



Influencia del estrés térmico en la producción, en la calidad de la leche y en el RCS en Galicia

En estas páginas se muestran los resultados de la investigación llevada a cabo con el fin de evidenciar a partir de qué niveles de temperatura y humedad se ve afectada la producción de leche, así como la grasa, la proteína y el recuento de células somáticas. El seguimiento se realizó durante un periodo de seis años (2016-2021), en los cuales se relacionaron los datos de humedad y temperatura con los datos productivos de las ganaderías gallegas.

Roberto Besteiro¹, Ramiro Fouz², Francisco Javier Diéguez²

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM)-Agacal

²Área de Producción Animal, Facultad de Veterinaria de Lugo, USC

INTRODUCCIÓN

El efecto del estrés por calor en el vacuno de leche afecta al sector en la medida en que reduce la producción de leche, la eficiencia reproductiva, la vida productiva de las vacas y su bienestar. Las continuas mejoras en el manejo y en la genética de los animales hacen que las producciones sean cada vez más altas, pero, a la vez, repercute en animales más afectados por el estrés térmico, debido a que producen mayores cantidades de calor metabólico que deben disipar.

Asimismo, a causa del calentamiento global, son cada vez más frecuentes episodios de calor en latitudes como la de Galicia, donde habitualmente solo se daban en unos pocos días del mes de agosto; ahora acontece con mayor frecuencia en la época estival y se extiende a otras épocas del año en las que antes no sucedía.

¿QUÉ ES EL ESTRÉS TÉRMICO?

El estrés térmico es la respuesta fisiológica del animal cuando produce más calor del que puede disipar. En ambientes húmedos, a medida que

aumentan las temperaturas, la capacidad del animal para eliminar calor mediante evaporación se ve aún más comprometida que en zonas con menor humedad. La evaporación, a través de la sudación y de la respiración, es el principal mecanismo de la vaca para atenuar ese calor. Para adaptarse al estrés por calor o estrés térmico, las vacas realizan una serie de ajustes fisiológicos, metabólicos y de conducta, mecanismos que aplican para reducir el exceso de calor corporal, a la vez que intentan disminuir la producción endógena de calor.

► A CAUSA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL, SON CADA VEZ MÁS FRECUENTES EPISODIOS DE CALOR EN LATITUDES COMO LA DE GALICIA

El estrés térmico y cómo afecta a las vacas de alta producción está ampliamente estudiado, pero siempre son necesarios estudios que contextualicen este fenómeno para ver en qué medida afectan a poblaciones de vacas en latitudes no extremas, como puede ser la de Galicia. Esto es más relevante aún dada la importancia que tiene el sector de producción de leche en este país, considerada entre las diez zonas de mayor producción de leche de Europa.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Así, se formuló un estudio para evidenciar a partir de qué niveles de temperatura y humedad se ve afectada no solo la producción de leche, sino también la grasa, la proteína o el recuento de células somáticas. El período de estudio fue de seis años, de 2016 a 2021, en los que se correlacionaron los datos de humedad y temperatura con los datos productivos de las ganaderías gallegas.

Los datos de temperatura y humedad se obtuvieron de la red oficial de estaciones meteorológicas de Galicia (MeteoGalicia), calculando el índice térmico-humedad (ITH) para cada día del período de estudio de la respectiva estación meteorológica más próxima a granjas de donde se obtuvieron los datos de producción. En total, se recogieron datos climatológicos de 46 estaciones, 21 de ellas en la provincia de Lugo, 18 en A Coruña y 7 en Pontevedra. El ITH es un índice que combina los efectos de la temperatura ambiente y de la humedad relativa. Existen diversas formas de calcularlo, si bien en este caso se utilizó una modificación de la fórmula del Consejo Nacional de Investigación americano (NRC):

$$ITH = (1,8 \times \max T + 32) - (0,55 - 0,0055 \times \min H) \times (1,8 \times \max T - 26)$$

Donde $\max T$ es la temperatura ambiente máxima diaria y $\min H$ es la humedad relativa mínima. Se empleó esta variante del ITH, ya que ►



