

Tratado de Medicina Reproductiva Bovina

Desde la teoría hasta la práctica en los ámbitos
de la buiatría relacionados con la reproducción

Giovanni Maria Gnemmi

Guía para profesionales





NOTA DEL AUTOR



Giovanni Gnemmi

*DMV, ECBHM, Ph.D.
Bovinevet Internacional SL*

Con gran placer y profunda gratitud, deseo expresar mi reconocimiento a todos aquellos que generosamente han compartido sus conocimientos en este programa de estudios sobre Reproducción Bovina. A mis amigos, provenientes de diversos países y continentes, con quienes comparto y seguiré compartiendo esta apasionante dedicación hacia la ganadería. Este es un trabajo arduo, que conlleva sacrificios enormes y también repercute a nuestras familias, y que muchas veces no reciben el reconocimiento que merece.

Siento el deber de expresar mi sincero agradecimiento a Fatro Ibérica, por su confianza y apoyo financiero y logístico en este proyecto.

Quiero expresar una especial gratitud a Cristina, por su paciencia durante los últimos 30 años, y sobre todo por ser una consejera discreta, perspicaz y oportuna. También agradezco a Benedetta el excelente trabajo realizado, resumiendo de manera impecable los conocimientos de los numerosos amigos que han contribuido al éxito de este proyecto.

Un agradecimiento muy especial lo reservo para una persona sin la cual este proyecto no habría visto la luz ni se habría desarrollado. Este amigo mío, querido y respetado, merece ser reconocido como el director de esta orquesta de profesionales y maestros quienes, sin su liderazgo, no habrían podido interpretar esta magnífica sinfonía. Gracias, José Pedrería.



Reservados todos los derechos.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com).

Advertencias:

La ciencia veterinaria está sometida a constantes cambios evolutivos, del mismo modo que la farmacología y el resto de las ciencias también lo están. Así pues, es responsabilidad ineludible del veterinario clínico, basándose en su experiencia profesional, la determinación y comprobación de la dosis, el método, el periodo de administración y las contraindicaciones de los tratamientos aplicados a cada paciente.

Ni el editor ni los autores asumen la responsabilidad alguna por los daños o perjuicios que pudieran generarse a personas, animales o propiedades como consecuencia del uso o la aplicación correcta o incorrecta de los datos que aparecen en esta obra.

Autor

Giovanni Maria Gnemmi

*DMV, ECBHM, Ph.D.
Bovinevet Internacional SL*

El Dr. Gnemmi es médico veterinario graduado de la Universidad de Milán en 1993. Desde entonces, ha dedicado su carrera al estudio y aplicación de la ecografía en el ganado, buscando integrar este método en el manejo del rebaño. Actualmente, es socio fundador de la empresa española Bovinevet Internacional Bovine Ultrasound Services & Herd Management.

Los campos de especialización del Dr. Gnemmi abarcan el manejo reproductivo, la medicina preventiva y la educación continua de trabajadores lecheros y veterinarios. En estas áreas, ha adquirido una vasta experiencia internacional como consultor para explotaciones de gran escala en Europa, América del Sur, China y Medio Oriente. Además, ha sido docente en más de 300 cursos de capacitación en todo el mundo.

El Dr. Gnemmi es autor de dos atlas sobre ecografía reproductiva bovina (Le Point Veterinaire 2004, versión francesa MEDCOM 2010, versión inglesa Blackwell 2011), ha realizado numerosas publicaciones en revistas de alto impacto y ha presentado alrededor de 280 conferencias invitadas en congresos nacionales e internacionales.

Su destacada labor en el campo de la reproducción bovina ha sido reconocida con varios premios, incluido el otorgado por la revista Taurus en 2023, en Argentina, en reconocimiento a sus valiosas contribuciones al desarrollo del diagnóstico ultrasonográfico en este ámbito.

Coordinación

José Pedreira

Responsable línea de rumiantes de Fatro Ibérica, S.L.

Benedetta Gnemmi

Bovinevet Internacional (España)

Publicado y distribuido por:

Fatro Ibérica, S.L.

Constitución, 1 • P.B. 3
08960 • Sant Just Desvern
Barcelona (ESPAÑA)

Impresión:

Oligràfic Impressors
08339 Vilassar de Dalt (Barcelona)
Impreso en España
Marzo 2024

Diseño y maquetación

| Fernando San Mateo Gil

ISBN:

| 978-84-09-60134-9



Maraboli, Cristina Vittoria A.

Bovinevet Internacional (España)



Gnemmi, Benedetta

Bovinevet Internacional (España)



Pedreira, José

Fatro Ibérica (España)



Abuelo, Ángel

Michigan State University (USA)



Barca, Joaquín

University of Toronto (Canadá)



De la Mata, Javier

Univ. Nacional de la Pampa (Argentina)



Amodeo, Paola

Consultora autónoma (Italia)



Belotti, Mariagrazia

Veterinaria clínica autónoma (Italia)



Desrochers, André

University of Montreal (Canadá)



Arana, Rafael

Universidad de Murcia (España)



Bo, Gabriel

Univ. Nacional de Villa María (Argentina)



Diéguez, Javier

Univ. de Santiago de Compostela (España)



Baidei, Arya

University of Totonto (Canadá)



Bousquet, Kevin

World Wire Sires, Ltd. (USA)



Fernández, Ignacio

Somvital (España)



Fernández, Manuel

Cowsulting (España)



COAUTORES



Franquesa, Oriol
Q-Llet SLP (España)



Martínez, Daniel
Embriovet & Embiomarket (España)



Ramos, Juan Manuel
Facultad de Ciencias Agrarias (Uruguay)



Giordano, Julio
Cornell University (USA)



Mirando, Marta
Univ. de Santiago de Compostela (España)



Ribotta, Marco
Veterinario clínico autónomo (Italia)



Herrera, Demetrio
Q-Llet SLP (España)



Opsomer, Geert
University of Ghent (Belgium)



Risco, Carlos
University of Florida (USA)



LeBlanc, Stephen
University of Guelph (Canadá)



Pascottini, Osvaldo
University of Ghent (Belgium)



Sheldon, Martin
University of Swansea (UK)



López, Javier
Seragro S. Coop. Gallega (España)



Quintela, Luis
Univ. de Santiago de Compostela (España)



Varano, Roberto
Agrobovis (Italia)





José Pedreira

*Responsable
línea de rumiantes
de Fatro Ibérica, S.L.*

Prólogo

Nos complace presentar este compendio dedicado a la medicina bovina, con un enfoque específico en la reproducción. Este trabajo representa la síntesis de esfuerzos, conocimientos y experiencias de los autores, con el objetivo de ofrecer una obra que, confiamos, sea de gran utilidad para veterinarios especialistas, estudiantes y profesionales del sector.

Este libro ha sido concebido gracias a la colaboración y dedicación de un equipo excepcional, y se propone como una guía para profesionales que trabajan en explotaciones de vacuno y buscan mejorar el rendimiento reproductivo de los rebaños de vacuno. Se combina información teórica y práctica para ayudar a identificar y monitorizar problemas, así como establecer protocolos de trabajo y manejo e implementar medidas preventivas que permitan optimizar los diversos aspectos relacionados con la medicina bovina.

La información contenida en esta obra representa una pequeña parte del programa docente **Máster Fatro-UCV de Reproducción Bovina**, en el que participan más de cuarenta profesores expertos en diferentes campos de la buiatría.

Dado que la reproducción constituye el pilar fundamental de cualquier explotación de vacuno, ya sea enfocada en la producción cárnica o láctea, se abordan una amplia variedad de temas relacionados con este ámbito de la medicina bovina.

Para estructurar los capítulos, hemos dividido el libro en dos secciones:

- La primera aborda los factores que afectan a la vaca para que desarrolle la gestación adecuadamente y tenga un correcto del periparto.
- La segunda parte se centra en los aspectos que afectan a la tasa de concepción y al mantenimiento de la gestación, con el objetivo de reducir las pérdidas de gestación.

Este enfoque secuencial, a manera de línea temporal, no solo facilita la comprensión, sino que también permite integrar todos los conceptos de una manera coherente.

A través de este prólogo, deseamos compartir la historia que hay tras la creación de este libro y expresar nuestro agradecimiento a las personas que han contribuido al proyecto docente denominado Máster Fatro-Universidad Católica Valencia de Buatría, el cual ha culminado en la edición de este manual.

Las tres empresas protagonistas, impulsoras y patrocinadoras de este Máster son: Bovinevet Internacional S.L., la Universidad Católica San Vicente Mártir de Valencia y Fatro Ibérica S.L.

Además, también hemos contado con la colaboración de numerosos profesionales pertenecientes a equipos veterinarios y universidades de España, que trabajan en diversos países de Europa, Asia y América.

Los inicios de esta obra se remontan a la pandemia del COVID-19, aunque su gestación se había iniciado mucho antes, con un extenso trabajo de investigación, recopilación y redacción llevado a cabo por Giovanni Gnemmi y su equipo de Bovinevet Internacional S.L.

