesterol - Ewe's milk - Gas chromatography - Low fat cheese.*

1. INTRODUCCIÓN

La grasa láctea está compuesta en su mayor parte por triglicéridos (el 98.7% del total) y una reducida proporción de diglicéridos, monoglicéridos y ácidos grasos libres. De dicha fracción saponificable, los ácidos grasos saturados representan el 63% del total mientras que los monoinsaturados y poliinsaturados representan el 35% y el 4% respectivamente (Jensen *et al.*, 1991).

Otro tipo de lípidos (fracción insaponificable, inferior al 1%) está presente como fosfolípidos, cerebrósidos y esteroides, además de otros componentes como vitaminas liposolubles (A, D y E principalmente), y compuestos volátiles como lactonas, aldehídos y cetonas (Staniewski *et al.*, 1995; Banks, 1991). Los esteroides, de los cuales el principal componente es el colesterol, son los compuestos mayoritarios de la fracción insaponificable, representan el 0,3-0,4% de la grasa láctea total (Bitman y Wood, 1990).

La grasa de la leche varía cualitativa y cuantitativamente de acuerdo con factores ambientales, como la alimentación, clima y factores genéticos como la especie y la raza del animal (Palmquist *et al.*, 1993; Walstra y Jenness, 1987). Así la leche de oveja presenta una concentración media de grasa de 7,5% frente al 3,5% y 4,3% que presentan la leche de vaca y cabra, respectivamente (Alais, 1985; Veisseyre, 1980). Respecto a la composición grasa, los ácidos grasos saturados de cadena corta (ácido butírico, caproico, caprílico, cáprico y láurico) suponen el 20-25% de las grasas lácteas de cabra y oveja, frente al 10-12% en la leche de vaca. Por el contrario, el contenido en ácidos grasos insaturados es mayor en la leche de vaca que en la de oveja (Nájera *et al.*, 1993).

En cuanto a los niveles de colesterol, proporcionales al porcentaje en grasa de la leche de partida, pueden variar dependiendo de múltiples factores como la procedencia de la leche de partida, el proceso de elaboración, la época del año (De la Fuente y Juárez, 2001). Por tanto, quesos elaborados con leche de oveja, presentan contenidos de colesterol entre 100 y 150 mg/100 g de queso fresco superiores a los elaborados con leche de vaca cuyos contenidos en colesterol oscilan entre 50 y 100 mg/100 g de

queso fresco (Fox *et al.*, 1996; Holland *et al.*, 1989). Las diferencias son más marcadas según el proceso de elaboración del queso, así quesos madurados presentan un contenido en colesterol superior a los frescos, por ejemplo el queso Brie presenta un contenido en colesterol de 120 mg/100 g frente al queso Burgos con un contenido en colesterol de 78 mg/100 g (USDA, 2002). El contenido de colesterol en la grasa láctea también varía según la estación del año de recogida de la leche. Staniewski *et al.* (1995) observaron que los valores máximos de colesterol correspondieron a las muestras de leche en verano mientras que los mínimos a las muestras en invierno.

El colesterol en los productos lácteos se encuentra en forma de colesterol libre y esterificado, siendo el primero susceptible a fenómenos de oxidación (Bösinger *et al.*, 1993). El contenido de colesterol en la leche de vaca se sitúa entre 10 a 14 mg por 100 g de producto (Aigster *et al.*, 2000; Kizsa y Juskiwicz, 1998), no existen datos en la bibliografía sobre el contenido de colesterol en la leche de oveja.

Estudios realizados en modelos animales sobre el efecto de dietas ricas en grasa saturada y colesterol muestran el rápido desarrollo de lesiones arteriales parecidas a la arteriosclerosis humana (Gurr, 1992a). Actualmente se acepta que no todos los ácidos grasos saturados producen un aumento de colesterol sérico (Gurr, 1992 b; Ney, 1991) y que el desarrollo de enfermedades cardiovasculares depende también de otro tipo de factores, de tipo ambiental (ingesta de alcohol, tabaco, falta de ejercicio,...) y genéticos (Garrido y Mata, 1996).

Por otro lado se sabe que el efecto hipercolesterolemizante de los ácidos grasos saturados se ejerce por disminución del aclaramiento plasmático de las LDL (lipoproteínas de baja densidad) al producirse, entre otras causas, un descenso de la actividad de los receptores celulares específicos (Nicolosi *et al.*, 1990). Al no poder ser captadas por las células del organismo las LDL se acumulan en sangre y tienden a depositarse en las paredes de las arterias estrechando de forma brusca (infarto) o progresiva (insuficiencia) el calibre de las mismas con el consiguiente déficit de riego sanguíneo (Fernández, 1994).

