# EFECTOS DE LA RELACIÓN FORRAJE A CONCENTRADO EN OVEJAS LECHERAS. 2. PERFIL LIPÍDICO Y RENDIMIENTO QUESERO

Elhadi[1], A., Minh[2], L.D.T., Saldo[2], J., Toral[3], P.G., Hervás[3], G. Frutos[3], P. y Caja[1], G.
[1]Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, [2]Centre Especial de Recerca-Planta de Tecnología dels Aliments (CERPTA), XaRTA, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España. [3]Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE), Finca Marzanas, Grulleros, León, España. abdelaali.elhadi@uab.cat

## INTRODUCCIÓN

La alimentación es uno de los factores que más afectan a la producción y la composición de la leche. De forma general se acepta que la producción de leche y el contenido en proteína aumentan con el nivel del concentrado, mientras que el contenido en grasa disminuye porque se correlaciona negativamente con el balance energético en ganado ovino (Bocquier y Caja, 2001). La calidad físico-química de la leche de oveja está influida por la relación forraje:concentrado (F:C, %) de la ración, lo que tiene repercusión en la cantidad y calidad de los productos lácteos fabricados (Jensen et al., 1991; Michalski et al., 2003). Aunque existen diversos trabajos sobre los efectos de la relación F:C en ovejas Assaf, muchos de ellos se sitúan en el rango de riesgo de acidosis (i.e., 20:80; Gómez-Cortés et al., 2008, 2009), lo que puede alterar las conclusiones. Martini et al. (2010) compararon raciones 60:40 vs. 40:60, en ovejas lecheras Massese, concluyendo que el aumento el concentrado disminuye el contenido en grasa (9%) y aumenta los glóbulos de 3-5 µ (17%) o de tamaño medio. Los efectos del concentrado en la grasa y el perfil de ácidos grasos (AG) dependen de la naturaleza del concentrado (Gargouri et al., 2006; Gomez-Cortés et al., 2008, 2009), pero en general el concentrado disminuye los valores de mono- (AGMI) y poli- (AGPI) insaturados, incluyendo el CLA. Gómez-Cortés et al. (2011) estudiaron los efectos del nivel de concentrado entre 70:30 y 30:70 en la ración de ovejas Assaf, concluyendo que la producción de leche (15,6%) y contenido en grasa (9%) disminuyen por efecto del concentrado, así como también los AGMI; al contrario, los saturados (AGS) aumentan y los efectos en los AGPI fueron muy variables. Este trabajo completa los datos del anteriormente realizado por Elhadi et al. (2017) y su objetivo fue estudiar la respuesta a 3 niveles de concentrado en la ración, en el perfil de AG de la leche y en las propiedades queseras de la leche, de 2 razas de ovejas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

*Animales y manejo*: Se utilizaron un total de 72 ovejas lecheras multíparas de raza Manchega (MN, n = 36) y Lacaune (LC, n = 36) ordeñadas a máquina 2 veces/d (Amarre Azul-1, DeLaval, Alcobendas) a mitad de lactación. Los detalles pueden obtenerse en Elhadi et al. (2017).

*Tratamientos experimentales*: El experimento consistió en un diseño 2×3 (raza × ración) y las raciones consistieron en 3 niveles de concentrado (F:C, %):

- Alto concentrado (AC), 40:60%
- Medio concentrado (MC), 55:45%
- Bajo concentrado (BC), 70:30%

*Toma de muestra y análisis medidas*: La producción de leche se controló a cada ordeño y se recogieron muestras representativas de cada grupo de ovejas a los 90 d del experimento.

El perfil de ácidos grasos (AG) de muestras de leche se analizó por cromatografía de gases (Toral et al., 2015) a partir de la grasa separada por centrifugación (1000 × *g*).

