



Período seco e periparto como xanela crítica: estrés térmico, inflamación e inmunocompetencia en vacas leiteiras. Integración fisiolóxica e evidencia experimental

A continuación, analizo como o estrés térmico e a inflamación converxen como factores críticos que comprometen a saúde e a rendibilidade nas granxas leiteiras, con especial énfase no desafío que supón o período de transición.

Yaiza de la Fuente

Responsable do negocio de ruminantes
Phibro Animal Health en España e Portugal

1. INTRODUCCIÓN

Contexto produtivo

A eficiencia dos sistemas leiteiros depende da capacidade do animal para manter a homeostase fisiolóxica en escenarios de elevada demanda enerxética. A produción de leite implica unha intensa partición de nutrientes e, por iso, pequenas alteracións no consumo de materia seca ou na eficiencia metabólica poden amplificarse en perdas significativas de rendemento.

Este desequilibrio é especialmente relevante no período posparto temperán, cando o rápido incremento da produción láctea non pode ser compensado de forma inmediata pola inxestión, o que dá lugar a un balance enerxético negativo caracterizado por unha elevada mobilización de reservas corporais. Este estado metabólico asóciase non só con trastornos enerxéticos, senón tamén cunha alteración da resposta inmunitaria, debido a cambios hormonais e ao aumento de

metabolitos derivados da lipólise, que comprometen a funcionalidade de células clave do sistema inmune innato.

Ademais, a produción desenvólvese baixo condicións ambientais cambiantes (temperatura, humidade, ventilación...) e baixo estresores de manexo (densidade de animais, cambios de lote, rutinas de alimentación e muxido), que incrementan as demandas fisiolóxicas e poden afondar no desequilibrio enerxético e na carga inflamatoria.



Este conxunto de factores crea un contexto no que a resiliencia fisiolóxica e a competencia inmunitaria resultan determinantes para soste a produtividade, favorecer unha correcta adaptación ao posparto e reducir a incidencia de enfermidades metabólicas e infecciosas, especialmente durante o período de transición.

Relevancia do estrés térmico e a inflamación

O estrés térmico é un estresor ambiental prioritario pola súa capacidade de desencadear respostas de termorregulación que comprometen o consumo de materia seca e o rendemento. A redución voluntaria da ingestión, xunto co incremento dos requirimentos de mantemento asociados á disipación de calor, favorece a aparición ou intensificación do balance enerxético negativo, especialmente no período do periparto. Este estado limita a dispoñibilidade de enerxía para funcións produtivas e de mantemento, e obriga a unha maior mobilización



► A CONVERXENCIA DE ESTRÉS TÉRMICO, BALANCE ENERXÉTICO NEGATIVO, CAMBIOS ENDÓCRINOS DO PERIPARTO E EXPOSICIÓN A PATÓXENOS EXPLICA POR QUE O PERIODO SECO E A TRANSICIÓN CONCENTRAN GRAN PARTE DO RISCO SANITARIO E DA VARIABILIDADE PRODUTIVA EN VACAS LEITEIRAS

de reservas corporais, con implicacións metabólicas e inmunolóxicas relevantes. De forma paralela, a inflamación é un mecanismo esencial de defensa e de adaptación fisioló-

xica (por exemplo, no parto), pero, se se prolonga, xera un custo metabólico importante debido á desviación de enerxía e substratos cara á resposta inmune. ►

TIENDA.VACAPINTA.COM

¡HAZTE CON TODAS NUESTRAS REACIONES EXCLUSIVAS!

Vaca SHOP

La tienda de *merchandising* oficial de *Vaca Pinta*

¡TENEMOS TODAS LAS TALLAS!

ESCANEA

► EN CONDICIÓN DE ESTRÉS, DIVERSOS COMPONENTES DO SISTEMA PODEN VOLVERSE TRANSITORIAMENTE DISFUNCIONAIS, CON IMPACTO DIRECTO SOBRE A SAÚDE MAMARIA, RECONTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS E ENFERMEDADES PERIPARTO

A converxencia de estrés térmico, balance enerxético negativo, cambios endócrinos do periparto e exposición a patóxenos explica por que o período seco e a transición concentran gran parte do risco sanitario e da variabilidade produtiva en vacas leiteiras.

