

¿PUEDE CONSIDERARSE DIFERENTE LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA Y GRASA DE LA LECHE DE CABRA Y VACA?

LAURA SANZ CEBALLOS⁽¹⁾, EVA RAMOS MORALES⁽¹⁾, LUIS PÉREZ MARTÍNEZ⁽²⁾, M^a REMEDIOS SANZ SAMPELAYO⁽¹⁾⁽³⁾, FRANCISCA GIL EXTREMERA⁽¹⁾ Y JULIO BOZA LÓPEZ⁽³⁾⁽⁴⁾

INTRODUCCIÓN

Dadas las propiedades que se le atribuyen, actualmente se tiende a emplear leche de cabra en distintos tipos de alimentos destinados tanto a la infancia como a otros estratos de la población en razón de sus requerimientos específicos (Haenlein, 2004; Park, 2006; Park y Haenlein, 2006). Desde un punto de vista nutritivo, este particular valor se justifica en base a la composición específica que los distintos nutrientes de dicho tipo de leche presenta, especialmente su proteína y grasa, aspectos de composición por los que esta clase de leche se diferencia claramente de la de vaca (Haenlein, 2004; Park, 2006). Desde hace tiempo se viene sugiriendo que el valor de la proteína de la leche de cabra podría resultar mejor que la de vaca, de acuerdo con su utilización tanto a nivel digestivo como metabólico, aspectos que se justifican en base a la distinta composición en fracciones que la proteína de ambos tipos de leche presentan, así como también en base a la diferente disponibilidad energética que para la utilización proteica puede originarse en razón de la distinta composición de la grasa de ambas clases de leche. Dentro de las diferentes clases de caseínas, la leche de cabra alcanza niveles sensiblemente más bajos de α_{s1} -caseína, lo que determina que a nivel del estómago se forme un coágulo más blando y desmoronable, facilitándose

⁽¹⁾ Unidad de Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC). Profesor Albareda, 1. 18008 Granada

⁽²⁾ Puleva Biotech S.A. Camino de Purchil, 66. 18004 Granada, Spain

⁽³⁾ Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental

⁽⁴⁾ Real Academia de Medicina de Andalucía Oriental

la acción de las proteasas gástricas, así como posteriormente, en el intestino, lo que puede originar una más rápida y eficiente digestibilidad (Park, 1994, 2006; López Aliaga et al., 2003): Al mismo tiempo se conoce que la principal diferencia entre la composición de la leche de cabra y vaca, es la que se refiere a la de su grasa. La leche de cabra presenta una grasa cuyo contenido en los llamados triglicéridos de cadena media, formados por ácidos grasos cuya cadena carbonada tiene entre 6 y 14 átomos de carbono, alcanza normalmente un porcentaje cercano al 30%, a diferencia de la de vaca que no presenta de estos compuestos más de un 20% (Haenlein, 2004). Los triglicéridos de cadena media se caracterizan por seguir una vía de utilización distinta de los triglicéridos de cadena larga, utilización que facilita en un principio, su digestión y, después, su aprovechamiento a nivel metabólico como fuente de energía, la que puede ser aprovechada en distintos procesos, como los de mantenimiento e incluso, la síntesis proteica (Velázquez et al., 1996; Matsuo y Takeuchi, 2004; Sanz Sampelayo et al., 2006).

La importancia de la naturaleza de la grasa de la leche de cabra en cuanto a su alto contenido en triglicéridos de cadena media, estriba en el hecho de que sin duda, le hace participar a un bajo nivel del handicap que las grasas de los alimentos de origen animal presentan en razón de estar en su mayor parte, constituidas por triglicéridos formados por ácidos grasos saturados de cadena larga. En este sentido, la abundante bibliografía existente sobre la posible asociación entre el consumo de grasas saturadas y la incidencia de enfermedad cardiovascular así como distintos tipos de cánceres (Lewis, 1988; Sofos et al., 1995), ha provocado en las últimas décadas una desbordante preocupación en los consumidores, lo que ha producido cambios en sus hábitos alimenticios orientando su consumo hacia alimentos ligeros en los que se disminuye o suprime la grasa, llegando incluso a excluirse de la dieta, alimentos tradicionales como la leche entera o distintos derivados lácteos, cambios de hábitos que pueden llegar a provocar problemas carenciales por falta en la dieta de determinados nutrientes (aminoácidos, ácidos grasos esenciales, minerales, vitaminas, etc.) (Blaxter y Webster, 1991; Boza, 1996).

