

LA SUPLEMENTACIÓN CON ACEITE DE SOJA AUMENTA LA GRASA EN LECHE Y MEJORA EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN CABRAS BAJO ESTRÉS TÉRMICO

Hamzaoui, S., Salama, A.A.K., Caja, G., Albanell, E. y Such, X.
Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments,
Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra. ahmed.salama@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El estrés térmico (ET) es importante en rumiantes lecheros porque repercute negativamente en muchos de sus parámetros productivos. Se manifiesta con un aumento de la temperatura corporal y del ritmo respiratorio (West, 2003), produciendo descensos tanto de la ingestión como de la producción de leche en vacas (Baumgard et al, 2006) y cabras (Hirayama *et al.*, 2004). Los primeros resultados de la respuesta de cabras Murciano-Granadinas a condiciones ET a final (Hamzaoui *et al.*, 2011) o mitad de lactación (Hamzaoui *et al.*, 2012), indican disminuciones de la producción de leche (-3 a -9%) y de los contenidos en grasa (0 a -12%) y proteína (-13%), respectivamente, respecto a cabras en termo-neutralidad (TN). Entre las posibles estrategias para aliviar los efectos del ET se puede aumentar la densidad energética de la ración, utilizando mas concentrado o suplementando con grasa. Por otro lado, Bouattour *et al.* (2008) indicaron que, la adición de aceite de soja a la ración de cabras lecheras, aumentó el contenido en grasa y ácido linoleico conjugado (CLA) en la leche. No se dispone de información sobre los efectos de la suplementación con grasa en cabras bajo condiciones de ET. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con aceite de soja sobre la producción de leche y su perfil de ácidos grasos (AG) en cabras Murciano-Granadina estresadas térmicamente a mitad de lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 cabras lecheras multiparas de raza Murciano-Granadina a mitad de lactación (99 ± 1 d en lactación, 2.00 ± 0.04 L/d producción de leche, 42.8 ± 1.3 kg PV) previamente adaptadas a jaulas metabólicas que fueron situadas en una cámara climática ($4 \times 6.2 \times 3.6$ m; ETS Lindgren-Euroshield Oy, Eura, Finlandia; equipada con calentador Airlan y humidificador Hygrometrik), o en el interior de una nave climatizada. El diseño experimental consistió en un cuadrado latino 4×4 con cuatro periodos de 21 d cada uno (adaptación, 14 d; medidas, 5 d; transición entre periodos, 2 d). Las cabras se asignaron a uno de los 4 tratamientos según un arreglo factorial 2×2 . Los factores experimentales fueron:

- 1) Ambiente:
 - Condiciones de termo-neutralidad (TN): temperatura de 15-20°C y humedad natural durante todo el día 24 h. Fotoperiodo día-noche de 12-12 h.
 - Condiciones de estrés térmico (ET): temperatura de 37.0 ± 0.5 °C durante el día (9:00-21:00 h) y 30 ± 0.5 °C durante la noche (21:00-9:00 h). Día-noche de 12-12 h.
- 2) Ración:
 - Control (C)
 - Suplementada con 4% de aceite de soja (S)

Lo que resultó en 4 tratamientos: TN-C, TN-S, ET-C y ET-S. La temperatura y humedad se registraron cada 10 min utilizando un data logger (Opus 10, Lufft, Fellbach, Alemania). Las cabras se ordeñaron 1 vez/d mediante un equipo portátil (Westfalia-Surge, Granollers, Barcelona) a 40 kPa, 90 ppm y 60%.

La ración consistió en una ración total mezclada (alfalfa deshidratada, 43,6%; harina de maíz, 26,3%; harina de cebada, 6,3%; cascarrilla de soja, 7,9%; harina de soja, 10,4%; melaza de caña, 3%; bicarbonato sódico, 0,7%; carbonato cálcico, 0,7%; complejo mineral-vitaminico, 0,6%; sal, 0,3%; fosfato bicálcico, 0,2%). El aceite de soja se añadió diariamente y se recogieron muestras diarias representativas de las raciones para su análisis según AOAC (2003).

A lo largo del experimento, se midió diariamente la producción de leche, ingestión de MS, consumo de agua, así como la temperatura rectal (TR) y el ritmo respiratorio (RR) a las 8, 12 y 17 h). Semanalmente se tomaron muestras de leche para el análisis de composición mediante NIRS (Foss NIRSystems 5000, Foss, Hillerød, Dinamarca). En el d 3 de medida (d 17 de cada periodo) se recogieron 50 mL de leche individualmente, en la que se separó la grasa por centrifugación a $6000 \times g$ durante 30 min y se congeló a -80°C hasta el análisis

del perfil de AG mediante cromatografía de gases según Bouattour *et al.* (2008). Los datos fueron analizados con el PROC MIXED de SAS v.9.1.3 para medidas repetidas. El modelo incluyó como efectos fijos las condiciones ambientales (ET vs. TN) y la ración (C vs. S), su interacción y el error residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo del experimento, las cabras ET registraron valores de TR y RR mas altos ($P < 0,001$) que las cabras TN (Tabla 1), evidenciando una situación de estrés térmico de acuerdo con las condiciones experimentales. El aumento de RR (el triple) es un mecanismo habitual para disipar el calor corporal bajo condiciones ET (Rhoads *et al.*, 2009).

