

Calidad de la leche de cabra de raza payoya durante el verano en sistemas de pastoreo tipo arbustivo-mediterráneo

Effect of grazing level in summer on a mediterranean shrublands in milk quality of payoya goats

M. DELGADO-PERTÍÑEZ¹ / A. SILES¹ / E. VALENCIA² / Y. MENA¹ / V.M. FERNÁNDEZ-CABANÁS¹ / D. LABEYRIE³

¹Departamento de Ciencias Agroforestales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad de Sevilla, Ctra. Utrera km 1, 41013 Sevilla (España). pertinez@us.es, bistante@hotmail.com, yomena@us.es, victor@us.es

²Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California (México). valfa812000@hotmail.com

³Fromandal S.A., grupo EURIAL. David.LABEYRIE@fromandal.com

Resumen: No se conocen trabajos sobre el consumo de pastos arbustivo-mediterráneo y su relación con la calidad de los productos en caprino en Andalucía. El objetivo del presente trabajo fue aportar unos primeros datos para caracterizar la calidad de la leche en la época de verano, de los sistemas de raza Payoya en pastoreo. Se seleccionaron 8 explotaciones situadas en la Sierra de Cádiz. De agosto a octubre fueron encuestadas para caracterizarlas en el manejo alimenticio. Según el porcentaje de necesidades cubiertas por el pastoreo, las explotaciones se clasificaron en dos grupos: alto y bajo pastoreo. Durante esos meses se recogieron muestras de leche de tanque y fueron analizados su composición química y los contenidos de ácidos grasos y vitamina E. Los porcentajes de ácidos grasos deseables nutricionalmente (ácidos n-3) fueron significativamente más altos, mientras que el índice n-6/n-3 fue más bajo en el grupo alto pastoreo. Los isómeros CLA no se vieron afectados por el nivel de pastoreo. El contenido de α -tocoferol fue más alto en el grupo alto pastoreo. En conclusión, el mayor nivel de pastoreo ha tenido un efecto positivo sobre la calidad de la leche de cabra, con mayores contenidos de componentes funcionales (ácidos grasos n-3, α -tocoferol).

Palabras clave: ácidos grasos, ácido linoléico conjugado, ácidos n-3, vitamina E.

Abstract: Information about consumption of Mediterranean bush pastures and its relationship to the quality of goat products in Andalusia is scarce. The aim of this study was to characterize the milk quality produced by grazing Payoya goats during summer. 8 farms in the Sierra de Cádiz were selected and surveyed to characterize feeding systems from August to October. According to the percentage of energy needs covered by grazing, farms were classified into two groups: high and medium grazing. In this period, milk samples were collected from the main tank and analyzed for fatty acids and vitamin E contents. Desirable fatty acids (n-3) contents were significantly higher, while n-6/n-3 ratio was lower in the high grazing group. CLA isomers contents were not affected by the grazing level. α -tocopherol content was higher in the higher grazing group. In conclusion, the highest level of grazing has had a positive effect on the quality of milk from Payoya breed, with higher amounts of functional components (n-3 fatty acids, α -tocopherol).

Key words: Fatty acid, linoleic acid, conjugated linoleic acid, n-3 fatty acids, vitamin E.

INTRODUCCIÓN

La ingesta en la dieta de ciertos ácidos grasos insaturados, en particular el ácido linoléico conjugado (CLA) y ácidos grasos n-3, así como de componentes antioxidantes solubles en grasa (α -tocoferol, carotenoides) se ha relacionado con beneficios importantes para la salud (Connor, 2000; Parodi, 2003; Wilcox *et al.*, 2004).

Varios trabajos en caprino lechero han puesto en evidencia el potencial del pastoreo en pastos herbáceos para aumentar en la leche la proporción de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), ácido α -linoléico (principal ácido graso n3 presente en la leche) y CLA (Zan *et al.*, 2006; D'Urso *et al.*, 2008) y antioxidantes solubles en grasa

(Morand-Fehr *et al.*, 2007; Pizzoferrato *et al.*, 2007), en comparación con los sistemas estabulados. Existe poca información de cómo las especies forrajeras del Mediterráneo tipo arbustivo afectan a la composición de la leche y del queso de oveja y cabra. En este sentido, Tsiplakou *et al.* (2006) observaron que la alimentación en matorrales mediterráneos no aumentó el contenido de CLA de la leche en comparación con animales estabulados. Además no se conocen trabajos sobre las diferencias en componentes antioxidantes solubles en grasa de la leche de cabras lecheras en sistemas de pastoreo con pastos arbustivos mediterráneos.