Sin embargo, hay que señalar que existe una cierta controversia sobre la implicación de los productos lácteos en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, ya que si bien la grasa láctea posee una relación baja de ácidos grasos insaturados frente a saturados, el porcentaje de contribución de colesterol a la dieta es del 6% para la leche y del 8% para el queso, mucho menor que el 43% para la carne y 39% en huevos (O'Donell, 1993).

Por todo esto la industria láctea ha experimentado en los últimos años una disminución brusca en las ventas de productos lácteos elaborados con leche entera, y continuamente están surgiendo nuevos productos lácteos elaborados con leche baja en gra-

sa o grasa láctea sustituida (Goodridge *et al.*, 2001; Kolanowski *et al.*, 1999; Perry *et al.*, 1998).

A pesar de la elevada aceptación del queso de leche de oveja existe una baja oferta en el mercado quesos de leche de oveja bajos en grasa. Además es de gran importancia el conocimiento del aporte total de grasa y colesterol en el queso, especialmente cuando se trata de quesos elaborados a partir de leche de oveja reducida en grasa.

Por todo ello, el objetivo del presente trabajo ha sido determinar el efecto de la reducción del contenido en grasa de la leche sobre el contenido total de grasa y colesterol en queso a lo largo de la maduración, como fase preliminar para el desarrollo de un queso de oveja bajo en grasa.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materia prima

La leche cruda de oveja (8% de materia grasa) fue recogida de una explotación ganadera de Navarra y transportada a la planta piloto en el mismo día de elaboración del queso. Tras el desnatado con una desnatadora eléctrica modelo Elecrem 3 325 L/H, se obtuvo una nata con un 50% de materia grasa. A la leche desnatada se le añadió nata hasta conseguir dos tipos de leche de oveja con un porcentaje en grasa total del 2 y 4% respectivamente.

2.2. Elaboración de queso

Los quesos se elaboraron siguiendo el procedimiento tradicional que se utiliza para quesos de oveja de pasta prensada. La leche de partida fue calentada a 22 °C, y se le añadió 1,2 dosis de cultivo iniciador (Ezal®, Dangé Saint-Roman, France) por 100 L y se dejó actuar durante 30 min. Se añadió cuajo (Fuerza 1:10000) en una cantidad de 3 mL por 10 L, con el cual la coagulación se produjo entre 40 y 50 min a 32 °C. La cuajada obtenida fue cortada y agitada durante 30 min y llevada a una temperatura de recalentamiento de 38 °C, para facilitar el desuerado. La cuajada fue introducida en moldes cilíndricos y presionada durante 3 h con una fuerza de prensado de 2.5 Kg/cm² a 20 °C. Los quesos fueron llevados a salmuera en una solución saturada de NaCl durante 16 horas a 15 °C y fueron almacenados durante 2 semanas en una cámara de aireación a 11 °C y una humedad relativa del 75%, para la formación de la corteza. Después de este periodo fueron llevados a una cámara de maduración a 10 °C y una humedad relativa del 85% hasta el análisis.

2.3. Diseño experimental

Se elaboró un lote control con leche del 8% de materia grasa y otros dos lotes con leches del 2 y

4%. Estas elaboraciones se realizaron por triplicado con un intervalo de separación de 15 días. En total se realizaron nueve elaboraciones de queso.

2.4. Muestreo y análisis

Se tomaron muestras de cada elaboración a los 60, 90 y 120 días de maduración. Se realizaron análisis de grasa, extracto seco y colesterol y las medidas se realizaron por duplicado.

2.5. Análisis fisicoquímicos

La grasa fue determinada según la norma ISO 33 433 (1975). El extracto seco fue determinado de acuerdo a la norma FIL-IDF 4 (1986). El análisis de colesterol se realizó sobre la fracción insaponificable, modificando el método descrito por Hurst *et al.* (1983). Para ello se tomaron 10 g de queso a los que se añadió 1 mL de 5 α -colestano (1 mg/mL) como patrón interno. Se introdujeron en un matraz de 500 mL de fondo plano y se les adicionó 50 mL de hidróxido potásico metanólico 2N. La mezcla se puso a calentar a reflujo durante 30 min. La solución resultante se llevó a un embudo de decantación, se lavó el matraz de 500 mL donde se realizó la saponificación con dos volúmenes de 25 mL de agua destilada que también se llevaron al embudo. Posteriormente se añadieron 10 mL de cloruro sódico al 10%.

