

EL ESTRÉS TÉRMICO EN GANADO LECHERO.

Percepción, preocupación y soluciones desde la genética

El estrés por calor tiene consecuencias negativas en la productividad y bienestar de los animales, más patentes en el ganado lechero. Se espera que estas consecuencias sean aún mayores en un futuro como consecuencia del cambio climático. El desarrollo e implantación de sistemas de mitigación contribuye a disminuir los efectos del estrés por calor, pero su efectividad disminuirá a medida que las temperaturas aumenten. La selección genética se plantea como una herramienta para mejorar la adaptación de los animales al estrés por calor.

Si bien el sector productor de leche está concienciado del impacto negativo del estrés por calor, el uso de las herramientas genéticas disponibles para mejorar la tolerancia térmica de los animales requerirá el aporte de información sobre estas herramientas tanto a los ganaderos como a otros agentes del sector (veterinarios, las cooperativas de productores y las asociaciones de razas).

M.J. CARABAÑO¹, M. RAMÓN¹, C. DÍAZ¹, D. MARTÍN-COLLADO³

¹Departamento de Mejora Genética Animal, INIA-CSIC

²Departamento de Ciencia Animal, CITA de Aragón

³Instituto Agroalimentario de Aragón, Universidad de Zaragoza

El impacto del estrés por calor en la ganadería de leche

El estrés térmico, o más en concreto, el estrés asociado a las altas temperaturas, que denominaremos estrés por calor (EC), tiene una repercusión negativa sobre la producción y fertilidad de los animales, y además afecta a otros aspectos relacionados con el bienestar de éstos, incluyendo un efecto negativo sobre su sistema inmune e incluso puede llegar a ser una causa de mortalidad. Dichos efectos negativos se reflejan de forma directa en la rentabilidad y sostenibilidad de la ganadería, y se irán acentuando debido a las consecuencias presentes y futuras del cambio climático. España se encuentra ubicada en una región, la cuenca mediterránea, donde el impacto

del cambio climático será mayor que en otras regiones europeas.

De todas orientaciones productivas, el ganado lechero es el que más sufre el EC debido a que la producción de leche incrementa la producción de calor interno de los animales en mayor medida que el crecimiento o la producción de carne o huevos (St. Pierre *et al.*, 2003). Esto implica que los animales de mayor producción lechera son menos tolerantes al EC. Es por ello que se espera que el ganado vacuno lechero selecto, con unas producciones que han ido aumentando de manera muy notable, sea el más susceptible al EC. En condiciones de confort térmico, esperamos que los animales mantengan sus niveles productivos y su estado fisiológico sin alteraciones. A medida que aumente la temperatura ambiental, o mejor la

carga térmica – entendida como una combinación de la temperatura y humedad relativa – a la que está expuesta el animal, éste se verá obligado a un mayor esfuerzo para mantener su temperatura corporal dentro de los límites fisiológicos, lo que afectará a su producción y estado fisiológico. Un ejemplo de respuesta a carga térmica en varias poblaciones de raza Holstein puede verse en la **Figura 1** (Mattalia *et al.*, 2023).

La temperatura o el valor de carga térmica a partir de la cual empieza a verse afectada la producción o las funciones fisiológicas del animal es lo que conocemos como umbral de termotolerancia.

En la **Tabla 1** se muestran estimaciones de los umbrales de termotolerancia para estrés por calor y las pérdidas productivas y reproductivas obtenidas en dife-

