



Influencia do estrés térmico na produción, na calidade do leite e no RCS en Galicia

Nestas páxinas amósanse os resultados da investigación levada a cabo co fin de evidenciar a partir de que niveis de temperatura e humidade se ve afectada a produción de leite, así como a graxa, a proteína e o recuento de células somáticas. O seguimento realizouse durante un período de seis anos (2016-2021), nos cales se relacionaron os datos de humidade e temperatura cos datos produtivos das ganderías galegas.

Roberto Besteiro¹, Ramiro Fouz², Francisco Javier Diéguez²

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

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

INTRODUCCIÓN

O efecto do estrés por calor no vacún de leite afecta ao sector na medida en que reduce a produción de leite, a eficiencia reprodutiva, a vida produtiva das vacas e o seu benestar. As continuas melloras no manexo e na xenética dos animais fan que as producións sexan cada vez máis altas, pero, á vez, repercute en animais máis afectados polo estrés térmico, debido a que producen maiores cantidades de calor metabólica que deben disipar.

Así mesmo, a causa do quecemento global, son cada vez máis frecuentes episodios de calor en latitudes coma a de Galicia, onde habitualmente só se daban nuns poucos días do mes de agosto; agora acontece con maior frecuencia na época estival e esténdese a outras épocas do ano nas que antes non sucedía.

QUE É O ESTRÉS TÉRMICO?

O estrés térmico é a resposta fisiolóxica do animal cando produce máis calor da que pode disipar. En ambientes húmidos, a medida que

aumentan as temperaturas, a capacidade do animal para eliminar calor mediante evaporación vese aínda máis comprometida que en zonas con menor humidade. A evaporación, a través da sudación e da respiración, é o principal mecanismo da vaca para esvaer esa calor. Para adaptarse ao estrés por calor ou estrés térmico, as vacas realizan unha serie de axustes fisiolóxicos, metabólicos e de conduta, mecanismos que aplican para reducir o exceso de calor corporal, á vez que tentan diminuir a produción endóxena de calor.

► A CAUSA DO QUECEMENTO GLOBAL, SON CADA VEZ MÁIS FRECUENTES EPISODIOS DE CALOR EN LATITUDES COMA A DE GALICIA

O estrés térmico e como afecta ás vacas de alta produción está amplamente estudado, pero sempre son necesarios estudos que contextualicen este fenómeno para ver en que medida afectan a poboacións de vacas en latitudes non extremas, como pode ser a de Galicia. Isto é máis relevante aínda dada a importancia que ten o sector de produción de leite neste país, considerada entre as dez zonas de maior produción de leite de Europa.

DESCRIPCIÓN DO ESTUDO

Así, formulouse un estudo para evidenciar a partir de que niveis de temperatura e humidade se ve afectada, non só a produción de leite, senón tamén a graxa, a proteína ou o recuento de células somáticas. O período de estudo foi de seis anos, de 2016 a 2021, nos que se correlacionaron os datos de humidade e temperatura cos datos produtivos das ganderías galegas.

Os datos de temperatura e humidade obtivéronse da rede oficial de estacións meteorolóxicas de Galicia (MeteoGalicia), calculando o índice térmico-humidade (ITH) para cada día do período de estudo da respectiva estación meteorolóxica máis próxima a granxas de onde se obtiveron os datos de produción. En total, recolléronse datos climatolóxicos de 46 estacións, 21 delas na provincia de Lugo, 18 na Coruña e 7 en Pontevedra. O ITH é un índice que combina os efectos da temperatura ambiente e da humidade relativa. Existen diversas formas de calculalo, se ben neste caso utilizouse unha modificación da fórmula do Consello Nacional de Investigación americano (NRC):

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

Onde $\max T$ é a temperatura ambiente máxima diaria e $\min H$ é a humidade relativa mínima. Empregouse esta variante do ITH, xa 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

► A GRAXA E A PROTEÍNA FORON MÁIS SENSIBLES AO ESTRÉS TÉRMICO QUE A PRODUCCIÓN DE LEITE OU O RECONTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS

se viu en estudos previos que correlaciona mellor coas perdas de produción e proporciona unha mellor estimación do ITH medio real nas graxas.

Non se tivo en conta o valor do ITH do día do control, xa que, cando se realiza no muxido da mañá, aínda non se acadaron as temperaturas máximas do día. Ademais, obtivéronse os valores de ITH ata doce días antes do control para analizar a evolución do impacto do estrés térmico ao longo do tempo.