No todas las grasas contribuyen de la misma manera al desarrollo de enfermedad cardiovascular, dependiendo esto del particular metabolismo que cada una presenta en razón de su naturaleza, utilizándose como fuente de energía o depositándose más bien a nivel corporal en mayor o menor grado. En este sentido y aunque el origen de los procesos que constituyen termogénesis (producción de calor asociada a la oxidación de un sustrato en el organismo animal), continua siendo materia de controversia, hoy parece que la naturaleza de la grasa de la dieta resulta ser un factor de

interés a considerar. De distintos tipos de ensayos se desprende que los ácidos grasos poliinsaturados y los de cadena corta y media, se oxidan como fuente de energía más rápida e intensamente que lo hacen los saturados de cadena larga, siendo por tanto depositados en menor cantidad, pudiendo dar lugar en consecuencia, a un incremento de la termogénesis inducida por la dieta (Su y Jones, 1993; Matsuo y Takeuchi, 2004), conociéndose igualmente cómo la presencia de ácidos grasos poliinsaturados o de cadena media, da lugar en virtud de su utilización, a un incremento en la retención de proteína (Su y Jones, 1993; Sanz Sampelayo et al., 2006).

De acuerdo con estos antecedentes, se han llevado a cabo distintos tipos de estudios y ensayos tendentes a establecer comparativamente, la calidad de la proteína y grasa de la leche de cabra y vaca, tanto desde un punto de vista nutritivo como saludable. En base a resultados experimentales obtenidos por nuestro grupo de trabajo (Sanz Ceballos, 2007; Sanz Ceballos et al., 2008a, b), presentamos aquí un resumen de los más indicativos en relación con los aspectos indicados.

UTILIZACIÓN DIGESTIVA Y METABÓLICA DE LA PROTEÍNA DE LA LECHE DE CABRA Y VACA

Los resultados experimentales disponibles referentes a la utilización nutritiva de la proteína de la leche de cabra y vaca, resultaban prácticamente nulos hasta los obtenidos por nosotros en base al empleo en ratas de unas dietas en las que la totalidad de su proteína y grasa procedía de leche de cabra o vaca (Sanz Ceballos, 2007; Sanz Ceballos et al., 2008a). Distintos estudios clínicos realizados en niños que presentaban intolerancia a la proteína de la leche de vaca, deducían que la sustitución de ésta última por la de cabra, originaba una mayor aceptación y utilización digestiva (Fabre, 1997; Grzesiak, 1997; Reinert y Fabre, 1997). Más recientemente, López Aliaga et al. (2003), empleando en ratas unas dietas en las que sólo parte de su proteína procedía de leche de cabra o vaca, determinan una mejor digestibilidad y balances de N, cuando la dieta utilizada era la que incluía proteína de leche de cabra. En nuestros estudios y en base a las dietas diseñadas, se deducía que el aprovechamiento digestivo de la proteína de las diferentes dietas, quedaba establecido por el origen de la misma, no influyendo al respecto la naturaleza de la grasa, obteniéndose mejores resultados cuando la proteína procedía de leche de cabra (Tabla 1). Por tanto, podemos decir que la proteína de este tipo de leche resulta debido a su naturaleza más digestible, absorbiéndose en consecuencia sus aminoácidos más eficientemente que los de la proteína de leche de vaca. En cuanto a las causas que podrían determinar el mejor aprovechamiento digestivo