La ingestión se redujo un 38% ($P < 0,001$) por efecto del ET (independientemente de la suplementación con el aceite de soja. La reducción de ingestión bajo condiciones ET ya había sido señalada anteriormente en cabras (Sano *et al.*, 1985), ovejas (Abdalla *et al.*, 1993) y vacas lecheras (Rhoads *et al.*, 2009) y se considera como una estrategia del animal para reducir el calor metabólico producido (Kadzere *et al.*, 2002). Por otro lado, las cabras ET doblaron su consumo de agua ($P < 0,001$) respecto a las cabras TN, como mecanismo de compensación de la pérdida de agua por sudoración y por la respiración (jadeo).

Por otro lado, las cabras en ET produjeron -9% ($P < 0,05$) de leche en comparación con las cabras TN, análogamente a lo observado por Hamzaoui *et al.* (2012) en cabras lecheras de similar estado de lactación, pero muy inferior a la pérdida del 45% observada en vacas lecheras (Rhoads *et al.*, 2007).

La suplementación con aceite de soja no afectó a la TR, RR, ni a la producción de leche (Tabla 1), de acuerdo con lo indicado por Bouattour *et al.* (2008).

Tabla 1. Respuesta de cabras lecheras a la ración control (C) o suplementada con 4% aceite de soja (S) en condiciones de termo-neutralidad (TN) o de estrés térmico (ET)

Ítem	TN		ET		ESM ¹	Efecto ($P <$)		
	C	S	C	S		Amb.	Ración	A×R ²
Temperatura rectal, °C	38,63 ^a	38,67 ^a	39,57 ^b	39,70 ^b	0,093	0,001	0,351	0,560
Ritmo respiratorio, r/min	34 ^a	35 ^a	111 ^b	113 ^b	4	0,001	0,705	0,704
Variación de PV, kg	+3,49 ^a	+2,65 ^a	-2,08 ^b	-2,28 ^b	0,97	0,001	0,597	0,745
Ingestión, kg MS/d	2,26 ^a	2,26 ^a	1,47 ^b	1,34 ^b	0,09	0,001	0,490	0,471
Consumo de agua, L/d	6,4 ^a	6,0 ^a	10,6 ^b	12,0 ^b	0,05	0,001	0,655	0,386
Leche, L/d	1,88 ^a	1,99 ^a	1,79 ^b	1,75 ^b	0,11	0,013	0,606	0,231
Leche 3,5%, L/d	2,17 ^a	2,31 ^a	1,86 ^b	2,10 ^{ab}	0,13	0,004	0,035	0,560
NEFA sangre, mmol/L	0,064 ^a	0,108 ^b	0,084 ^a	0,116 ^b	0,017	0,380	0,025	0,730
Composición de leche, %								
Grasa	3,98 ^a	5,07 ^b	3,64 ^a	4,85 ^b	0,14	0,180	0,001	0,781
Proteína	3,40 ^a	3,40 ^a	2,85 ^b	2,96 ^b	0,07	0,001	0,561	0,570
Lactosa	4,51 ^a	4,66 ^a	4,30 ^b	4,43 ^b	0,05	0,004	0,057	0,858
Ácidos grasos leche ³ , %								
<C16	37,4 ^a	29,7 ^b	34,0 ^c	23,4 ^d	0,82	0,001	0,001	0,092
C16 + C16:1	39,2 ^a	26,3 ^b	31,2 ^c	22,6 ^d	1,36	0,001	0,001	0,142
>C16	22,9 ^a	43,6 ^b	34,0 ^c	53,6 ^d	1,40	0,001	0,001	0,704
CLA ⁴	0,47 ^a	2,17 ^b	0,37 ^a	1,95 ^b	0,38	0,686	0,001	0,875

¹Error estándar de las medias. ²Interacción Ambiente × Ración. ³Perfil ácidos grasos (AG) mediante FAME: <C16, AG sintetizados de novo en la glándula mamaria; >C16, AG transferidos de la sangre; C16 +C16:1, AG de novo y transferidos. ⁴Ácido linoleico conjugado (C18:2 *cis*-9 *trans*-11). ^{a,b,c,d} medias con letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