El objetivo de este estudio fue hacer una evaluación inicial del efecto del sistema de producción con respecto al nivel de pastoreo (alto y medio) en pastos mediterráneos, durante la época de verano, en la producción de leche y los contenidos de ácidos grasos y de vitamina E en la leche de cabra de raza Payoya.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio. Explotaciones. Elaboración de indicadores

El estudio se ha realizado en la comarca geográfica de la Sierra de Cádiz. Se seleccionaron 8 explotaciones caprinas de la raza Payoya, con distinto grado de pastoreo.

El periodo de estudio abarcó desde principios de agosto hasta finales de octubre de 2010. En cada mes se realizó una visita por explotación para recabar información, con objeto de caracterizar el manejo alimenticio, según la metodología FAO-CIHEAM (Toussaint, 2002) adaptada a los sistemas pastorales por Ruiz *et al.* (2008). Se determinó mensualmente el porcentaje de necesidades de energía de las cabras cubierto por el pastoreo, por el método teórico, según metodología descrita por Ruiz *et al.* (2008). En base a la clasificación propuesta por Castel *et al.* (2004), las explotaciones se dividieron en dos grupos según el grado de pastoreo: alto y medio.

Toma de muestras de leche y análisis químicos

De cada explotación y de forma mensual se tomaron muestras de leche del tanque de refrigeración y fueron conservadas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ en laboratorio hasta su análisis. Las muestras fueron recogidas por duplicado en botes de plástico de 50 ml y envueltos en papel de aluminio.

La composición química básica se estimó por espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS). Para la obtención de los datos espectrales de la leche, se utilizó un espectrofotómetro monocromador de espectro continuo Foss-NIRSystems 6500 SY II el cual realiza medidas entre 400 y 2500 nm (región visible y NIR) con un intervalo de 2 nm.

Los ácidos grasos totales fueron extraídos, metilados y analizados según el método descrito por Sukhija y Palmquist (1998). Los esteres metílicos de los ácidos grasos fueron cuantificados mediante un comatógrafo de gases Agilent 6980N (Agilent Tech-

nologies Spain, S.L., Madrid, España). El éster metílico del ácido nonadeicoico (C19:0) se utilizó como estándar interno.

La determinación del contenido en vitamina E (α -tocoferol) se realizó siguiendo una modificación del método descrito por Buttriss y Diplock (1984) en un equipo HPLC HEWLETT PACKARD serie 1050, equipado con una bomba isocrática HPIB 16, un detector UWD, HPIB 10, y una columna Lichrospher 100 de fase reversa. La cuantificación se realizó a partir de una cantidad conocida de los distintos patrones y se expresó en forma de $\mu\text{g/g}$.

Análisis estadístico

Las características en el manejo alimenticio de las explotaciones y los parámetros de composición química básica, ácidos grasos y vitamina E de la leche, fueron analizados mediante un análisis ANOVA, usando el modelo lineal general (GLM) del paquete estadístico SPSS software (SPSS Inc., 2006), incluyendo como factor fijo el grado de pastoreo. Para el análisis ANOVA del parámetro células somáticas, los valores fueron transformados a escala logarítmica en base 10.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del manejo alimenticio de las explotaciones. Grado pastoreo

En función de la Energía Neta cubierta por el pastoreo y de la superficie de pastoreo por cabra (Castel *et al.*, 2004), tres explotaciones fueron clasificadas de alto pastoreo y cinco de pastoreo medio. Las primeras eran de mayor tamaño, tanto en cabras como en superficie de pasto natural, que las segundas (tabla 1). Se han encontrado diferencias significativas, según el grado de pastoreo, en el porcentaje de energía neta cubierta por el pastoreo (un 15 % mayor en las de alto pastoreo) y el concentrado suministrado en pesebre (0,3 kg menos en las de alto pastoreo).