de la proteína de la leche de cabra frente a la de vaca, distintos autores indican que la digestibilidad de la primera, resulta probablemente más alto, ya que en el estómago llega a formar un coágulo más blando y desmoronable, lo que facilita la acción de las proteasas estomacales, derivándose en consecuencia, una más alta digestibilidad (Park, 1994, 2006). Este distinto comportamiento de la proteína de la leche de cabra y vaca, se debería a su diferente composición, especialmente en lo que a fracciones caseínicas se refiere, presentando tal como nosotros hemos obtenido (Sanz Ceballos, 2007), la proteína de leche de vaca una proporción mayor de α_{s1} -caseína (Haenlein, 2004). En la Tabla 2 recogemos la composición en fracciones de la leche en polvo desnatada de cabra y vaca utilizadas como base de las dietas experimentales por nosotros empleadas. La identificación en la especie caprina de un alto polimorfismo genético ligado a los niveles de α_{s1} -caseína en leche, ha sido la causa por la que el distinto comportamiento de las fracciones caseínicas a nivel estomacal, ha sido puesto de manifiesto (Ambrosoli et al., 1988; Haenlein, 2004). En cuanto al efecto que la naturaleza de la grasa de ambos tipos de leche podría llegar a tener sobre la utilización digestiva de la proteína, Auroseau et al. (1989) comentan cómo los triglicéridos de cadena media pueden dar lugar a una mayor digestibilidad de la proteína, ya que la fácil hidrólisis que estos compuestos presentan a nivel estomacal, facilita la degradabilidad de la proteína contenida en el coágulo que engloba a ambos nutrientes, lo que repercutiría de manera positiva sobre su digestibilidad.

En cuanto a la utilización que la proteína digestible de la leche de cabra o vaca alcanza a nivel metabólico en razón de su naturaleza o de la que presenta su grasa, podemos pensar en el efecto que la grasa de la leche de cabra podría llegar a tener debido a su más alto contenido en triglicéridos de cadena media. Estos compuestos junto con alcanzar una digestibilidad más rápida y eficiente que los de cadena larga (García Unciti, 1996; Alférez et al., 2001), muestran un alto y rápido metabolismo oxidativo, manifestándose como unas excelentes fuentes de energía, la que podría ser utilizada en distintos procesos metabólicos, entre ellos la síntesis proteica (Velázquez et al., 1996; Matsuo and Takeuchi, 2004). De los resultados obtenidos por nosotros (Tabla 1; Sanz Ceballos et al., 2008a), se deduce que la utilización metabólica de la proteína, se muestra dependiente de la fuente de proteína así como de grasa de la dieta, ejerciendo al respecto un efecto positivo, la grasa procedente de leche de cabra. Este “protein sparing effect” de la grasa de la leche de cabra, se debería sin duda, a su particular naturaleza, aspecto constatado al determinar el perfil en ácidos grasos de la grasa de ambos tipos de leche (Tabla 3; Sanz Ceballos, 2007; Sanz Ceballos et al., 2008a).

Si de acuerdo con determinadas propiedades que respecto de la de vaca, a la leche de cabra hoy se le atribuyen, (menor alergenicidad, mayor tolerancia a la lactosa, etc.), se tiende a emplearla como materia prima de diferentes tipos de alimentos lácteos, dirigidos tanto a la infancia como a la tercera edad, los resultados aquí comentados convendría tenerlos en cuenta a la hora de elegir el tipo de leche a utilizar, bien leche entera, semidesnatada o desnatada. En resumen podemos indicar que en razón de su composición particular, la proteína de la leche de cabra resulta más digestible que la de vaca. Junto a esto, la utilización de la proteína digestible, se muestra dependiente tanto de su naturaleza como de la composición de la grasa, deduciéndose en este sentido, la ayuda ejercida por la grasa de la leche de cabra.