Durante los meses más complicados del confinamiento, Fatro Ibérica se puso en contacto con Giovanni Gnemmi con la propuesta de desarrollar una serie de formaciones en línea para veterinarios. En esa reunión, realizada por videoconferencia debido a las circunstancias, se presentó una lista de temas técnicos sobre diferentes aspectos de la buiatría. La amplitud y profundidad de los temas expuestos nos dejaron impresionados, y rápidamente nos dimos cuenta de que ese material requería un enfoque más ambicioso que simples webinars o formaciones presenciales (si fueran posibles). Serían necesari-



rias numerosas sesiones para abordar todos los temas de manera exhaustiva, lo que nos llevó a la idea de desarrollar un curso de especialización dirigido a veterinarios verdaderamente comprometidos con su formación continua.

Surgió entonces el desafío de necesitar más de un año académico para programar todas las sesiones, lo que nos llevó a considerar una palabra que inicialmente parecía pretenciosa: “Máster”. Todos los involucrados en el proyecto nos entusiasamos y comenzamos a dar forma a lo que en ese entonces se denominó: Máster Fatro de Reproducción Bovina.

Para poder desarrollar todos los temas, Giovanni consideró imprescindible contar con la colaboración de “sus amigos”, buiatras reconocidos a nivel mundial, especialistas en diferentes campos y que trabajan en diversas universidades prestigiosas por todo el mundo.

Al recordar esta parte de la historia es inevitable emocionarse, ya que fue inspirador ver cómo cada uno de estos expertos aceptaba colaborar en el proyecto con gran entusiasmo y sin dudar. Nos gustaría destacar que la motivación del personal docente ha ido más allá de lo económico.

Lo que realmente distingue al equipo que ha colaborado en este Máster es su calidad humana. Si bien son expertos reconocidos en sus campos, se han integrado de manera humilde y han preparado presentaciones de su alto nivel científico y a la vez muy amables y cercanas con los alumnos. Debido a su talento, trabajar con todos ellos ha sido muy fácil.

En este punto, quiero expresar mi agradecimiento y admiración a los protagonistas de este proyecto: profesores que han participado en este proyecto. Veterinarios, docentes e investigadores que han realizado un trabajo fantástico. Los podréis ver en la sección de coautores y es un placer trabajar con todos ellos. Les agradezco también la valentía e ilusión con la que se unieron al proyecto cuando todavía era una declaración de intenciones.

Durante el diseño del programa docente, participaron más de 40 profesores. La idea del director académico era crear un índice de contenidos que siguiera una línea temporal, explicando todo el ciclo de vida de la vaca, desde el secado hasta que su descendencia se convierte en reproductora que está a punto de parir.

La recopilación de temas y la colaboración con ponentes fue creciendo hasta que decidimos centralizar todos los materiales en una plataforma digital, debido a la necesidad de impartir la formación de manera online.

Quiero dar las gracias al equipo de Asís, y especialmente a Pilar Angás e Irene Gimeno, por su colaboración durante el primer año en la preparación de la plataforma online. En la actualidad, todos los contenidos se encuentran alojados en el “Campus Fatro”, gracias al trabajo de Wale Martins, Sara Figueras, Francisco Navarro e Iván Sánchez, además de la plataforma de la Universidad Católica San Vicente Mártir de Valencia, que certifica el Máster.

Desde el inicio, nos ilusionaba la idea de conseguir una certificación académica a esta formación, y en este sentido, recibimos el valioso asesoramiento de los profesores Luis Quintela y Marta Miranda, junto resto de profesores de la Facultad de Veterinaria de Lugo que han colaborado, ya que su ayuda ha ido más allá de la parte académica.

Llegados a este punto, queremos expresar nuestra gratitud a la Universidad Católica San Vicente Mártir de Valencia que, desde el momento en que presentamos el proyecto, se volcó en colaborar para certificar la titulación. Merece una mención especial el decano de la facultad de veterinaria, Antonio Calvo, cuya personalidad y capacidad de trabajo han sido fundamentales para que este proyecto obtenga la certificación académica.

Además, debemos destacar el papel de Fatro Ibérica S.L. por respaldar económicamente el proyecto, demostrando su compromiso continuo con la formación veterinaria. El éxito de este programa se debe a la participación de cada uno de los miembros de la empresa. El director general, Antonio Estáun, ha

PRÓLOGO

demostrado una visión excepcional al destinar recursos a un proyecto deficitario en lo económico, pero que ha generado un gran valor humano. Salvador Justo, director del área de ganadería, y todo el equipo comercial brindan un apoyo constante a los alumnos, garantizando el correcto funcionamiento del programa.

Es importante destacar que este proyecto no persigue fines económicos, siendo nuestra principal motivación la pasión por el bienestar animal, el avance de la medicina veterinaria y el deseo de compartir conocimientos para el beneficio de la comunidad profesional.

Un importante mérito en la calidad del material didáctico del Máster y en la materialización de este libro lo tiene Fernando San Mateo, nuestro diseñador gráfico, que después de tantos años de colaboración es “casi” un veterinario. Lo hace todo muy fácil y de manera excepcional.

Agradecemos también a los alumnos que han participado en las diferentes promociones del máster relacionado con este libro, y cuyas intervenciones y Trabajos de Fin de Máster han sido una fuente de aprendizaje. Su dedicación, curiosidad y pasión por la formación continuada han enriquecido significativamente el proyecto. Los alumnos de la primera promoción tienen, si cabe, un mayor mérito puesto que se enrolaron en un programa formativo muy exigente cuando aún era un proyecto todavía no disponía de la certificación académica.

Por último, quiero expresar mi más sincero agradecimiento al autor principal, cuya visión y liderazgo han sido fundamentales para dar forma a este proyecto. El compromiso incansable y el profundo conocimiento en el campo de la medicina bovina de Giovanni Gnemmi han sido la piedra angular sobre la cual se ha construido el Máster y posteriormente este libro. Trabajar al lado de Giovanni es un privilegio por múltiples motivos: por su conocimiento, por su pasión por la enseñanza y por su generosidad en el esfuerzo y compartiendo sus conocimientos. Es una suerte porque además de un maestro, tengo un amigo.

Quiero hacer especial mención a todo el equipo de Bovinevet Internacional SL, cuya dedicación plena y pasión por el cuidado de las vacas a lo largo de los años ha convertido a Giovanni en un referente mundial en la buiatría. Su amplia experiencia y su labor cotidiana como consultor y formador en granjas de todo el mundo, combinadas con su dominio de varios idiomas, lo han convertido en una figura muy respetada en el sector y profundamente apreciada por aquellos que tienen el privilegio de trabajar con él a diario.

La obra está redactada de forma que, de manera muy didáctica, se explican todos los conceptos con el sello inconfundible de Giovanni Gnemmi. Todos los que en algún momento hemos asistido a una de sus clases magistrales, lo reconoceremos.

Dentro del equipo de Bovinevet Internacional SL, quiero destacar especialmente la ayuda de Cristina Maraboli y, sobre todo, a Benedetta Gnemmi que es una incansable trabajadora, metódica y con un gran talento que lo explota siempre con una sonrisa en la cara.

Para concluir, deseamos expresar nuestra sincera gratitud a todos los lectores que elijan este libro como una herramienta de consulta y aprendizaje. Esperamos sinceramente que encuentren en estas páginas información útil y práctica que contribuya a su desarrollo profesional y al bienestar de los animales a los que dedicamos nuestra labor.

¡Que este libro sea un recurso valioso y una fuente de inspiración para todos aquellos que comparten nuestra pasión por la medicina de vacuno!



Atentamente,

José Pedreira

Línea de Rumiantes de Fatro Ibérica, SL
A Coruña a 20 de marzo de 2024.



PARTE I

Importancia de la gestación durante la transición

1. **Inflamación metabólica y estrés oxidativo** Pág. 19

- Introducción
- Objetivos
- Manejo del secado
- Manejo de la nutrición
- Estrés oxidativo
- Gestión del bienestar
- Guía valoración ración: vacas secas y parto
- Resumen

2. **Parto fisiológico, distócico y manejo de las primeras horas de vida** Pág. 37

- Introducción
- Parto fisiológico
- Etapas del parto y signos clínicos
- Área maternidad y box parto
- *Cuddle box*
- Parto distócico
- Examen obstétrico
- Tipos de distocias y factores de riesgo
- Atención obstétrica
- *Gold hour*
- Cesárea

3. **Trastornos metabólicos del periparto** Pág. 59

- Introducción
- Periparto
- Inmunosupresión
- Hipocalcemia
- Hipomagnesemia
- Hipofosfatemia
- Cetosis
- Esteatosis hepática
- Cirugías de abomaso

4. **Calostro y encalostro** Pág. 75

- Introducción
- El calostro
- Eficiencia de absorción
- Recolección y valoración del calostro
- El encalostro: ¿cuándo?
- El encalostro: ¿cómo?
- Conservación del calostro
- Fallo en la transferencia pasiva (FTP)

5. **Infecciones e inflamaciones uterinas** Pág. 89

- Introducción
- Útero postparto
- Sistemas de defensas
- Retención de las membranas fetales
- Metritis
- Endometritis clínica
- Endometritis subclínica

6. **Manejo del postparto** Pág. 101

- Introducción
- Claves del monitoreo de las vacas postparto
- Plantilla 1: BCS (*Body Condition Score* o Condición Corporal)
- Plantilla 2: *Locomotion score* y movilidad
- Plantilla 3: *Rumen score*
- Plantilla 4: *Fecal score*: Consistencia
- Plantilla 5: *Fecal score*: Digestión

7. **Cojeras, mastitis y reproducción** Pág. 111

- Introducción
- Impacto de las cojeras en la fertilidad
- Impacto de las mastitis en la fertilidad