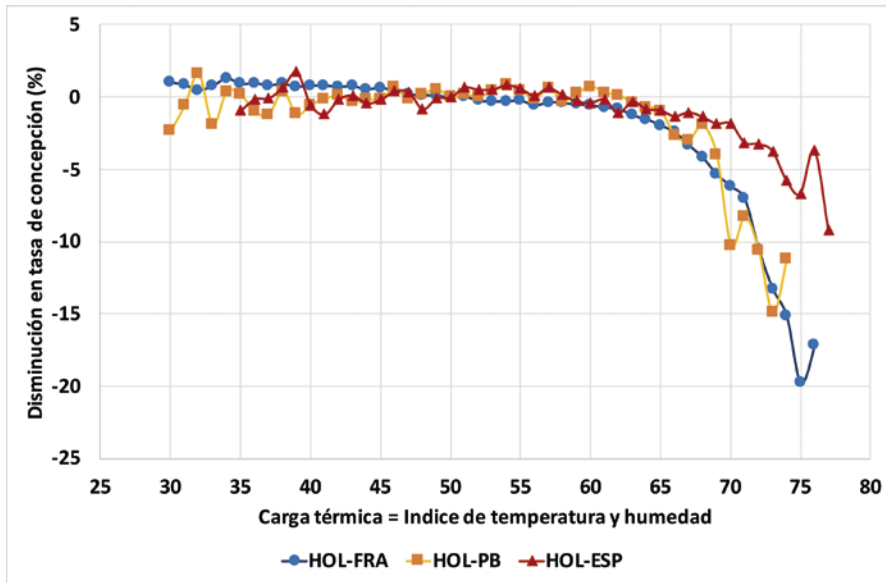


FIGURA 1. Disminución estimada de la tasa de concepción en inseminación artificial en función de la carga térmica en las poblaciones Holstein en España, Francia y Países Bajos

rentes poblaciones de ganado lechero. De forma general, para el ganado ovino lechero se observa que para las razas Latxa y Lacaune, cuyo origen y lugar de cría presentan condiciones climatológicas más templadas, los umbrales de termotolerancia al estrés por calor son más bajos que en las razas Assaf, Manchega y Chios, habituadas a estar en climas más cálidos. En cuanto a las pérdidas

productivas o de fertilidad por encima de ese umbral, éstas fueron mayores en las razas con niveles productivos más altos. En el ganado vacuno observamos una tendencia similar; las poblaciones de vacuno frisón criadas en el norte de Europa, con veranos templados, mostraron umbrales de tolerancia al EC más bajos que las poblaciones criadas en España o en EEUU, con una mezcla

de climas. Además, en estas últimas es habitual la existencia de elementos de mitigación del calor, a diferencia de lo que ocurre en las poblaciones del norte de Europa, lo que explica los umbrales altos. Expresadas en porcentaje sobre la media de cada carácter productivo, las pérdidas observadas oscilaron entre pérdidas prácticamente nulas para producción de leche en ganado Manchego a pérdidas de un 1% para producción de leche en Assaf y de un 1.5 % para la cantidad de proteína en la raza Holstein en los Países Bajos. En el caso de la fertilidad, las pérdidas resultaron sustanciales en todas las razas estudiadas, entre 0,3 y 0,5 puntos porcentuales por cada grado de temperatura por encima del umbral de termotolerancia.

Según se ha comentado anteriormente, la repercusión del EC va más allá de las pérdidas productivas y reproductivas y afecta a otros aspectos relacionados con el bienestar de los animales, sobre los cuales existe menos cantidad de información. Un trabajo de referencia en la cuantificación de pérdidas asociadas al EC en ganadería (St. Pierre y col., 2003) estimó estas pérdidas para distintas especies ganaderas en EEUU usando los umbrales y pérdidas por unidad de carga térmica para los distintos caracteres productivos y reproductivos, junto con el impacto sobre la mortalidad y la tasa de reposición, valorando también el impacto del uso de la forma de mitigación óptima. Las pérdidas totales estimadas para el vacuno lechero oscilaron entre los 1.507 millones de dólares si no se implementasen sistemas de mitigación de calor y los 879 millones de dólares anuales si todo el sector productivo adoptase el sistema de mitigación óptimo, que resultó ser el sistema que combina ventiladores y aspersores. Es decir, la instalación de sistemas intensivos de mitigación reduciría las pérdidas por EC a un 60% de las pérdidas sin mitigación del calor. Quedaría aún una cantidad sustancial de pérdidas económicas asociadas al EC que, según estos autores, sería aún más importante en un futuro a medida que aumenten las temperaturas, escenario en el que la efectividad de los sistemas de mitigación será menor. En otro estudio, Thornton y col. (2022)

