

## ESTRETAGIAS DE MITIGACIÓN DE ESTRÉS POR CALOR EN CABRAS LECHERAS: SUPLEMENTACIÓN CON METIONINA PROTEGIDA

Mehaba, N., Coloma, W., Such, X., Salama, A.A.K., y Caja, G.

Grupo de Investigación en Rumiantes (G2R), Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra;  
xavier.such@uab.cat

### INTRODUCCIÓN

Está demostrado que los efectos negativos del estrés por calor (EC) en cabras lecheras incluyen una disminución en la ingestión, acompañada por un aumento en el consumo de agua, ritmo respiratorio y temperatura rectal (Salama et al., 2014). Todo ello repercute en una disminución de la producción de leche, así como en una modificación de su calidad (i.e., grasa, proteína y caseína).

Se ha documentado efectos positivos de la suplementación con metionina protegida ante la degradación ruminal en vacuno lechero. Al inicio de la lactación las vacas suplementadas con metionina aumentaron la ingestión, la producción de leche, grasa, proteína, y leche estandarizada al 3,5% de grasa (Batistel et al., 2017).

Durante las dos primeras semanas de lactación, en cabras suplementadas con metionina, se observó un aumento en la producción de leche y contenido en lactosa, además de una disminución en el recuento de células somáticas de la leche (Piccioli-Cappelli et al., 2016).

Las cabras suplementadas con metionina mostraron también cambios positivos en el peso vivo durante la lactación, que aumentó a medida que se incrementaba la dosis (Alonso-Méendez et al., 2016). Las respuestas positivas *in vitro* a la suplementación con metionina, permiten suponer que dicha suplementación durante el EC puede tener un efecto positivo en el metabolismo de la glándula mamaria (Salama et al., 2019), y en consecuencia, puede ser una buena estrategia para mejorar la producción lechera en condiciones de EC.

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar los efectos de la suplementación con metionina protegida sobre los parámetros fisiológicos y productivos de cabras lecheras expuestas al estrés por calor.

### MATERIAL Y MÉTODOS

*Animales y diseño experimental:* Se utilizaron 8 cabras lecheras multíparas de raza Murciano-Granadina a mitad de lactación ( $89,6 \pm 0,3$  d en ordeño,  $2,40 \pm 0,06$  L/d leche y  $43,3 \pm 1,5$  kg PV), previamente adaptadas a los corrales individuales en el SGCE (Servei de Granges i Camps Experimentals) de la UAB durante 17 días. Los corrales se situaron en el interior de una nave aislada y en una cámara climática ( $4 \times 6,2 \times 3,6$  m; ETS Lindgren-Euroshield Oy, Eura, Finlandia), equipada con un sistema calentador y humidificador (Carel Control Ibérica, Barcelona) y renovación continua de aire ( $90 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

El diseño experimental consistió en un cuadrado latino repetido  $4 \times 4$  (Tratamiento  $\times$  Periodo), con 4 periodos de 21 días cada uno y un periodo de transición de 7 días. Las cabras fueron asignadas secuencialmente a cada uno de los 4 tratamientos, según un diseño factorial  $2 \times 2$  (Ración  $\times$  Ambiente), correspondientes a:

- Ración: control (**Con**) sin suplementación, o suplementación con 2.6 g/d de metionina (**Met**; Smartamine M, Adisseo NA, Alpharetta, GA),
- Ambiente: termo-neutralidad (**TN**,  $19,4 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ; humedad  $58 \pm 0,22\%$ ; THI = 65) o estrés por calor (**EC**, de 9-21 h a  $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$  y de 21-9 h a  $27,9 \pm 0,07^\circ\text{C}$  con  $45 \pm 5\%$  de humedad relativa; THI = 83 y 76, respectivamente).

Las cabras recibieron una ración total mezclada (70 % forraje y 30 % concentrado) y agua a voluntad, y se ordeñaron 2 veces al día (8 y 17 h) con un equipo portátil de ordeño (GEA, Granollers, Barcelona).

*Medidas, toma de muestras y análisis:* El ritmo respiratorio y la temperatura rectal se midieron 3 veces al día (0800h, 1200h y 1700h). Se pesó diariamente la ingestión individual de alimento y agua, así como la producción de leche (MobbaXie, Mobba, Barcelona). Se tomaron dos muestras semanales de leche para el análisis de composición. Las muestras de leche se analizaron mediante espectroscopia de infrarrojo cercano (Foss NIRSystem 5000, Foss, Hillerød, Dinamarca).