Producción de leche, composición química básica y contenido de Vitamina E

Tanto la producción de leche como su composición química básica no han diferido estadísticamente entre los grupos alto y medio pastoreo (tabla 2). Esto indicaría que no ha habido diferencias en los niveles de energía o proteína de la dieta entre los grupos (Moran-Fehr *et al.*, 2007).

Tabla 1. Diferencias en el manejo alimenticio y productivo entre explotaciones de alto y medio grado de pastoreo.

Características ganado	Grado de pastoreo		SEM ^b	P ^c
	Alto	Medio		
Número de explotaciones	3	5		
Número de cabras en lactación	260	148	25	*
Superficie de pasto natural/cabra, ha	1,6	0,6	0,1	*
Composición dieta^a				
Energía neta aportada por el pastoreo (%)	55	40	2	***
Concentrado suplementado (kg/día)	0,82	1,1	0,6	*
Forraje suplementado (kg/día)	0,2	0,4	0,1	ns

^a En % se expresa las necesidades de energía neta cubiertas por los diferentes alimentos.

^b Error estándar de la media.

^c P: significación estadística, * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ns: no significativo, P>0,05.

Tabla 2. Valores medios de la producción y constituyentes nutritivos de la leche de cabra Payoya según el grado de pastoreo.

	Grado pastoreo		SEM ^a	P ^b
	Alto	Medio		
Producción leche (l/cabra/día)	0,90	1,10	0,76	ns
Materia seca (%)	14,14	13,80	0,30	ns
Proteína bruta (%)	3,95	3,98	0,10	ns
Grasa bruta (%)	5,39	5,35	0,18	ns
Lactosa (%)	4,05	3,99	0,02	ns
Extracto seco magro (%)	8,70	8,65	0,10	ns
Células somáticas (x 10 ³ /ml) ^c	3615	3760	92,86	ns
α-tocoferol (ug/g)	0,58	0,42	0,26	**

^a Error estándar de la media

^b P: significación estadística; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ns: no significativo, P>0,05

^c Para el análisis estadístico, los valores fueron transformados a escala logarítmica en base 10

El contenido de α-tocoferol en la leche fue más alto en el grupo de explotaciones con mayor grado de pastoreo (p<0,05) (tabla 2). No se conocen trabajos que analicen los contenidos en componentes antioxidantes solubles en grasa (como la vitamina E) en la leche de cabra bajo pastoreo a base de arbustos y especies leñosas. Sin embargo, concuerdan con los obtenidos en un trabajo realizado con pastos herbáceos (Pizzoferrato *et al.*, 2007). Estos resultados se pueden explicar por un menor suministro de xantofilas, α-caroteno (provitamina A) y α-tocoferol de los forrajes conservados y por la nula o escasa suplementación de vitaminas en los sistemas con menor nivel de pastoreo (Iwanska *et al.*, 1997).

Perfil de ácidos grasos

El perfil de ácidos grasos según el grado de pastoreo se presenta en la tabla 3. Los porcentajes de C16:1, C18:1 n-9 *trans*, C18:1 n-9 *cis* y MUFA fueron significativamente más altos y el total de SFA significativamente inferior en la leche del grupo de pastoreo

medio, no habiendo diferencias en el contenido de PUFA entre grupos. Estas diferencias son difíciles de explicar, ya que estudios previos han demostrado que el consumo de pasto aumenta el suministro de PUFA (Tsiplakou *et al.*, 2006.; D'Urso *et al.*, 2008). No obstante, algunos estudios previos han obtenido menores tasas de biohidrogenación de los ácidos grasos en el rumen con dietas basadas en concentrados (Chilliard *et al.*, 2007). Esto sugiere que la mayor proporción de concentrados en las dietas del grupo de pastoreo medio hacen que baje dicha biohidrogenación, obteniéndose un menor porcentaje de SFA y un mayor porcentaje de MUFA.

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos (% del total) de la leche de cabra Payoya según el grado de pastoreo.

