



Periodo seco y periparto como ventana crítica: estrés térmico, inflamación e inmunocompetencia en vacas lecheras. Integración fisiológica y evidencia experimental

A continuación, analizo cómo el estrés térmico y la inflamación convergen como factores críticos que comprometen la salud y la rentabilidad en las granjas lecheras, con especial énfasis en el desafío que supone el periodo de transición.

Yaiza de la Fuente

Responsable del negocio de rumiantes
Phibro Animal Health en España y Portugal

1. INTRODUCCIÓN

Contexto productivo

La eficiencia de los sistemas lecheros depende de la capacidad del animal para mantener la homeostasis fisiológica en escenarios de elevada demanda energética. La producción de leche implica una intensa partición de nutrientes y, por ello, pequeñas alteraciones en el consumo de materia seca o en la eficiencia metabólica pueden amplificarse en pérdidas significativas de rendimiento.

Este desequilibrio es especialmente relevante en el periodo posparto temprano, cuando el rápido incremento de la producción láctea no puede ser compensado de forma inmediata por la ingesta, dando lugar a un balance energético negativo caracterizado por una elevada movilización de reservas corporales. Este estado metabólico se asocia no solo con trastornos energéticos, sino también con una alteración de la respuesta inmunitaria, debido a cambios hormonales y al aumento

de metabolitos derivados de la lipólisis, que comprometen la funcionalidad de células clave del sistema inmune innato.

Además, la producción se desarrolla bajo condiciones ambientales cambiantes (temperatura, humedad, ventilación...) y bajo estresores de manejo (densidad de animales, cambios de lote, rutinas de alimentación y ordeño), que incrementan las demandas fisiológicas y pueden profundizar el desequilibrio energético y la carga inflamatoria.



Este conjunto de factores crea un contexto en el que la resiliencia fisiológica y la competencia inmunitaria resultan determinantes para sostener la productividad, favorecer una correcta adaptación al posparto y reducir la incidencia de enfermedades metabólicas e infecciosas, especialmente durante el periodo de transición.

Relevancia del estrés térmico y la inflamación

El estrés térmico es un estresor ambiental prioritario por su capacidad de desencadenar respuestas de termorregulación que comprometen el consumo de materia seca y el rendimiento. La reducción voluntaria de la ingesta, junto con el incremento de los requerimientos de mantenimiento asociados a la disipación de calor, favorece la aparición o intensificación del balance energético negativo, especialmente en el periodo del periparto. Este estado limita la disponibilidad de energía para funciones productivas y de mantenimiento, y obliga a una mayor movilización



► LA CONVERGENCIA DE ESTRÉS TÉRMICO, BALANCE ENERGÉTICO NEGATIVO, CAMBIOS ENDOCRINOS DEL PERIPARTO Y EXPOSICIÓN A PATÓGENOS EXPLICA POR QUÉ EL PERIODO SECO Y LA TRANSICIÓN CONCENTRAN GRAN PARTE DEL RIESGO SANITARIO Y DE LA VARIABILIDAD PRODUCTIVA EN VACAS LECHERAS

de reservas corporales, con implicaciones metabólicas e inmunitarias relevantes. De forma paralela, la inflamación es un mecanismo esencial de defensa y de adaptación fisiológica (por ejemplo, en el parto), pero, si se prolonga, genera un coste metabóli-

co importante debido a la desviación de energía y sustratos hacia la respuesta inmune.

La convergencia de estrés térmico, balance energético negativo, cambios endocrinos del periparto y exposición a patógenos explica por qué ►

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 CONDICIONES DE ESTRÉS, DIVERSOS COMPONENTES DEL SISTEMA PUEDEN VOLVERSE TRANSITORIAMENTE DISFUNCIONALES, CON IMPACTO DIRECTO SOBRE SALUD MAMARIA, RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y ENFERMEDADES PERIPARTO

el periodo seco y la transición concentran gran parte del riesgo sanitario y de la variabilidad productiva en vacas lecheras.

2. SISTEMA INMUNITARIO DE LOS RUMIANTES

El sistema inmunitario bovino integra inmunidad innata y adaptativa. La inmunidad innata incluye barreras físicas (piel y epitelios), químicas (pH gástrico) y celulares (leucocitos), y proporciona una respuesta inmediata que 'gana tiempo' hasta que se desarrolle la respuesta adaptativa específica. Los neutrófilos son los glóbulos blancos (leucocitos) más abundantes en la sangre y la primera línea de defensa celular del sistema inmunitario innato: reconocen patrones moleculares asociados a patógenos mediante receptores y activan mecanismos de eliminación como fagocitosis, degranulación, producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y formación de trampas extracelulares (NET).