2. SISTEMA INMUNITARIO DOS RUMINANTES

O sistema inmunitario bovino integra inmunidade innata e adaptativa. A inmunidade innata inclúe barreiras físicas (pel e epiteliolos), químicas (pH gástrico) e celulares (leucocitos), e proporciona unha resposta inmediata que ‘gaña tempo’ ata que se desenvolva a resposta adaptativa específica. Os neutrófilos son os glóbulos brancos (leucocitos) máis abundantes no sangue e a primeira liña de defensa celular do sistema inmunitario innato: recoñecen patróns moleculares asociados a patóxenos mediante receptores e activan mecanismos de eliminación como fagocitose, degranulación, produción de especies reactivas de osíxeno (ROS) e formación de trampas extracelulares (NET).

Para que a resposta sexa eficaz, os neutrófilos deben migrar dende o sangue ao tecido. A L selectina (CD62L) facilita a adherencia inicial (‘rodamento’) sobre o endotelio e a posterior migración (diapédeose) cara ao foco de infección. A inmunidade adaptativa, mediada por linfocitos B (anticorpos) e T (resposta celular), proporciona especificidade e memoria inmunolóxica.

A comunicación entre ambas as dúas polas realízase mediante citocinas e quimiocinas. En condicións de estrés, diversos componentes do sistema poden volverse transitoriamente disfuncionais, con impacto directo

Figura 1. Migración do neutrófilo e papel de L-selectina na vixilancia e resposta fronte á infección

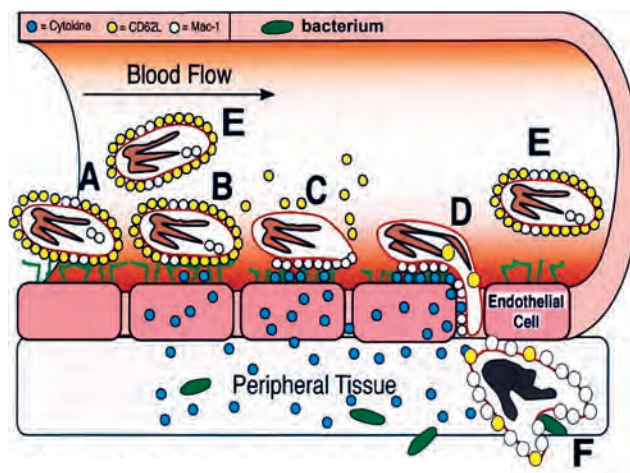
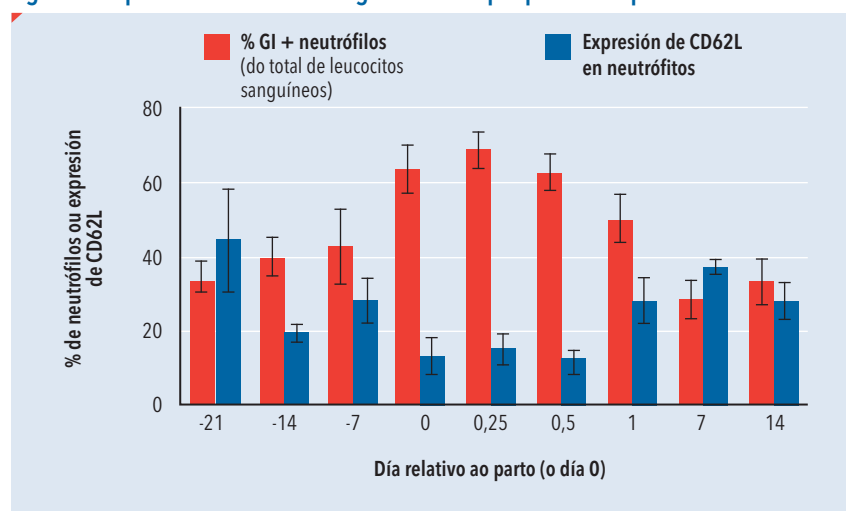


Figura 2. Esquema sobre o efecto de glicocorticoides periparto na expresión de L-selectina



sobre a saúde mamaria, o reconto de células somáticas e enfermidades periparto.

