

RESPUESTAS PRODUCTIVAS Y FISIOLÓGICAS AL ESTRÉS TÉRMICO DE CABRAS MURCIANO-GRANADINAS A FINAL DE LACTACIÓN

Hamzaoui S., Salama A.A.K., Caja G., Albanell E., Such X., Flores C.

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona).

E-mail: ahmed.salama@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El calentamiento global se ha hecho evidente en los últimos años con incrementos de la temperatura ambiente media, lo que aumenta el riesgo de que los animales sufran estrés térmico (ET). El modelo animal más utilizado en los experimentos de ET ha sido la vaca lechera, existiendo muy escasa información disponible sobre los efectos del ET en caprino lechero. Thorn (1959) propuso un índice termohigrométrico ($THI = 1.8 \cdot T - [T - 14.3] \cdot [100 - H]/100 + 32$; T = temperatura, °C; H = humedad relativa, %) para detectar situaciones de ET en vacas lecheras, que fue modificado por Morton et al. (2007), entre otros autores.

Se considera que a partir de un $THI > 72$, aparecen los síntomas de ET, lo que se pone de manifiesto por marcados efectos en la salud, fertilidad y producciones (García-Ispuerto et al., 2006; Morton et al., 2007). Se desconoce si los valores THI descritos para vacas lecheras suponen también situaciones de ET en caprino lechero, ya que los caprinos son más tolerantes a condiciones de alta temperatura que los bovinos. En consecuencia, se necesitan estudios para precisar la respuesta productiva y fisiológica, así como los mecanismos utilizados por las cabras para hacer adaptarse a situaciones de ET.

El objetivo de este estudio fue evaluar las respuestas fisiológicas y nutritivas de cabras Murciano-Granadina a condiciones extremas de estrés térmico en condiciones de aridez.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 cabras lecheras multiparas de raza Murciano-Granadina al final de lactación (194 ± 3 d; 43.5 ± 2.6 kg PV y 1.53 ± 0.04 L /d de producción de leche) ordeñadas 1 vez/d mediante un equipo portátil (Westfalia-Surge, Granollers, Barcelona), que fueron asignadas a 2 grupos experimentales y alojadas en jaulas metabólicas individuales. Los tratamientos aplicados correspondieron a 2 condiciones ambientales diferentes a humedad relativa constante (40%) y un programa de 12 h de luz diarias:

- Termo-neutralidad (TN): en condiciones ambientales de interior a 15-20°C durante el día y la noche ($THI = 59-65$).
- Estrés térmico (ET): en una cámara climática de $4 \times 6 \times 2.3$ m (Euroshield, Eura, Finlandia) a $37.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ($THI = 85$) durante el día (9:00-21:00 h) y $30.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ($THI = 77$) durante la noche (21:00-9:00 h).

La temperatura y humedad se controlaron cada 10 min utilizando un data logger (Opus 10, Lufft, Fellbach, Alemania). El diseño experimental consistió en un "cross-over" con dos periodos de 35 d y con 2 d de transición entre tratamientos. Los 5 últimos días de cada periodo fueron utilizados para realizar la recogida completa de heces y orina para digestibilidad y balance de N. La ración consistió en festuca deshidratada ab libitum, 0.65 k/d de pellets de alfalfa y 0.8 kg/d de un concentrado comercial para cabras lecheras (maíz, 30.0%; cebada, 25.8%; harina de soja, 25.0%; harina de girasol, 8.5%; jabón cálcico, 5.0%; fosfato bicálcico, 2.5%; carbonato cálcico, 2.0%; sal, 1.0%; corrector vitamínico-mineral, 0.2%). Diariamente se midió la producción de leche, la ingestión de alimento, el consumo de agua; la temperatura rectal (TR) y el ritmo respiratorio (RR) se midieron diariamente a las 8:00, 12:00 y 17:00 h. Semanalmente se tomaron muestras de leche que se analizaron mediante NIRS (Foss NIRSystems 5000, Foss, Hillerød, Dinamarca). La ración fue muestreada diariamente y una muestra representativa analizada según la metodología del AOAC.

