

PÉRDIDAS PRODUCTIVAS ASOCIADAS AL ESTRÉS POR CALOR EN PEQUEÑOS RUMIANTES: INDICADORES DE TERMO-TOLERANCIA

Manuel Ramón^{1*}, Clara Díaz², Malena Serrano², María Dolores Pérez-Guzmán¹, María Jesús Carabaño²

¹ IRIAF Cersyra Valdepeñas 13300 Ciudad Real, España. mramon@jccm.es

² INIA Ctra. de La Coruña km 7,5. 28040 Madrid, España.

INTRODUCCIÓN

Dentro del contexto de cambio climático (CC), son numerosos los estudios dirigidos a conocer más acerca de los efectos que un cambio en las condiciones ambientales pueda tener sobre diferentes aspectos de la fisiología de los animales. Estos estudios se basan en que un mejor conocimiento de los mecanismos que regulan la respuesta de los animales a situaciones extremas de temperatura (T) y humedad relativa (HR) nos permitirá cuantificar los efectos de la exposición a dichas situaciones extremas pero, sobre todo, identificar aquellas características que hacen que unos animales sea más termo-tolerantes que otros y que podrían ser usadas para desarrollar estrategias de mejora que permitan que las futuras generaciones sean más resilientes a esos eventos extremos sin perjuicio de su nivel productivo. Así, el objetivo de este trabajo es describir diferentes indicadores de termo-tolerancia en pequeños rumiantes que pudiesen resultar útiles para su caracterización y como posibles criterios de selección. Concretamente, este estudio se ha realizado en la población de ovino de leche de raza Manchega, una raza local con un manejo semi-intensivo/semi-extensivo y, por tanto, expuesta a las condiciones ambientales. En esta población, se estudió la respuesta producción-temperatura poblacional e individual, y se propusieron varios criterios de termo-tolerancia basados en la respuesta individual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio de los efectos de la temperatura sobre la capacidad productiva y calidad de la leche de las ovejas de raza Manchega, se usaron datos productivos del control lechero oficial (CLO) proporcionados por la asociación AGRAMA, así como datos meteorológicos para el mismo periodo y cedidos por la AEMET. Como requisitos, se exigió que las ovejas tuviesen al menos 3 datos, y uno de ellos en la zona de calor (T media diaria > 22 °C), y que los controles fuesen medidos entre los días 5 a 180 después del parto. Dado el bajo número de observaciones climatológicas disponibles por debajo de 0 y por encima de 30 °C, aquellas medidas realizadas fuera de este rango para la temperatura media el día de control fueron descartadas. En total, se usaron los datos de 1.215.852 controles pertenecientes 133.288 ovejas y recogidos entre los años 2006 a 2012. El rendimiento productivo medio por control para esta raza fue de 1.17 Kg/d de leche, con un contenido graso y proteico de 83.25 g/d y 67.24 g/d, respectivamente. En cuanto a las condiciones climatológicas, La Mancha es una región que se caracteriza por inviernos fríos y veranos muy calurosos, con aproximadamente un 25% de los datos recogidos en zona de calor.

Las curvas de respuesta poblacional e individual se obtuvieron mediante un modelo de norma de reacción (RNM; Carabaño et al. 2014):

$$y_i = \mu + RA_j + PE_k + TP_l + DIM_m + \sum_{r=1}^3 \phi_{t_0;r} b_{nr} + \sum_{r=0}^2 \phi_{t_0;r} c_{ir} + \epsilon_i$$

que incluía los efectos fijos rebaño-año de parto (RA_j), número de parto-edad al parto (PE_k), tipo de parto (TP_l ; parto simple vs parto múltiple), estado de la lactación (DIM_m , 4 niveles: 0-45; 45-90; 90-120; > 120 días), y la temperatura media del día de control (t_0) ajustada mediante un polinomio de Legendre ($1\phi_{t_0}$) de tercer orden ($r=3$) y que representa la respuesta media poblacional a lo largo de la escala de temperatura. Como efectos

aleatorios se incluyeron, la oveja (c_i), para cada una de las cuales se estimó la curva de respuesta mediante un polinomio de Legendre (ϕ_{t_0}) de segundo orden ($r=2$), y el error (ϵ_i). Los componentes de varianza asumidos en este modelo fueron:

$$\sigma_y^2 = \phi_{t_0} \cdot \begin{pmatrix} \sigma_c^2 & \sigma_{c,b1} & \sigma_{c,b2} \\ \sigma_{b1,c} & \sigma_{b1}^2 & \sigma_{b1,b2} \\ \sigma_{b2,c} & \sigma_{b2,b1} & \sigma_{b2}^2 \end{pmatrix} + I \cdot \sigma_\epsilon^2$$

