

## RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE GRASA LÁCTEA Y EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN RESPUESTA A LOS CAMBIOS EN LA DIETA DE OVEJAS LECHERAS. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Toral\*, P.G., Hervás, G., Belenguer, A., Castro-Carrera, T., Carreño, D. y Frutos, P. Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE), Finca Marzanas s/n. 24346 Grulleros, León, España. \*Correo electrónico: pablo.toral@csic.es

### INTRODUCCIÓN

La relación existente entre la síntesis de grasa láctea y el perfil de ácidos grasos (AG) y, más específicamente, entre el síndrome de baja grasa en la leche (MFD, por las siglas en inglés de *milk fat depression*) y el isómero *trans-10 cis-12* del ácido linoleico conjugado (CLA) se ha investigado en vacuno mediante la utilización de técnicas de análisis multivariante, como por ejemplo el de componentes principales (Kadegowda et al., 2008). Sin embargo, no existe información disponible al respecto en el ovino.

Trabajos previos en ovejas lecheras sugieren que el *trans-10 cis-12* CLA no sería un factor causal de la MFD inducida por la dieta (e. g., Toral et al., 2010; Bichi et al., 2013) y debería de haber otros metabolitos involucrados. Por lo tanto, con el objetivo de identificar los principales AG potencialmente implicados en la MFD en el ovino, se realizó un análisis de componentes principales para examinar la relación entre el porcentaje y producción de grasa láctea y su perfil lipídico en ovejas sometidas a diferentes estrategias nutricionales.

### MATERIAL Y MÉTODOS

La base de datos utilizada en este estudio se creó a partir de los resultados de 15 experimentos realizados con ovejas lecheras procedentes del rebaño experimental del Instituto de Ganadería de Montaña, en León (e. g., Hervás et al., 2008; Toral et al., 2010; Bichi et al., 2013). Todos los animales pertenecían a la misma raza (assaf) y su manejo fue similar, ordeñándose dos veces al día y ofertándose las dietas ad libitum. Las observaciones incluidas en la base de datos son los valores medios para lotes de entre 5 y 10 animales. Dichos lotes de ovejas se alimentaron con pasto (n=41) o con raciones completas mezcladas (n=398) compuestas por heno de alfalfa y alimentos concentrados, sin suplementación lipídica (n=183) o suplementadas con aceites vegetales (ricos en *cis-9 18:1*, *18:2n-6* o *18:3n-3*; n=145), con lípidos de origen marino (n=10) o con combinaciones de ambos tipos de suplementos (n=60).