Los datos fueron analizados con el PROC MIXED de SAS v.9.1.3 (SAS Inst., Cary, N. Carolina, USA) para medidas repetidas. El modelo estadístico incluyó los efectos del tratamiento (ET vs. TN), día y periodo, así como las interacciones tratamiento \times día y tratamiento \times periodo, y el error residual. Los datos de digestibilidad y balance de N fueron

analizados con el PROC GLM de SAS. El modelo utilizado incluyó el efecto del tratamiento y el período, la interacción tratamiento×período y el error residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo de los 35 d experimentales, las cabras ET registraron valores de TR y RR mas altos ($P < 0.05$) que las cabras TN (Tabla 1), evidenciando una situación fisiológica de estrés térmico. Los máximos valores de TR y RR se detectaron durante la primera semana del tratamiento ET y se redujeron gradualmente a partir de la segunda semana, lo que indica un proceso de adaptación parcial al ET durante los 35 d del proceso experimental. El aumento del RR y la sudoración bajo condiciones de ET son mecanismos habituales para disipar el calor corporal (Hirayama et al., 2004; Rhoads et al., 2009).

La ingestión de materia seca (MS) se redujo un 27% por efecto del ET del día 1-19 (1.47 vs. 2.00 kg/d; $P < 0.001$) pero sólo un 14% del día 20-35 (1.75 vs. 2.03 kg/d; $P < 0.001$). Como media, la ingestión disminuyó en un 21% durante los 35 d experimentales (Tabla 1). Una reducción de ingestión ya había sido señalada anteriormente en cabras lecheras (Sano et al., 1985), ovejas (Abdalla et al., 1993) y vacas (Rhoads et al., 2009) como un medio para reducir el calor metabólico bajo condiciones de ET (Kadzere et al., 2002). A lo largo del experimento, las cabras ET doblaron su consumo de agua ($P < 0.001$) respecto a las cabras TN (Tabla 1). Este aumento en el consumo de agua es debido a la pérdida de agua por evaporación de la piel (sudor) y por la respiración (jadeo). La estimación del agua evaporada fue 3 veces mayor ($P < 0.01$) en las cabras ET que en las TN (Tabla 1).

Pese a la disminución de la ingestión, las cabras ET produjeron una cantidad de leche similar ($P = 0.198$) a las cabras TN, pero con menores contenidos de proteína y caseína ($P < 0.05$). El resto de componentes analizados no se vio modificado. Consecuentemente, las cabras ET perdieron peso, mientras que las TN ganaron peso durante el experimento (-1.5 vs. +1.8 kg PV, respectivamente; $P < 0.05$). Estos resultados contrastan con los obtenidos en vacas lecheras, en las que el ET causó una disminución del 32% en la ingestión y un 45% en la producción de leche (Rhoads et al., 2007).

Las cabras ET tendieron ($P < 0.15$) a tener más digestibilidad de MS, MO y FAD (+2 a 3 puntos). No se dispone de estudios que comparen la digestibilidad en condiciones de ET en caprino lechero, pero los resultados obtenidos en el presente experimento están de acuerdo con trabajos realizados sobre machos de cabras en condiciones de cámara climática (Hiramaya et al., 2004). Las cabras ET ingirieron menos cantidad de N, pero la cantidad retenida de N fue similar a las cabras TN (Tabla 1). A pesar de este balance de N similar, el contenido de proteína en leche fue menor en las cabras ET, lo que indicaría que el N ingerido bajo condiciones de ET podría haberse desviado a otras vías metabólicas (pérdida en el sudor en forma de urea), o que hubo una menor disponibilidad de algún aminoácido limitante para la síntesis de proteína en la glándula mamaria.

En conclusión, las cabras estresadas térmicamente fueron capaces de recuperar parcialmente la ingestión de MS a las 3 semanas de iniciado el tratamiento, lo que resultó en una producción similar de leche pero con un menor contenido en proteína. Esta reducción en el contenido proteico de leche se detectó a pesar de que las cabras retuvieron una cantidad similar de N a las cabras TN, lo que indicaría que el N se desvió a otras funciones metabólicas o que existió algún factor limitante para su utilización. Se necesitan más estudios para evaluar la respuesta al estrés térmico a principios de lactación de cabras lecheras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdalla, E.B., Kotby, E.A., Johnson H.D. 1993. Small Rumin. Res. 11:125-134
- Morton, J.M., Tranter, W.P., Mayer D.G., Johnson, N.N. 2007. J. Dairy Sci. 90:2271-2278
- García-Ispuerto I., López-Gatius, F., Santolaria, P., Yániz, J.L., Nogareda, C., López-Béjar, M., De Rensis F. 2006. Theriogenology 65:799-807
- 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.* 92:1986-1997 • Sano, H., Ambo, K., Tsuda, T. 1985. *J. Dairy Sci.* 68:2557 • Thorn, E.C. 1959. *Weatherwise* 12:57-60

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto MCINN AGL-2009-09376.