8. **Gestión de recursos humanos** Pág. 117

- Introducción
- Concepto de granja inteligente
- Administración del trabajo
- La granja como SISTEMA
- Objetivos



Aumento de la tasa de concepción y reducción de pérdidas de gestación

9. Dinámica folicular

Pág. 127

- Introducción
- Foliculogénesis
- Ciclo estral
- Recuperación de la ciclicidad postparto

10. Inseminación artificial

Pág. 143

- Introducción
- Anatomía aparato reproductor femenino
- Patologías del aparato reproductor femenino
- Equipamiento para IA
- La IA, paso a paso

11. Manejo de los índices reproductivos

Pág. 159

- Introducción
- Sincronización del celo
- Luteólisis
- Sincronización de la ovulación
- Presincronización
- Gestión reproductiva del anestro
- Gestión reproductiva de las novillas
- Resincronización
- Aplicaciones de la sincronización en el vacuno de aptitud cárnica
- Reproducción sin hormonas

12. Síndrome de la vaca repetidora

Pág. 179

- Introducción
- Definiciones
- Costes del síndrome de la vaca repetidora
- Síndrome de la vaca repetidora
- Modelo fisiológico de la regulación de las concentraciones de progesterona circulante
- Conclusiones

13. Transferencia de embriones (TE) y superovulación

Pág. 191

- Introducción
- Selección de las donantes
- Programas de superovulación
- Técnica de recolección
- Clasificación de los embriones
- Preparación de las pajuelas
- Selección de las receptoras
- Transferencia de embriones
- Programas de superovulación
- Clasificación de embriones de IETS
- Ejercicio clasificación de embriones de IETS
- Anexo: Instrumentación para la recolección de embriones

14. Manejo nutricional de las novillas

Pág. 215

- Introducción
- Manejo nutricional en novillas
- Anatomía y fisiología
- Requerimientos nutricionales
- Leche y productos lácteos
- Destete
- Postdestete
- Conclusiones
- Claves en la nutrición de las novillas

15. Manejo nutricional de las vacas

Pág. 229

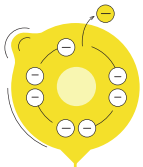
- Introducción
- Entorno
- Anatomía
- Aspectos clave
- Rumia
- Alimentar al rumen
- ¿Problemas nutricionales?

16. Manejo de los datos y nuevas tecnologías

Pág. 249

- Introducción
- Términos y definiciones
- Índices reproductivos
- El veterinario y los programas reproductivos





MÓDULO 1
Inflamación metabólica y estrés oxidativo



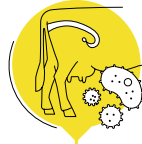
MÓDULO 2
Parto fisiológico, distócico y manejo de las primeras horas de vida



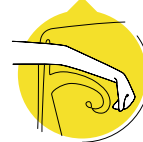
MÓDULO 3
Trastornos metabólicos del periparto



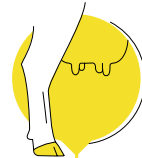
MÓDULO 4
Calostro y encastrado



MÓDULO 5
Infecciones e inflamaciones uterinas



MÓDULO 6
Manejo del postparto



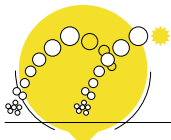
MÓDULO 7
Cojeras, mastitis y reproducción



MÓDULO 8
Gestión de recursos humanos



CONTENIDOS



MÓDULO 9

Dinámica folicular

MÓDULO 10
Inseminación artificial



MÓDULO 11

Manejo de los índices reproductivos

MÓDULO 12

Síndrome de vaca repetidora



MÓDULO 13

Transferencia de embriones (TE) y superovulación

MÓDULO 14

Manejo nutricional de las novillas



MÓDULO 15

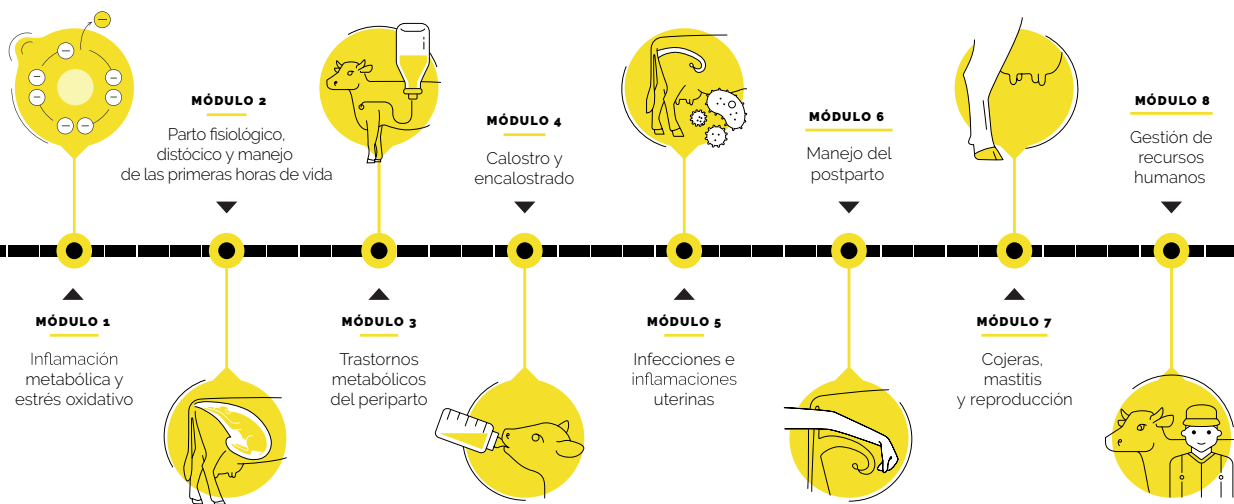
Manejo nutricional de las vacas

MÓDULO 16

Manejo de los datos y nuevas tecnologías

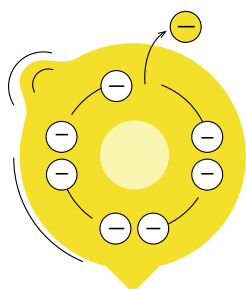






Importancia de la gestación durante la transición





Inflamación metabólica y estrés oxidativo

Introducción

La **transición** se define como el periodo de tiempo comprendido entre el inicio del secado (último tercio de la gestación) y la primera inseminación postparto.

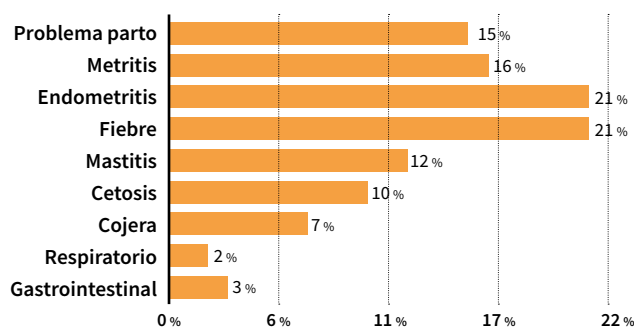
La transición se compone de las siguientes etapas:

- El secado
- El *close up*
- El parto
- El postparto inmediato o periodo puerperal
- El segundo postparto o la preparación para la primera inseminación.

Este arco temporal, la transición, está caracterizado por unos cambios fisiológicos y biológicos que determinarán una serie de modificaciones en los planos hormonales de las vacas, una reducción de la ingesta de materia seca, el aumento del flujo sanguíneo hepático y el consecuente aumento del catabolismo de las hormonas esteroideas, entre otros. Muchas veces, puede llegar a sufrir balance energético y/o proteico negativo que puede evolucionar hasta verdaderas enfermedades metabólicas y, como consecuencia secundaria, favorecer la manifestación de enfermedades infecciosas e inflamatorias del útero debido a la inmunosupresión sufrida a lo largo de la transición.

Objetivos

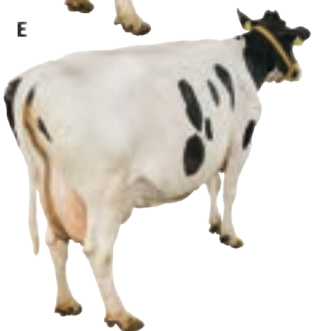
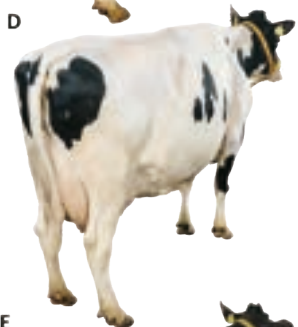
La mayoría de las enfermedades (50-60%) de las vacas suelen tener lugar en las **primeras 4-8 semanas después del parto** (Figura 1). Estas incidencias afectarán a las futuras *performances* productivas y reproductivas de los animales, además de tener un elevado coste económico (Tabla 1).