Os datos de produción obtivéronse a partir do Control Leiteiro Oficial (Cegacol), de vacas frisoas con, polo menos, dúas lactacións no período considerado e tívose en conta o sistema de muxido (2x, 3x e robot). Despois de depurar os datos, conformouse unha base de datos con 457.165 controis de 21.779 vacas, pertencentes a 175 graxas de toda Galicia. Débese ter en conta que non se dispón dos datos do mes de agosto deste período, agás os do ano 2020.

O estudo tivo **dous obxectivos**:

- Establecer o limiar de ITH a partir do cal o estrés térmico repercute sobre as variables estudadas: porcentaxe de proteína e graxa, quilos de proteína e graxa, recuento de células somáticas (transformado en puntuación lineal) e leite corrixido por enerxía (LCE).
- Analizar a influencia do estrés térmico continuado sobre a cantidade e calidade do leite.

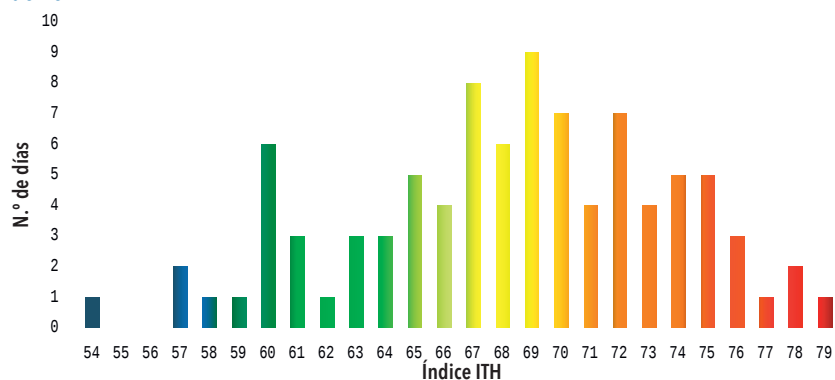
Nas graxas do estudo, a produción media foi de 35,7 kg/vaca/día (LCE 35,0), cun 3,90 % de graxa (1,31 kg/día) e un 3,32 % de proteína (1,16 kg/día) e cunha puntuación lineal de 2,47.

Debemos ter en conta que os valores climáticos obtidos durante o período de estudo foron os propios dun clima temperado. A temperatura máxima media diaria das 46 estacións oscilou entre os 10,8 °C no mes de xaneiro e os 25,1 °C en agosto, mentres que a humidade mínima media diaria oscilou entre o 53 % no mes de agosto e o 72 % en decembro. O 75 % dos días do ano estiveron por debaixo dun ITH de 68, mentres que o 50 % dos días estiveron con ITH entre 55 e 68 (táboa 1/figura 1).

A modo de exemplo dos niveis de estrés térmico que se poden acadar en Galicia, e segundo a metodoloxía de cálculo do THI empregada neste traballo, na estación de Pol, da comarca de Terra Chá (Lugo) durante o verán do ano 2020 (figura 2), acumuláronse 12 días (13 %) cun ITH $\geq$ 75 e 39 días (42 %) cun ITH $\geq$ 70.

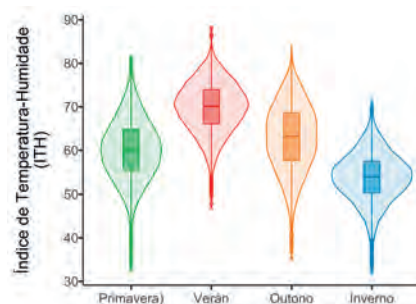
Segundo os resultados da análise realizada, por cada unidade de aumento do ITH por riba de 72, as vacas do estudo perderon ata 0,249 kg de leite/día.

Figura 2. Distribución do número de días segundo o ITH no verán de 2020 na estación de Pol



Estación de Pol (Lugo)
Xuño, xullo e agosto 2020

Figura 1. ITH por época do ano no período 2016-2021 nas 46 estacións meteorolóxicas analizadas



Táboa 1. Valores medios de temperatura-humidade 2016-2021 nas 46 estacións analizadas

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

Este efecto vese modificado pola acumulación de días con ITH elevado e do número de partos e os días que leve parida a vaca. Un ITH de 72 acádase, por exemplo, cunha temperatura de 24 °C e cunha humidade do 60 %, condicións que xeralmente non consideramos como “extremas” (táboa 2, páx. seg.).