A partir de las curvas individuales, se calcularon los siguientes parámetros: producción en el punto de cambio de la curva (PT_{max}), temperatura a la que tiene lugar ese punto de cambio (T_{max}), así como las pendientes en la zona de frío (D5: 5 °C) y zona de calor (D25: 25 °C).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo, se han propuesto cuatro indicadores de termo-tolerancia obtenidos a partir de un modelo de norma de reacción que podrían ser usados para caracterizar la termo-tolerancia de los animales a partir de las curvas individuales de respuesta: la producción en el punto de cambio de la curva individual (PT_{max}) y la temperatura a la que tiene lugar ese cambio (T_{max}), los dos como una medida del nivel productivo de los animales y su región de confort, y las pendientes en la zona de frío (D5) y calor (D25) como una medida de la magnitud del efecto que el ambiente tiene sobre la cantidad y calidad de la producción lechera.

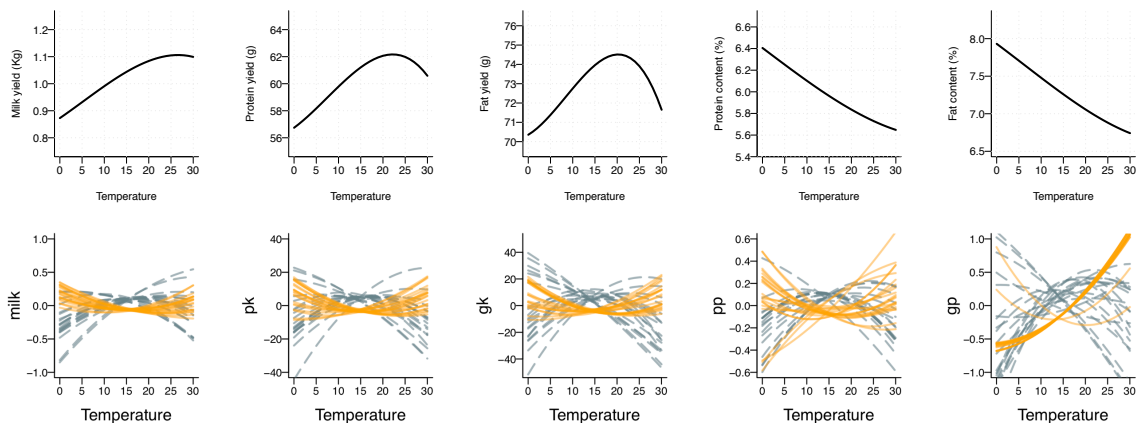


Figura 1. Curvas de respuesta producción-temperatura medias (fila superior) e individuales (fila inferior) para los animales más (---) y menos (—) productivos según el valor del intercepto (b_0) de la regresión ($N = 20$ por grupo). La curva de respuesta individual se ha desviado en cada punto del intercepto correspondiente a cada animal. Los caracteres representados son producción de leche (milk; Kg/d), proteína (pk; g/d) y grasa (gk; g/d), y porcentajes de proteína (pp; %) y grasa (gp; %)