Debido a la reducción de la ingestión de MS y la disminución moderada en la producción de leche, las cabras ET perdieron 104 g/d de su PV, mientras que las cabras TN ganaron 146 g/d ($P < 0,001$). La suplementación con S no modificó la variación de peso de las cabras. Donde sí se observó un marcado efecto de S fue en la grasa de la leche. Las cabras TN y ET respondieron de manera similar con un aumento del 30% ($P < 0,001$) en la grasa de leche. Sin embargo, el porcentaje de proteína en leche se redujo por el efecto del ET (-15%; $P < 0,05$), pero no se detectó ningún efecto de S. Los AG sintetizados total (<C16) o parcialmente (C16 + C16:1) por la glándula mamaria (de novo), se redujeron por los efectos de ET y de S, mientras que para los AG de cadena larga (>C16), transferidos desde la sangre, el efecto fue el contrario. El aceite de soja contiene AG de cadena larga e insaturados, lo que explicaría el aumento de estos AG en la leche de cabras suplementadas con aceite. No está clara la razón del aumento de los >C16 en las cabras ET, ya que los niveles de NEFA en sangre no variaron entre TN y ET, pero podría ser debido a un cambio en la biohidrogenación en el rumen. La ración S incrementó el contenido de CLA en la leche de TN (+361%) y ET (+427%), lo que es favorable para el consumo humano. En conclusión, el ET redujo la ingestión, la producción lechera y la proteína en leche. La suplementación con aceite de soja aumentó la grasa en leche con la misma magnitud en cabras bajo condiciones TN y ET. La leche de cabras alimentadas con aceite soja contuvo más CLA y más ácidos grasos de cadena larga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdalla, E.B., Kotby, E.A. & Johnson, H.D. 1993. Small Rumin. Res. 11:125-134. ● AOAC. 2003. Vol. I. 17th ed. Maryland, USA. ● Baumgard, L.H., Odens, L.J., Kay, J.K., Rhoads, R.P., VanBaale, M.J. & Collier, R.J. 2006. Proc. Southwest Nutr. Conf. 181-187 ● Bouattour, M.A., Casals, R., Albanell, E., Such, X. & Caja, G. 2008. J. Dairy Sci. 91:2399-2407. ● Hamzaoui, S., Salama, A.A.K., Caja, G., Albanell, E., Such, X. & Flores, C. 2011. XIV Jornadas AIDA Prod. Animal, tomo I, pp. 106-108. ● Hamzaoui, S., Salama, A.A.K., Caja, G., Albanell, E., Flores, C. & Such, X. 2012. J. Dairy Sci., 95(Suppl.2): 672-673 ● Hirayama, T., Katoh, K. & Obara, Y. 2004. Anim. Sci. J. 75:237-243. ● Kadzere, C. T., Murphy, M.R., Silanikove N. & Maltz, E. 2002. Livest. Prod. Sci. 77:59-91. ● Rhoads, M.L., Rhoads, R.P., Sanders, S.R., Carroll, S.H., Weber, W.J., Crooker, B.A., Collier, R.J., VanBaale, M.J. & Baumgard, L.H. 2007. J. Dairy Sci. 90(Suppl.1):230. ● Rhoads, M.L., Rhoads, R.P., VanBaale, M.J., Collier, R.J., Sanders, S.R., Weber, W.J., Crooker, B.A. & Baumgard, L.H. 2009. J. Dairy Sci. 92:1986 ● Sano, H., Ambo, K. & Tsuda T. 1985. J. Dairy Sci. 68:2557-2564. ● West, J.W. 2003. J. Dairy Sci. 86:2131-2144.

Agradecimientos: Proyecto AGL-2009-09376 (Plan Nacional I+D+i) y beca FPI a S. Hamzaoui.

SUPPLEMENTATION WITH SOYBEAN OIL INCREASES MILK FAT AND IMPROVES THE FATTY ACID PROFILE IN HEAT-STRESSED DAIRY GOATS

ABSTRACT: The objective was to evaluate the response of dairy goats to soybean oil (SBO) supplementation under thermal-neutral (TN) or heat stress (HS) conditions. Eight multiparous Murciano-Granadina dairy goats kept in metabolic cages were used in 4×4 Latin square (4 periods; 21 d each). Factors were: 1) TN (15 to 20°C), 2) HS (12 h/d at 37°C and 12 h/d at 30°C), 3) control diet (C), and 4) diet supplemented with 4% SBO. Feed intake, milk yield, water consumption, rectal temperature (RT), and respiration rate (RR) were recorded daily. Milk samples were collected for composition and fatty acid profile. Compared to TN, HS goats had lower ($P < 0.01$) feed intake, milk yield, and milk protein. Water consumption, RT, and RR increased ($P < 0.001$). The SBO increased milk fat by more than 30% and CLA by more than 360%. The SBO supplementation increased milk fat with the same magnitude regardless the ambient temperature. The milk of goats fed SBO contained more CLA and long chain fatty acids than that of C goats.

Keywords: Heat stress, soybean oil, milk fatty acids, dairy goat