La extracción se realizó dos veces, utilizando en cada una de ellas, 100 mL de una mezcla de éter etílico/éter de petróleo (1:1), mediante agitación vigorosa. Las fases etéreas de las dos extracciones se recogieron y se evaporaron en rotavapor a 30 °C. La fracción grasa resultante se llevó a una estufa a 102 °C durante 30 min y el residuo insaponificable se recuperó en 4 mL de cloroformo guardándose a -20 °C hasta su análisis.

Los reactivos empleados fueron de calidad para cromatografía, Panreac (Montcada y Reixat, España), el patrón de colesterol y el patrón interno 5 α -colestano fueron de Sigma Chemical Co (St. Louis, MO, USA).

La determinación del colesterol en el extracto se realizó por cromatografía de gases en un cromatógrafo 5890 HP (Hewlett Packard Co, Avondale, PA, USA). La separación cromatográfica de los analitos extraídos se realizó en una columna capilar de Teknokroma compuesta por 5% difenil, 95% dimetilpolisiloxano, de 30 m de longitud, 0,22 mm de diámetro interno y 0,22 μ m de película interna. Se empleó helio como gas portador a un flujo constante de 1 mL/min. El inyector y el detector de ionización de llama se mantuvieron a 300 y 320 °C respectivamente. El horno se mantuvo en isoterma a 280 °C. La relación de *split* fue 1/100.

La cuantificación se realizó por el método del patrón interno, utilizando 5 α colestano (1 mg/mL) con

un 99% de pureza. Para correlacionar la lectura cromatográfica (área bajo la curva) con la concentración de colesterol se preparó una solución madre de colesterol (3,125 mg/mL) y se hicieron a partir de ella 5 diluciones de concentración decreciente hasta 0,625 mg/mL. Se construyó la recta de calibración obteniéndose un coeficiente de correlación (*r*) de 0.988.

2.6. Análisis estadísticos

Para verificar la bondad de ajuste de los datos a la distribución normal (Montgomery, 1996) se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov que se basa en el cálculo de siguiente ecuación:

$$D = \max[F_t(x) - F_o(x)]$$

Siendo $F_t(x)$ la distribución acumulativa teórica y $F_o(x)$ la distribución acumulativa observada. La hipótesis nula (H_o) se fija en que la diferencia máxima entre la distribución de los *N* valores observados y la distribución normal (valores teóricos) se debe al azar, para un nivel de significación $\alpha = 5\%$ (prueba bilateral).

Para detectar las diferencias, si las hubiera, entre los distintos lotes y según los factores: contenido en grasa de la leche de partida y el tiempo de maduración, se aplicó un análisis factorial de la varianza (Moore, 1995). En aquellos casos en que se registraron diferencias significativas entre variables, se aplicó una prueba de comparaciones múltiples a posteriori (Diferencia Mínima Significativa, DMS) para establecer entre qué niveles existían diferencias.

Todos los análisis se llevaron a cabo con ayuda del paquete estadístico SPSS versión 10.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA) (Etxeberria *et al.*, 1991).

3. RESULTADOS

3.1. Extracto seco

Como se observa en la Tabla I el contenido de extracto seco de los quesos aumenta ligeramente a lo largo de la maduración, como era de esperar, la muestra del 8% de materia grasa de la leche de partida es la que presenta el valor máximo de extracto seco, 70% a los 4 meses de maduración, valor similar al queso D.O Roncal y al queso Manchego con valores de extracto seco entre 65 y 70% (M.A.P.A, 1991; Ortín y Sanchez-Algaba, 1990).