▲ **Figura 1:** Incidencia de las principales patologías que afectan al ganado vacuno lechero, en los primeros 60 DEL. (Modificado a partir de Santos *et al.*, 2010; Stevenson *et al.*, 2020)

Los costes debidos a una enfermedad se clasifican de la siguiente manera:

- **Costes directos:**
 - Veterinarios (6-8%)
 - Trabajo adicional (2-3%)
 - Pérdidas debido a la muerte de la bovina
 - Pérdidas por leche descartada (70-80%)
 - Medicamentos (8-12%)
- **Costes indirectos:**
 - Mayor incidencia de otras enfermedades
 - Mayor número de inseminaciones por vaca preñada
 - Mayor intervalo entre partos
- **Pérdidas de beneficios:**
 - Baja producción
 - Eliminación involuntaria de animales
 - Baja fertilidad
- **Costes ocultos:**
 - Mayores costes de salud pública
 - Menor bienestar animal
 - Mayor riesgo de contaminación ambiental



▲ **Figura 2:** Clasificación de la condición corporal de una vaca según una escala de evaluación de 1 a 5 puntos. (Hulsen, 2014).
 A. BCS igual a 1, B. BCS igual a 2.
 C. BCS igual a 3, D. BCS igual a 4.
 E. BCS igual a 5.

Con el fin de evitar estas pérdidas económicas es necesario prevenir el desarrollo de enfermedades a lo largo de la transición. Para ello debemos prestar particular atención a algunos detalles, como son el manejo del secado, el bienestar animal, la nutrición y el desarrollo de un buen plan sanitario.

Enfermedad	Coste (€)	
	Primíparas	Múltiparas
Mastitis	269±59	352±66
Retención de placenta	124±40	258±54
Metritis	142±40	217±46
Hipocalcemia	NP	203±43
Cetosis	63±20	149±53
Cojeras	152±54	274±57
Desplazamiento abomasal izquierdo	356±84	527±94

▲ **Tabla 1:** Costes por patología en primíparas y múltiparas. Este cálculo se ha realizado considerando las siguientes apartados: coste del veterinario, trabajo adicional, pérdida productiva, pérdida por leche descartada, eliminación involuntaria de animales, aumento de días abiertos y coste por muerte del animal (Liang *et al.*, 2017 modificado por Gnemmi, G. 2021).

Manejo del secado

La fase del secado es un momento de fundamental importancia en la vida productiva y reproductiva de una vaca. El objetivo del secado es preparar a los animales para el parto y la sucesiva lactancia. Cualquier incidencia que tenga lugar en la fase de secado tendrá repercusiones en la eficiencia productiva y reproductiva del animal. Antes de que una vaca entre en el grupo de los animales en secado, será necesario realizar un diagnóstico de gestación que confirme que el animal sigue preñado y que la gestación avanza como se espera.

Durante el secado se detiene el ordeño de las vacas. En este momento será necesario llevar a cabo una serie de operaciones de fundamental importancia para prevenir el desarrollo de mastitis a lo largo de la lactancia. Cuando se detiene el ordeño, la leche se va acumulando en la ubre, lo cual representa una posible amenaza ya que constituye un nicho ideal para la proliferación bacteriana. Este riesgo es aún más real si se considera que en casi un 50% de las vacas, el canal del pezón persiste abierto alrededor de una semana tras el secado y que, por el contrario, en un 20% de los animales este nunca llegará a cerrarse por completo. El 30% de las mastitis se desarrolla en las primeras semanas tras el parto, por tanto, un excelente manejo del secado permite a la ubre llegar lo suficientemente lista al parto como para poder hacer frente a estas infecciones.

Una buena **rutina de secado** se compone de los siguientes pasos:

1. Ordeñar a la vaca por última vez. En aquellos animales que tengan en la ubre pelos particularmente largos, es aconsejable cortarlos y, si necesario, flamear la piel antes de seguir.
2. Desinfectar de manera apropiada la punta del pezón.
3. Aplicar un producto antibiótico extendiéndolo por el canal del pezón.
4. Aplicar un sellador.
5. Realizar el *post-dipping*.

En el caso de que, transcurridos unos 3-4 días tras haber realizado estas operaciones, la vaca siga perdiendo mucha leche, es aconsejable volver a realizar todo el proceso anteriormente descrito.

Otra acción preventiva que tiene lugar en el secado es la realización de **tratamientos antiparasitarios y vacunales**. Generalmente, se suelen realizar tratamientos antiparasitarios frente a nematodos tanto intestinales como respiratorios. En cuanto al protocolo vacunal, comúnmente se suele vacunar frente a clostridiosis, enfermedad respiratoria bovina, enteritis neonatal, mastitis, y en algunas ocasiones frente la diarrea vírica bovina y la rinotraqueitis infecciosa bovina.

En cualquier caso, será el veterinario quién deberá considerar cuáles son el tratamiento antiparasitario y el protocolo vacunal más adecuados según las necesidades específicas de cada explotación.

Un aspecto a menudo poco considerado es el cuidado de los pies. Para que las vacas puedan levantarse y acercarse al comedero y adquirir la condición corporal más adecuada para enfrentarse al parto y al postparto, no deben sufrir ninguna molestia al andar. Para ello, en el secado es fundamental realizar un óptimo cuidado de las pezuñas llevando a cabo los recortes funcionales necesarios. En el caso de las novillas, los recortes funcionales tendrán lugar en el 7º- 8º mes de gestación.

El Body Condition Score (BCS) o la Condición Corporal (CC) es uno de los puntos más críticos de la transición de las bovinas lecheras, por ello es fundamental prestarle especial atención.

Lo ideal es realizar **al menos cuatro mediciones del BCS a lo largo de la transición**: una prima medición, a la hora del parto; otra, a los 60 DIM; otra, unos 100 días

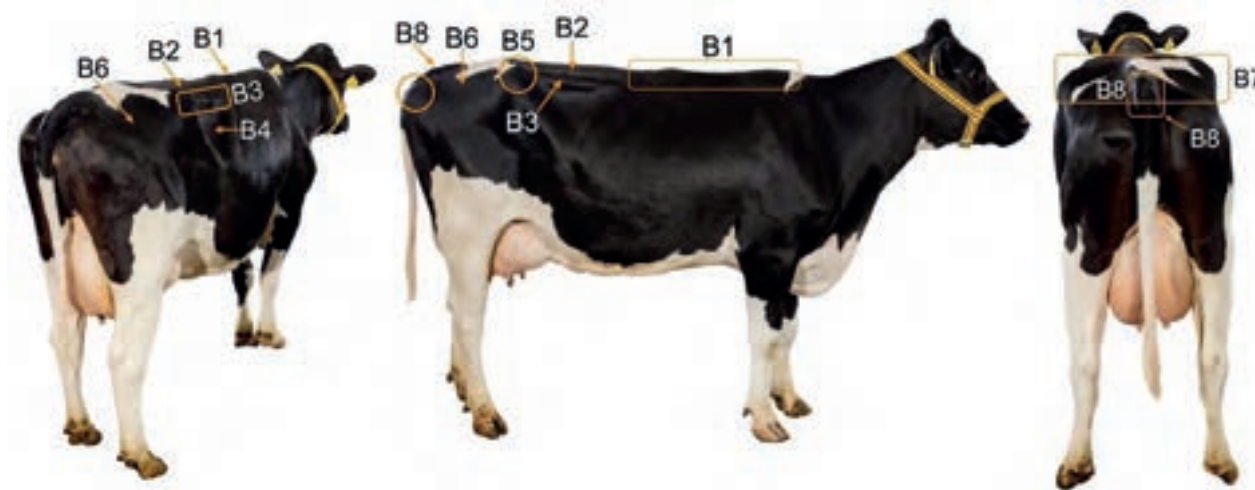
antes de la puesta en secado; y una última valoración, a lo largo del periodo de secado.

Existen diferentes métodos de evaluación del BCS de un animal. El más tradicional y, probablemente, el más usado, sigue siendo la observación con/sin palpación. Si en una explotación se lleva a cabo este método para valorar el BCS de los animales, es importante que la medición sea realizada siempre por la misma persona, para que no haya alteraciones debidas a las diferencias subjetivas de los observadores en la interpretación de las condiciones de los animales.

El método *Penn State* es un método de valoración de la condición corporal que se basa en la observación visual de los salientes óseos en los animales y en la clasificación de los individuos según una puntuación comprendida entre 1 y 5 puntos (Figura 2). Las zonas anatómicas de referencia para determinar el estado de engrasamiento de los animales (Figura 3) son: las apófisis espinosas de las vértebras torácicas y lumbares (B1) y la depresión entre las apófisis espinosas y transversas de estas (B2), las apófisis transversas de las vértebras lumbares (B3), la protuberancia generada en el flanco por las apófisis transversas de las vértebras lumbares y por las costillas (B4). En la región coxal, las zonas anatómicas de referencia son la prominencia ósea de la tuberosidad coxal y de la tuberosidad isquiática (B5), la depresión entre la tuberosidad coxal y la isquiática y el ligamento sacrociático (B6), la depresión entre las tuberosidades del coxal (B7), las apófisis transversas y espinosas de las vértebras coccígeas y la fosa isquiorrectal (B8).

Para llevar a cabo una correcta valoración del BCS de las bovinas, es necesario observar el lado derecho y la parte posterior de cada individuo.

▼ **Figura 3:** Regiones anatómicas de referencia para la valoración visual de la condición corporal en una bovina. Modificada a partir de (Hulsen, 2014).