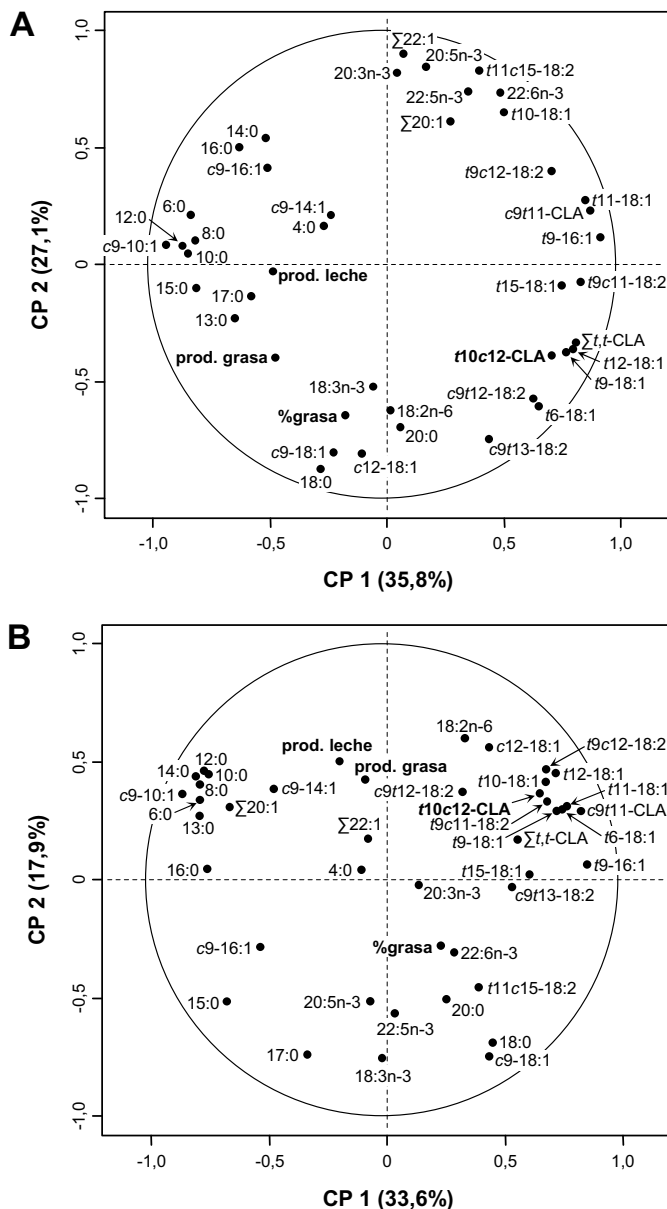
La relación entre los parámetros de rendimiento lechero (producción de leche y grasa y porcentaje de grasa) y el perfil lipídico de la leche (40 AG individuales) en respuesta a los cambios en la alimentación (dieta base, porcentaje de alimentos concentrados y tipo y nivel de inclusión en la dieta de la suplementación lipídica) se estudió mediante análisis de componentes principales, utilizando el programa R (versión 3.0.1, [www.r-project.org](http://www.r-project.org)).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En una primera aproximación, en la que se usaron todos los datos, la proyección de las variables de rendimiento productivo y las concentraciones de AG de la leche sobre los planos definidos por los tres primeros componentes principales mostró que tanto el porcentaje como la producción de grasa de la leche se situaron cerca del origen de los ejes, sin que hubiera una correlación aparente con ninguno de dichos componentes principales.

Sin embargo, cuando la base de datos se dividió en dos sub-bases, una con los experimentos en los que no se había observado MFD y otra con aquellos en los que sí se había detectado (que eran los que incluían dietas suplementadas con lípidos de origen marino), los resultados obtenidos fueron muy diferentes. Así, como se muestra en la Figura 1, en los ensayos con MFD, los dos primeros componentes principales permitieron explicar el 62,9% de la variabilidad total en el perfil de AG de la grasa láctea y el rendimiento lechero de las ovejas. En este caso, el porcentaje de grasa se relacionó negativamente con el segundo componente principal y se situó cerca de los AG 18:0 y *cis-9 18:1* y opuesto al grupo que incluía el *trans-10 18:1*, *20:5n-3* y *22:6n-3*. Aunque estos AG no tendrían por qué estar necesariamente implicados en el desarrollo de la MFD en ovejas, su concentración en la leche podría indicar condiciones favorables para el desarrollo de este síndrome, lo que concuerda con datos previos en ovejas y vacas lecheras (Shingfield et al., 2010; Toral et al., 2010; Bichi et al., 2013). Así, estos resultados apoyarían la hipótesis de que el efecto

negativo de los lípidos marinos sobre el aporte de 18:0 para la síntesis endógena de *cis*-18:1 jugaría un papel relevante en la MFD por su importancia en el mantenimiento de la fluidez de la grasa de la leche (Shingfield et al., 2010; Bichi et al., 2013). Al igual que otros AG *trans*, el *trans*-10 18:1, con un punto de fusión (53 °C) muy superior a la temperatura corporal, podrían estar contribuyendo al desarrollo de la MFD también a través de este mecanismo, además de por sus potenciales efectos antilipogénicos, sobre los que aún existe cierta controversia (Lock et al., 2007; Shingfield et al., 2010).



**Figura 1.** Proyección de las variables de rendimiento productivo y las concentraciones de AG de la leche sobre el plano definido por los dos primeros componentes principales (CP) en los experimentos en los que se detectó (A; 70 lotes) o no (B; 369 lotes) MFD en ovejas.

