

RESPUESTAS METABÓLICAS DE CABRAS LECHERAS EN CONDICIONES DE ESTRÉS TÉRMICO AL INICIO DE LA LACTACIÓN

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,
Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona.
E-mail: ahmed.salama@uab.cat

INTRODUCCIÓN

En condiciones de estrés térmico se ha demostrado que, las vacas (Rhoads et al., 2009; Shwartz et al., 2009) y cabras (Hamzaoui et al., 2013; Salama et al., 2014) lecheras, a pesar de reducir fuertemente la ingestión y entrar en balance energético negativo, no son capaces de aumentar su concentración de ácidos grasos no esterificados (AGNEs) en sangre. La ausencia de aumento de AGNEs es sorprendente, ya que el estrés térmico provoca un marcado aumento de las concentraciones de hormonas lipolíticas como cortisol, epinefrina y norepinefrina (Collier et al., 2005). Esto indica que, bajo condiciones de estrés térmico, el animal sufre importantes cambios metabolismo para enfrentarse al estrés. Existe escasa información sobre estos cambios en el caso del caprino lechero.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el perfil metabólico de cabras lecheras sometidas a condiciones de estrés térmico, mediante la valoración de la respuesta a retos de glucosa e insulina (señal lipogénica) y epinefrina (señal lipolítica).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 cabras lecheras múltiparas de raza Murciano-Granadina a mitad de lactación (81 ± 3 d; $43,3 \pm 1,6$ kg PV; $2,00 \pm 0,04$ L/d de leche) y previamente adaptadas a cajas metabólicas para la recogida de heces y orina. Las cajas se situaron en una cámara climática ($4 \times 6,2 \times 3,6$ m³; ETS Lindgren-Euroshield Oy, Eura, Finlandia), equipada con un calentador Airlan y humidificador Hygrometrik (Carel Control Ibérica, Barcelona) con una renovación continua de aire de 90 m³/h, o en el interior de una nave ganadera aislada. El protocolo experimental fue aprobado por la Comisión de Ética en Experimentación Animal y Humana (Núm. CEEAH: 1430). Las cabras se dividieron en 2 grupos a los que se asignaron los tratamientos experimentales correspondientes a 2 condiciones ambientales diferentes con humedad relativa (40%) y fotoperiodo (12-12 h luz-oscuridad) constantes:

- Termo-neutralidad: 15-20 °C durante todo el día y la noche (índice de temperatura-humedad = 59-65).
- Estrés térmico: $37,0 \pm 0,5$ °C (índice de temperatura-humedad = 86) durante el día y $30 \pm 0,5$ °C (índice de temperatura-humedad = 77) durante la noche.

El diseño experimental fue un "crossover" con 2 periodos de 5 semanas cada uno. En la 3ª semana del 2º periodo, se colocaron catéteres de silicona (Vygon, Ecouen, Francia) en la yugular para la toma de sangre y la inyección de insulina (4,6 µg/kg PV), epinefrina (2 µg/kg PV) y glucosa (0,25 g/kg PV) para los retos metabólicos. Los retos se realizaron después del ordeño y antes de la comida, en diferentes días a lo largo de la 4ª semana. Las muestras de sangre se recogieron en vacutainers con heparina sobre hielo a 12 tiempos (-30, -20, -10, 0, 5, 10, 20, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos), respecto a la inyección. La sangre fue centrifugada (2000 g durante 15 minutos) para separar el plasma y congelada (-20°C) para su posterior análisis de insulina, AGNE, y glucosa.

Los AGNE se determinaron por el método enzimático ACS-ACOD colorimétrico utilizando un kit comercial (Wako Chemicals, Neuss, Alemania). La insulina se determinó usando el kit de ELISA (Mercodia AB, Uppsala, Suecia). La glucosa se determinó por el método Trinder usando el kit Glucose GOD-PAP (Biolabo, Maizy, Francia).

Los datos fueron analizados con el PROC MIXED de SAS v.9.1.3 (SAS Inst., Cary, N. Carolina, EE.UU.) para medidas repetidas. El modelo estadístico incluyó como efectos fijos las condiciones ambientales (estrés térmico vs. termo-neutralidad), y el tiempo respecto a la inyección (-30 a 120 minutos), además de sus interacciones y como efectos aleatorios el animal y el error residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración basal de glucosa ($58,6 \pm 5,6$ mg/dl) no varió con las condiciones ambientales, pero varió con la inyección de insulina, reduciéndose tras ésta ($P < 0,001$)