En la Fig. 1 se muestra la evolución del extracto seco de las muestras de queso a lo largo de la maduración. Se observa que las muestras de queso elaboradas con el 2 y 4% de materia grasa de la leche de partida presentan un comportamiento similar. En éstas, la pérdida de agua aumenta a lo largo de

Tabla I
Valores medios y desviaciones estándar del contenido en grasa (g/100 g de extracto seco) y extracto seco (%) en queso de leche de oveja con distinto porcentaje en materia grasa en la leche de partida y con un periodo de maduración de 60, 90 y 120 días. (n=6)

Parámetros	Grasa leche (p/v)	Tiempo de maduración (días)		
		60	90	120
Grasa (g/100 g ES)	2	23,5 ± 2,6 ^{1c}	22,9 ± 1,6 ^{1c}	25,3 ± 0,6 ^{1c}
	4	37,1 ± 3,3 ^{1b}	36,4 ± 1,3 ^{1b}	41,1 ± 5,6 ^{1b}
	8	55,4 ± 1,3 ^{2a}	54,2 ± 0,7 ^{2a}	59,9 ± 0,9 ^{1a}
Extracto seco (ES) (%)	2	60,17 ± 3,25 ^{2b}	62,50 ± 3,15 ^{12b}	64,83 ± 0,75 ^{1c}
	4	64,33 ± 3,72 ^{1a}	65,67 ± 4,03 ^{1b}	68,33 ± 1,32 ^{1b}
	8	67,67 ± 1,51 ^{2a}	70,00 ± 2,37 ^{1a}	70,17 ± 1,42 ^{1a}

- Columnas: compara días de maduración y filas. % grasa de la leche de partida.
- Superíndices: «números» compara días de maduración (lectura horizontal) y «letras» % grasa de la leche de partida (lectura vertical), diferentes números o letras significan: P < 0,05.

la maduración (tendencia exponencial), siendo la pérdida total del 4%. En cambio, en las muestras del 8% de materia grasa en la leche de partida la pérdida de agua se da entre el día 60 y 90, a partir de los 90 días se mantiene constante (tendencia logarítmica), siendo la pérdida total del 3%. Por tanto se podría decir que las muestras elaboradas con leche reducida en grasa retienen menos el agua al final de la maduración, lo que explica que al final de este periodo estas presenten una textura excesivamente firme y seca (Irigoyen *et al.*, 2002).

3.2. Grasa

El análisis de la varianza unifactorial (ANOVA) mostró que no existían diferencias significativas (p < 0,05) en el contenido en grasa y extracto seco entre

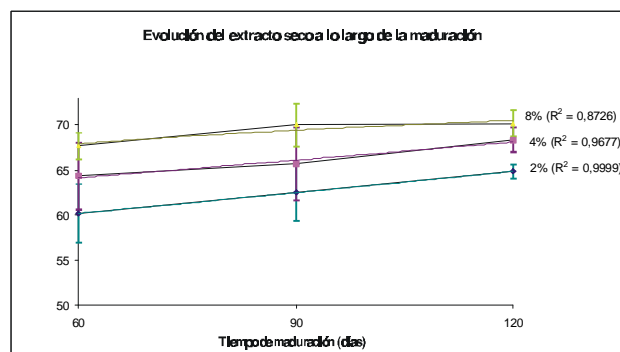


Figura 1

- . Evolución del extracto seco (ES) a lo largo de la maduración en quesos de leche de oveja elaborados con distinto porcentaje de materia grasa (M.G.) en la leche de partida.

las elaboraciones realizadas por triplicado de un mismo lote de queso.

En la Tabla I se muestran los valores medios de porcentaje en grasa sobre extracto seco y el extracto seco de los quesos en función del porcentaje graso de la materia prima y el tiempo de maduración.

A la vista de los resultados, el contenido en grasa no varía significativamente a lo largo de la maduración, a excepción de la muestra del 8% que presenta un porcentaje graso superior a los 120 días de maduración (p < 0,05). En diversos estudios realizados con quesos de oveja elaborados con leche reducida en grasa se observó un incremento en el contenido en grasa a lo largo de la maduración siendo estas diferencias no significativas (Katsiari y Voutsinas, 1994a y 1994b; Nájera *et al.* 1994; Fernández-Salguero *et al.*, 1986).

Las diferencias encontradas en el contenido en grasa de las muestras de queso según el porcentaje en grasa de la leche de partida, en todos los casos son muy significativas (p,001). Como era de esperar la muestra del 8% presenta el valor máximo de grasa, 42 g/100 g de queso fresco a los 4 meses de maduración.

En la Tabla II se muestra el efecto de la reducción del contenido en grasa de la leche de partida sobre la reducción del contenido en grasa en el queso. Se observa que una reducción del porcentaje en grasa de la leche del orden del 50% (tanto del 8% al 4% como del 4 al 2%) produce una reducción del porcentaje en grasa del queso en torno al 35%, mientras que una reducción del 75%, en la leche del 8 al 2% de materia grasa, produce una reducción en el contenido en grasa del queso en torno al 57%.