O limiar crítico para a graxa foi de 64 e para a proteína de 63. Por cada unidade de aumento do ITH por riba ►►



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

► A INFLUENCIA DO ESTRÉS TÉRMICO SOBRE OS PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN ANALIZADOS PERSISTE DURANTE VARIOS DÍAS, ESPECIALMENTE DESPOIS DE 2-3 DÍAS DE CALOR INTENSO

destes limiares, pódense perder ata 0,006 kg de graxa e 0,008 kg de proteína por vaca/día. Estes valores de ITH son relativamente doados de acadar con temperaturas por riba de 20 °C e condicións de humidade por baixo do 60 %. Deste xeito, observouse que o estrés por calor ten un maior efecto na composición do leite que no seu volume.

No que se refire ao reconto de células somáticas, só se viu afectado con ITH superiores a 78, niveis que so se acadan con temperaturas superiores aos 30 °C, en condicións de humidade inferiores ao 60 %.

Como cabe esperar, non todas as vacas responden do mesmo xeito ao estrés por calor. As vacas en lactación, especialmente as que están no segundo ou terceiro mes despois do parto, son as máis vulnerables, xa que presentan unha maior demanda enerxética e unha actividade metabólica elevada, xerando máis calor corporal como resultado dun metabolismo máis intenso. De igual forma, as vacas de segundo e terceiro parto sofren un impacto máis marcado que as primíparas ou as vacas con máis partos, que adoitan ter menores necesidades fisiolóxicas e producir menos leite.

Un aspecto importante que cómpre salientar é que os efectos negativos do estrés por calor tenden a manifestarse varios días despois do episodio de altas temperaturas. Concretamente, os maiores descenso de produción e composición danse entre 3 e 4 días despois dun pico de calor. Isto implica que os danos non se limitan ao momento concreto do episodio, senón que se alongan no tempo, e que a acumulación de varios días consecutivos con temperaturas elevadas ten un efecto sumatorio.

Táboa 2. Valores de ITH en función da temperatura-humidade

Temperatura °C	Humidade 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

Esta persistencia do impacto, que pode durar ata 12 días no caso da proteína, implica que mesmo períodos sen temperaturas extremas, pero con varios días de calor continuado, poden provocar perdas notables se non se toman medidas de prevención e control. A acumulación de calor e a falla de recuperación fan que o animal entre nun estado de fatiga fisiolóxica que compromete a súa produción e saúde, e que require días de estabilidade térmica para volver aos niveis previos.

No caso da produción de leite, observáronse caídas medias que oscilaron entre os 0,056 kg/vaca/día por cada punto de ITH por riba de 72 o primeiro día, ata 0,249 kg/vaca/día no sétimo día, de xeito que a medida que se acumulan os días de estrés, especialmente despois de 2-3 días consecutivos, os efectos continúan e son cada vez máis significativos.

O efecto sobre a porcentaxe de proteína abarcou ata os 12 días despois do período de estrés térmico, cun valor limiar ponderado de 64. A redución estimouse entre 0,001 e 0,010 % de proteína por cada punto de incremento de ITH. As perdas de proteína estimadas acadaron o seu máximo ao terceiro día despois do estrés, cunha perda media de 0,041 kg/d.

Para a produción de proteína en kg/d observouse un comportamento similar, sendo evidente a influencia do estrés ata 7 días despois, cun ITH ponderado de 71, con caídas de ata 0,008 kg de proteína por día por cada punto de incremento do ITH.

O efecto do estrés térmico na porcentaxe de graxa manifestouse principalmente entre o terceiro e o sétimo día, cun valor limiar ponderado de 63. O descenso na porcentaxe de graxa foi dun 0,002 % por cada punto de ITH entre o terceiro e quinto día despois do episodio de estrés, rexistrándose máximos de -0,011 %. O maior descenso sobre a produción de graxa deuse o cuarto día despois do estrés, cunha diminución de 0,006 kg de graxa por día por cada punto de ITH.

Os recontos de células somáticas aumentaron nos primeiros 9 días despois do estrés térmico para un valor ponderado de 78, cun crecemento estimado de 0,136 e 0,008 puntos no segundo e o sexto día respectivamente.

Por que o estrés térmico afecta á produción e aos compoñentes do leite?

Como xa comentamos, para adaptarse ao estrés por calor, as vacas realizan unha serie de axustes fisiolóxicos,

metabólicos e de conduta, mecanismos que aplican para disipar o exceso de calor corporal, á vez que tentan reducir a produción endóxena de calor.