UTILIZACIÓN DIGESTIVA Y METABÓLICA DE LA GRASA DE AMBOS TIPOS DE LECHE

Desde hace tiempo se conoce que la grasa de la leche de cabra resulta más digestible que la de vaca. La primera razón indicada al respecto es la de estar la grasa de leche de cabra constituida por glóbulos mucho más pequeños, cuyo diámetro oscila entre 1,5-3,0 μm , a diferencia de los de leche de vaca cuyo diámetro medio es de 4,0 μm (Fahmi et al., 1956), mostrando en consecuencia los primeros, una mayor superficie frente a las lipasas, resultando de ese modo más fácil su digestión. Además, su mayor contenido en triglicéridos de cadena media determina igualmente, un mejor aprovechamiento digestivo ya que las lipasas atacan las uniones ésteres de dichos triglicéridos, mucho más eficientemente que los de cadena larga, haciendo que el proceso de la digestión resulte más rápido y eficiente (Jeness, 1980; Haenlein, 2001). En este sentido, Boza y Sanz Sampelayo (1997), informan de cómo los triglicéridos de cadena media siguen una vía de utilización digestiva diferente de los de cadena larga, ya que los ácidos grasos liberados de su hidrólisis, son capaces de ser absorbidos sin reesterificación en las células intestinales, entrando directamente en el sistema Porta. Su bajo peso molecular y su hidrosolubilidad, facilitan la acción de los enzimas digestivos, haciendo que su hidrólisis sea más rápida y completa que los de los triglicéridos de cadena larga, comenzando a diferencia de estos, su digestión en el estómago, ya que la lipasa gástrica, inicia su hidrólisis en el estómago, la que será completada por la lipasa pancreática a un ritmo cinco veces superior al ejercido en la hidrólisis de los triglicéridos de cadena larga (García Unciti, 1996). Alférez et al. (2001), al utilizar en la rata unas dietas en las que su grasa procedía de leche de cabra o vaca, obtienen una digestibilidad mayor en el primer caso, resultado coincidente con el obtenido recientemente al utilizar dietas cuya proteína y grasa procedía en su

totalidad, de los dos tipos de leche que comparamos (Tabla 1; Sanz Ceballos, 2007). Además del efecto del tamaño del glóbulo de grasa según especie, que sin duda tuvo que darse, el resultado que comentamos se debería al distinto perfil en ácidos grasos de la grasa de las dos clases de leche, aspecto en nuestro caso constatado (Tabla 3).

La utilización de la grasa de una dieta a nivel metabólico, puede ser analizada una vez establecida la utilización metabólica de la energía de la misma, determinándose en relación con la ingesta correspondiente, la energía total retenida a nivel corporal, así como la partición de ésta en energía retenida como proteína y grasa. Respecto del efecto que la naturaleza de la grasa dietética puede tener sobre éste balance energético, es necesario tener en cuenta que la termogénesis inducida por la dieta, juega un importante papel en la regulación del balance energético y, en consecuencia, en la composición corporal (Trayhurn et al., 1982). La composición en macronutrientes afecta a esta termogénesis y por tanto, al flujo total de energía que se pierde a través del organismo (Rothwell, 1979). La naturaleza de la grasa de la dieta en razón de su composición en ácidos grasos, es capaz de influir sobre la termogénesis inducida por la misma y, por tanto, sobre el depósito de grasa a nivel corporal (Shimomura et al., 1990). Distintos resultados experimentales apuntan a considerar que los triglicéridos de cadena media, se oxidan como fuente de energía, más rápida e intensamente que lo hacen los triglicéridos de cadena larga, siendo por tanto depositados a nivel corporal, en menor cantidad, originando un incremento de la termogénesis inducida por la dieta (Su y Jones, 1993; Matsuo y Takeuchi, 2004). En ratas alimentadas a un mismo nivel energético, con dietas que incluían triglicéridos de cadena media larga y saturada, la ganancia de peso y depósito de grasa resultaban menores cuando la dieta incluía triglicéridos de cadena media, deduciéndose igualmente, una tasa de metabolismo basal más alta (Senior, 1990). Matsuo y Takeuchi (2004) informan cómo los triglicéridos de cadena media presentan un particular destino metabólico, lo que origina la diferencia que estos compuestos muestran a nivel de la termogénesis postprandial. Los ácidos grasos constituyentes de estos compuestos, penetran en la mitocondria de las células hepáticas, independientemente de la acil-CoA-carnitina transferasa. El acil-CoA formado en la β -oxidación, puede ser posteriormente oxidado vía ciclo de Krebs, hasta CO_2 más agua (Velázquez et al., 1996). El nivel de enzimas que intervienen en el ciclo de Krebs, considerado como marcador de la capacidad oxidativa en la mitocondria, resulta más alto bajo consumo de triglicéridos de cadena media. En opinión de Matsuo y Takeuchi (2004), esta mayor capacidad oxidativa estaría relacionada con los mecanismos que determinan el menor depósito de grasa bajo consumo de triglicéridos de cadena media, consecuencia de la mayor termogénesis que en base a estos compuestos se produce. Los autores últimamente citados, comentan cómo este

particular metabolismo, está llegando a sugerir la utilidad que los triglicéridos de cadena media podrían llegar a tener en determinados tratamientos de obesidad.