Tabla II
Efecto de la reducción del contenido en grasa de la leche de partida sobre la reducción del contenido en grasa y colesterol del queso

Reducción del contenido en grasa de la leche (%)	Tiempo de maduración (días)	Reducción de contenido en grasa (%)	Reducción de contenido en colesterol (%)
50	60	34,9	25,4
	90	35,0	24,0
	120	34,8	24,4
75	60	57,6	44,5
	90	57,8	42,1
	120	58,0	42,8

Tabla III
Valores medios y desviaciones estándar del contenido en colesterol (mg/100 g de extracto seco) en queso de leche de oveja con distinto porcentaje en materia grasa en la leche de partida y con un periodo de maduración de 60, 90 y 120 días. (n=6)

Parámetro	Grasa leche (p/v)	Tiempo de maduración (días)		
		60	90	120
Colesterol (mg/100 g ES)	2	152,8 ± 23,7 ^{2c}	160,0 ± 18,0 ^{12c}	169,0 ± 18,9 ^{1c}
	4	197,0 ± 33,5 ^{2b}	203,3 ± 25,7 ^{12b}	222,2 ± 21,0 ^{1b}
	8	275,3 ± 43,5 ^{1a}	276,5 ± 10,1 ^{1a}	295,2 ± 32,7 ^{1a}

3.3. Colesterol

El análisis de la varianza unifactorial (ANOVA) mostró que no existían diferencias significativas ($p < 0,05$) en el contenido de colesterol entre las elaboraciones realizadas por triplicado de un mismo lote de queso.

En la Tabla III se muestran los valores medios de colesterol de los quesos en función del porcentaje en grasa de la leche de partida y el tiempo de maduración.

El contenido en colesterol aumenta ligeramente conforme lo hace el tiempo de maduración, estas diferencias son significativas para las muestras del 2 y 4%. En contraposición algunos estudios realizados sobre la evolución de colesterol a lo largo de la elaboración del queso y su conservación han demostrado que el contenido de colesterol disminuye. Según Boudreau y Arul (1993) el colesterol se transforma por la enzima "colesterol-reductasa" en coprostanol. Además las bacterias *Lactobacillus acidophilus* y

Enterococcus faecium son capaces de asimilar el colesterol para sus reacciones bioquímicas causando su disminución (Rosi *et al.*, 1994). El colesterol a su vez es susceptible a fenómenos de oxidación debido a temperaturas altas de almacenamiento, condiciones de elaboración, originándose así los óxidos de colesterol (Nielsen *et al.*, 1996; Guardiola *et al.*, 1995).

El aumento obtenido en el presente trabajo podría estar relacionado con procesos de lipólisis que se dan a lo largo de la maduración, es decir por hidrólisis de colesterol esterificado, originándose así colesterol libre.

Como era de esperar el colesterol aumenta conforme lo hace el contenido en grasa de la leche de partida, siendo las diferencias entre las muestras, según su contenido en grasa, muy significativas ($p < 0,001$).

En el presente estudio el contenido de colesterol medio en quesos elaborados a partir de leche de oveja con un contenido en grasa del 8, 4 y 2%, es de

200, 150 y 100 mg de colesterol/100 g de queso fresco respectivamente a los 4 meses de maduración. El contenido de colesterol del queso control es ligeramente superior a otros quesos elaborados con leche de oveja que presentan contenidos de colesterol en torno a 150 mg/100 g de queso fresco, como el queso Manchego con un contenido en colesterol de 153 mg/100 g de queso fresco (USDA, 2002). Estas diferencias podrían ser debidas a los métodos analíticos empleados para la extracción del colesterol y al porcentaje en grasa de la leche de partida.

En la Tabla II se muestra el efecto de la reducción de contenido en grasa de la leche de partida sobre la reducción en el contenido de colesterol en el queso.

Se observa que una disminución del 50% en el contenido en grasa de la leche de partida de las muestras se traduce en una reducción media de un 25% en el contenido de colesterol en el queso. Y una disminución del 75% en el contenido en grasa de la leche de partida produce valores inferiores del contenido de colesterol en el queso de un 43%. Dichos resultados concuerdan por los encontrados por Salem y Abeid (1997) en el queso Domiati (elaborado con leche de vaca) donde una disminución del 33 y 66% del contenido en grasa supuso un menor contenido en colesterol de un 19 y 30% respectivamente.