llegando al nivel más bajo ($22,2 \pm 3,9$ mg/dl) a los 30 minutos de la inyección (Figura 1a). A partir de entonces, la concentración de glucosa se recuperó gradualmente sin observarse ninguna diferencia debida a las condiciones ambientales ($P > 0,05$). A pesar de la menor ingestión en las cabras bajo las condiciones de estrés térmico (datos no mostrados), la concentración basal de AGNEs (Figura 1b) en ambos grupos de cabras fue similar ($0,21 \pm 0,03$ mmol/l en promedio). De forma similar, la concentración de AGNE no varió por efecto del estrés térmico, tal como ha sido descrito en ovejas (Achmadi et al., 1993), terneras (Ronchi et al., 1999), vacas (Rhoads et al, 2009; Shwartz et al, 2009) y cabras lecheras (Hamzaoui et al., 2013). En el caso de las vacas lecheras, Rhoads et al. (2009) y Baumgard y Rhoads (2013), indicaron que los AGNEs no aumentaron debido a una elevada concentración de insulina en condiciones de estrés térmico. Dicho aumento en la concentración de insulina no se detectó en el caso de nuestras cabras estresadas térmicamente ($P > 0,05$). La inyección de insulina (señal lipogénica) no afectó los niveles de AGNE en sangre de las cabras de ambos lotes (Figura 1b; $P > 0,05$).

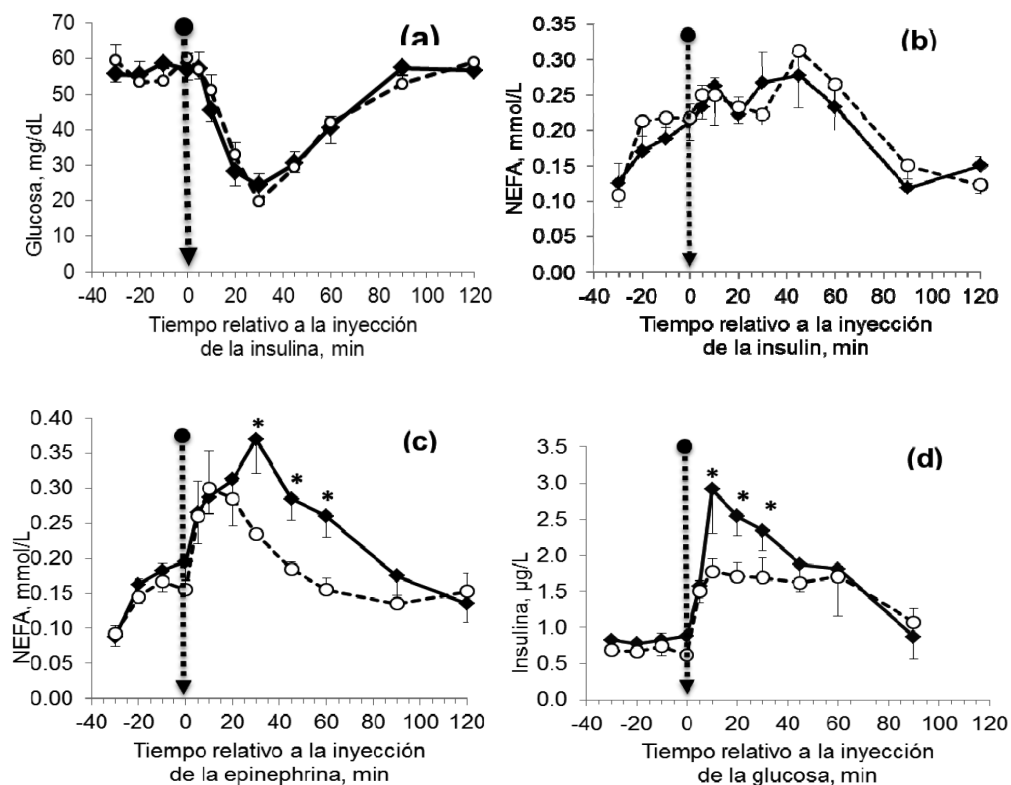


Figura 1. Respuestas metabólicas de cabras lecheras bajo condiciones de termo-neutralidad (\blacklozenge ; $n = 4$) o de estrés térmico (\circ ; $n = 4$) a retos insulina (a y b), epinefrina (c) y test de tolerancia a la glucosa. La flecha discontinua indica el momento de inyección. Los errores estándar (\pm) están indicados con barras verticales. Tiempos con * indican diferencias al $P < 0,05$.

La concentración de AGNE en ambos lotes de cabras después de la administración de epinefrina (señal lipolítica) se muestran en la Figura 1c. La inyección de epinefrina causó un aumento ($P < 0,05$) de los AGNE en ambos lotes de cabras, pero el aumento fue más marcado en las cabras bajo condiciones termo-neutras que bajo condiciones de estrés térmico ($P < 0,05$). Estos resultados indican que el estrés térmico induce una menor

sensibilidad del tejido corporal lipídico a las hormonas lipolíticas, impidiendo así la movilización de grasa corporal bajo temperaturas ambientales altas.

