

## **ADICIÓN DE ACEITES VEGETALES A LA DIETA DE CABRAS LECHERAS: EFECTO SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE LA GRASA LÁCTEA**

MARTÍNEZ MARÍN, A.L.<sup>1\*</sup>; GÓMEZ-CORTÉS, P.<sup>2,3</sup>; PÉREZ ALBA, L.M.<sup>1</sup>;  
JUAREZ, M.<sup>2</sup>; GÓMEZ CASTRO, A.G.<sup>1</sup>; PÉREZ HERNÁNDEZ, M.<sup>1</sup> y DE LA  
FUENTE, M.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Animal, Universidad de Córdoba, España.

<sup>2</sup>Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CSIC-UAM), Universidad Autónoma de Madrid, España.

<sup>3</sup>Dirección actual: Division of Nutritional Sciences, Cornell University, Ithaca, NY 14853, USA

\*Email: palmartm@uco.es

### **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue investigar el efecto de la adición de aceites vegetales de diferente grado de insaturación a la dieta de cabras lecheras sobre el contenido de ácidos grasos de la grasa láctea. Doce cabras de raza Malagueña fueron asignadas al azar a uno de cuatro tratamientos: dieta sin aceite añadido o adicionada con 48 g/d de aceite de girasol alto oleico, girasol normal o lino. Los aceites redujeron el contenido de ácidos grasos saturados de cadena media en la grasa láctea. El aceite de girasol alto oleico no afectó al contenido de los ácidos vaccénico y ruménico, ni a la relación entre los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico. El aceite de lino aumentó el contenido de los ácidos vaccénico y ruménico al igual que el aceite de girasol normal pero, a diferencia de este, redujo la relación entre los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico y no aumentó el contenido de C18:1t10. La inclusión de aceite de lino en la dieta de cabras lecheras resultó en la modificación del contenido de ácidos grasos de la grasa láctea más favorable desde el punto de vista de la salud humana.

**Palabras clave:** aceite vegetal, cabras, ácidos grasos, grasa láctea

### **INTRODUCCIÓN**

Es bien conocido que la inclusión de fuentes de grasa ricas en ácidos grasos (AG) insaturados en la dieta de las hembras rumiantes puede modificar el contenido de AG de la grasa láctea (Chilliard et al., 2007). Los cambios pueden tener efectos considerados favorables desde el punto de vista de la salud humana como la reducción del contenido de ácidos grasos saturados (AGS) de cadena media (Ulbricht y Southgate 1991), una disminución de la relación n-6/n-3 (Simopoulos 2008) o un incremento de los ácidos vaccénico (Field et al., 2009) y ruménico (Benjamin y Spener 2009). Sin embargo, también se ha observado que pueden ocurrir cambios indeseables como el aumento de C18:1t10 cuyo consumo puede estar relacionado con mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares (Hodgson et al., 1996).

En España pocos trabajos han investigado los efectos de la inclusión en la dieta de aceites vegetales sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de cabra (Bouattour et al., 2008; Luna et al., 2008).

El objetivo del presente trabajo fue investigar el efecto de la incorporación de aceites vegetales con diferente grado de insaturación a la ración de cabras lecheras sobre el contenido de ácidos grasos de la grasa láctea.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 12 cabras de raza Malagueña ( $45 \pm 5$  días de lactación y  $47,2 \pm 4,2$  kg de peso vivo inicial) alojadas individualmente en jaulas de 1,0 x 1,4 m con suelo permeable a los excrementos y provistas de comederos y bebederos independientes. El ordeño se realizó individualmente, una vez al día, mediante un sistema mecánico y apurado manual.