4. CONCLUSIONES

El contenido medio de colesterol de queso con 4 meses de maduración y elaborado con leche de oveja con un contenido en grasa del 8, 4 y 2% es respectivamente de 200, 150 y 100 mg en 100 g de queso fresco.

El contenido en colesterol (calculado sobre extracto seco) aumenta ligeramente a lo largo de la maduración.

Una reducción del 50% del contenido en grasa de la leche de partida supone una reducción del contenido en grasa del queso de la tercera parte del contenido total de grasa y de una cuarta parte de colesterol, mientras que una reducción del 75% supone una reducción del contenido en grasa y colesterol del queso a la mitad.

Desde el punto de vista nutricional, el consumo de una ración de queso maduro de oveja (60 g) con un contenido en materia grasa de la leche de partida de un 8, 4 y 2% supone un 41, 30 y 22% de la cantidad diaria recomendada: 300 mg colesterol/día (Varela, 1994).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Departamento de Educación del Gobierno de Navarra por la financiación del presente estudio (1999/2000).

BIBLIOGRAFÍA

- Aigster A.; Sims, C; Staples C; Schmidt R; O'Keefe SF (2000). Milk having normal and high oleic fatty acid compositions. *J. Food Sci.*, **65** (5), 920-924.
- Alais Ch. (1985). Ciencia de la leche. Ed.Reverté, S.A. Barcelona.
- Banks W (1991). Milk lipids. *Bulletin IDF* **260**, 3-6.
- Bitman J; Wood D.L (1990). Changes in milk fat phospholipids during lactation. *J. Dairy Sci.*, **73**, 1208.
- Bösinger S; Luf W; Brandl E (1993). Oxysterols: their occurrence and biological effects. *Int. Dairy Journal*, **3**, 1-33.
- Boudreau A; Arul J (1993). Cholesterol reduction and fat fractionation technologies for milk fat: an overview. *J. Dairy Sci.*, **76**, 1772-1781.
- De la Fuente M.A., Juárez M (2001). Los quesos: una fuente de nutrientes. *Alim. Nutr. Salud*, **8** (3), 75-83.
- Etxeberria J., Joaristi L., Lizasoain L. (1991). Programación y análisis estadísticos básicos con SPSS/PC: Cap. **20**, 243-255. Ediciones Paraninfo S.A. Madrid.
- Fernández P.M (1994). Colesterol: funciones metabólicas, aspectos clínicos y niveles recomendables. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, 33-37.
- Fernández-Salguero J., Florido S., Alcalá M; Marcos A., Esteban M.A. (1986). Composición en ácidos grasos de algunos quesos madurados por hongos. *Grasas y Aceites*, **37** (3), 152-155.
- Fox P.F; O'Connor T.P; McSweeney P.L.H (1996). Cheese: physical, biochemical, and nutritional aspects. *Advances in Food and Nutrition Res.*, **39**: 163-328.
- Garrido J.A., Mata P (1996). Dieta y arterioesclerosis. Metabolismo lipídico. Sociedad y colesterol. *Fundación Jiménez-Díaz. Universidad Complutense de Madrid*.
- Goodridge J; Ingalls J.R; Crow G.H (2001). Transfer of omega-3 linolenic acid and linoleic acid to milk fat from flaxseed or linola protected with formaldehyde. *Canadian Journal of Animal Sci.*, 525-532.
- Guardiola F; Codony R; Rafecas M; Boatella J (1995). Formación de derivados oxidados del colesterol en alimentos. *Grasas y aceites*, **46**(3), 202-212.
- Gurr M.I (1992a). Role of fats in food and nutrition. *Elsevier Science Publishers Ltd, Essex, England*.
- Gurr M.I (1992b). Milk products: contribution to nutrition and health. *J. Soc. Dairy Technol.*, **45**, 61.
- Hurst W.J., Aleo M.D., Martin R. A. (1983). High liquid chromatographic analysis of cholesterol in milk. *J. Dairy Sci.*, **66**, 2192-2194.
- Holland B., Unkid J.D., Buss D.H. (1989). The composition of foods Editorial Royal Society of Chemistry. *Ministry of Agriculture, Fisheries and Food*.
- Irigoyen A; Castiella M; Orodñez A.I; Torre P; Ibañez F.C (2002). Sensory and instrumental evaluations of texture in cheeses made from ovine milks with differing fat contents. *J. Sensory Studies*, **17**, 145-161.
- Jensen R.G; Ferris A.M; Lammi-Keefe C.J (1991). The composition of milk fat. *J. Dairy Sci.*, **76**, 1753.
- Katsiari M.C; Voutsinas L.P (1994a). Manufacture of low-fat Feta cheese. *Food Chem.*, **49**,53-60.
- Katsiari M.C; Voutsinas L.P (1994b). Manufacture of low-fat Kefalograviera cheese. *Int. Dairy Journal*, 533-553.
- Kizsa J; Juskiewicz M (1998). Changes of fat and cholesterol during the manufacture of some cheeses. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, **7/48** (2), 251-258.
- Kolanowski W; Swiderski F; Berger S (1999). Possibilities of fish oil application for food products enrichment with