*Análisis estadísticos:* Los datos fueron analizados por el PROC MIXED de SAS v. 9.4 para medidas repetidas (SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU). El modelo utilizado fue:  $Y_{ijklm} = \mu +$

$temp_i + Met_j + periodo_k + día_l + (temp \times Met)_{ij} + (temp \times periodo)_{ik} + (temp \times día)_{il} + (Met \times periodo)_{jk} + (periodo \times día)_{kl} + \epsilon_{ijklm}$ , donde Y es la variable dependiente, los efectos fijos de la  $\mu$  las medias generales, temp, el efecto de temperatura ( $i = TN$  o EC), Met, el efecto de la suplementación con metionina ( $j =$  suplementación o control), periodo, el efecto del periodo ( $k = 1 - 4$ ), las interacciones dobles entre los efectos fijos y  $\epsilon_{ijklm}$  el error residual. Los resultados se expresan como medias de mínimos cuadrados con el error estándar de la media (ESM). Se consideró la significancia estadística a  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la respuesta fisiológica se presentan en la Tabla 1. Como era de esperar, las cabras EC demostraron una temperatura rectal y ritmo respiratorio más altos que las cabras TN ( $P < 0,001$ ). La suplementación con metionina parece reducir el efecto del EC en las cabras ( $P < 0,01$ ), ya que la temperatura rectal fue inferior ( $39,67 \pm 0,03$  vs.  $39,60 \pm 0,03$  °C), por el control y la suplementación respectivamente. Este hecho se confirma ( $P < 0,03$ ) en los valores del ritmo respiratorio en cabras bajo EC, que también fue menor. Sin embargo, Kassube (2016) observó un aumento de la temperatura rectal debido a la infusión intravenosa en vaca lecheras con metionina bajo estrés por calor.

**Tabla 1.** Temperatura rectal y ritmo respiratorio de cabras lecheras Murciano-Granadina en condiciones de termo-neutras (TN) y estrés por calor (EC). En cada ambiente, hubo cabras control (Con) o suplementadas con 2,6 g/d de metionina protegida (Met).

Ítem	TN		EC		ESM	Efecto ( $P <$ )		
	Con	Met	Con	Met		EC	Met	EC $\times$ Met
Temperatura rectal, °C						0,001	0,01	0,01
0800h	38,44	38,43	39,27	39,21	0,04			
1200h	38,59	38,60	39,72	39,63	0,04			
1700h	38,78	38,78	40,01	39,90	0,04			
Ritmo respiratorio, r/min						0,001	0,03	0,03
0800h	28	28	98	92	2			
1200h	32	32	140	135	2			
1700h	35	36	162	161	2			

La ingestión de materia seca disminuyó un 10% en cabras expuestas a EC (TN vs. EC,  $2,35 \pm 0,08$  vs.  $2,12 \pm 0,08$  kg/d;  $P < 0,001$ ) (Tabla 2). La suplementación con metionina no afectó ni la ingestión ni el consumo de agua en ambas condiciones ambientales, lo que está de acuerdo con lo observado por Alonso-Mélendez et al. (2016). Las cabras de EC aumentaron un 44% el consumo de agua en comparación con las de TN (TN vs. EC,  $4,55 \pm 0,51$  vs.  $6,53 \pm 0,51$  kg/d;  $P < 0,001$ ), lo que concuerda con los resultados descritos por Hamzaoui et al. (2013). Sin tener en cuenta la suplementación, las cabras bajo condiciones de EC perdieron más peso que las TN (TN vs. EC,  $0,20 \pm 0,12$  vs.  $-0,17 \pm 0,12$  kg/d;  $P < 0,04$ ). Sin embargo, la suplementación con metionina tuvo tendencia ( $P < 0,09$ ) a aumentar la ganancia en PV de las cabras TN y a reducir las pérdidas de PV en las cabras EC. A pesar de la disminución en la ingestión, la producción de leche no se vió afectada por el EC. Sin embargo, la leche corregida por grasa disminuyó un 8% ( $P < 0,01$ ) en las cabras de EC, comparadas con las TN. Al mismo tiempo, la composición de la leche se modificó a causa de la alta temperatura ambiental (Tabla 2), ya que las cabras de EC produjeron leche con menor porcentaje de grasa, proteína, caseína y lactosa. La suplementación con metionina tendió a mejorar ( $P < 0,08$ ) el contenido en grasa en ambas condiciones ambientales. Por contra, Poljicak-Milas y Marenjak (2007) no detectaron efectos de la suplementación con 5g de metionina sobre el contenido en grasa y proteína de la leche.

En conclusión, la metionina protegida puede ser una estrategia para aliviar los efectos del estrés por calor en cabras lecheras a mitad de lactación y mejorar la calidad de la leche producida en estas condiciones.

**Tabla 2.** Ingestión, producción de leche, LCG y composición de la leche de cabras lecheras Murciano-Granadina en condiciones de termo-neutras (TN) y estrés por calor (EC). En cada ambiente, hubo cabras control (Con) o suplementadas con 2,6 g/d de metionina protegida (Met).