*Rendimiento quesero:* Se utilizó el instrumento óptico de coagulación (Optigraph, Ysebaert, Frépillon, Francia) para simular la fabricación de queso. Los parámetros de coagulación estudiados fueron: el tiempo de coagulación de la cuajada (TCC), que se determinó por el tiempo necesario para obtener el valor máximo de la 1ª derivada de la curva de absorbancia; la tasa de agregación de la cuajada (TAC), que se definió como el valor máximo medido de absorbancia; y la firmeza a 45 min (F45), que se determinó como la diferencia entre el valor de absorbancia a 45 min y el del momento en que todas las muestras se estabilizaron. Para ello, se preparó una solución de coagulante, mezclando 500 µL de cuajo de ternero con 4,5 mL de agua destilada diluido, que fue diluida a 1:10 y refrigerada (4 ºC). A cada muestra de 10 mL de leche se añadieron 33 µL de coagulante y se dejó actuar a 33 ºC durante 1 h. Por

otro lado, se determinó también el rendimiento quesero en condiciones de laboratorio (RQL) usando la metodología de Othmane et al. (2002).

*Análisis estadístico*: Los datos se analizaron mediante un modelo mixto mediante PROC MIXED de SAS (v.9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) con los tratamientos como efecto fijo y el animal (en su caso) y el error como aleatorios. Las medias se expresaron como medias mínimo cuadráticas y se separaron mediante PDIFF a $P < 0,05$.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el perfil lipídico de la leche se han resumido en la Tabla 1, en la que solo se han presentado los AG con efectos a $P < 0,10$. En el caso de LC, al comparar BC vs. AC, los AGS disminuyeron (1%, $P < 0,01$) mientras que los AGMI y AGPI aumentaron (4 y 12%, respectivamente; $P < 0,01$), en respuesta al aumento del concentrado. Sin embargo, en la MN, semejantes resultados se observaron en la comparación BC vs. MC, de acuerdo con Gomez-Cortés et al. (2011), mientras que fueron contrarios respecto a la comparación anterior BC vs. AC (Tabla 1).

Por otro lado, al aumentar el concentrado, en LC aumentaron los AG > 16 (2%; $P < 0,05$), mientras que en MN disminuyeron (5%; $P < 0,05$). Además, en MN aumentaron los AG < 16 (6%; $P < 0,05$). Todo parece indicar que el efecto del concentrado fue cuadrático y no lineal, lo que deberá ser comprobado, además de depender del nivel de producción. Los cambios en los índices de aterogenicidad fueron irrelevantes.

***Tabla 1**. Efectos de la relación forraje:concentrado en el perfil lipídico[1] (g/100 g AG totales) de la leche de ovejas a mitad de lactación (d 100).*