Para que la respuesta sea eficaz, los neutrófilos deben migrar desde sangre a tejido. La L-selectina (CD62L) facilita la adherencia inicial ('rodamiento') sobre el endotelio y la posterior migración (diapédesis) hacia el foco de infección. La inmunidad adaptativa, mediada por linfocitos B (anticuerpos) y T (respuesta celular), proporciona especificidad y memoria inmunológica.

La comunicación entre ambas ramas se realiza mediante citocinas y quimiocinas. En condiciones de estrés, diversos componentes del sistema pueden volverse transitoriamente disfuncionales, con impacto directo sobre salud mamaria, recuento de células somáticas y enfermedades periparto.

3. ESTRÉS TÉRMICO EN VACAS LECHERAS

Las vacas comienzan a manifestar estrés térmico cuando la carga de

Figura 1. Migración del neutrófilo y papel de L-selectina en la vigilancia y respuesta frente a infección

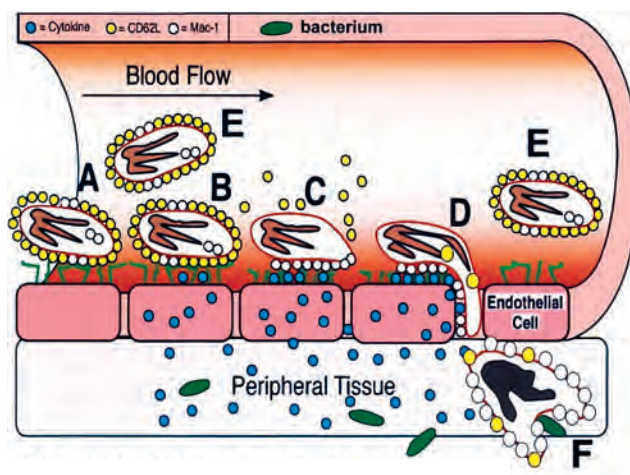
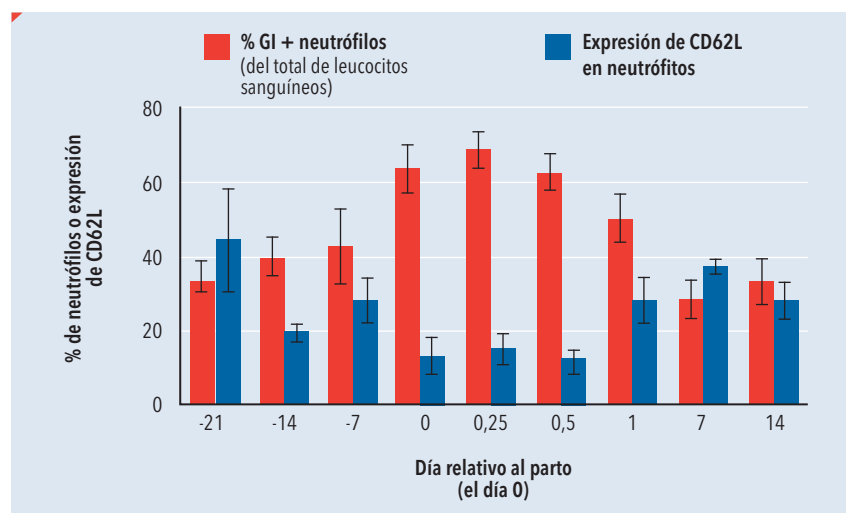


Figura 2. Esquema sobre el efecto de glucocorticoides periparto en la expresión de L-selectina



calor ambiental supera la capacidad de disipación. Se describen umbrales operativos ligados al índice temperatura-humedad (THI) y a indicadores fisiológicos como frecuencia respiratoria y temperatura rectal. Ante el incremento de THI, el animal incrementa ventilación pulmonar, cambia su conducta y reduce el consumo de alimento como estrategia para disminuir la producción endógena de calor. Estas adaptaciones generan consecuencias productivas: la caída del consumo de materia seca limita el aporte de nutrientes y energía, lo que reduce la producción de leche y puede alterar sus componentes. Adicionalmente, el estrés térmico se asocia con una respuesta endocrina (liberación de cortisol) que influye sobre la inmunidad. En diversos estudios se observa que, bajo condiciones de desafío térmico, la temperatu-

ra rectal y la frecuencia respiratoria aumentan, y la ingesta y la producción disminuyen; durante periodos de recuperación, algunos parámetros mejoran, pero la magnitud de la pérdida depende de la duración e intensidad del episodio térmico y del estado fisiológico del animal (lactación vs. secado).

4. PERIODO SECO Y TRANSICIÓN

El periodo seco es crítico para la lactación siguiente por dos razones principales:

Primero, el tejido mamario experimenta involución y posterior remodelación; la calidad y el tiempo de periodo seco influyen en la capacidad secretora futura.

Segundo, el animal se prepara para un cambio metabólico brusco al inicio de lactación, donde la demanda de glucosa, aminoácidos y ácidos ►►

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.