3. ESTRÉS TÉRMICO EN VACAS LEITEIRAS

As vacas comezan a manifestar estrés térmico cando a carga de calor ambiental supera a capacidade de disipación. Descríbense limiares operativos ligados ao índice temperatura humidade (THI) e a indicadores fisiolóxicos como frecuencia respiratoria e temperatura rectal. Ante o incremento de THI, o animal incrementa a ventilación pulmonar, cambia a súa conduta e reduce o consumo de alimento como estratexia para diminuír a produción endóxena de calor.

Estas adaptacións xeran consecuencias produtivas: a caída do consumo de materia seca limita a achega

de nutrientes e enerxía, o que reduce a produción de leite e pode alterar os seus componentes. Adicionalmente, o estrés térmico asóciase cunha resposta endócrina (liberación de cortisol) que inflúe sobre a inmunidade. En diversos estudos obsérvase que, baixo condicións de desafío térmico, a temperatura rectal e a frecuencia respiratoria aumentan, e a inxestión e a produción diminúen; durante períodos de recuperación, algúns parámetros melloran, pero a magnitude da perda depende da duración e intensidade do episodio térmico e do estado fisiolóxico do animal (lactación vs. secado).

4. PERÍODO SECO E TRANSICIÓN

O período seco é crítico para a lactación seguinte por dúas razóns principais: ►

SISTEMAS ANTIESTRÉS POR CALOR PARA ROBOTS DE ORDEÑO



EL CALOR REDUCE
LA PRODUCCIÓN
Y LAS VISITAS AL
ROBOT

¿MENOS ORDEÑOS EN VERANO?

CMP y **Emporvet** te ayudamos a mantener la producción con sistemas combinados de **duchas y ventilación** adaptados a cualquier robot.



RESULTADOS EN GRANJA



MÁS VISITAS
AL ROBOT



MAYOR
CONFORT



MENOS
RETRASOS



MENOS
PRESENCIA DE
INSECTOS



COMPATIBLE CON CUALQUIER SISTEMA DE ORDEÑO AUTOMÁTICO

EMPORVET S.L.

CMP
ANIMAL WELFARE



SOLICITA MÁS INFORMACIÓN:

Tel. 972 546 591 / 629 313 629
www.emporvet.com
info@emporvet.com

Más confort, más producción todo el año.

► CANDO COINCIDEN ESTRÉS TÉRMICO, REDUCCIÓN DE CONSUMO PREPARTO E DISFUNCIÓN INMUNE, AUMENTA A PROBABILIDADE DE EVENTOS COMO RETENCIÓN DE PLACENTA, METRITE OU PROBLEMAS DE SAÚDE MAMARIA

Primeiro, o tecido mamario experimenta involución e posterior remodelación; a calidade e o tempo do período seco inflúen na capacidade secretora futura.

Segundo, o animal prepárase para un cambio metabólico brusco ao inicio da lactación, onde a demanda de glicosa, aminoácidos e ácidos graxos para a síntese láctea incrementase rapidamente.

A transición, que abrangue aproximadamente desde o parto tardío ata as primeiras semanas posparto, implica unha 'inflamación controlada' necesaria para o parto, a expulsión placentaria e a reparación uterina. Ao tempo, os glicocorticoides asociados ao parto poden xerar inmunosupresión transitoria, afectando especialmente aos neutrófilos. Cando coinciden estrés térmico, redución de consumo preparto e disfunción inmune, aumenta a probabilidade de eventos como retención de placenta, metrite ou problemas de saúde mamaria.

A evidencia experimental revisada inclúe estudos que comparan vacas secas expostas a condicións de arrefriamento activo fronte a condicións de maior carga térmica. Nestes traballos obsérvase que o desafío térmico en período seco incrementa a temperatura rectal e a frecuencia respiratoria, reduce o consumo preparto e asóciase cunha produción de leite inferior na lactación temperá. Tamén se describiron efectos sobre a duración da xestación e o peso dos xatos ao nacer, o que indica que o estrés térmico durante a xestación tardía pode afectar ao binomio vaca-xato.

Estes resultados son coherentes co concepto de que o período seco actúa como 'programador' da lactación posterior: o dano ou a alteración fisiolóxica nesta fase pode persistir mesmo cando o ambiente mellora tras o parto.