**GRAN CALIDAD,
ALTO RENDIMIENTO**



MILLARES TORRÓN SL

Distribuidoras de arena, cal, serrín, paja, etc

Distribuidoras para camas avícolas modelo FS200

Distribuidoras manuales de camas

Disponemos de **enganche** para cualquier tipo de *manipuladora telescópica, pala o tercer punto a tractor.*

**PÍDENOS PRESUPUESTO
SIN COMPROMISO**

www.millarestorron.com

📍 Carretera de Santiago Km. 5 Lugo

☎ 982 221 966

✉ correo@millarestorron.com

► LA GRASA Y LA PROTEÍNA FUERON MÁS SENSIBLES AL ESTRÉS TÉRMICO QUE LA PRODUCCIÓN DE LECHE O EL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS

se vio en estudios previos que correlaciona mejor con las pérdidas de producción y proporciona una mejor estimación del ITH medio real en las granjas.

No se tuvo en cuenta el valor del ITH del día del control, ya que, cuando se realiza en el ordeño de la mañana, aún no se han alcanzado las temperaturas máximas del día. Además, se obtuvieron los valores de ITH hasta doce días antes del control para analizar la evolución del impacto del estrés térmico a lo largo del tiempo.

Los datos de producción se obtuvieron a partir del Control Lechero Oficial (Cegacol), de vacas frisonas con, al menos, dos lactaciones en el periodo considerado, y se tuvo en cuenta el sistema de ordeño (2x, 3x y robot). Después de depurar los datos, se conformó una base de datos con 457.165 controles de 21.779 vacas, pertenecientes a 175 granjas de toda Galicia. Se debe tener en cuenta que no se disponen de los datos del mes de agosto de este periodo, salvo los del año 2020.

El estudio tuvo **dos objetivos**:

- Establecer el umbral de ITH a partir del cual el estrés térmico repercute sobre las variables estudiadas: porcentaje de proteína y grasa, kilos de proteína y grasa, recuento de células somáticas (transformado en puntuación lineal) y leche corregida por energía (LCE).
- Analizar la influencia del estrés térmico continuado sobre la cantidad y calidad de la leche.

En las granjas del estudio, la producción media fue de 35,7 kg/vaca/día (LCE 35,0), con un 3,90 % de grasa (1,31 kg/día) y un 3,32 % de proteína (1,16 kg/día), y con una puntuación lineal de 2,47.

Debemos tener en cuenta que los valores climáticos obtenidos durante

el período de estudio correspondieron a un clima templado. La temperatura máxima media diaria de las 46 estaciones osciló entre 10,8 °C en el mes de enero y 25,1 °C en agosto, mientras que la humedad mínima media diaria osciló entre el 53 % en agosto y el 72 % en diciembre.

El 75 % de los días del año estuvieron por debajo de un ITH de 68, mientras que el 50 % de los días presentaron un ITH entre 55 y 68 (tabla 1/figura 1).

A modo de ejemplo de los niveles de estrés térmico que se pueden alcanzar en Galicia, y según la metodología de cálculo del THI empleada en este trabajo, en la estación de Pol, de la comarca de Terra Chá (Lugo), durante el verano del año 2020 (figura 2), se acumularon 12 días (13 %) con ITH≥75 y 39 días (42 %) con ITH≥70.

Según los resultados del análisis realizado, por cada unidad de aumento del ITH por encima de 72, las vacas del estudio perdieron hasta 0,249 kg de leche/día.

Este efecto se ve modificado por la acumulación de días con ITH elevado, por el número de partos y por los días tras el parto de la vaca.

Figura 1. ITH por época del año en el periodo 2016-2021 en las 46 estaciones meteorológicas analizadas