Al inyectar glucosa, se observó un pico en la secreción de insulina a los 10 min en ambos grupos, pero el pico fue mayor en las cabras que estaban en condiciones termo-neutras que en las que estaban bajo estrés térmico (Figura 1d; $P < 0,05$). Parece ser que, por efecto del calor, el páncreas de las cabras bajo estrés térmico fue menos sensible a la insulina, lo que podría ser una estrategia para mantener niveles normales de glucosa en sangre bajo condiciones de estrés térmico. De hecho, cabras lecheras (Sano et al, 1985; Hamzaoui et al, 2013) y ovejas no lactantes (Sano et al, 1983) estresadas por calor, mantienen sus niveles de glucosa en sangre sin cambios en la concentración de insulina. Sin embargo, en vacuno lechero, la glucosa sanguínea disminuye en condiciones de estrés térmico de acuerdo con el aumento antes comentado de la insulina (Rhoads et al., 2009; Baumgard y Rhoads, 2013).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achmadi, J., Yanagisawa, T., Sano, H., Terashima, Y. 1993. Dom. Anim. Endocrinol. 10:279–87
- Baumgard, L.H., Rhoads, R.P.Jr. 2013. Annu. Rev. Anim. Biosci. 1:311–337
- Collier, R.J., Baumgard, L.H., Lock, A. L., Bauman, D.E. 2005. 61st Easter School proceedings, Nottingham, England, pp. 1351–1377
- Hamzaoui, S., Salama, A.A.K., Albanell, E., Such, X., Caja, G. 2013. J. Dairy Sci. 96:6355–6365
- 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
- Ronchi, B., Bernabucci, U., Lacetera, N., Supplizi, A.V., Nardone, A. 1999. Zootec. Nutr. Anim. 25:11–26
- Salama, A.A.K., Caja, G., Hamzaoui, S., Badaoui, B., Castro-Costa, A., Façanha, D.E., Guilhermino, M.M., Bozzi, R. 2014. Small Rumin. Res. 121:73–79.
- Sano, H., Ambo, K., Tsuda, T. 1985. J. Dairy Sci. 68:2557–2564.
- Sano, H., Takahashi, K., Ambo, K., Tsuda, T. 1983. J. Dairy Sci. 66:856–866
- Shwartz, G., Rhoads M.L., VanBaale, M.J., Rhoads, R.P., Baumgard, L.H. 2009. J. Dairy Sci. 92:935–942.

Agradecimientos: Proyecto AGL-2013-44061-R (MINECO, Plan Nacional, España).

METABOLIC RESPONSES OF DAIRY GOATS EXPOSED TO HEAT STRESS CONDITIONS

ABSTRACT: The fact that goats under heat stress have lower feed intake without body fat reserves mobilization might indicate metabolic adaptations under high ambient temperatures. The objective was to evaluate the metabolic responses of heat-stressed dairy goats to hormonal challenges and glucose tolerance test. Eight multiparous Murciano-Granadina dairy goats (43.3 ± 1.6 kg BW; 2.00 ± 0.04 L/d; 81 ± 3 DIM) were kept in metabolic cages and randomly assigned to 2 climatic treatments differing in the value of temperature humidity index (THI). Treatments were: 1) thermal neutral (TN; 15 to 20°C, 40 to 45% humidity, THI = 59 to 65), and 2) heat stress (HS, 12 h/d at 37°C and 40%, and 12 h/d at 30°C and 40%, THI = 86 and 77, respectively). Goats were kept under these conditions for 5 weeks. Jugular silicon catheters were fitted, and insulin challenge, epinephrine challenge, and glucose tolerance test were done on different days during week 4. The insulin (4.6 µg/kg BW), epinephrine (2 µg/kg BW) and glucose (0.25 g/kg BW) solutions were administered via the jugular catheter. Blood samples were collected at -30, -20, -10, 0, 5, 10, 20, 30, 45, 60, 90, and 120 min relative to the administration for analysis of plasma insulin, NEFA, and glucose concentrations. Goats in both groups had similar blood NEFA after insulin injection, but NEFA values were greater ($P < 0.05$) in TN than HS goats after epinephrine administration. The HS goats secreted lower ($P < 0.05$) amounts of insulin than TN goats in response to the glucose tolerance test. In conclusion, body lipid tissue of HS goats became more resistant to lipolysis, making them unable to mobilize body fat reserves despite the negative energy balance.

Keywords: Heat stress, hormonal challenge, dairy goat.