► CUANDO COINCIDEN ESTRÉS TÉRMICO, REDUCCIÓN DE CONSUMO PREPARTO Y DISFUNCIÓN INMUNE, AUMENTA LA PROBABILIDAD DE EVENTOS COMO RETENCIÓN DE PLACENTA, METRITIS O PROBLEMAS DE SALUD MAMARIA

grasos para síntesis láctea se incrementa rápidamente.

La transición, que abarca aproximadamente desde el preparto tardío hasta las primeras semanas posparto, implica una 'inflamación controlada' necesaria para el parto, la expulsión placentaria y la reparación uterina. Al mismo tiempo, los glucocorticoides asociados al parto pueden generar inmunosupresión transitoria, afectando especialmente a los neutrófilos. Cuando coinciden estrés térmico, reducción de consumo preparto y disfunción inmune, aumenta la probabilidad de eventos como retención de placenta, metritis o problemas de salud mamaria.

La evidencia experimental revisada incluye estudios que comparan vacas secas expuestas a condiciones de enfriamiento activo frente a condiciones de mayor carga térmica. En estos trabajos se observa que el desafío térmico en periodo seco incrementa temperatura rectal y frecuencia respiratoria, reduce el consumo preparto y se asocia con una producción de leche inferior en la lactación temprana. También se han descrito efectos sobre la duración de la gestación y el peso de los terneros al nacer, lo que indica que el estrés térmico durante la gestación tardía puede afectar al binomio vaca-ternero.

Estos resultados son coherentes con el concepto de que el periodo seco actúa como 'programador' de la lactación posterior: el daño o la alteración fisiológica en esta fase puede persistir incluso cuando el ambiente mejora tras el parto.

5. INFLAMACIÓN Y COSTE METABÓLICO

La inflamación puede considerarse un 'mecanismo de comunicación' entre tejidos para coordinar la eliminación de agentes nocivos y la reparación. La vasodilatación incrementa el flujo sanguíneo y facilita el reclutamiento de leucocitos. En salud mamaria, por ejemplo, la inflamación está ligada a mastitis y al aumento del recuento de células somáticas.

La destrucción de patógenos suele implicar producción de especies reactivas de oxígeno; aunque eficaces frente a bacterias, estas moléculas pueden dañar tejido circundante si su producción es excesiva o prolongada, con el consecuente deterioro de la barrera sangre-leche y la reducción de la producción.

El coste metabólico aparece porque la respuesta inmune requiere energía y sustratos. En vacas en transición, la desviación de nutrientes hacia inflamación puede intensificar el balance energético negativo y favorecer la movilización de reservas. Por ello, el objetivo práctico es promover una respuesta inflamatoria eficaz, pero con resolución rápida, evitando la cronificación. Se han descrito factores que favorecen inflamación crónica, como estrés térmico ambiental (inflamación sistémica), alteraciones ruminales que incrementan permeabilidad intestinal y desencadenan respuesta inflamatoria o estrés social.

6. EVIDENCIA EXPERIMENTAL INTEGRADA

La evidencia recopilada procede de (i) **ensayos de campo en granja** con seguimiento semanal de producción e ingesta a nivel de lote, (ii) **estudios controlados** en cámaras ambientales con periodos de termoneutralidad, desafío térmico y recuperación, (iii) **estudios en vacas secas** con enfriamiento activo o desafío térmico inducido y (iv) **programas multirrebaño** con métricas sanitarias y productivas estandarizadas.

En un ensayo de campo con vacas en lactación, la producción semanal se mantuvo similar entre grupos durante las primeras semanas, pero divergió en la segunda mitad del periodo de observación, cuando el desafío térmico fue más pronunciado.

En paralelo, la ingesta de materia seca se redujo durante las semanas de mayor temperatura y posteriormente se recuperó cuando el ambiente se suavizó, sin diferencias marcadas de

ingesta entre grupos en determinados periodos. Este tipo de diseño de granja refleja la realidad productiva, donde las respuestas son acumulativas y pueden manifestarse con retraso.

En cámaras ambientales se han registrado cambios fisiológicos y productivos durante periodos de desafío térmico definidos por THI por encima de umbrales durante varias horas diarias. En estos estudios, la frecuencia respiratoria y la temperatura rectal aumentan durante las horas de mayor carga térmica, mientras que el consumo y la producción disminuyen.

Además, se han monitorizado biomarcadores de inmunidad innata y de respuesta al estrés (por ejemplo, perfiles de cortisol y expresión de receptores asociados a migración y comunicación leucocitaria), evidenciando que la respuesta fisiológica al calor está estrechamente conectada con la función inmune.