De acuerdo con estos comentarios y teniendo en cuenta la distinta composición de la grasa de la leche de cabra y vaca, los resultados obtenidos en relación con la utilización de la energía (Tabla 1; Sanz Ceballos, 2007; Sanz Ceballos et al., 2008b), pueden claramente ser atribuidos a dicha composición. Bajo consumo de las dietas con grasa de leche de cabra junto a una menor cantidad de energía total retenida, concretamente como grasa, se deducía una mayor pérdida de calor asociada a la oxidación de la misma. Como consecuencia de esto, igualmente se obtenía una más baja eficiencia bruta de utilización de la energía metabolizable ingerida para la retención. Además, y si como ya hemos indicado la energía derivada de la oxidación de la grasa de leche de cabra puede utilizarse para la síntesis proteica, lógica resulta la mayor retención que de energía en forma de proteína igualmente se produce. Por lo tanto, de estos resultados se deduce que la grasa de la leche de cabra en razón de su alto contenido en triglicéridos de cadena media, interviene más activamente que la de vaca, en la termogénesis inducida por la dieta, dando lugar a nivel corporal, a un menor depósito de grasa y mayor de proteína, lo que demuestra la diferente calidad saludable de ambos tipos de grasa.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfárez, M.J.M., Barrionuevo, M., López-Aliaga, I., Sanz Sampelayo, M.R., Lisbona, F., Robles, J.C., Campos MS. 2001. Digestive utilization of goat and cow milk fat in malabsorption syndrome. *Journal Dairy Science* 64: 451-461.
- Aurousseau B, Vermorel M, Theriez M, Vezinhet A. 1989. Effects of substitution of tricapyryling or coconut oil for tallow in milk replacers offered to pre-ruminant lambs. *Annales de Zootechnie* 38: 49-59.
- Blaxter, K.L., Webster, A.J.F. 1991. Animal production and food: real problems and paranoia. *Animal Production* 53: 261-269.
- Boza, J. 1996. Nuevas tecnologías en la mejora de la calidad nutritiva y saludable de la leche de cabra y de sus productos derivados. Proyecto de Investigación (CICYT: ALI96-1024-C02-01).
- Boza, J., Sanz Sampelayo, M.R. 1997. Aspectos nutricionales de la leche de cabra. *ACVAO* 10 109-139.
- Fahmi, A.H., Sirry, I., Safwat, A. 1956. The size of fat globules and the creaming power of cow, buffalo, sheep and goat milk. *Indian Journal of Dairy Science* 9: 80-86.
- Fabre, A. 1997. Perspectives actuelles d'utilisation du lait de chèvre dans l'alimentation infantile. N° 81, pp 123-126. En *Intérêts nutritionnel et diététique du lait chèvre*. G. Freund ed. Les Colloques, INRA Editions, Paris, Francia.
- García Unciti, M.S. 1996. Utilidad terapéutica de los triglicéridos de cadena media (MCT). Dietas cetogénicas en la epilepsia infantil. *Nutrición Clínica* 16: 7-35.