Tabla 1: Respuestas de las cabras bajo condiciones de termo-neutralidad (TN; n = 8) y estrés térmico (ET; n = 8) a final de lactación.

Ítem	Tratamiento		SED ¹	Efecto (P <)		
	TN	ET		Tratmto.	Periodo	T × P
Temperatura rectal, °C	38.66	39.24	0.02	0.001	0.001	0.026
Ritmo respiratorio, r/min	34	82	1	0.001	0.321	0.198
Ingestión, kg MS/d	2.03	1.60	0.08	0.001	0.010	0.152
Variación de peso, kg	+1.8	-1.5	0.4	0.001	0.456	0.234
Consumo de agua, L/d	5.5	11.1	1.2	0.001	0.322	0.468
Evaporación de agua, L/d	1.07	3.30	1.43	0.007	0.442	0.476
Producción de leche, L/d	1.24	1.21	0.02	0.198	0.001	0.674
Leche estándar 3.5%, L/d	1.38	1.35	0.07	0.529	0.004	0.226
Composición de leche, %						
Sólidos totales	12.89	12.41	0.29	0.259	0.625	0.734
Grasa	4.21	4.22	0.19	0.961	0.898	0.124
Proteína	3.84	3.36	0.15	0.030	0.793	0.986
Proteína verdadera	3.62	3.12	0.14	0.022	0.977	0.965
Caseína	3.21	2.84	0.12	0.034	0.179	0.709
Digestibilidad, %						
Materia seca	56.6	58.8	2.3	0.121	0.567	0.047
Materia orgánica	58.8	61.2	1.4	0.109	0.408	0.058
PB (N × 6.25)	70.5	72.1	1.5	0.306	0.723	0.021
FND	36.0	38.8	1.9	0.157	0.985	0.765
FAD	35.1	38.2	1.7	0.094	0.143	0.600
Balance de N, g/d						
Ingestión	48.4	42.1	0.8	0.001	0.012	0.059
Excreción fecal	14.3	11.8	0.8	0.010	0.351	0.017
Excreción en orina	20.3	16.4	1.3	0.012	0.962	0.268
Retención	13.9	13.9	1.0	0.950	0.162	0.057

¹Error estándar de la diferencia. ²Diferencia entre el agua ingerida y la excreción de agua en leche, orina y heces, sin incluir la producción metabólica de agua.

PRODUCTIVE AND PHYSIOLOGICAL RESPONSES TO TERMAL STRESS OF MURCIANO-GRANADINA GOATS AT MID LACTATION

ABSTRACT: Eight dairy goats at late lactation were maintained in metabolic cages under 2 different temperature-humidity index (THI) conditions: thermal neutral (TN; THI, 59 to 64) and heat stress (HS; 12 h day at THI = 85; and 12 h night at THI = 77). The experiment was a crossover with 2 periods of 35 d. Goats were fed dehydrated fescue ad libitum, 0.65 kg alfalfa pellets, and 0.8 kg concentrate. Rectal temperature, respiration rate, feed intake, water consumption, and milk yield were recorded daily. Milk composition was weekly evaluated. Feces and urine were collected during the last 5 d of each period for digestibility and N balance. Average rectal temperature (38.66 vs. 39.24°C), respiration rate (34 vs. 82 breaths/min), water consumption (5.5 vs. 11.1 L/d), and body water evaporation (1.1 vs. 3.3 L/d) increased, while feed intake (2.0 vs. 1.6 kg/d) decreased for TN and HS goats, respectively. Despite the reduced intake, milk yield (1.23 L/d) did not vary by treatment, but milk of HS goats contained lower protein (3.36 vs. 3.84%) and casein (2.84 vs. 3.21%) than TN goats. In conclusion, goats were able to partially recover their feed intake after wk 3 of heat stress resulting in a similar milk yield but with lower milk protein content.

Keywords: heat stress, dairy goat, milk composition.