Los animales fueron asignados al azar a uno de cuatro tratamientos: dieta sin aceite añadido o adicionada con 48 g/d de aceite de girasol alto oleico, girasol normal o lino (dietas CONTROL, GAO, GN y LIN, respectivamente). La dieta estuvo compuesta por heno de alfalfa (33%) y un concentrado granulado (67%). La composición del concentrado fue (g/kg, peso seco al aire): maíz, 375,0; cebada, 374,9, harina de soja, 200,0, premezcla de vitaminas y minerales, 30,0; aglomerante, 20,0; antioxidante, 0,1. Los concentrados de los tratamientos con aceite incluyeron 3,85%, sobre peso seco al aire, de uno de los tres aceites. El período experimental duró 21 días. La composición química de las dietas, el consumo de materia seca y la producción y composición de la leche pueden encontrarse en Martínez Marín et al. (2012).

El último día del período experimental se recogió una muestra de leche para determinar el perfil de AG de la grasa láctea mediante cromatografía de gases de acuerdo con el procedimiento descrito por Martínez Marín et al. (2011).

El estudio estadístico se realizó con el procedimiento GENMOD de SAS 9.1 (SAS Inst Inc, Cary, NC) utilizando como covariable el valor preexperimental de los AG en la grasa láctea. El nivel de significación se estableció en  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron y cuantificaron un total de 72 AG en la grasa láctea. Los contenidos de 11 AG seleccionados, cinco sumatorios de de ácidos grasos y dos ratios se muestran en la Tabla 1. Los contenidos medios de C14:0 y C16:0 en los tratamientos con aceite fueron 14 y 25% inferiores, respectivamente, a los del CONTROL. Este hecho podría atribuirse a un déficit de sustratos para su síntesis en la glándula mamaria por un efecto negativo de los aceites sobre la digestión ruminal de la fibra de la ración. No obstante, el contenido de AGS de cadena corta, que también son sintetizados en la glándula mamaria, no disminuyó lo que sugiere que la reducción de la síntesis de los AG de cadena media podría deberse al efecto inhibitorio del aumento de AG de cadena larga captados por la ubre (Bernard et al., 2009b). La reducción del contenido de AG saturados de cadena media contribuyó a un menor índice de aterogenicidad de la grasa láctea de los animales que consumieron las dietas con aceite.

El contenido de los ácidos esteárico y oleico fue mayor en la grasa láctea del tratamiento GAO, el de C18:1t10 y C18:2c9c12 lo fue en la del tratamiento GN, y el de C18:3n-3 lo fue en la del tratamiento LIN. El contenido de C18:1t11 y C18:2c9t11 fue mayor en los tratamientos GN y LIN en comparación con los tratamientos CONTROL y GAO que fueron iguales entre sí. El contenido de C18:1t11 fue mayor en el tratamiento GN que en el tratamiento LIN pero no hubo diferencias entre ambos para C18:2c9t11 aunque con GN fue numéricamente mayor. La ausencia de cambios para C18:1t10 en el tratamiento GAO difiere de los resultados obtenidos por Ollier et al. (2009) con cabras a las que suministraron el triple de ácido oleico (en forma de semilla de colza) y podría explicarse por una mayor BH y una menor isomerización del ácido oleico aportado en el presente estudio. El aumento del contenido de C18:1t11 en la grasa de la leche con los tratamientos GN y LIN era esperado porque el ácido vaccénico es un intermediario común en las rutas de BH de los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico (Bauman et al., 1999).

Dado que el ácido ruménico no es un intermediario en la BH del ácido  $\alpha$ -linolénico, el incremento observado en el tratamiento LIN debió producirse por la delta-9 desaturación del ácido vaccénico captado por la ubre (Bauman et al., 1999). Por otra parte, el mayor aumento del ácido ruménico en la grasa láctea con el tratamiento GN en comparación con el LIN coincide con lo observado por Bernard et al. (2009a).

El tratamiento GN aumentó un 42% el valor de la ratio linoleico/ $\alpha$ -linolénico mientras que el tratamiento LIN lo redujo un 76% en comparación con el CONTROL. El valor de la ratio linoleico/ $\alpha$ -linolénico en el tratamiento LIN fue inferior a 4 mientras que en los restantes tratamientos fue igual o superior a 10. De acuerdo con Simopoulos (2008), valores inferiores a 4 en la grasa de la dieta humana se asocian con una reducción de la mortalidad causada por enfermedades cardiovasculares y cáncer.