A la hora de la puntuación, debemos de recordar lo siguiente:

- Si en la depresión entre la tuberosidad coxal y la tuberosidad isquiática es posible dibujar, de manera imaginaria, una "V", significa que el animal presenta un BCS inferior a 3,0 puntos. Por el contrario, si es posible trazar una "U" entre las dos tuberosidades, significa que el animal presenta una condición corporal superior a 3,0 puntos.
- Si la tuberosidad coxal tiene una clara forma triangular, significa que el animal presenta una condición corporal inferior o igual a 2,75 puntos. Por el contrario, si la tuberosidad coxal tiene una forma más bien redondeada, la condición corporal del animal será mayor de 3,0 puntos.
- Si la tuberosidad isquiática revela una forma en estrella muy marcada, significa que el animal presenta una condición corporal inferior a 2,75 puntos. Por el contrario, si la tuberosidad isquiática no está muy marcada, la condición corporal del animal será mayor de 2,5 puntos. Si no es posible distinguir la tuberosidad isquiática a simple vista, significa que el animal presenta una condición corporal igual o superior a 4 puntos.
- Si es posible observar de forma muy marcada todas las costillas del animal y, de igual manera, también las vértebras y las apófisis transversas de estas últimas, significa que el animal presenta una condición corporal por debajo de 2,0 puntos.

La fase más crítica en la condición corporal de una vaca suele darse cerca del parto y en las primeras semanas de lactancia y posteriormente mejora una vez que la producción de leche empieza a disminuir.

El BCS es un factor que influencia mucho el estado y las *performances* reproductivas de las vacas: cuando un animal pierde más de 0,5 puntos de BCS en las cinco primeras semanas postparto, tendrá un retraso de unos 15 días con respecto a la primera ovulación (Figura 4A) y de 14 días con respecto a la primera inseminación postparto (Figura 4B).

La condición corporal, además de tener consecuencias en los sucesos reproductivos de las vacas, también puede afectar a la salud de los animales y, por ello, al desarrollo de algunas patologías. Cuando una vaca presenta una condición corporal muy baja, tiene más riesgo de enfermar y desarrollar infecciones debido a que su sistema inmunitario también se ve comprometido. De la misma manera, una vaca con una condición corporal excesiva tiene más predisposición a sufrir distocias durante el parto, un desplazamiento abomasal o la enfermedad del hígado graso.

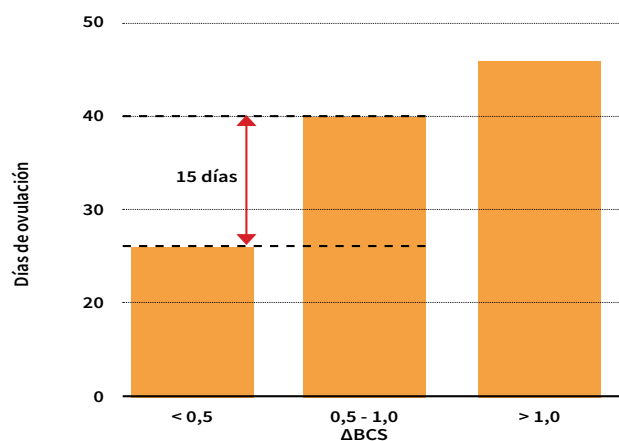
En cualquier caso, tanto si se trata de animales demasiado delgados como con demasiado sobrepeso, si más del 15% del rebaño presenta una condición corporal no adecuada, debemos ponernos en contacto con el nutricionista para volver a valorar la ración que se está administrando.

Cuando evaluamos visualmente el BCS de un animal, es aconsejable prestar atención también a su *Rumen Score* y al *Feed Intake Score*. El *Rumen Score* y el *Feed Intake Score* pueden ofrecernos mucha información.

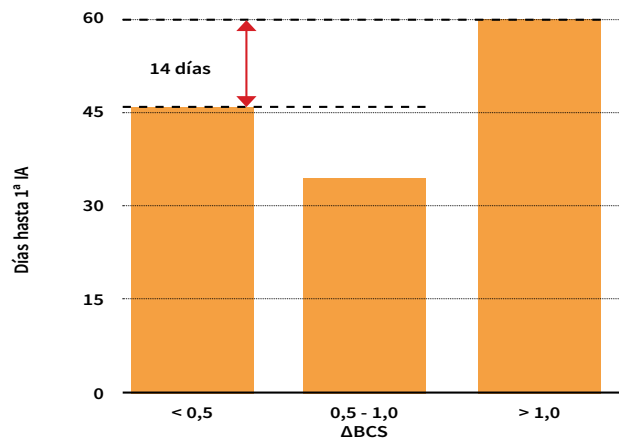
El *Rumen Score* permite valorar la ingesta de materia seca por parte de los animales en las últimas 2-6 horas.

La interrupción o reducción del *Rumen Score* permite identificar de manera temprana a los animales enfermos o con riesgo de enfermar.

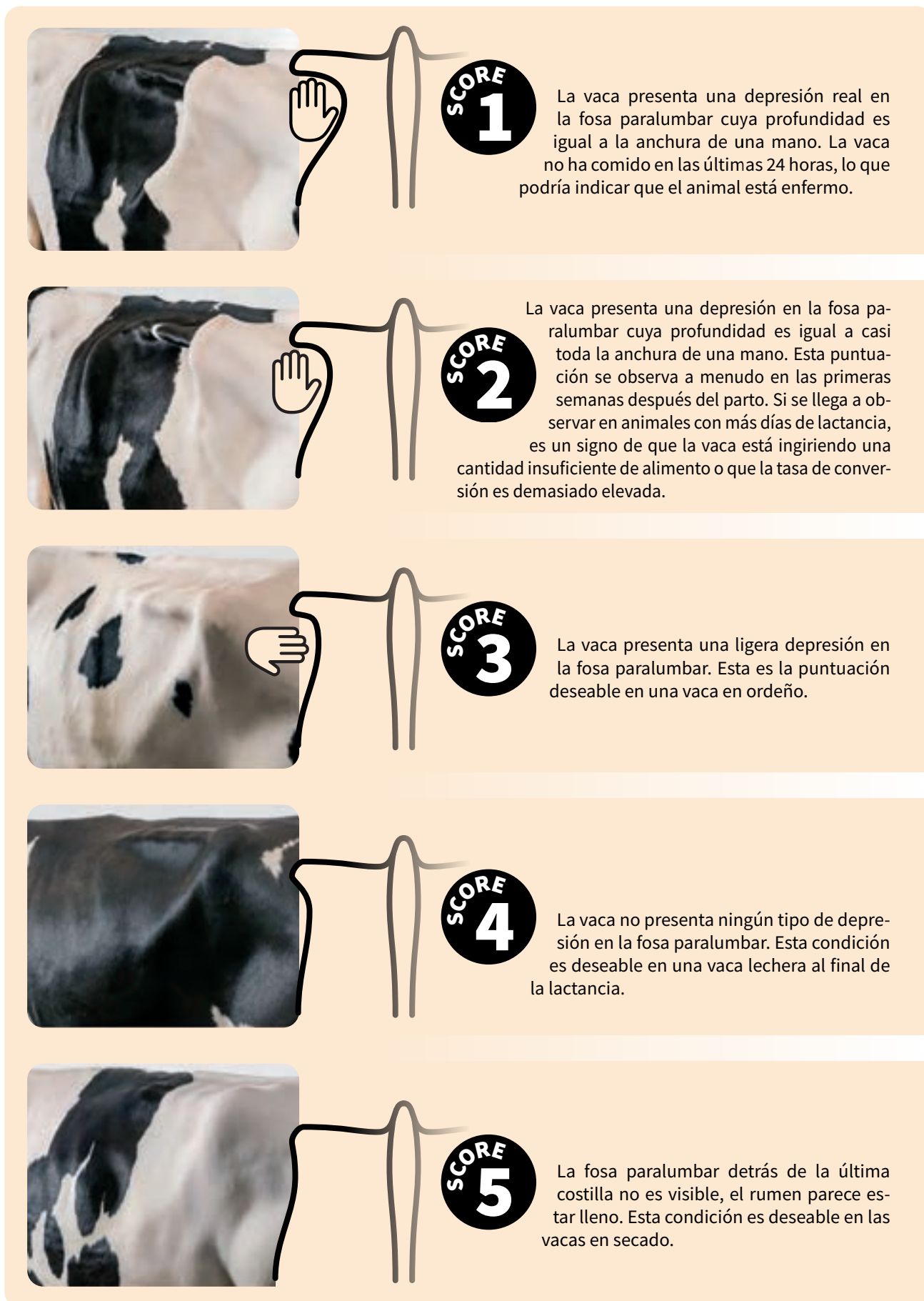
Su evaluación consiste en observar la fosa paralumbar, es decir, la zona anatómica comprendida entre la última costilla y la tuberosidad coxal del lado izquierdo del animal, y atribuirle una puntuación comprendida entre 1 y 5 puntos (Figura 5).



▲ **Figura 4a:** La pérdida de más de 0,5 puntos de BCS en las primeras cinco semanas de lactancia conlleva un retraso en la primera ovulación de 15 días.



▲ **Figura 4b:** La pérdida de más de 0,5 puntos de BCS en las primeras cinco semanas de lactancia conlleva un retraso en la 1ª inseminación postparto de 14 días. (Modificada a partir de Carvalho *et al.*, 2014)



▲ **Figura 5:** *Ruminal Score.* (Hulsen, 2014)



El **Feed Intake Score** (Puntuación de ingesta de materia seca) nos permite evaluar de forma clínica la ingesta de cada animal. Su evaluación consiste en observar la actividad de ingesta de los animales a la vez que se observa su condición corporal y se le atribuye una puntuación comprendida entre 1 y 4 (Figura 6).