- Grzesiak, T. 1997. Lait de chèvre, lait d'avoir pour les nourrissons. N° 81, pp 127-148. En Intérêts nutritionnel et diététique du lait chèvre. G. Freund ed. Les Colloques, INRA Editions, Paris, Francia.
- Haenlein, G.F.W. 2001. Past, present, and future perspectives of small ruminant dairy research. *Journal of Dairy Science* 84: 2097-2115.
- Haenlein, G.F.W. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* 51: 155-163.
- Jeness, R. 1980. Composition and characteristics of goat milk. Review 1968-1979. *Journal of Dairy Science* 63: 1605-1630.
- Lewis, B. 1988. Nutrition, coronary heart disease and preventive medicine. *Proceedings of the Nutrition Society* 47: 269-295.
- López-Aliaga, I., Alférez, M.J.M., Barrionuevo, M., Nestares, T., Sanz Sampelayo, M.R., Campos, M.S. 2003. Study of nutritive utilization of protein and magnesium in rats with resection on the distal small intestine. Beneficial effect of goat milk. *Journal of Dairy Science* 86: 2958-2966.
- Matsuo, T., Takeuchi, H. 2004. Effects of structural medium –and long–chain triglycerides in diets with various levels of fat on body fat accumulation in rats. *British Journal of Nutrition* 91: 219-225.
- Park, Y.W. 1994. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Ruminant Research* 14: 151-159.
- Park, Y.W. 2006. Goat milk. Chemistry and nutrition. pp. 34-58. En *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Y W Park and G F W Haenlein ed. Oxford: Blackwell Publishing. Oxford, Reino Unido.
- Park, Y.W., Haenlein, G.F.W. 2006. Therapeutic and hypoallergenic values of goat milk and implication of food allergy. pp. 121-135. En *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Y W Park and G F W Haenlein ed. Oxford: Blackwell Publishing. Oxford, Reino Unido.
- Reinert, P., Fabre, A. 1997. Utilisation du lait de chèvre chez l'infant. Experience de Creteil. N° 81, pp. 119-121 En Intérêts nutritionnel et diététique du lait chèvre. G. Freund ed. Les Colloques, INRA Editions, Paris, Francia.
- Rothwell, N.J. 1979. A role for brown adipose tissue in diet-induced thermogenesis. *Nature* 281: 31-35.
- Sanz Ceballos, L. 2007. Caracterización de la leche de cabra frente a la de vaca. Estudio de su valor nutritivo e inmunológico. Tesis Doctoral Universidad de Granada.
- Sanz Ceballos, L., Ramos Morales, E., Pérez Martínez, L., Gil Extremera, F., Sanz Sampelayo, M.R. 2008a. Nitrogen digestion and metabolism of diets with protein and fat from goat milk or cow milk. *Journal Dairy Research* (enviada para su publicación).
- Sanz Ceballos, L., Pérez Martínez, L., Ramos Morales, E., Gil Extremera, F., Sanz Sampelayo, M.R. 2008b. Energy balance and body weight composition in rats fed diets with protein and fat from goat milk or cow milk. *Journal Dairy Research* (enviada para su publicación).
- Sanz Sampelayo, M.R., Fernández, J.R., Ramos, E., Hermoso, R., Gil Extremera, F., Boza, J. 2006. Effect of providing a polyunsaturated fatty acid-rich protected fat to lactating goats on growth and body composition of suckling goat kids. *Animal Science* 82: 337-344.
- Senior, A.R. 1990. Medium Chain Triglycerides. pp 3-6. University of Pennsylvania Press ed. Philadelphia, Pennsylvania, USA
- Shimomura, Y., Tamura, T., Suzuki, M. 1990. Less body fat accumulation in rats fed a safflower oil diet than in rats fed a beef tallow diet. *Journal of Nutrition* 120: 1291-1296
- Sofos, J.N., Harmayani, E., Smith, G.C. 1995. Cholesterol: health effects and potential for reduction. *Nutrition Abstracts and Reviews A* 65: 1-7.
- Su, W., Jones, P.J.H. 1993. Dietary fatty acid composition influences energy accretion in rats. *Journal of Nutrition* 123: 2109-2114.

- Trayhurn, P., Goodbody, A.E., James, W.P.T. 1982. A role for brown adipose tissue in the genesis of obesity? Studies on experimental animals. *Proceedings of the Nutrition Society* 41: 127-131.
- Velázquez, O.C., Seto, R.W., Rombeau, J.L. 1996. The scientific rationale and clinical application of short-chain fatty acids and medium-chain triglycerides. *Proceedings of the Nutrition Society* 55: 49-78.