## CONCLUSIONES

En comparación con los aceites de girasol alto oleico y girasol normal, el aceite de lino aumentó el contenido de los ácidos vaccénico y ruménico en la grasa láctea, no modificó el contenido de C18:1t10 y redujo el valor de la relación entre los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico. Por tanto, el aceite de lino sería la elección más adecuada para mejorar las características nutricionales de la grasa de leche de cabra.

**Tabla 1. Contenido de ácidos grasos de la grasa láctea de cabras que consumieron una dieta basal sin aceite añadido (CONTROL) o adicionada con 48 g/d de aceite de girasol alto oleico (GAO), aceite de girasol normal (GN) o aceite de lino (LIN).**

Ácidos grasos	Tratamientos				EEM
	CONTROL	GAO	GN	LIN	
C4:0+C6:0+C8:0	8,966 <sup>c</sup>	8,905 <sup>c</sup>	10,943 <sup>a</sup>	9,939 <sup>b</sup>	0,152
C10:0	11,598 <sup>a</sup>	10,115 <sup>b</sup>	10,761 <sup>ab</sup>	11,407 <sup>ab</sup>	0,169
C12:0	4,618 <sup>a</sup>	4,101 <sup>a</sup>	3,004 <sup>b</sup>	4,417 <sup>a</sup>	0,121
C14:0	9,724 <sup>a</sup>	8,823 <sup>ab</sup>	8,056 <sup>b</sup>	8,287 <sup>b</sup>	0,181
C16:0	31,883 <sup>a</sup>	25,738 <sup>b</sup>	22,334 <sup>c</sup>	23,385 <sup>bc</sup>	0,383
C18:0	7,258 <sup>b</sup>	11,725 <sup>a</sup>	8,631 <sup>b</sup>	8,117 <sup>b</sup>	0,392
C18:1c9	15,355 <sup>b</sup>	20,535 <sup>a</sup>	16,327 <sup>b</sup>	14,890 <sup>b</sup>	0,280
C18:1t10	0,369 <sup>b</sup>	0,237 <sup>b</sup>	1,341 <sup>a</sup>	0,331 <sup>b</sup>	0,073
C18:1t11	1,001 <sup>c</sup>	1,024 <sup>c</sup>	5,428 <sup>a</sup>	3,533 <sup>b</sup>	0,201
C18:2c9c12	1,825 <sup>b</sup>	1,190 <sup>c</sup>	2,964 <sup>a</sup>	2,261 <sup>b</sup>	0,093
C18:2c9t11	0,508 <sup>b</sup>	0,420 <sup>b</sup>	2,225 <sup>a</sup>	1,625 <sup>a</sup>	0,105
C18:3n-3	0,211 <sup>b</sup>	0,134 <sup>b</sup>	0,220 <sup>b</sup>	0,778 <sup>a</sup>	0,033
C18:2c9c12/C18:3n-3	10,932 <sup>b</sup>	9,448 <sup>b</sup>	15,506 <sup>a</sup>	2,631 <sup>c</sup>	0,404
$\Sigma$ Saturados	76,072 <sup>a</sup>	72,083 <sup>b</sup>	65,705 <sup>c</sup>	67,922 <sup>c</sup>	0,302
$\Sigma$ Monoinsaturados	20,898 <sup>c</sup>	25,395 <sup>b</sup>	28,069 <sup>a</sup>	25,335 <sup>b</sup>	0,196
$\Sigma$ Poliinsaturados	3,594 <sup>b</sup>	2,159 <sup>c</sup>	6,107 <sup>a</sup>	6,660 <sup>a</sup>	0,169
$\Sigma$ C18:1t	2,213 <sup>c</sup>	2,333 <sup>c</sup>	8,933 <sup>a</sup>	5,991 <sup>b</sup>	0,207
Índice de aterogenicidad	3,178 <sup>a</sup>	2,331 <sup>b</sup>	1,636 <sup>c</sup>	1,950 <sup>c</sup>	0,044

<sup>a,b,c</sup>En una fila, las medias si un superíndice común difieren significativamente ( $P < 0,05$ ).