En periodo seco, ensayos con diseños factoriales (desafío térmico vs. enfriamiento; intervención nutricional funcional vs. control) han mostrado que el desafío térmico incrementa temperatura corporal y frecuencia respiratoria, acorta la gestación y reduce la producción de leche en las primeras semanas posparto. La interpretación integrada sugiere que parte del efecto se produce por alteraciones en el consumo preparto, pero también por cambios en el desarrollo mamario y en la adaptación metabólica del animal.

Finalmente, los programas multirrebaño han demostrado cambios concurrentes en métricas de salud y en indicadores de leche y calidad (recuento de células somáticas), que respaldan el enfoque de combinar manejo y estrategias nutricionales para apoyar la resiliencia global del rebaño. ►►



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 €

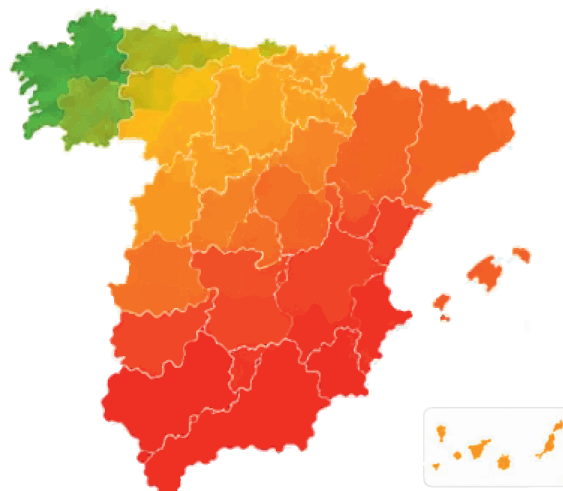
Comunidad autónoma	Días de estrés térmico al año (días)	Pérdida de leche (L/vaca/día)	Pérdida Económica (€/vaca/día)
• Castilla y León	50 - 70	0,9 - 1,4	0,38 - 0,59 €
• La Rioja	50 - 70	0,9 - 1,4	0,38 - 0,59 €
• Navarra	40 - 60	0,7 - 1,1	0,29 - 0,46 €
• Galicia	20 - 40	0,4 - 0,8	0,17 - 0,34 €
• Cantabria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

7. IMPLICACIONES PRODUCTIVAS Y DE MANEJO

La mitigación del estrés térmico requiere una aproximación multifactorial. A nivel ambiental, se priorizan sombra, ventilación y sistemas de enfriamiento (aspersión y ventilación forzada), especialmente en horas de mayor THI. En paralelo, la gestión del periodo seco y transición debe asegurar confort (camas, espacio, buen acceso a comederos y bebederos limpios...), minimizar cambios de grupo y mantener consistencia en horarios de alimentación.

Desde la nutrición, la prioridad es sostener consumo y densidad energética sin comprometer la salud ruminal y asegurar aportes adecuados de vitaminas y minerales vinculados a función inmune. En la práctica, se emplean también ingredientes funcionales orientados a modular la respuesta innata y favorecer una inflamación eficiente con rápida resolución. La selección de estas estrategias debe alinearse con el riesgo de estrés térmico, el historial sanitario del rebaño y los objetivos productivos.

El impacto económico de los eventos sanitarios ilustra la relevancia de estrategias preventivas. Costes por caso para patologías frecuentes (p. ej., mastitis, metritis, aborto...) incluyen pérdidas por producción, tratamientos y descartes. Reducir la incidencia de estos eventos durante la transición, mediante un mejor control del estrés y soporte inmunitario, tiene potencial de retorno económico por la vía de menor morbilidad y mayor persistencia productiva.

8. CONCLUSIONES

El estrés térmico, la inflamación y la inmunocompetencia están íntimamente relacionados en la vaca lechera. La evidencia experimental re-

Figura 3. Coste económico estimado por caso de enfermedades frecuentes

Enfermedad	Coste medio por caso
Mastitis ¹	367 €
Metritis ²	257 €
Aborto ³	474 €
DAI ¹	552 €
SHI (HBS) ⁴	1.035 €
Vacas muertas 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

visada muestra que el desafío térmico reduce consumo y producción, y altera indicadores fisiológicos, y que el periodo seco/transición representa una ventana crítica donde el estrés térmico puede provocar efectos persistentes en la lactación posterior.

La inflamación es necesaria, pero su cronificación resulta costosa. Por tanto, la estrategia óptima combina mitigación ambiental del calor, manejo del periodo seco y transición, y soporte nutricional orientado a mantener consumo, funcionalidad de neutrófilos y resolución rápida de la respuesta inflamatoria. Este enfoque integrado mejora la resiliencia del rebaño y reduce el impacto económico asociado a enfermedades 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 SUPERFÍCIES DE FORMIGÓN





981 88 05 50

641 55 06 56

Remedio a pisos escorregadizos

- ✓ Reduz gastos veterinários
- ✓ 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