El último score utilizado para valorar la ingesta de los animales y su estado de salud es el *Manure Score*.

El **Manure Score** (Evaluación de las heces) consiste en una evaluación de la apariencia de las heces de los animales. Las heces son el espejo del sistema digestivo: a través una atenta observación de las heces podemos llegar a importantes conclusiones acerca de la idoneidad de la ración que estamos administrando ya que nos permite valorar de forma indirecta la tasa ruminal de las vacas y la cantidad de alimento realmente digerido.

Para realizar correctamente el *Manure Score*, debemos valorar tanto el **nivel de digestión como la consistencia de los excrementos**.

La consistencia de las heces depende de la relación entre la cantidad de materia sólida y la cantidad de agua presentes en las heces.

Cuando hablamos de tasa de digestión nos referimos a la cantidad de alimento sin digerir presente en las heces. Lo ideal es que los animales consigan digerir por completo todos los componentes de la ración. Por el contrario, si en las heces hay elementos sin digerir, significa que estos son indigeribles o que el animal no ha tenido el tiempo suficiente para digerirlos.

Al igual que el *Rumen Score* y el *Feed Intake Score*, el *Manure Score* también se valora con una gradilla de puntuación. Existe una gradilla específica para la evaluación de la consistencia de las heces (Figura 7) y otra para la valoración de la tasa de digestión (Figura 8).



▲Figura 6: *Feed Intake Score*.



SCORE
1

Heces líquidas. Cuando las heces tienen esta consistencia, el animal siempre está enfermo.



SCORE
2

Heces con una consistencia débil, con un elevado contenido en agua. Cuando caen al suelo salpican en todas las direcciones. Este tipo de excrementos son comunes en los animales que están en el pasto, por el contrario, en los animales estabulados, son indicadores de la existencia de un problema.



SCORE
3

Heces blandas, pero con una mayor densidad con respecto al score 2. Cuando caen al suelo no salpican, sino que forman un manto de unos 2-3 cm de espesor. Si las pisamos con las botas, el estiércol no se pega a estas y no dejamos ningún tipo de huella. Estas heces se consideran ideales.



SCORE
4

Heces densas que al caer al suelo emiten un sonido claro. Suelen formar tortas circulares de unos 5-6 cm de diámetro. Si las pisamos con las botas, se adhieren a estas y es posible dejar una huella bien marcada. Este tipo de excrementos es aceptable en las vacas en secado o en las novillas, sin embargo, indican la existencia de un problema en la ración en el caso de las vacas en lactación.



SCORE
5

Heces densas y duras, parecidas a las de un équido. Si las pisamos con las botas, es posible dejar una huella bien marcada. Estos excrementos a menudo se observan en las vacas en las primeras semanas del secado o en las novillas, sin embargo, indican la existencia de un problema en la ración en el caso de las vacas en lactación. Si representan un caso puntual, es decir solo en algunos animales, podrían ser indicadoras de un episodio de cetosis.



SCORE
1

Heces brillantes. Tienen una consistencia homogénea y no es posible identificar partículas sin digerir en su interior. Estos tipos de excrementos son ideales en las vacas en producción y en las vacas en secado.



SCORE
2

Heces brillantes y homogéneas con una textura blanda (parecida a un batido). En su interior es posible encontrar algunas partículas sin digerir. Estos tipos de excrementos son aceptables en las vacas en producción y en las vacas en secado.



SCORE
3

Heces ligeramente opacas y de consistencia irregular (no homogéneas). En su interior es posible encontrar varias partículas sin digerir. Estos tipos de excrementos son aceptables en las novillas gestantes, sin embargo, indican la existencia de un problema si se encuentran en vacas en producción o en vacas en secado.



SCORE
4

Heces opacas y de consistencia irregular (no homogéneas). En su interior es posible encontrar fragmentos grandes de alimento sin digerir. Estos tipos de excrementos indican la existencia de un problema en la formulación de la ración.



SCORE
5

Heces opacas y de consistencia irregular en las cuales es posible encontrar gran parte de la ración no digerida. Estos tipos de excrementos indican la existencia de un problema en la formulación de la ración que debe ser corregido.

▲ Figura 7: Manure Score, consistencia de las heces.

▲ Figura 8: Manure Score, tasa de digestión de la ración. (Hulsen, 2014)



Manejo de la nutrición

Como se ha comentado anteriormente, a lo largo de la transición el manejo nutricional y, consecuentemente, la condición corporal desempeñan un papel fundamental para que las vacas alcancen unos óptimos niveles productivos y lleven a cabo excelentes rendimientos reproductivos.

El manejo nutricional a lo largo de la transición puede dividirse en cuatro fases:

- Nutrición de las vacas en secado
- Nutrición de las vacas en *close up*
- Nutrición en el postparto temprano
- Nutrición en preparación a la primera inseminación postparto.

Cada una de ellas es fundamental y tiene exigencias diferentes, por ello es importante que el veterinario, junto con el nutricionista, se esfuerce en determinar cuál será el manejo nutricional más adecuado a lo largo de cada una.

En cuanto al manejo nutricional en el secado, se debe construir una dieta que intente incentivar la ingesta de los animales para reducir lo máximo posible la movilización de las reservas de grasas antes del parto y, además, debe ser una dieta que ayude a la flora ruminal a adaptarse a las raciones más concentradas del postparto.

El esfuerzo metabólico que los animales sufren a lo largo de la transición puede convertirse en un verdadero estrés metabólico.

Durante la transición las vacas deben hacer frente a muchas exigencias energéticas. Por ejemplo los requerimientos basales para su supervivencia; las necesidades para el desarrollo del feto y posteriormente las exigencias energéticas necesarias para la producción de leche.

El estrés metabólico es un estado hipercatabólico que genera tres pilares, sobre los que, a su vez, se funda:

- **Metabolismo alterado de los nutrientes** con aumento de la movilización del tejido adiposo y de las proteínas y alteración de la disposición de los micronutrientes por parte del animal.
- Un **estado inflamatorio desregulado** debido a un aumento de las citoquinas pro-inflamatorias y la dis-

minución de la funcionalidad de las células inflamatorias (por ejemplo los neutrófilos) además de una alteración en el tejido vascular, lo que facilita el paso de los agentes patógenos al torrente sanguíneo.

- Un proceso de **estrés oxidativo** secundario al aumento en la producción de radicales libres (ROS) y una reducción en la cantidad de agentes antioxidantes.

Todos estos procesos están relacionados entre ellos de manera que para conseguir controlar el estrés metabólico debemos controlar cada una de estas alteraciones simultáneamente.

Asimismo, además de estas alteraciones, se establece una disfunción de la respuesta inmune, lo cual aumenta el riesgo de que las vacas puedan enfermar y por ello reducir la productividad y la eficiencia reproductiva.

Metabolismo de los nutrientes

En el postparto, las vacas no pueden satisfacer las necesidades energéticas con la dieta debido a que suelen sufrir una disminución de la ingesta de materia seca a la vez que empieza la producción de leche. En situaciones de déficit energético, durante la lactancia, la mayoría de la glucosa sanguínea es redirigida hacia la ubre con el fin de producir lactosa. Esto tiene lugar porque el uso de glucosa por parte de la glándula mamaria es un proceso insulino-independiente. Asimismo, el resto de los tejidos no responden correctamente a la insulina para que la glucosa pueda ser utilizada por la glándula mamaria.

Debido a la reducción de la ingesta, las vacas se ven obligadas a producir energía de forma alternativa movilizando los depósitos de grasas y el músculo.

En el tejido adiposo los lípidos son almacenados en forma de triglicéridos. Debido a la movilización del tejido adiposo, los triglicéridos se liberan al torrente sanguíneo como **ácidos grasos no esterificados** (NEFAs) y **glicerol** mediante un proceso de lipólisis. En el hígado los NEFAs sufren un proceso de esterificación a ácidos grasos esterificados y luego un proceso de β -oxidación que tiene como fin la producción de Acetil-CoA. El Acetil-CoA es un intermediario del ciclo de Krebs y al reaccionar con el oxalacetato se oxida completamente, liberando una gran cantidad de energía.