- ω -3 PUFA. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **50**, 39-49.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1991). Reglamento de la Denominación de Origen Queso Roncal y su Consejo Regulador. *B.O.E.*, **63**.
- Montgomery D.C. (1996). Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. *Cap 3*, 41-57, *cap 7*, 147-159.
- Moore D.S. (1995). Estadística aplicada básica. *Cap. 9*, 565-595. Antoni Bosch editor. Barcelona
- Nájera A.I., Barrón L.J.R., Barcina Y (1993). Revisión: Composición de la fracción lipídica del queso de vaca, oveja y cabra, y la influencia sobre su calidad. *Rev. Esp. Cienc. Technol. Aliment.*, **33** (4), 345-363.
- Nájera A.I.; Barrón L.J.R.; Barcina Y (1994). Changes in free fatty acids during the ripening of Idiazabal cheese: influence of brining time and smoking. *J. Dairy Res.*, **61**: 281-288.
- Ney D.M (1991). Potencial for enhancing the nutritional properties of milk fat. *J. Dairy Sci.*, **74** (11), 4002-4012.
- Nicolosi R.J.; Stucchi A.F.; Kowwala M.C (1990). Effect of dietary fat saturation and cholesterol on LDL composition and metabolism. *Arteriosclerosis*, **10**, 119-128.
- Nielsen J.B.H; Olsen C.E; Lyndon J; Sorensen J; Skibsted L.H (1996 b). Cholesterol oxidation in feta cheese produced from high-temperature bleached and from non-bleached butteroil from bovine milk. *J. Dairy Res.*, **63**, 615-621.
- Norma FIL-IDF 4 (1986). Determinación del extracto seco en queso. En "Métodos oficiales de análisis. Tomo I". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Norma ISO 33 433 (1975). Determinación del contenido en grasa. Método de Van Gulik.
- ODonell J.A. (1993). Future of milk fat modification by production or processing: integration of nutrition, food science and animal science. *J. Dairy Sci.*, **76**, 1782.
- Ortin L; Sanchez-Algaba T (1990). Composición media de la leche y productos lácteos. Diez años de control analítico: 1977-1987. *Alimentaria*, 31-34.
- Palmquist D.L; Beaulie A.D; Barbano D.M (1993). Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.*, **76**, 1753.
- Perry D.B; McMahon D.J; Oberg C.J (1998). Manufacture of low fat mozzarella cheese using exopolysaccharide-producing starter cultures. *J. Dairy Sci.*, **81**: 563-566.
- Rosi E.A; De Giori G.S; De Ruiz Holgado A.P; De Valdez G.F (1994). In Vitro effect of *Enterococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus* on cholesterol. *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, **12**, 267-270.
- Salem A., Abeid A.M. (1997). Low sodium and cholesterol Domiati cheese. *Egyptian J. Dairy Sci.*, **25**, 123-124.
- Staniewski B., Kisza J., Juskiwicz M. (1995). Relationship between fatty acid composition and reduction of cholesterol in milk fat upon dry crystallization. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, **4/45** (3), 43-51.
- U.S Department of Agriculture. National nutrient database for estándar (2002). Nutritive value of foods. *U.S. Government Printing Office, Washington, DC, Bulletin*, **72**.
- Varela G. (1994). Tabla de ingestas recomendadas en Energía y nutrientes para la población española. Universidad Complutense de Madrid.
- Veisseyre R (1980). Lactología técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. Ed. Acribia, Zaragoza.
- Walstra P; Jennes R (1987). Química y Física lactológica. I.S.B.N: **84-200-0594-0** . Editorial Acribia, S.A.

Recibido: Julio 2002
Aceptado: Julio 2003