5. INFLAMACIÓN E CUSTO METABÓLICO

A inflamación pode considerarse un 'mecanismo de comunicación' entre tecidos para coordinar a elimina-

ción de axentes nocivos e a reparación. A vasodilatación incrementa o fluxo sanguíneo e facilita o recrutamento de leucocitos. En saúde mamaria, por exemplo, a inflamación está ligada a mastite e ao aumento do recuento de células somáticas. A destrución de patóxenos adoita implicar a produción de especies reactivas de osíxeno; aínda que eficaces fronte a bacterias, estas moléculas poden danar o tecido circundante se a súa produción é excesiva ou prolongada, co consecuente devaldo da barreira sangue leite e a redución da produción.

O custo metabólico aparece porque a resposta inmune require enerxía e substratos. En vacas en transición, a desviación de nutrientes cara á inflamación pode intensificar o balance enerxético negativo e favorecer a mobilización de reservas. Por iso, o obxectivo práctico é promover unha resposta inflamatoria eficaz, pero con resolución rápida, evitando a cronificación. Descríbense factores que favorecen a inflamación crónica, coma o estrés térmico ambiental (inflamación sistémica), alteracións ruminais que incrementan a permeabilidade intestinal e desencadean resposta inflamatoria ou estrés social.

6. EVIDENCIA EXPERIMENTAL INTEGRADA

A evidencia recompilada procede de (i) **ensaio de campo na granxa** con seguimento semanal de produción e inxesta a nivel de lote, (ii) **estudos controlados** en cámaras ambientais con períodos de termoneutralidade, desafío térmico e recuperación, (iii) estudos en vacas secas con arrefriamento activo ou desafío térmico inducido e (iv) **programas multirraño** con métricas sanitarias e produtivas estandarizadas.

Nun ensaio de campo con vacas en lactación, a produción semanal mantívose similar entre grupos durante as primeiras semanas, pero diverxeu na segunda metade do período de ob-

servación, cando o desafío térmico foi máis pronunciado.

En paralelo, a inxestión de materia seca reduciuse durante as semanas de maior temperatura e posteriormente recuperouse cando o ambiente se suavizou, sen diferenzas marcadas de inxestión entre grupos en determinados períodos. Este tipo de deseño de granxa reflicte a realidade produtiva, onde as respostas son acumulativas e poden manifestarse con atraso.

En cámaras ambientais rexistráronse cambios fisiolóxicos e produtivos durante períodos de desafío térmico definidos por THI por riba de limiares durante varias horas diarias.

Nestes estudos, a frecuencia respiratoria e a temperatura rectal aumentan durante as horas de maior carga térmica, mentres que o consumo e a produción diminúen.

Ademais, monitorizáronse biomarcadores de inmunidade innata e de resposta ao estrés (por exemplo, perfís de cortisol e expresión de receptores asociados á migración e comunicación leucocitaria), evidenciando que a resposta fisiolóxica á calor está estreitamente conectada coa función inmune.

En período seco, ensaios con deseños factoriais (desafío térmico vs. arrefriamento; intervención nutricional funcional vs. control) mostraron que o desafío térmico incrementa a temperatura corporal e a frecuencia respiratoria, acurta a xestación e reduce a produción de leite nas primeiras semanas posparto. A interpretación integrada suxire que parte do efecto se produce por alteracións no consumo preparto, pero tamén por cambios no desenvolvemento mamario e na adaptación metabólica do animal.

Finalmente, os programas multirraño demostraron cambios concorrentes en métricas de saúde e en indicadores de leite e calidade (reconto de ►►