Cuando la condición de deficiencia energética es muy acentuada, tiene lugar mucha lipomovilización y aumenta la producción de Acetil-CoA. Cuando hay falta de oxalacetato, el Acetil-CoA seguirá otra ruta metabólica: una parte del Acetil-CoA se destinará a la síntesis de cuerpos cetónicos, como, por ejemplo, el **β -hidroxibutirato**

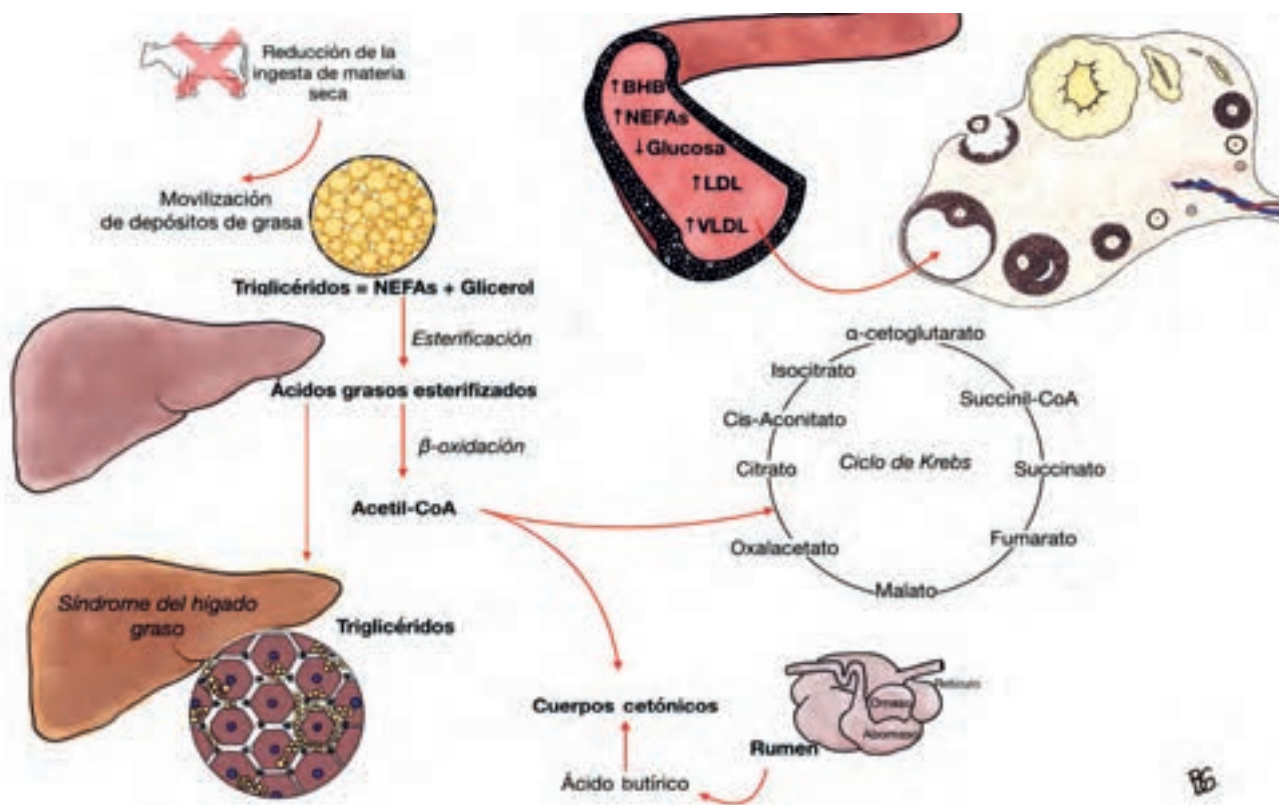
(BHB). El BHB y los cuerpos cetónicos en general pueden representar una fuente de energía alternativa, sin embargo, cuando alcanzan niveles elevados en sangre llevan al desarrollo de una condición denominada cetosis. La cetosis representa una situación de riesgo para las vacas ya que predispone a distintas enfermedades como la fiebre de la leche, la retención de membranas fetales, la metritis y/o endometritis, el desplazamiento abomasal izquierdo, además de varios trastornos ováricos. La relación entre los NEFAs y los cuerpos cetónicos no es de tipo lineal, es decir, el aumento de los NEFAs no siempre coincide con un aumento de los cuerpos cetónicos en sangre. Esto encuentra su explicación en el hecho de que los cuerpos cetónicos no se producen solo en caso de balance energético negativo y cuando existe una carencia de oxalacetato, sino que su concentración en sangre también puede aumentar debido a una deficiente capacidad del procesamiento de los metabolitos por parte del hígado. Asimismo, los cuerpos cetónicos también pueden producirse en el rumen a partir del ácido butírico.

Durante un estado de estrés metabólico, los NEFAs se producen más rápidamente que la capacidad que tenga el hígado para β -oxidarlos. Por ello, parte de los NEFAs se irá acumulando en los hepatocitos, donde se unen con el glicerol generando triglicéridos. Los triglicéridos se pueden exportar a los tejidos por medio de las lipoproteínas (lipoproteínas de baja densidad -LDL- y lipoproteínas de muy baja densidad -VLDL-) para que puedan ser usados como fuente de energía. Esta ruta, sin embargo, no es muy eficiente, por ello gran parte de estos triglicéridos se quedará atrapada en el hígado, dando lugar al síndrome

del hígado graso. La acumulación de los triglicéridos en el hígado afecta enormemente a su funcionalidad. Por ello, de forma secundaria, estos animales suelen desarrollar también hipoalbuminemia, fallo en la actividad gluconeogénica, fallo en el metabolismo del colesterol, de los ácidos biliares y de la bilirrubina, reducción en la síntesis de las apolipoproteínas y del 25-hidroxicolecalciferol.

Resumiendo, podemos afirmar que aquellos animales que se encuentran en un estado de estrés metabólico presentan altos niveles de NEFAs y BHB y bajos niveles de glucosa en sangre. Esta condición influye enormemente en la eficiencia reproductiva de los individuos. Teniendo en cuenta que el líquido folicular se genera a partir del suero sanguíneo, si este presenta elevados niveles de NEFAs y BHB, el líquido folicular también. Los ovocitos de los folículos que se desarrollan en estas condiciones serán de baja calidad debido a que tanto los NEFAs como el BHB, en altas cantidades, tienen propiedades citotóxicas.

Como se ha descrito anteriormente, cuando las vacas sufren momentos de déficit energético secundariamente a la reducción de la ingesta, movilizan las reservas lipídicas para producir la energía que necesitan. La progesterona (P4) es una hormona lipídica resultante del colesterol; por ello, al igual que otros lípidos, en situaciones de estrés metabólico se metaboliza en gran cantidad en el hígado. La reducción de los niveles séricos de P4 en las vacas conlleva al aumento de la tasa de muerte embrionaria temprana en el rebaño (Figura 9).



▲ Figura 9: Fisiopatología del estrés metabólico. (B. Gnemmi).



Biomarcadores enfermedades metabólicas

Tras analizar la fisiopatología que se encuentra detrás del metabolismo de los nutrientes y de los factores desencadenantes del estrés metabólico y tras haber entendido su relevancia y sus consecuencias a nivel productivo y reproductivo en el vacuno lechero, tratamos de identificar cuáles son los posibles biomarcadores que nos permiten valorar qué animales se encuentran en riesgo de enfermar.

- **NEFAs.** Los niveles de NEFAs en sangre varían según el grado de lipomovilización: al aumentar el metabolismo de las reservas grasas, aumenta el nivel de NEFAs en sangre. Los NEFAs son un biomarcador con elevada especificidad y sensibilidad de los animales que tienen riesgo de desarrollar enfermedades puerperales como, por ejemplo, la metritis, la mastitis, el desplazamiento abomasal, etc. Con el fin de valorar tal riesgo, las muestras de sangre deberán realizarse unos 3-14 días antes de la fecha de parto estimada. A la hora del muestreo debemos asegurarnos de que los animales no se estresen ni durante ni tras la extracción de sangre ya que, de hacerlo, los resultados podrían verse alterados. Posteriormente, las muestras deberán trasladarse, en condiciones de refrigeración (4°C), a un laboratorio especializado para la medición de los NEFAs. La concentración de NEFAs en sangre a una semana del parto nunca debería exceder los **0,35 ÷ 0,4 mEq/l.**
- **Cuerpos cetónicos.** Los cuerpos cetónicos se producen al final de la cascada de alteraciones metabólicas que tienen lugar en el hígado tras el aumento de los niveles de NEFAs. Por ello, es posible que algunos animales que se encuentran en fases tempranas de balance energético negativo no tengan aún elevados niveles de cuerpos cetónicos en sangre.

El valor umbral aceptado de BHB en sangre una semana antes del parto es igual a 0,6 mmol/l. Para su medición es aconsejable realizar una estimación tomando como referencia un grupo de animales (± 15 vacas) en lugar de analizar cada animal de forma individual. El valor umbral aceptado inmediatamente después del parto (72 horas tras el parto) es igual a **1,1-1,4 mmol/l.** Por encima de este valor ya hablaríamos de cetosis subclínica, mientras que por encima de **2,8 mmol/l** hablaríamos de cetosis clínica.

La ventaja del uso de los cuerpos cetónicos como biomarcador es que existen dispositivos que permiten su medición en campo sin necesidad de remitir las muestras a laboratorios especializados.

En cuanto a la movilización de las proteínas a partir del tejido muscular, hoy en día no existe ningún biomarcador que nos permita valorar su estado.

Prevención

Para prevenir el desarrollo del estrés metabólico a lo largo de la transición es necesario cuidar muchos aspectos del manejo de los animales, sin embargo, entre los más importantes está la nutrición. En seguida se irá desarrollando de forma resumida las exigencias nutricionales de cada una de las fases de la transición.