| Raza | Item | 70:30 | 55:45 | 40:60 | ESM | *P-valor* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Lacaune | C4:0 | 3,30$^{a}$ | 3,27$^{a}$ | 3,06$^{b}$ | 0,01 | 0,002 |
| | C6:0 | 2,63$^{a}$ | 2,71$^{a}$ | 2,53$^{b}$ | 0,02 | 0,016 |
| | C14:0 | 11,2$^{b}$ | 11,6$^{a}$ | 11,1$^{b}$ | 0,1 | 0,002 |
| | C16:0 | 24,3 | 23,7 | 23,4 | 0,2 | 0,06 |
| | C18:0 | 9,27 | 8,82 | 8,91 | 0,10 | 0,09 |
| | <C16 | 35,6 | 36,8 | 35,7 | 0,3 | 0,13 |
| | C16 | 26,1 | 25,5 | 25,1 | 0,2 | 0,06 |
| | >C16 | 38,3$^{b}$ | 37,8$^{b}$ | 39,2$^{a}$ | 0,2 | 0,018 |
| | AGS[2] | 70,7$^{a}$ | 70,5$^{a}$ | 69,1$^{b}$ | 0,1 | 0,002 |
| | AGMI[3] | 23,8$^{b}$ | 23,7$^{b}$ | 24,7$^{a}$ | 0,1 | 0,006 |
| | AGPI[4] | 5,50$^{c}$ | 5,79$^{b}$ | 6,18$^{a}$ | 0,04 | 0,003 |
| | Índice aterogenicidad[5] | 2,53$^{a}$ | 2,55$^{a}$ | 2,37$^{b}$ | 0,01 | 0,001 |
| Manchega | C6:0 | 2,57 | 2,74 | 2,82 | 0,05 | 0,089 |
| | C8:0 | 2,59$^{b}$ | 2,81$^{a}$ | 2,87$^{a}$ | 0,03 | 0,014 |
| | C10:0 | 8,17$^{b}$ | 9,11$^{a}$ | 8,93$^{a}$ | 0,09 | 0,009 |
| | C12:0 | 4,75$^{b}$ | 5,37$^{a}$ | 5,11$^{a}$ | 0,07 | 0,020 |
| | C14:0 | 10,7 | 11,3 | 11,2 | 0,1 | 0,075 |
| | C16:0 | 24,3$^{a}$ | 23,8$^{a}$ | 23,2$^{b}$ | 0,1 | 0,013 |
| | C18:0 | 9,14 | 9,28 | 8,91 | 0,06 | 0,051 |
| | <C16 | 35,0$^{b}$ | 37,4$^{a}$ | 37,02$^{a}$ | 0,2 | 0,012 |
| | C16 | 26,2$^{a}$ | 25,5$^{b}$ | 24,93$^{c}$ | 0,1 | 0,010 |
| | >C16 | 38,8$^{a}$ | 37,1$^{c}$ | 38,07$^{b}$ | 0,1 | 0,007 |
| | AGS[2] | 70,0$^{b}$ | 71,7$^{a}$ | 70,2$^{b}$ | 0,1 | 0,001 |
| | AGMI[3] | 24,4$^{a}$ | 23,0$^{b}$ | 24,1$^{a}$ | 0,1 | 0,001 |
| | AGPI[4] | 5,60$^{a}$ | 5,43$^{b}$ | 5,67$^{a}$ | 0,03 | 0,021 |
| | Índice aterogenicidad[5] | 2,43$^{b}$ | 2,63$^{a}$ | 2,46$^{b}$ | 0,01 | 0,002 |

[1]Se presentan los AG con efecto $P < 0,05$; [2]Acidos grasos saturados; [3]Ácidos grasos mono-insaturados; [4]Ácidos grasos poli-insaturados; [4]5 (C12:0 + 4 × C14:0 + C16:0)/(AGMI + AGPI). Para una fila, distinto superíndice indica diferencias al $P < 0,05$.

***Tabla 2**. Efectos de la relación forraje:concentrado en el rendimiento quesero de ovejas lecheras a mitad de lactación.*

| Raza | Item | 70:30 | 55:45 | 40:60 | ESM | *P* valor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Lacaune | TCC[1], min | 15,5 | 14,6 | 15,2 | 2,3 | 0,95 |
| | TAC[2] | 2,64 | 2,93 | 3,14 | 0,44 | 0,69 |
| | F45[3] | 34,8 | 33,6 | 37,0 | 3,7 | 0,80 |
| | RQL[4], g/mL | 0,52 | 0,49 | 0,50 | 0,03 | 0,82 |
| Manchega | TCC, min | 18,5 | 15,3 | 16,9 | 1,8 | 0,45 |
| | TAC | 2,74 | 4,04 | 3,40 | 0,36 | 0,052 |
| | F45 | 38,9[b] | 47,7[a] | 42,4[ab] | 2,4 | 0,048 |
| | RQL, g/mL | 0,59 | 0,66 | 0,57 | 0,04 | 0,30 |

[1]Tiempo de coagulación de la cuajada; [2]Tasa de agregación de la cuajada; [3]Firmeza a 45 min; [4]Rendimiento quesero en laboratorio; En una fila, medias con distinto superíndice indician diferencias a $P < 0,05$.