Estrés térmico en rumiantes

Impacto real. Soluciones

LA SOLUCIÓN: INNOVA IAG + ERILON CYCLONE PLUS

Control activo e inteligente del microclima



Días de estrés térmico al año*

60

Media nacional



Pérdida media de leche

1,5 L

por vaca/día



Pérdida económica media

0,63 €

por vaca/día



Precio de la leche utilizado

0,42 €

por litro

Comunidad autónoma	Días de estrés térmico al año (días)	Pérdida de leche (L/vaca/día)	Pérdida Económica (€/vaca/día)
• Andalucía	110 - 130	2,2 - 2,8	0,92 - 1,18 €
• Extremadura	100 - 120	2,0 - 2,6	0,84 - 1,09 €
• Murcia	100 - 120	2,0 - 2,6	0,84 - 1,09 €
• Castilla-La Mancha	90 - 110	1,8 - 2,4	0,76 - 1,01 €
• Comunidad Valenciana	90 - 110	1,8 - 2,4	0,76 - 1,01 €
• Aragón	70 - 90	1,4 - 1,9	0,59 - 0,80 €
• Cataluña	70 - 90	1,4 - 1,9	0,59 - 0,80 €
• Islas Baleares	70 - 90	1,4 - 1,9	0,59 - 0,80 €
• Madrid	60 - 80	1,2 - 1,6	0,50 - 0,67 €

Comunidad autónoma	Días de estrés térmico al año (días)	Pérdida de leche (L/vaca/día)	Pérdida Económica (€/vaca/día)
• Castilla y León	50 - 70	0,9 - 1,4	0,38 - 0,59 €
• La Rioja	50 - 70	0,9 - 1,4	0,38 - 0,59 €
• Navarra	40 - 60	0,7 - 1,1	0,29 - 0,46 €
• Galicia	20 - 40	0,4 - 0,8	0,17 - 0,34 €
• Cantabria	20 - 40	0,4 - 0,8	0,17 - 0,34 €
• País Vasco	20 - 40	0,4 - 0,8	0,17 - 0,34 €
• Asturias	20 - 40	0,4 - 0,8	0,17 - 0,34 €
• Canarias	10 - 30	0,3 - 0,6	0,13 - 0,25 €

MAPA DE RIESGO TÉRMICO GANADERO EN ESPAÑA

Índice de Temperatura y Humedad (ITH)
Verano - Escenario actual

- **Riesgo extremo** (ITH > 78)
- **Riesgo muy alto** (74 < ITH ≤ 78)
- **Riesgo alto** (70 < ITH ≤ 74)
- **Riesgo moderado** (ITH ≤ 70)

Fuente: AEMET, Copernicus, datos propios Innova IAG



¿Listo para reducir las pérdidas por estrés térmico y aumentar tu rentabilidad?

Hablemos.

☎ +34 623 192 843

✉ jmmartinez@innovaiag.com

📍 Calle Ángel del Castillo López, 2, bajo
15142 Arteixo (A Coruña)

células somáticas), que apoian o enfoque de combinar manexo e estratexias nutricionais para apoiar a resiliencia global do rabaño.

7. IMPLICACIÓNS PRODUTIVAS E DE MANEXO

A mitigación do estrés térmico require unha aproximación multifactorial. A nivel ambiental, priorízanse sombra, ventilación e sistemas de arrefriamento (aspersión e ventilación forzada), especialmente en horas de maior THI. En paralelo, a xestión do período seco e transición debe asegurar confort (camas, espazo, bo acceso a comedeiros e bebedoiros limpos...), minimizar cambios de grupo e manter consistencia nos horarios de alimentación.

Desde a nutrición, a prioridade é soste-lo consumo e a densidade enerxética sen comprometer a saúde ruminal e asegurar achegas axeitadas de vitaminas e minerais vinculados á función inmune. Na práctica, empréganse tamén ingredientes funcionais orientados a modular a resposta innata e favorecer unha inflamación eficiente con rápida resolución. A selección destas estratexias debe aliñarse co risco de estrés térmico, o historial sanitario do rebande e os obxectivos produtivos.

O impacto económico dos eventos sanitarios ilustra a relevancia de estratexias preventivas. Custos por caso para patoloxías frecuentes (p. ex., mastite, metrite, aborto...) inclúen perdas por produción, tratamentos e descartes. Reducir a incidencia destes eventos durante a transición, mediante un mellor control do estrés e soporte inmunitario, ten potencial de retorno económico pola vía de menor morbilidade e maior persistencia produtiva.