TABLA 1. Umbrales de termotolerancia para la temperatura media diaria (°C) y pérdidas en producción lechera (g/día) o fertilidad (%) en primera lactación por cada grado de aumento de la temperatura media diaria

Raza		Leche	Grasa	Proteína	Fertilidad
Frisona Española Mattalia y col., 2023	Umbral (°C)	26	26	25	22
	Pérdida (ud/°C)	100	5	7	0,5
Holstein Bélgica Carabaño y col., 2016	Umbral (°C)	23	12	15	--
	Pérdida (ud/°C)	103	5	8	--
Holstein Países Bajos Mattalia y col., 2023	Umbral EC (°C)	22	12	22	20
	Pérdida (ud/°C)	191	9	10	1,0
Holstein EEUU Ravagnolo y col., 2000	Umbral (°C) max	26-28	26-28	26-28	--
	Pérdida (ud/°C)	200	9	12	--
Assaf Carabaño y col., 2020	Umbral (°C)	22	21	24	18
	Pérdida (ud/°C)	6	1,4	0,9	0,3
Latxa Carabaño y col., 2020	Umbral (°C)	17	12	10	--
	Pérdida (ud/°C)	7	0,1	0,4	--
Manchega Carabaño y col., 2020	Umbral (°C)	25	22	22	24
	Pérdida (ud/°C)	0,5	0,2	0,3	0,5
Lacaune Carabaño y col., 2020	Umbral (°C)	17	17	17	--
	Pérdida (ud/°C)	43	2,6	2,7	--
Chios Carabaño y col., 2020	Umbral (°C)	25	--	--	--
	Pérdida (ud/°C)	1			

estimaron las pérdidas en producción de leche y carne asociadas únicamente a la disminución de ingestión de materia seca como consecuencia del EC (es decir, un umbral inferior de pérdidas totales). Para los países europeos, las mayores pérdidas se producirán en los países del área mediterránea, donde las pérdidas en producción de leche se estiman entre un 1,5 y un 4% del valor de la producción lechera total actual para el escenario de cambio climático más favorable para el año 2045 y para el más desfavorable en el año 2085, mientras que en países del centro y norte de Europa las pérdidas en producción de leche serían alrededor del 1,2% en el peor de los casos.

La mejora genética como elemento de adaptación a la alta carga térmica en las explotaciones lecheras

Hemos comentado anteriormente que la adaptación al cambio climático a través de la instalación de dispositivos de mitigación del calor no resuelve completamente la disminución de la productividad y, probablemente, tampoco la falta de bienestar de los animales. Una herramienta adicional para mejorar la adaptación a las altas temperaturas de la ganadería lechera (y de otras orientaciones ganaderas) es la genética.

La mejora de cualquier rasgo de interés económico (hasta ahora fundamentalmente las características productivas) a través de la genética requiere de una medida de dicho rasgo, de la existencia de variabilidad entre los animales objeto de selección y que esa variabilidad que se observa sea de origen genético en una proporción sustancial. El rasgo a mejorar en ese caso sería la termotolerancia. Medir termotolerancia no es algo obvio ya que la capacidad de regular la temperatura corporal bajo altas temperaturas es un fenómeno complejo. A nivel práctico, la medida de termotolerancia que se emplea en ganado lechero es la capacidad de un animal de mantener su producción bajo EC. La implementación de evaluaciones genéticas es relativamente sencilla ya que contamos con datos de controles lecheros tomados en cada hembra productora en diferentes con-