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BAUMAN, D.E., BAUMGARD, L.H., CORL, B.A., and GRIINARI, J.M. (1999). Proceedings of American Society of Animal Science. [<http://www.asas.org/symposia/9899proc/0937.pdf>]
- BENJAMIN, S., and SPENER, F. (2009). *Nutrition & Metabolism* 6, 36-48.
- BERNARD, L., BONNET, M., LEROUX, C., SHINGFIELD, K.J., and CHILLIARD, Y. (2009b). *Journal of Dairy Science* 92, 6083-6094.
- BERNARD, L., SHINGFIELD, K.J., ROUEL, J., FERLAY, A., and CHILLIARD, Y. (2009a). *British Journal of Nutrition* 101, 213-224.
- BOUATTOUR, M.A., CASALS, R., ALBANELL, E., SUCH, X., and CAJA, G. (2008). *Journal of Dairy Science* 91, 2399-2407.
- CHILLIARD, Y., GLASSER, F., FERLAY, A., BERNARD, L., ROUEL, J., and DOREAU, M. (2007). *European Journal of Lipid Science and Technology* 109, 828-855.
- FIELD, C.J., BLEWETT, H.H., PROCTOR, S., and VINE, D. (2009). *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 34, 979-991.
- HODGSON, J.M., WAHLQVIST, M.L., BOXALL, J.A., and BALAZS, N.D. (1996). *Atherosclerosis* 120, 147-154.
- LUNA, P., BACH, A., JUÁREZ, M., AND DE LA FUENTE, M.A. (2008). *Journal of Dairy Science* 91, 20-28.
- MARTÍNEZ MARÍN, A.L., GÓMEZ-CORTÉS, P., GÓMEZ CASTRO, A.G., JUÁREZ, M., PÉREZ ALBA, L.M., PÉREZ HERNÁNDEZ, M., and DE LA FUENTE, M.A. (2011). *Journal of Dairy Science* 94, 5359-5368.
- MARTÍNEZ MARÍN, A.L., PÉREZ HERNÁNDEZ, M., PÉREZ ALBA, L.M., CARRIÓN PARDO, D., and GÓMEZ CASTRO, A.G. (2012). *Archivos de Medicina Veterinaria* (en prensa).
- OLLIER, S., LEROUX, C., DE LA FOYE, A., BERNARD, L., ROUEL, J., and CHILLIARD, Y. (2009). *Journal of Dairy Science* 92, 5544-5560.
- SIMOPOULOS, A.P. (2008). *Experimental Biology and Medicine* 233, 674-688.
- ULBRICHT, T.L.V., and SOUTHGATE, D.A.T. (1991). *Lancet* 338, 985-992.

**ADDING PLANT OILS IN DAIRY GOAT DIETS: EFFECT ON FATTY ACID PROFILE OF MILK FAT**

**SUMMARY**

The aim of this work was to find out the effect of adding three differently unsaturated plant oils to a dairy goat diet on milk fat fatty acid composition. Twelve Malagueña goats were randomly allocated to four treatments: no added oil basal diet or basal diet added of either high oleic sunflower oil, or regular sunflower oil or linseed oil. The oils reduced the medium-chain saturated fatty acid content in milk fat. High oleic sunflower oil did not affect vaccenic and rumenic acid contents nor the linoleic to  $\alpha$ -linolenic acid ratio. Linseed oil increased vaccenic and rumenic acid contents like regular sunflower oil, but reduced the linoleic to  $\alpha$ -linolenic acid ratio and did not increase the C18:1t10 content unlike regular sunflower oil. The addition of linseed oil to the diet modified most favourably the milk fatty acid content of goat milk fat from a human nutrition point of view.

**Key words:** plant oil, goats, fatty acids, milk fat.