Respecto a la transformación quesera (Tabla 2), no se observaron efectos del concentrado en el caso de la LC ($P = 0,69$ a $0,95$). Sin embargo, al comparar los tratamientos BC y MC en el caso de la MN, el valor de F45 aumentó (23%; $P < 0,05$) y la RCA tendió a aumentar (47%; $P < 0,10$). En conclusión, no se observaron ventajas de usar alto niveles de concentrado en la producción de queso de oveja.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bocquier, F. & Caja, G. 2001. INRA Prod. Anim. 14:129-140 • Elhadi, A., Caja, G., Salama, A.A.K., Mendivil, M., Durán, E. & Albanell, E. 2017. XVII Jornadas de Producción Animal, AIDA, Zaragoza • Gargouri, A., Caja, G., Casals, R. & Mezghani, I. 2006. Small Rumin. Res. 66:1-10 • Gómez-Cortés, P., De la Fuente, M.A., Toral, P.G., Frutos, P., Juárez, M. & Hervás, G. 2011. J. Dairy Sci. 94:4578-4588 • Gómez-Cortés, P., Frutos, P., Mantecón, A.R., Juárez, M., De la Fuente, M.A. & Hervás, G. 2008. J. Dairy Sci. 91:3119-3127 • Gómez-Cortés, P., Frutos, P., Mantecón, A.R., Juárez, M., De la Fuente, M.A. & Hervás, G. 2009. J. Dairy Sci. 92:3964-3972 • Jensen, R.G., Ferris, A.M. & Lammi-Keefe, C.J. 1991. J. Dairy Sci. 74:3228-3243 • Martini, M., Liponi, G.B. & Salari, F. 2010. J. Dairy Res. 77:239-244 • Michalski, M.C., Gassi, J.Y., Famelart, M.E., Leconte, N., Camier, B., Michel, F. & Briard, V. 2003. Lait 83:131-143 • Othmane, M.H., De La Fuente, L.F., Carriedo, J.A. & San Primitivo, F. 2002. J. Dairy Sci. 85:2692-2698 • Toral, P.G., Hervás, G., Carreño, D. & Frutos, P. 2015. J. Dairy Sci. 99:1133-1144.

## EFFECTS OF THE FORAGE TO CONCENTRATE RATIO ON LACTATING DAIRY EWES: 2. FATTY ACID PROFILE AND CHEESE-YIELDING FEATURES

**ABSTRACT:** The effect of the forage:concentrate ratio (F:C, %) on the fatty acid (FA) profile and cheese yielding features was studied in a total of 72 Manchega (MN, n = 36) and Lacaune (LC, n = 36) dairy ewes in mid-lactation. F:C ratios were: 40:60 (AC), 55:45 (MC) and 70:30 (BC), and diets consisted of a total mixed ration fed *ad libitum*. Comparing BC vs. AC in the LC ewes, saturated FA decreased (1%, $P < 0.01$) whereas mono-unsaturated FA and poly-unsaturated FA increased (4 and 12%, respectively; $P < 0.01$). Similar results were obtained in the comparison of BC vs. MC in MN, but on the contrary of observed for BC vs. AC. On the other hand, when the concentrate added increased, the FA > C16 increased (2%; $P < 0.05$) in LC ewes, while the FA > C16 decreased and the FA < C16 increased (−5% and 6%; $P < 0.05$, respectively). Changes in atherogenicity index were irrelevant. No effect of the F:C ratio was detected on rennet coagulation time, rate of curd aggregation and laboratory cheese yield in both breeds, although, firmness at 45 min increased between BC and MC in the MN ewes (23%; $P < 0.05$). In conclusion, no benefits in cheese traits were detected when the level of concentrate was increased above the requirements in the diet of dairy ewes.

**Keywords:** cheese, dairy sheep, fatty acid, forage:concentrate ratio