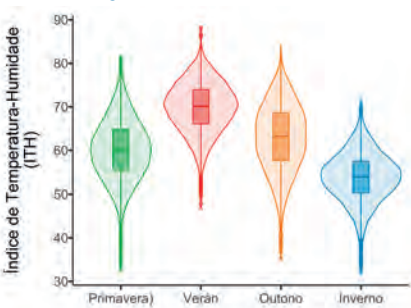


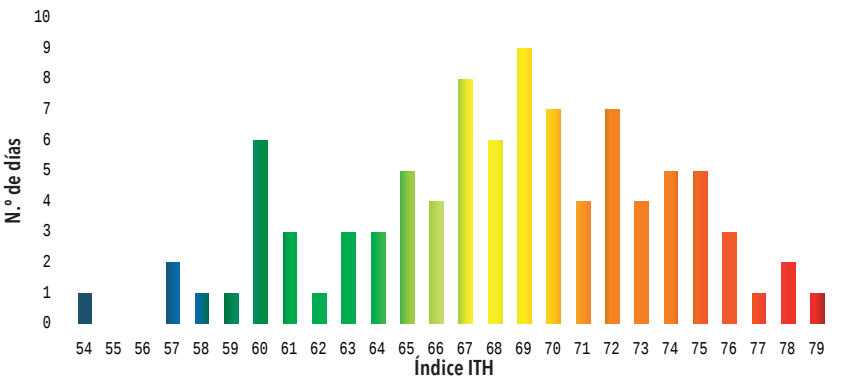
Tabla 1. Valores medios de temperatura-humedad 2016-2021 en las 46 estaciones analizadas

	Media	Min.	Máx.
Temperatura media	12,5	-3,5	30
Temperatura máxima	17,6	-1,9	41,7
Humedad media	83	13	100
Humedad mínima	62	2	100
ITH	61	32	88

Un ITH de 72 se alcanza, por ejemplo, con una temperatura de 24 °C y una humedad del 60 %, condiciones que generalmente no consideramos como “extremas” (tabla 2, pág. sig.).

El umbral crítico para la grasa fue de 64 y para la proteína, de 63. Por cada unidad de aumento del ITH por encima de estos umbrales, se pueden perder hasta 0,006 kg de grasa y 0,008 kg de proteína por vaca/día. Estos valores de ITH son relativamente fáciles de alcanzar con temperaturas ►►

Figura 2. Distribución del número de días según el ITH en el verano de 2020 en la estación de Pol



Estación de Pol (Lugo), junio, julio y agosto 2020



TU GRANJA, A TU MANERA!
¡Automatiza con Precisión, Gestiona con Experiencia!



Gemini Up Box Simple

Robots de Ordeño



Gemini Up Doble Box



Butler Gold Pro
Arrimador de Comida



Shuttle Eco
Robot de alimentación



FlyPit
Robot Encamador



BVS
Aspirador de Purines

► LA INFLUENCIA DEL ESTRÉS TÉRMICO SOBRE LOS PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN ANALIZADOS PERSISTE DURANTE VARIOS DÍAS, ESPECIALMENTE DESPUÉS DE 2-3 DÍAS DE CALOR INTENSO

superiores a 20 °C y condiciones de humedad por debajo del 60 %. De este modo, se observó que el estrés por calor tiene un mayor efecto en la composición de la leche que en su volumen.

En cuanto al recuento de células somáticas, solo se vio afectado con ITH superiores a 78, niveles que solo se alcanzan con temperaturas superiores a 30 °C, en condiciones de humedad inferiores al 60 %. Como era de esperar, no todas las vacas responden de la misma manera al estrés por calor. Las vacas en lactación, especialmente las que se encuentran en el segundo o tercer mes después del parto, son las más vulnerables, ya que presentan una mayor demanda energética y una actividad metabólica elevada, generando más calor corporal como resultado de un metabolismo más intenso. De igual forma, las vacas de segundo y tercer parto sufren un impacto más marcado que las primíparas o las vacas con más partos, que suelen tener menores necesidades fisiológicas y producir menos leche.

Un aspecto importante que conviene destacar es que los efectos negativos del estrés por calor tienden a manifestarse varios días después del episodio de altas temperaturas. Concretamente, los mayores descensos de producción y composición se producen entre 3 y 4 días después de un pico de calor. Esto implica que los daños no se limitan al momento concreto del episodio, sino que se prolongan en el tiempo, y que la acumulación de varios días consecutivos con temperaturas elevadas tiene un efecto acumulativo.