De forma general, las curvas de respuesta media en la población a lo largo de la escala de temperatura son convexas, con una disminución de la producción a temperaturas extremas para los tres caracteres de producción, siendo más evidente en la zona de frío y más para los caracteres cantidades de grasa y proteína y mucho menos para la producción de leche a altas temperaturas (Figura 1, arriba). Para los caracteres porcentajes de grasa y proteína, la respuesta fue decreciente a lo largo de toda la escala de temperaturas. Cuando comparamos las curvas individuales de animales de alta y baja producción (Figura 1, abajo), vemos como en general los animales más productores conservan esa forma convexa de la curva, mientras que aquellos menos productivos invierten en ocasiones la forma de la curva hacia cóncava. Es decir, los animales más productivos tienden a tener un máximo dentro de la escala de temperaturas mientras que para los menos productivos lo habitual es que presenten un mínimo, lo que podría corresponder con una correlación negativa clara entre nivel productivo y termo-tolerancia, algo que ya ha sido descrito en otros estudios (Ravagnolo et al., 2000, Carabaño et al., 2014). Además, la variabilidad

productiva a lo largo de la escala de temperaturas es menor en animales menos productivos, y mucho mayor en los de alta producción, indicativo de que estos últimos sufren más variaciones productivas en respuesta a la temperatura. La Tabla 1 presenta los indicadores propuestos y las correlaciones entre ellos y con el intercepto (b_0). Se observa como la correlación entre el nivel productivo con las pendientes en la zona de calor y frío son negativas para todos los caracteres, así como con la temperatura a la que se produce el cambio, indicativo de cuanto mayor sea el nivel productivo de un animal, su termo-tolerancia es menor (la producción empieza a caer antes). Además, existe una correlación alta entre la termo-tolerancia al frío y al calor (la correlación es negativa porque en la zona de frío cuanto más positiva es la pendiente mayor es la caída). Así, se podría interpretar que además de presentar caídas productivas mayores a temperaturas más extremas, los animales más productivos presentarían regiones de confort más pequeñas. No obstante, esta alta correlación también es debida al ajuste cuadrático elegido para las curvas individuales, y que hace que el cambio sea simétrico a ambos lados del punto de cambio.

Tabla 1. Correlaciones entre los diferentes indicadores* de termo-tolerancia.

		ALL			
		b_0	D5	D25	PT_{max}
Leche (Kg/d)	D5	-0.35			
	D25	-0.30	-0.68		
	PT_{max}	0.06	-0.11	0.05	
	T_{max}	-0.08	-0.49	0.67	0.77
Proteína (g/d)	D5	-0.12			
	D25	-0.43	-0.73		
	PT_{max}	0.03	-0.17	0.12	
	T_{max}	-0.17	-0.39	0.59	0.51
Grasa (g/d)	D5	-0.05			
	D25	-0.50	-0.73		
	PT_{max}	0.02	-0.16	0.11	
	T_{max}	-0.24	-0.35	0.58	0.39
Proteína (%)	D5	-0.12			
	D25	-0.22	-0.74		
	PT_{max}	0.04	-0.10	0.05	
	T_{max}	-0.23	0.47	-0.43	-0.82
Grasa (%)	D5	-0.18			
	D25	-0.19	-0.75		
	PT_{max}	0.06	-0.10	0.03	
	T_{max}	-0.36	0.60	-0.30	-0.80

* b_0 : Intercepto; D5: pendiente curva individual a 5°C; D25: pendiente curva individual a 25°C; PT_{max} : producción en el punto de cambio de la curva (mínimo o máximo); T_{max} : temperatura a la cual tienen lugar el punto de cambio

BIBLIOGRAFÍA

Carabaño MJ, K Bachagha, M Ramón, C Díaz. 2014. Modeling heat stress effect on Holstein cows under hot and dry conditions: Selection tools. *J. Dairy Sci.* 97:7889-7904 • Carabaño MJ, M Ramon, C Díaz, Molina M, MD Pérez-Guzmán, JM Serradilla. 2017. Breeding for resilience to heat stress effects in dairy ruminants. A comprehensive review. *J. Anim. Sci.* 2017.95:1813–1826 • Nardone, A., B Ronchi, N Lacetera, M S Ranieri, and U Bernabucci. 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livest. Sci.* 130:57–69 • Ramón, M., C Díaz, M D Pérez-Guzmán, M J Carabaño. 2016. Effect of exposure to adverse climatic conditions on production in Manchega dairy sheep. *J. Dairy Sci.* 99:5764– 5779 • Ravagnolo, O, I Misztal, G Hoogenboom. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. *J. Dairy Sci.* 83:2126–2130.