Ácido graso ^a	Grado pastoreo		SEM ^b	P ^b
	Alto	Medio		
C4:0	0,27	0,28	0,15	ns
C6:0	0,38	0,42	0,30	ns
C8:0	1,76	1,70	0,76	ns
C10:0	9,40	8,85	0,16	ns
C12:0	4,42	4,22	0,14	ns
C14:0	11,43	11,37	0,18	ns
C14:1	0,47	0,55	0,03	ns
C15:0	0,74	0,84	0,04	ns
C16:0	29,76	29,17	0,37	ns
C16:1	0,77	0,98	0,05	*
C17:0	0,66	0,59	0,03	ns
C17:1	0,23	0,24	0,02	ns
C18:0	13,95	13,47	0,45	ns
C18:1 n-9 <i>trans</i>	0,29	0,42	0,03	*
C18:1 <i>trans</i> -11 (VA)	0,88	0,87	0,04	ns
C18:1 n-9 <i>cis</i>	19,76	20,97	0,33	ns
C18:2 n-6 <i>trans</i>	0,19	0,24	0,01	ns
C18:2 n-6 <i>cis</i>	2,11	2,41	0,09	ns
γ-C18:3 n-6	0,45	0,52	0,00	ns
C20:0	0,31	0,29	0,02	ns
α-C18:3 n-3	0,44	0,32	0,02	**
CLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 (RA)	0,33	0,33	0,01	ns
CLA <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12	0,15	0,15	0,01	ns
C21:0	0,20	0,20	0,02	ns
C20:3 n-6	0,05	0,07	0,00	ns
C20:4 n-6 (ARA)	0,20	0,23	0,01	**
C20:3 n-3	0,22	0,23	0,00	ns
C20:5 n-3 (EPA)	0,05	0,03	0,00	ns
C22:5 n-3 (DPA)	0,12	0,11	0,00	ns
C22:6 n-3 (DHA)	0,03	0,02	0,00	*
SFA	73,59	71,72	0,41	*
MUFA	22,57	24,22	0,37	*
PUFA	3,84	4,06	0,12	ns
UFA	26,41	28,28	0,41	*
n-6	2,60	3,00	0,10	ns
n-3	0,67	0,51	0,03	*
n6/n3	4,00	6,14	0,34	**
CLA	0,48	0,47	0,02	ns

^a VA, ácido vaccénico; RA, ácido ruménico; CLA, ácido linoleico conjugado; ARA, ácido araquidónico; EPA, ácido eicosapentanoico; DPA, ácido docosapentanoico; DHA, docohexanoico; SFA, ácidos grasos saturados; MUFA, ácidos grasos monoinsaturados; PUFA, ácidos grasos poliinsaturados; UFA: ácidos grasos insaturados; CLA, ácido linoleico conjugado total.

^b Error estándar de la media

^c P: significación estadística; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ns: no significativo, P>0,05

En contraste, los porcentajes de ácidos grasos deseables nutricionalmente (ácido α -linoleico, C22:5 n-3 y el total de n-3) fueron significativamente más altos, mientras que los niveles de algunos n-6 y la relación n6/n3 fueron significativamente más bajos, en la leche del grupo de alto pastoreo. Estos resultados podrían ser una consecuencia de la mayor ingesta de pastos por las cabras del grupo de alto pastoreo y de la menor suplementación en pesebre. En este sentido, cabras alimentadas en pastos arbustivos (Tsiplakou *et al.*, 2006) y en pastos herbáceos (D'Urso *et al.*, 2008) han mostrado mayor proporción de ácidos grasos n-3 en grasa de la leche, en comparación con los animales alimentados con dietas a base de concentrados.

Los ácidos CLA cis-9, trans-11 y CLA trans-10, cis-12 no se vieron afectados por el nivel de pastoreo. Los animales alimentados con pastos herbáceos tienen una mayor concentración de CLA en la leche (D'Urso *et al.*, 2008; Butler *et al.*, 2008), en comparación con los animales de bajo pastoreo o sin pastoreo. Sin embargo, los alimentados en pastos arbustivos tipo mediterráneo no han presentado un aumento del contenido de CLA en la leche (Tsiplakou *et al.*, 2006). Estos resultados podrían deberse a los efectos de los taninos sobre la biohidrogenación ruminal (Vasta *et al.*, 2009) y podría explicar la falta de efecto que se obtuvo en el presente estudio.