Esta persistencia del impacto, que puede durar hasta 12 días en el caso de la proteína, implica que incluso períodos sin temperaturas extremas,

Tabla 2. Valores de ITH en función de la temperatura-humedad

Temperatura °C	Humedad relativa %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
20	63	64	64	65	65	66	67	67	68	68
21	64	65	65	66	67	67	68	69	69	70
22	65	66	67	67	68	69	70	70	71	72
23	66	67	68	68	69	70	71	72	73	74
24	67	68	69	70	71	72	73	74	74	75
25	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
26	69	70	71	72	73	74	76	77	78	79
27	70	71	72	73	75	76	77	78	80	81
28	70	72	73	75	76	77	79	80	81	83
29	71	73	74	76	77	79	80	82	83	84
30	72	74	75	77	79	80	82	83	85	86
31	73	75	76	78	80	81	83	85	86	88
32	74	76	78	79	81	83	85	86	88	90
33	75	77	79	81	82	84	86	88	90	92
34	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94
35	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95
36	78	80	82	84	86	89	91	93	95	97
37	79	81	83	85	88	90	92	94	97	99
38	80	82	84	87	89	91	94	96	98	101
39	80	83	85	88	90	93	95	98	100	103
40	81	84	86	89	92	94	97	99	102	104

pero con varios días de calor continuado, pueden provocar pérdidas notables si no se toman medidas de prevención y control. La acumulación de calor y la falta de recuperación hacen que el animal entre en un estado de fatiga fisiológica que compromete su producción y salud, y que requiere días de estabilidad térmica para volver a los niveles previos.

En el caso de la producción de leche, se observaron caídas medias que oscilaron entre 0,056 kg/vaca/día por cada punto de ITH por encima de 72 el primer día, hasta 0,249 kg/vaca/día en el séptimo día, de modo que, a medida que se acumulan los días de estrés, especialmente después de 2-3 días consecutivos, los efectos continúan y son cada vez más significativos.

El efecto sobre el porcentaje de proteína se prolongó hasta los 12 días después del período de estrés térmico, con un valor umbral ponderado de 64. La reducción se estimó entre 0,001 y 0,010 % de proteína por cada punto de incremento de ITH. Las pérdidas de proteína estimadas alcanzaron su máximo al tercer día después del estrés, con una pérdida media de 0,041 kg/día. Para la producción de proteína en kg/día se observó un comportamiento

similar, siendo evidente la influencia del estrés hasta 7 días después, con un ITH ponderado de 71, con caídas de hasta 0,008 kg de proteína por día por cada punto de incremento del ITH.

El efecto del estrés térmico en el porcentaje de grasa se manifestó principalmente entre el tercer y el séptimo día, con un valor umbral ponderado de 63. El descenso en el porcentaje de grasa fue de 0,002 % por cada punto de ITH entre el tercer y quinto día después del episodio de estrés, registrándose máximos de -0,011 %. La mayor caída sobre la producción de grasa se dio el cuarto día después del estrés, con una disminución de 0,006 kg de grasa por día por cada punto de ITH.

Los recuentos de células somáticas aumentaron en los primeros 9 días después del estrés térmico para un valor ponderado de 78, con incrementos estimados de 0,136 y 0,008 puntos en el segundo y sexto día respectivamente.

¿Por qué el estrés térmico afecta a la producción y a los componentes de la leche?

Como ya comentamos, para adaptarse al estrés por calor, las vacas realizan una serie de ajustes fisiológicos,

metabólicos y de conducta, mecanismos que aplican para disipar el exceso de calor corporal, a la vez que intentan reducir la producción endógena de calor.

Para eliminar el calor corporal, la vaca aumenta el flujo sanguíneo hacia la piel, siendo a través de ella donde se producirá la pérdida de calor, principalmente por sudoración. Al desviar el flujo sanguíneo hacia la piel, llega menos sangre al rumen, lo que implica una digestión más lenta, con reducción de la motilidad ruminal, provocando una mayor acumulación de ácidos grasos volátiles (AGV), lo que produce una caída del pH ruminal (acidosis). La acidosis altera la población microbiana del rumen, sobre todo las bacterias celulolíticas. Estas bacterias atacan la fibra de la forrajería y producen, entre otros, ácido acético a partir de ella, siendo este compuesto el principal precursor de la grasa de la leche. A esto contribuye que las vacas comen menos forraje, por lo que estas bacterias tendrán menos sustrato, lo que, junto con la defaunación, significa una disminución de la grasa de la leche.