Tabla 1. Utilización de la proteína y energía de la leche de cabra y vaca. (Datos obtenidos al utilizar en ratas dietas cuya proteína y grasa procedían de leche de cabra o vaca; Sanz Ceballos (2007); Sanz Ceballos et al. (2008a,b))

	Proteína leche de cabra		Proteína leche de vaca	
	Grasa leche cabra	Grasa leche vaca	Grasa leche cabra	Grasa leche vaca
Digestibilidad de la proteína	0,971	0,968	0,941	0,943
PR/PI	0,600	0,581	0,579	0,535
PR/PD	0,617	0,601	0,615	0,567
Digestibilidad de la grasa	0,968	0,914	0,959	0,909
ER/IEM	0,202	0,225	0,207	0,219
ER (kJ/kg ^{0,75} .día)	248,0	266,6	244,8	270,0
ERg/ER	0,598	0,637	0,610	0,654
ERp/ER	0,402	0,363	0,390	0,346
PC (kJ/kg ^{0,75} .día)	978,1	920,9	944,8	965,4
PCg/PC	0,114	0,083	0,108	0,085
PCp/PC	0,023	0,029	0,025	0,031

PR = proteína retenida; PI = proteína ingerida; PD = proteína digestible; ER = energía total retenida; IEM = ingesta de energía metabolizable; ERg = energía retenida como grasa; ERp = energía retenida como proteína; PC = producción de calor total; PCg = producción de calor asociada a la oxidación de grasa; PCp = producción de calor asociada a la oxidación de proteína.

Tabla 2. Composición en fracciones (g/100 g de proteína) de la proteína de la leche de cabra y vaca

Fracción	Proteína leche cabra	Proteína leche vaca	Diferencia (%) ¹
Caseína (CN)	83,0	83,3	- 0,4
Alfa _{s1} -CN	18,5	29,0	- 56,8
α _{s2} -CN	10,8	6,5	+ 39,8
β + κ - CN	53,7	47,8	+ 11,0
Proteínas séricas	17,0	16,7	+ 1,8

¹ Diferencia (%): diferencias entre los valores correspondientes a la leche de cabra y vaca ([valor leche de cabra – valor leche de vaca/valor leche de cabra] x 100).

Tabla 3. Perfil en ácidos grasos (g/100 g ácidos), de la grasa de la leche de cabra y vaca

Ácido graso ¹	Grasa leche cabra	Grasa leche vaca	Diferencia (%) ²
C4:0	2.28	5.68	
C6:0	2.67	2.38	+ 12.61
C8:0	3.14	1.87	+ 67.91
C10:0	10.96	3.88	+ 182.47
C11:0	0.12	0.07	
C12:0	5.44	3.93	+ 38.42
C14:0	11.43	11.31	
C14:1	0.18	0.25	
C15:0	0.83	1.11	
C15:1	0.23	0.24	
C16:0	27.37	30.83	- 12.64
C16:1	0.78	1.47	
C16:2 n-4	0.12	0.05	
C17:0	0.53	0.55	
C17:1	0.28	0.25	
C18:0	7.89	9.84	
C18:1 n-9, <i>trans</i>	-	1.59	
C18:1 n-9, <i>cis</i>	21.23	20.75	2.26
C18:2 n-6	2.78	2.50	10.07
CLA n-7, <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11	0.29	0.51	

CLA n-6, <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12	0.07	0.04	
CLA n-7, <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -11	0.02	-	
CLA n-5, <i>cis</i> -11, <i>trans</i> -13	0.33	-	
CLA total	0.71	0.55	+ 22.54
C18:3 n-3	0.52	0.33	+ 36.54
C20:0	0.19	0.13	
C20:1 n-9	-	0.09	
C20:2 n-6	0.03	0.11	
C20:3 n-6	-	0.05	
C21:0	0.05	0.02	
C22:0	0.18	0.15	
C23:0	0.02	0.02	
C24:0	0.02	0.02	
C24:1 n-9	0.02	-	
AGCM	33.94	23.69	+ 43.27
AGS	73.12	71.77	+ 1.85
AGMI	22.72	24.64	- 8.45
AGPI	4.16	3.59	+ 13.70
AGPI n-6	2.88	2.70	+ 6.25
AGPI n-3	0.52	0.33	+ 36.54

¹ AGCM = ácidos grasos de cadena media; AGS = ácidos grasos saturados; AGMI = ácidos grasos monoinsaturados; AGPI = ácidos grasos poliinsaturados.

² Diferencia (%) = diferencias entre los valores correspondientes a la leche de cabra y vaca ($[(\text{valor leche de cabra} - \text{valor leche de vaca}) / \text{valor leche de cabra}] \times 100$).