diciones de temperatura a lo largo del año y lo único que requerimos es unir esa producción a los datos meteorológicos (temperatura y humedad relativa) para determinar la carga térmica que sufría el animal en el momento del control (re)productivo. A partir de estas dos fuentes de información se pueden calcular las pérdidas individuales asociadas al aumento de una unidad de carga térmica, como medida de termotolerancia. Un animal que muestre una tasa de pérdida menor bajo EC se considera más termotolerante. Utilizando procedimientos similares a los empleados para las evaluaciones genéticas de caracteres productivos, se puede determinar el componente genético de la tolerancia al EC y la variabilidad existente para este rasgo. En los estudios realizados en nuestro grupo de investigación hemos evaluado las respuestas individuales en razas ovinas y bovinas, encontrando una relevante variabilidad en las respuestas individuales. Así, en la raza Frisona-Holstein en España y en Bélgica encontramos diferencias de unos 0,5 y 0,36 kg leche/ $^{\circ}\text{C}$ y día, respectivamente, y unos 25 g de proteína/ $^{\circ}\text{C}$ y día para los dos países entre los animales más tolerantes y los más susceptibles al EC (Carabaño *et al.*, 2016). En razas ovinas europeas, hemos encontrado mucha más variabilidad en termotolerancia en las razas Latxa y Lacaune, con diferencias entre los animales más tolerantes y más sensibles al EC de unos 150 g leche/día y 8 g de proteína/día por cada grado de temperatura por encima del umbral de EC, frente a 70 g leche/día y 2 g proteína/día para las razas Assaf y Manchega (Carabaño *et al.*, 2020). El origen genético de la variabilidad en las tasas de respuesta individual también ha sido confirmado en los estudios realizados sobre esta medida de tolerancia al EC en distintos países. Existen por tanto herramientas de relativamente fácil y poco costosa implementación para una mejora genética del potencial de adaptación de nuestras razas lecheras.

Otro elemento importante para incorporar nuevos rasgos en los objetivos de selección es cómo combinar la selección



de los caracteres tradicionales, básicamente, caracteres productivos en muchos casos, con el nuevo rasgo a mejorar. En este sentido, Ramón y col. (2021) encontraron que en escenarios climáticos futuros de +1 y +2 $^{\circ}\text{C}$ de aumento medio de la temperatura, un conjunto de ponderaciones de 35%, 17,5%, 17,5%, 10%, y 20% para la producción de leche, grasa, proteína, fertilidad y tolerancia al EC, respectivamente, mejoraría el rendimiento económico en ganado ovino lechero en el área mediterránea, en comparación con los índices actuales que no tienen en cuenta la tolerancia al EC.

Percepción del cambio climático, estrés térmico y adaptación a través de la genética en el sector lechero español

La incorporación de la tolerancia al EC a los programas de selección dependerá de la percepción del sector sobre el impacto del EC y del cambio climático en su actividad y del uso de la genética como herramienta de adaptación a esta problemática. Para entender la disposición del sector lechero español a seleccionar animales tolerantes al EC en nuestras razas, se llevó a cabo un estudio en el que se encuestaron 37 ganaderos de raza Frisona-Holstein ubicados en el Valle de los Pedroches (Andalucía), 41 ganaderos de raza ovina Manchega ubicados en Castilla la Mancha y 40 ganaderos de raza caprina Florida, ubicados en Andalucía (Martin-Collado *et al.*, 2023). Contrariamente a estudios anteriores

FERCAM

Feria Nacional del Campo
26 al 30 de junio de 2024
Manzanares

62 EDICIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN



Castilla-La Mancha



DIPUTACION DE CIUDAD REAL



que muestran que muchas comunidades agrarias suelen ser escépticas sobre el cambio climático (Kuehne, 2014; Doll y col., 2017; Davidson y col., 2019), nuestro estudio muestra que la mayoría de los ganaderos encuestados en España creen que el cambio climático está ocurriendo y que es un problema muy grave. Por otra parte, los ganaderos consideran que el EC afecta negativamente al rendimiento de los animales y los beneficios de las explotaciones, más en el caso del ganado vacuno que en el del ovino y caprino. Estas diferencias en las percepciones de los ganaderos sobre el impacto del EC en las distintas especies son coherentes con las diferencias de tolerancia al EC a nivel biológico, siendo el vacuno y el caprino las especies con mayor y menor susceptibilidad al EC, respectivamente. (Silanikove, 2000). La tasa metabólica del ganado vacuno es más alta y su capacidad para retener agua para mantener la temperatura corporal es menor que en otras especies de rumiantes, lo que afecta rápidamente a la ingesta de alimento (Silanikove, 2000). A pesar de la concienciación de los ganaderos sobre el cambio climático y de las repercusiones del EC en las explotaciones, nuestros resultados muestran que sólo una pequeña proporción de ellos era consciente de que la mejora genética podía utilizarse para gestionar el EC, independientemente de la especie. Este resultado era de esperar, ya que la tolerancia al EC es un carácter novedoso no incluido en los programas de mejora de los casos de estudio analizados. Tal como se preveía, inicialmente la mayoría de los ganaderos no estaban dispuestos a comprometer mejoras en los niveles de producción para mejorar la tolerancia al EC de los animales. Sin embargo, tras recibir información detallada sobre las ventajas (es decir, la reducción del impacto del EC sobre la fertilidad, la mamitis y la calidad de la leche) y los inconvenientes (es decir, la reducción de las ganancias de producción de leche) de la selección por tolerancia al EC, la mayoría de los ganaderos indicaron que estarían dispuestos a seleccionarla. A pesar de esto, el antagonismo entre la tolerancia al EC y los