CONCLUSIONES

Las explotaciones de alto pastoreo mostraron niveles significativamente más altos de ácidos grasos n-3 y α -tocoferol, que son ampliamente reconocidos por sus efectos beneficiosos sobre la salud humana. No obstante, son necesarios más estudios, incluyendo más meses del año y más diversidad de explotaciones, para poder establecer una mejor relación entre calidad y alimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUTRISS J.L. Y DIPLOCK A.T. (1984) High-performance liquid chromatography methods for vitamin E in tissues. *Methods enzymol.*, **105**, 131-138.
- CASTEL J., MENA Y., GARCÍA M., CARAVACA F. Y NAHED J. (2004) Creación de una zona de referencia de indicadores técnico-económicos para los sistemas caprinos semiextensivos en Andalucía. *La Chevre*, **262**, 16-18.
- CHILLIARD Y., GLASSER F., FERLAY A., ROUEL J. Y DOREAU M. (2007) Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, **109**, 828-855.
- CONNOR W.E. (2000) Importance of n-3 fatty acids in health and diseases. *Am. J. Clin. Nutr.*, **7**, 171S-175S.
- D'URSO S., CUTRIGNELLI M.I., CALABRÓ S., BOVERA F., TUDISCO R. Y PICCOLO V. (2008) Infascelli. Influence of pasture on fatty acid profile of goat milk. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, **92**, 405-410.
- IWANSKA S., PYSERA B. Y STRUSINSKA D. (1997) Carotenoids content of green forages and preserved feeds. *Acta Acad. Agric. Techn. Olst. Zootech.*, **47**, 117-128.

- MORAND-FEHR P., FEDELE V., DECANDIA M. Y LE FRILEUX Y. (2007) Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.*, **68**, 20-34.
- PARODI P.W. (2003). Conjugated linoleic acid in food. En: Christie W.W. *et al.* (Eds) *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, pp. 101-122. Champaign, IL: AOCS Press.
- PIZZOFERRATO L., MANZI P., MARCONI S., FEDELE V., CLAP S. Y RUBINO R. (2007) Degree of antioxidant protection: A parameter to trace the origin and quality of goat's milk and cheese. *J. Dairy Sci.*, **90**, 4569-4574.
- RUIZ F.A., CASTEL J.M., MENA Y., CAMÚÑEZ J. Y GONZALEZ-REDONDO P. (2008) Application of the técnico-economic análisis for characterizing, making diagnoses and improvising pastoral dairy goat systems in Andalucía (Spain). *Small Rumin. Res.*, **77**, 208-220.
- SPSS Inc. (2006) *Manual del Usuario de SPSS Base 15.0*. SPSS Inc, Chicago, USA.
- SUKHIJA P.S. Y PALMQUIST D.L. (1988). Rapid Method for Determination of Total Fatty Acid Content and Composition of Feedstuffs and Feces. *J. Agric. Food Chem.*, **36**: 1202-1206.
- TOUISSANT, J. (2002). Notice des indicateurs de fonctionnement des systèmes laitiers. *Options méditerranéenne*, **39**, 147-157.
- TSIPLAKOU E., MOUNTZOURIS K.C. Y ZERVAS G. (2006) Concentration of conjugated linoleic acid in grazing sheep and goat milk fat. *Livest. Sci.*, **103**, 74-84.
- VASTA V., MAKKAR H.P.S. Y MELE M. (2009) Ruminal biohydrogenation as affected by tannins *in vitro*. *Brit. J. Nutr.*, **102**: 82-92.
- WILLCOX J.K., ASH S.L. Y CATIGNANI G.L. (2004) Antioxidants and Prevention of Chronic Disease. *Crit. Rev. Food Sci.*, **44**, 275-295.
- ZAN M., STIBILJ V. Y ROGELJ I. (2006) Milk fatty acid composition of goats grazing on alpine pasture. *Small Rumin. Res.*, **64**: 45-52.