8. CONCLUSIÓNS

O estrés térmico, a inflamación e a inmunocompetencia están intimamente

Figura 3. Custo económico estimado por caso de doenzas frecuentes

Enfermidade	Custo medio por caso
Mastite ¹	367 €
Metrite ²	257 €
Aborto ³	474 €
DAI ¹	552 €
SHI (HBS) ⁴	1.035 €
Vacas mortas ⁴	1.035 €

¹Liang *et al.*, 2017. Estimating US dairy clinical disease costs with a stochastic simulation model. *J. Dairy Sci.* 100:1472-1486

²Metritis- Wicaksono *et al.* 2025. Estimating the costs of interrelated reproductive disorders in dairy farms. *J. Dairy Sci.* 108:8508-8528

³De Vries, A. 2006. *Economic value of pregnancy*

⁴Agosto 2020 USDA Dairy Comprehensive Report-Monthly

relacionados na vaca leiteira. A evidencia experimental revisada mostra que o desafío térmico reduce o consumo e a produción, e altera indicadores fisiolóxicos, e que o período seco/transición representa unha xanela crítica onde o estrés térmico pode provocar efectos persistentes na lactación posterior.

A inflamación é necesaria, pero a súa cronificación resulta custosa. Daquela, a estratexia óptima combina mitigación ambiental da calor, manexo do período seco e transición, e soporte nutricional orientado a manter o consumo, a funcionalidade de neutrófilos e a resolución rápida da resposta inflamatoria. Este enfoque integrado mellora a resiliencia do rabaño e reduce o impacto económico asociado a enfermidades de transición. ■

REFERENCIAS

- Fabris, T. F., J. Laporta, F. N. Corrá, Y. M. Torres, D. J. Kirk, D. J. McLean, J. D. Chapman, and G. E. Dahl. 2017. Effect of heat stress during the dry period on subsequent performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100:6733-6742.
- Holland, A. E., J. D. Chapman, and L. O. Ely. 2013. Milk production, dry matter intake, and body condition score evaluated in cross-bred commercial cows during and following heat stress. *J. Dairy Sci.* 96(E-Suppl. 1):448.

Hall, L. W., S. D. Anderson, F. A. Rivera, F. Villar, J. D. Chapman, N. M. Long, and R. J. Collier. 2013. Physiological, immunological, and production responses of heat-stressed Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 96(E-Suppl. 1):448.

Forbes, K., L. T. Casarotto, L. Cattaneo, K. M. Glosson, B. D. Humphrey, J. D. Chapman, and G. E. Dahl. 2022. Impact of heat stress during the dry period induced by an electric blanket model on subsequent performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 105:25-26.

Nightingale, C. R., M. D. Sellers, and M. A. Ballou. 2015. Elevated plasma haptoglobin concentrations following parturition are associated with impaired subsequent reproductive performance in Holstein dairy cows. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 164:16-23.

Tao, S., J. W. Bubolz, B. C. do Amaral, I. M. Thompson, M. J. Hayen, S. E. Johnson, and G. E. Dahl. 2011. Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. *J. Dairy Sci.* 94:5976-5986.

Tao, S., and G. E. Dahl. 2013. Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *J. Dairy Sci.* 96:4079-4093.

Burton, J. L., and R. J. Erskine. 2003. Immunity and mastitis: Some new ideas for an old disease. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 19:1-45.

Drackley, J. K. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *J. Dairy Sci.* 82:2259-2273.

Zimbelman, R. B., R. P. Rhoads, M. L. Rhoads, G. C. Duff, L. H. Baumgard, and R. J. Collier. 2009. A re-evaluation of the impact of temperature-humidity index on milk production in high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:569-576.

RAIADO OU SALPICADO

DE SUPERFICIES DE FORMIGÓN

☎ 981 88 05 50

📞 641 55 06 56

en Galicia



Remedio a pisos escorregadizos

- ✓ Reduce gastos veterinarios
- ✓ Aumenta a seguridade
- ✓ Aumento de celos

...



SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

BIENESTAR ANIMAL Y PRODUCCIÓN GARANTIZADOS
EN LOS MESES MÁS CALUROSOS



Reducción del
estrés térmico



Aumento de la
producción



Mejoras en la
fertilidad



Reducción de
mastitis

ESCRÍBENOS
POR **WHATSAPP**
AL 683 61 24 06



¡SOLUCIONES ADAPTADAS A CADA NAVE!

Estudio técnico personalizado para
maximizar tu rendimiento