Por otro lado, esta reorientación del flujo sanguíneo también afecta a la cinética ruminal (contracciones ruminales), disminuyendo la motilidad del tracto gastrointestinal, incrementando el tiempo de retención del alimento en el rumen y su digestibilidad, lo que, junto con los cambios en los patrones de fermentación ruminal (producción de AGV), afecta a la flora ruminal. La alteración de la flora microbiana repercute directamente en la producción de proteína microbiana, siendo esta la principal fuente de proteína para la vaca. Esta falta de aminoácidos, junto con la menor ingesta de energía, puede ser el origen del descenso de la proteína de la leche. De cualquier modo, la reducción de proteína en la leche debida al estrés por calor requiere un estudio más profundo.

Debemos tener en cuenta que los efectos del estrés térmico sobre la flora microbiana del rumen no son inmediatos, por lo que las repercusiones tampoco lo son, y, de igual forma, su recuperación puede llevar días en función de la severidad del efecto, por lo que también es normal que los niveles de grasa, proteína o leche tarden en normalizarse tras un episodio de estrés térmico.



► ES NECESARIO DISEÑAR ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO EN EL GANADO, PROMOVRIENDO MEDIDAS PREVENTIVAS, DONDE LA MEJORA GENÉTICA ASOCIADA A LA TOLERANCIA AL ESTRÉS TÉRMICO, LA ADAPTACIÓN DE LAS INSTALACIONES Y LAS PRÁCTICAS DE MANEJO DESEMPEÑARÁN UN PAPEL FUNDAMENTAL

La producción de leche se ve afectada en la medida en que mastican y rumian menos, lo que repercute en la velocidad de paso del alimento por el rumen, reduciendo la ingesta de materia seca.

Pasan menos tiempo comiendo, por lo que aumentan el tamaño del bocado. Los bocados más grandes les llevan más tiempo ingerirlos, ya que deben masticarlos previamente, y esto afecta a la velocidad de ingestión. El hecho de que pasen más tiempo de pie reduce el tiempo que permanecen acostadas y, dado que las vacas rumian más cuando están en esa posición, todo lo que afecte al tiempo de descanso afectará a la rumiación y, por tanto, a la digestibilidad del alimento. En definitiva, la vaca reduce su consumo de alimento para disminuir la producción de calor metabólico, lo que limita la energía necesaria para producir la leche.

Además de lo ya comentado, la exposición prolongada al estrés por calor puede provocar desequilibrios metabólicos y un balance energético negativo en las vacas, lo que afecta no solo a la producción de leche actual, sino también al rendimiento reproductivo en el futuro.

Para finalizar, debemos tener en cuenta que los datos utilizados para el estudio provienen de las estaciones meteorológicas más cercanas a las granjas, pero no son los datos exactos de temperatura y humedad a los que están sometidos los animales en las

instalaciones, que incluso pueden ser más elevados y variar de unas granjas a otras, aun estando en la misma localización. Así, el ITH resultante puede diferir entre granjas incluso estando a la misma altitud y con la misma temperatura, en función de la ubicación, orientación o aspectos constructivos (altura de la cubierta, cumbre, aislamiento, ventilación, etc.).

CONCLUSIONES

Es importante concienciarse de la necesidad de implantar en las granjas medidas preventivas y correctoras frente a los efectos de las olas de calor, que provocan una mayor frecuencia en la acumulación de días con altas temperaturas, para alcanzar el objetivo de una producción de leche sostenible y una mejora del bienestar animal.

Para afrontar los efectos del cambio climático, es necesario diseñar estrategias de mitigación del estrés térmico en el ganado, promoviendo medidas preventivas, donde la mejora genética asociada a la tolerancia al estrés térmico, la adaptación de las instalaciones y las prácticas de manejo desempeñarán un papel fundamental. ■

NOTA DE LOS AUTORES

Los autores agradecen la colaboración tanto de MétéoGalicia como del Control Lechero por los datos facilitados. Artículo original: "Influence of Heat Stress on Milk Production, Milk Quality and Somatic Cell Count in Galicia", *Animals* 2025; <https://doi.org/10.3390/ani15070945>