Para eliminar a calor corporal, a vaca aumenta o fluxo sanguíneo cara á pel, sendo a través dela onde se producirá a perda de calor, principalmente por sudación. Ao derivar o fluxo sanguíneo cara á pel, fai que chegue menos sangue ao rume, o que implica unha dixestión máis lenta, cunha redución da motilidade ruminal, o cal provoca unha maior acumulación de ácidos graxos volátiles (AGV), o que produce unha baixada do pH ruminal (acidose). A acidose altera a poboación microbiana do rume, sobre todo as bacterias celulolíticas. Estas bacterias atacan a fibra da forraxe e producen, entre outros, ácido acético a partir dela, sendo este composto o principal precursor da graxa do leite. A isto axuda que as vacas comen menos forraxe, polo que estas bacterias terán menos substrato, o que, xunto coa defaunación, significa un descenso na graxa do leite.

Por outra banda, esta reorientación do fluxo sanguíneo tamén afecta á cinética ruminal (contraccións ruminais), diminuíndo a motilidade do tracto gastrointestinal, incrementando o tempo de retención do alimento no rume e a súa dixestibilidade, o que, xunto aos cambios nos patróns de fermentación ruminal (produción de AGV), afecta á flora ruminal. A alteración da flora microbiana repercute directamente na produción de proteína microbiana, sendo esta a principal fonte de proteína para a vaca. Esta falta de aminoácidos xunto coa menor inxestión de enerxía pode ser a orixe do descenso da proteína do leite. De calquera xeito, a redución da proteína no leite debido ao estrés por calor precisa dun estudo máis en profundidade.

Debemos ter en conta que os efectos do estrés térmico sobre a flora microbiana do rume non son inmediatos, polo que as repercusións tampouco o son e, de igual xeito, a súa recuperación pode levar días en función da severidade do efecto, polo que tamén é normal que os niveis de graxa, proteína ou do leite tarden en normalizarse tras un evento de estrés térmico.

A produción de leite vese afectada na medida en que mastigan e remoen menos, o que afecta á velocidade de paso do alimento polo rume, reducindo a inxestión de materia seca.



► É NECESARIO DISEÑAR ESTRATEXIAS DE MITIGACIÓN DO ESTRÉS TÉRMICO NO GANDO, PROMOVEDO MEDIDAS PREVENTIVAS, ONDE A MELLORA XENÉTICA ASOCIADA Á TOLERANCIA AO ESTRÉS TÉRMICO, A ADAPTACIÓN DAS INSTALACIÓNS E AS PRÁCTICAS DE MANEXO DESEMPEÑARÁN UN PAPEL FUNDAMENTAL

Pasan menos tempo comendo, de xeito que aumentan o tamaño do bocado. Os bocados máis grandes lévalles máis tempo inxerilos, xa que ten que mastigalos previamente, e isto repercute na velocidade de inxestión. O feito de que pasen máis tempo de pé reduce o tempo que pasan deitadas e, dado que as vacas cando máis remoen é cando están nesa posición, todo o que afecte ao tempo de descanso vai afectar á ruminación e, daquela, á dixestibilidade do alimento.

En definitiva, a vaca baixa o seu consumo de alimento para reducir a produción de calor metabólica, o que limita a enerxía necesaria para producir o leite.

A maiores do xa comentado, a exposición prolongada ao estrés por calor pode provocar desequilibrios metabólicos e un balance enerxético negativo nas vacas, o que afecta non só á produción de leite actual senón tamén ao rendemento reprodutivo nun futuro.

Para finalizar, debemos ter en conta que os datos utilizados para o estudo proceden das estacións meteorolóxicas máis próximas ás granxas, pero non son os datos exactos de temperatura e humidade aos que están sometidos os animais nas instalacións, que poden mesmo ser máis elevados e variar dunhas a outras granxas coa mesma localización. Así, o ITH resultante pode diferir entre granxas

aínda estando á mesma altitude e á mesma temperatura en función da localización, da orientación ou de aspectos construtivos (altura da cuberta, cumieira, do illamento, da ventilación etc.).

CONCLUSIÓNS

É importante concienciarse da necesidade de implantar nas granxas medidas preventivas e correctoras fronte aos efectos das ondas de calor, que provocan unha maior frecuencia na acumulación de días con altas temperaturas, para acadar o obxectivo dunha produción de leite sostible e unha mellora do benestar animal.

Para afrontar os efectos do cambio climático, é necesario deseñar estratexias de mitigación do estrés térmico no gando, promovendo medidas preventivas, onde a mellora xenética asociada á tolerancia ao estrés térmico, a adaptación das instalacións e as prácticas de manexo desempeñarán un papel fundamental. ■

NOTA DOS AUTORES

Os autores agradecen a colaboración tanto de MeteoGalicia coma do Control Leiteiro polos datos facilitados. Artigo orixinal: "Influence of Heat Stress on Milk Production, Milk Quality and Somatic Cell Count in Galicia", *Animals* 2025; <https://doi.org/10.3390/ani15070945>