Ítem	TN		EC		ESM	Efecto ( $P <$ )		
	Con	Met	Con	Met		EC	Met	EC × Met
<b>Parámetros productivos</b>								
Ingestión, kg/d	2,40	2,31	2,08	2,17	0,09	0,001	0,96	0,11
Consumo de agua, kg/d	4,68	4,42	6,33	6,73	0,53	0,001	0,77	0,16
Variación del PV, kg/21d	0,10	0,29	-0,37	0,04	0,17	0,04	0,09	0,51
Producción de leche, kg/d	2,04	1,98	2,03	2,18	0,15	0,14	0,52	0,12
LCG1 3.5%, L/d	2,43	2,45	2,09	2,40	0,17	0,01	0,03	0,05
<b>Composición de leche</b>								
Grasa, %	4,89	4,97	4,16	4,35	0,11	0,001	0,08	0,50
Proteína, %	3,59	3,60	3,24	3,25	0,10	0,001	0,84	0,97
Caseína, %	3,27	3,34	2,98	3,00	0,10	0,001	0,20	0,41
Urea, mg/L	110	112	118	120	7	0,33	0,83	0,92
Lactosa, %	4,47	4,43	4,33	4,35	0,05	0,001	0,54	0,21
SCC, log10	5,54	5,70	5,73	5,82	0,20	0,21	0,31	0,77

<sup>1</sup>Leche corregida por la grasa al 3,5%; LCG = L × [0,432 + 0,162 × (% de grasa)], siendo L litros de producción de leche.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso-Mélendez, E., G.D. Mendoza, F.A. Castrejón, & A.E. Ducoing. 2016. J. Dairy Res. 83:148–150.
- Batistel, F., J.M. Arroyo, A. Bellingeri, L. Wang, B. Saremi, C. Parys, E. Trevisi, F.C. Cardoso, & J.J. Loor. 2017. J. Dairy Sci. 100:7455–7467.
- Emmanuel, B., & J.J. Kennelly. 1984. J. Dairy Sci. 67:1912–1918.
- Hamzaoui, S., A.A.K. Salama, E. Albanell, X. Such, & G. Caja. 2013. J. Anim. Sci. 96: 6355–6365.
- Kassube, K.R. 2016. The Effect of Heat Stress and Essential Amino Acids on Production and Metabolism of Lactating Dairy Cattle. University of Tennessee.
- Piccioli-Cappelli, F., A. Minuti, M. Maiocchi, M. Mezzetti, & E. Trevisi. 2016. J. Anim. Sci. 94:836.
- Poljicak-Milas, N., & T.S. Marenc. 2007. Arch. Anim. Breed. 50:273-278.
- Salama, A.A.K., G. Caja, S. Hamzaoui, B. Badaoui, A. Castro-Costa, D.A.E. Façanha, M.M. Guilhermino, & R. Bozzi. 2014. Small Rumin. Res. 121:73–79.
- Salama, A.A.K., M. Duque, L. Wang, K. Shahzad, M. Olivera, & J.J. Loor. 2019. J. Dairy Sci. 102.

**Agradecimientos:** Proyecto AGL2013-44061-R (Ministerio de Economía y Competitividad); 2017 FI\_B\_00303 beca del Gobierno de Cataluña (AGAUR) a Nabil Mehaba.

#### MITIGATION STRATEGIES OF HEAT STRESS IN LACTATING DAIRY GOATS: SUPPLEMENTATION WITH RUMEN-PROTECTED METHIONINE

**ABSTRACT:** Eight multiparous Murciano-Granadina dairy goats ( $89.6 \pm 0.3$  DIM,  $2.40 \pm 0.06$  L/d and  $43.3 \pm 1.5$  kg BW) maintained in individual pens were used in 4×4 Latin square (4 periods; 21 d each). Factors were: 1) TN ( $15$  to  $20^\circ\text{C}$ ), 2) HS ( $12$  h/d at  $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$  and  $12$  h/d at  $27.9 \pm 0.07^\circ\text{C}$ ), 3) control diet (Con), and 4) diet supplemented with  $2.6$  g/d rumen-protected methionine. Methionine supplementation decreased significantly overall body temperature and respiration rate under heat stress conditions. Methionine supplementation had no effect on DM intake, water consumption or milk yield in both TN and HS conditions. However, methionine supplementation tended to increase milk fat content under both TN and HS conditions. Methionine supplementation mitigated the effects of HS on FCM in HS compared to TN goats. In conclusion, rumen-protected methionine improved milk fat content and reduced body temperature in lactating goats under heat stress conditions.

**Keywords:** heat stress, rumen-protected methionine, dairy goats.