Nuestro estudio muestra que solo una pequeña proporción de ganaderos es consciente de que la mejora genética podría utilizarse para gestionar el EC, independientemente de la especie

rasgos productivos seguía inclinando a los ganaderos hacia una selección moderada de la termotolerancia. En relación a diferencias entre especies lecheras, nuestros resultados muestran que la especie tiene una fuerte influencia en la disposición de los ganaderos a seleccionar para termotolerancia. Sin embargo, inesperadamente, esta influencia no parece estar relacionada con la biología de la especie. Si este fuera el caso, habríamos esperado una mayor disposición a seleccionar para mejorar termotolerancia en el vacuno de leche, que sufre más el EC. Sin embargo, los ganaderos de vacuno de leche fueron los menos dispuestos a seleccionar este rasgo. Las diferencias biológicas de la termotolerancia entre especies podrían estar total o parcialmente enmascaradas por otras diferencias entre los ganaderos que crían diferentes especies. En particular, los ganaderos más acostumbrados a implementar soluciones tecnológicas, relativas por ejemplo a la mejora de instalaciones para mitigar el EC, podrían tener una menor predisposición a usar la mejora genética para resolver el problema. Esta explicación se ve corroborada por el hecho de que las soluciones tecnológicas para el EC están muy extendidas en el bovino y muy limitadas en los casos de ovino y caprino. En la misma línea, nuestro estudio muestra que un alto nivel de producción de leche reduce la predisposición de los ganaderos a seleccionar para favorecer la tolerancia al EC. Es muy probable que los ganaderos de explotaciones más productivas hagan un mayor uso de las tecnologías para mitigar el EC y que prioricen éstas frente al uso de herramientas de mejora genética. Por otro lado, es sabido que los ganaderos

más productivistas priorizan la selección de rasgos productivos sobre los rasgos funcionales (Martin-Collado *et al.*, 2015). En resumen, nuestro estudio muestra que la mayoría de los productores de leche encuestados consideran que el cambio climático y el EC son cuestiones cada vez más importantes. Su predisposición a seleccionar por tolerancia al EC depende de varios factores interrelacionados, la percepción del impacto del EC, su actitud hacia las herramientas de mejora genética y la confianza en los distintos agentes sociales. La reticencia de los ganaderos a sacrificar ganancias de producción para mejorar la tolerancia al EC de los animales puede contrarrestarse proveyendo de información detallada sobre el potencial de la mejora genética para mitigar el impacto del EC a los ganaderos, y también a otros agentes del sector en los que éstos depositan su confianza (veterinarios, cooperativas de productores y las asociaciones de razas).

Agradecimientos

Los autores agradecen la información recibida de las asociaciones de ganaderos (CONAFE, AGRAMA, ASSAFE, ARDIEKIN, ACRIFLOR y otras) y de AEMET, la financiación recibida por los proyectos nacionales (RTA2015-0035) y europeos (iSAGE, Rumigen) y la colaboración de COVAP que han hecho posible la realización de los estudios cuyos resultados se han presentado en este trabajo.

Bibliografía

Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: redaccion@editorialagricola.com