Por otro lado, tanto en el círculo de correlaciones obtenido a partir de la base de datos global como en los de las dos sub-bases, la posición del *trans*-10 *cis*-12 CLA (único AG con un efecto inhibitor de la síntesis de grasa láctea en ruminantes demostrado de forma inequívoca; Baumgard et al., 2000; Hussein et al., 2013) no permitió relacionar a este isómero con los cambios en el porcentaje de grasa de la leche de oveja. Estos resultados contrastan con los observados mediante análisis similares en el vacuno (Kadegowda et al., 2008), lo cual era esperable cuando se tiene en cuenta que en las vacas la suplementación de la dieta con aceites vegetales provoca MFD tras favorecer la formación de *trans*-10 *cis*-12 CLA en el rumen (Shingfield et al., 2010). Sin embargo, esto no sucede en el ovino, especie en la que la incorporación de aceites vegetales no causa MFD y este síndrome solo se advierte con el consumo de lípidos de origen marino (Hervás et al., 2008; Toral et al., 2010; Bichi et al., 2013).

El análisis de componentes principales apoyaría pues la hipótesis de que, en las ovejas, el *trans*-10 *cis*-12 CLA no juega un papel relevante en el síndrome de baja grasa en la leche. En condiciones de MFD inducida por la adición de lípidos de origen marino a la dieta, las reducciones en el contenido y secreción de grasa parecen estar más relacionadas con variaciones en otros AG de la leche, como por ejemplo el 18:0, el *cis*-9 18:1 o el *trans*-10 18:1.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baumgard, L.H., Corl, B.A., Dwyer, D.A., Sæbø, A. & Bauman, D.E. 2000. Am. J. Physiol. 278: R179-R184.
- Bichi, E., Hervás, G., Toral, P.G., Looor, J.J. & Frutos, P. 2013. J. Dairy Sci. 96: 524-532.
- Hervás, G., Luna, P., Mantecón, A.R., Castañares, N., de la Fuente, M.A., Juárez, M. & Frutos, P. 2008. J. Dairy Res. 75: 399-405.
- Hussein, M., Harvatine, K.H., Weerasinghe, W.M.P.B., Sinclair, L.A. & Bauman, D.E. 2013. J. Dairy Sci. 96: 3825-3834.
- Kadegowda, A.K.G., Piperova, L.S. & Erdman, R.A. 2008. J. Dairy Sci. 91: 749-759.
- Lock, A.L., Tyburczy, C., Dwyer, D.A., Harvatine, K.J., Destailats, F., Mouloungui, Z., Candy, L. & Bauman, D.E. 2007. J. Nutr. 137: 71-76.
- Shingfield, K.J., Bernard, L., Leroux, C. & Chilliard, Y. 2010. Animal. 4: 1140-1166.
- Toral, P.G., Frutos, P., Hervás, G., Gómez-Cortés, P., Juárez, M. & de la Fuente, M.A. 2010. J. Dairy Sci. 93: 1604-1615.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado por el MINECO (proyecto AGL2011-23700). P.G. Toral y D. Carreño disfrutaron, respectivamente, de un contrato Juan de la Cierva y de una beca predoctoral FPI del MINECO.

### RELATIONSHIP BETWEEN DIET-INDUCED CHANGES IN MILK FAT CONTENT AND FATTY ACID PROFILE IN DAIRY EWES. A PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

**ABSTRACT:** Principal component analysis (PCA) was used to examine the relationship between milk fat content and fatty acid (FA) profile in ewes subjected to different nutritional strategies, with the aim of identifying the most relevant FA potentially involved in diet-induced milk fat depression (MFD). A database comprising average lot observations from 15 nutritional trials was built (n=439), but the loading plot derived from PCA showed no apparent relationship between milk fat content and any of the principal components (PC). When the database was split into 2 sub-databases according to experiments showing MFD (i.e., including marine lipid supplementation) or not, PC1 and PC2 described 62.9% of total variation in milk FA and dairy performance in the former. Furthermore, milk fat percentage was negatively correlated with PC2, and loaded near 18:0 and *cis*-9 18:1 and opposite to a cluster including *trans*-10 18:1, 20:5n-3 and 22:6n-3. Although these FA do not have to be necessarily involved in MFD in ewes, their concentration in milk could be an indicator of favourable conditions for MFD to occur. Results from all loading plots support that *trans*-10 *cis*-12 18:2 does not play a major role in diet-induced changes in milk fat content in dairy ewes.

**Keywords:** lipid, marine lipid, milk fat depression, sheep