Muchos estudios confirman que cuando se usa una dieta escalonada, es decir, una dieta en la que se va aumen-

Requisitos nutricionales a lo largo del **secado**:

- TMR rico en fibra (2-3 kg de paja)
- NEL 1,32-1,4 Mkal/kg
- 12-13% de proteína cruda
- 60-80 g/día de Ca
- 30-40 g/día de P
- Minerales y vitaminas en el TMR

Requisitos nutricionales del parto o **close up**:

- TMR rico en fibra (1-2 kg de paja) cortada larga (> 3,75 cm)
- 15% de proteína cruda
- Aumento del almidón (NFC 38-42%)
- Uso de levadura, sal aniónica, minerales y vitaminas en el TMR, además de colina *by pass*, sal de calcio y omega-3 y omega-6
- Supervisar el consumo de sustancias secas

Requisitos nutricionales en el **postparto temprano**:

- NEL 1.6-1.7 Mkal/kg
- Alimentación sabrosa (30-33% NDF)
- Adecuada longitud de la fibra (2-3 kg de heno cortado largo)
- 16-19% de proteína bruta
- Aumento del almidón (NFC 44%)
- Minerales y vitaminas en el TMR además de colina *by pass*, sal de calcio, omega-3 y omega-6
- Supervisar el consumo de sustancias secas y limitar el consumo de grasas



tando gradualmente el nivel de energía en la ración a lo largo del secado, los animales parecen tener menor probabilidad de desarrollar deficiencias energéticas y enfermedades puerperales en comparación con otras dietas (por ejemplo, dietas con bajo nivel energético o con alto nivel energético).

Un óptimo indicador de cómo estamos llevando a cabo el manejo nutricional de los animales en las diferentes fases de la transición es la evaluación del BCS (Tabla 2).

Fase	DIM	Objetivos		
		Mínimo	Óptimo	Máximo
Secado	>300	3,25	3,5	3,75
Close up	340	3,25	3,5	3,75
Parto	-	3,25	3,5	3,75
Postparto temprano	1-40	2,75	3,0	3,25

▲ **Tabla 2:** Objetivos del BCS mínimo, óptimo y máximo aceptables en las diferentes fases de la transición Modificada a partir de (Carvalho *et al.*, 2014).

Si el BCS de las vacas es el óptimo en las diferentes fases de la transición, significa que estamos llevando a cabo una óptima gestión nutricional. Durante el secado y alrededor del parto, el BCS ideal de las vacas es cercano a 3,5 puntos, siendo 3,25 el valor mínimo aceptable (o algo menos en las múltiparas) y 3,75 el valor máximo aceptable. Un aumento en el BCS a lo largo del secado implica una reducción en la ingesta tras el parto, con consecuente aumento de la lipomovilización, del estrés oxidativo, mayor inflamación y menor eficacia del sistema inmunitario. Para prevenir estas situaciones es fundamental llevar a cabo un excelente manejo reproductivo de los animales, es decir, evitar que existan intervalos entre partos muy prolongados ya que al final de la lactación la demanda energética de las vacas es inferior con respecto a la energía que aporta la dieta lo cual provoca un aumento en el BCS.

En los primeros 60-80 DEL es normal que una vaca llegue a perder 45-70 kg debido al esfuerzo metabólico que implica este momento de su vida reproductiva. Sin embargo, pérdidas de más de **1,3-1,8 kg/día** pueden aumentar el riesgo de desarrollar patologías metabólicas, podopatías, problemas reproductivos debido a la dificultad de los animales con bajo BCS para mantener la gestación y, además, no se consiguen buenos resultados productivos. De la misma manera, aquellos animales con una condición corporal excesiva (BCS > 3,25) tienen mayor riesgo de desarrollar cetosis, síndrome de la vaca gorda, desplazamiento abomasal izquierdo, infecciones uterinas, mastitis y podopatías entre otras (Tabla 3).

	% Tasa preñez 1.º IA (67 DEL)	% Enfermedades uterinas	Máximo
Pérdida BCS elevada	20,8	15,8	14,1
Pérdida BCS moderada	28,3	13,6	12,4
Sin pérdida	33,1	13,3	11,8
Aumento BCS	41,9	12,2	10,1

▲ **Tabla 3:** Tasa de preñez (Conception Rate) en porcentaje, porcentaje de enfermedades uterinas desarrolladas y porcentaje de tratamientos antibióticos realizados en función de la evolución BCS a lo largo de la transición (Chebel *et al.*, 2018).

No debemos olvidar que las instalaciones y las interacciones sociales también tienen un papel fundamental en relación con la nutrición. Para que los animales ingieran la cantidad adecuada de alimento a lo largo de la transición, debemos asegurarnos de que las instalaciones permitan el correcto acceso al alimento a todos los animales y que la densidad de los grupos sea adecuada con respecto al espacio disponible en el comedero. También es aconsejable cuidar como se lleva a cabo la ración y su mezclado, procurando evitar, en la medida de lo posible, la selección de los componentes por parte de los animales.

Estrés oxidativo

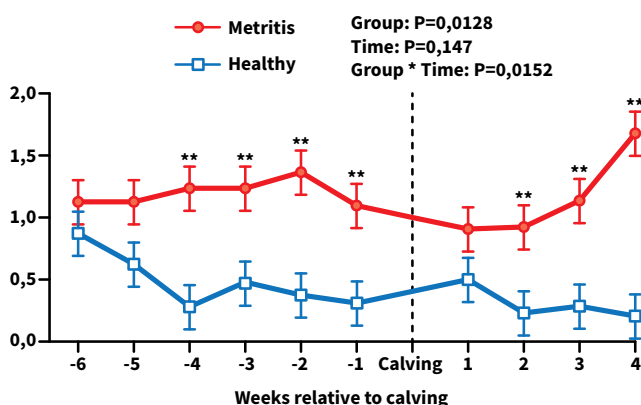
El estrés oxidativo es una alteración en el equilibrio entre la producción de los radicales libres y los diferentes antioxidantes que lleva al desarrollo de daños celulares y/o disfunción celular.

Los radicales libres se generan como subproducto del metabolismo celular en las mitocondrias de las células. Los antioxidantes son sustancias que tienen el poder de contrarrestar los radicales libres. Algunos antioxidantes son, por ejemplo, las vitaminas, los minerales y las enzimas. Los antioxidantes pueden derivar de la dieta o ser sintetizados.

El aumento de la tasa metabólica para compensar la producción láctea a lo largo de la transición supone un aumento excesivo en la producción de radicales libres, hecho que no se ve compensado por una adecuada cantidad de antioxidantes. La falta de antioxidantes a lo largo de la transición es aún más acentuada si se considera que estos últimos en parte se sintetizan a nivel del hígado, cuya funcionalidad se ve muy afectada en condiciones de estrés metabólico. Una producción



excesiva de radicales libres sin una adecuada detoxificación por parte de los antioxidantes genera daños en las macromoléculas como, por ejemplo, en los lípidos, las proteínas, los ácidos nucleicos, etc. y, consecuentemente, una alteración en la funcionalidad celular. Este mecanismo comporta una ulterior reducción en la eficiencia metabólica, el surgimiento de una respuesta inflamatoria excesiva y la reducción de la funcionalidad de las células del sistema inmune, en particular, de la actividad de los fagocitos y de los linfocitos (Figura 10).



▲ **Figura 10:** Relación entre las concentraciones de 8-isoprostaglandina-A2 (biomarcador del estrés oxidativo) y la incidencia de metritis en el postparto. (Abuelo et al., 2021).

Para controlar el estrés oxidativo podemos ofrecer a las vacas antioxidantes de forma exógena antes del parto. Para ello debemos considerar que existen estrechas relaciones entre los diferentes tipos de antioxidantes, denominadas "redes oxidantes", de ahí que el uso combinado de algunos tipos de vitaminas y sustancias antioxidantes parezca tener un mejor resultado. Al existir muchas interacciones entre los antioxidantes, se deben estudiar en profundidad las combinaciones que se lleven a cabo ya que pueden tener un efecto sinérgico o por el contrario antagónico.

Inflamación desregulada

La respuesta inflamatoria es crucial para el correcto funcionamiento de la respuesta inmunitaria.

En el postparto, un cierto grado de inflamación es normal y necesario para que las vacas se adapten a los cambios metabólicos que implica la lactancia y para hacer frente a los procesos infecciosos que tienen lugar en el útero tras el parto de forma fisiológica.

Cuando los animales sufren un balance energético negativo, el sistema inmune también se ve afectado por la falta de nutrientes (glucosa), por ello reacciona a los es-

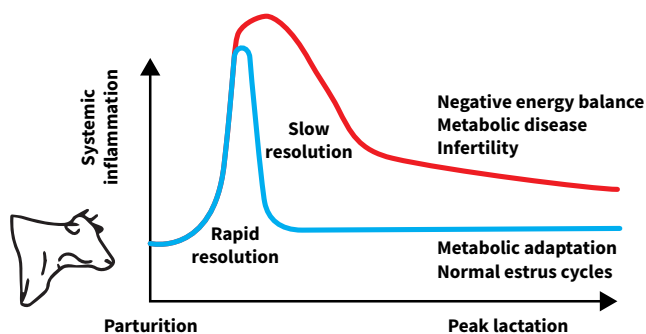
tímulos bacterianos produciendo una cantidad excesiva de citoquinas proinflamatorias y se pierde el control de la respuesta inflamatoria.

Otros factores que pueden generar un estado inflamatorio descontrolado son:

- Altos niveles de catecolaminas y corticoides: a lo largo de la transición los animales sufren mucho estrés debido, por ejemplo, a los cambios de grupo. El estrés a nivel hormonal se expresa con el aumento de los niveles de catecolaminas y corticoides.
- Estrés oxidativo.
- Patologías puerperales como mastitis, metritis, etc.
- Transferencia de bacterias y endotoxinas bacterianas desde el intestino al torrente sanguíneo.

La inflamación desregulada, es decir, la instauración de un estado inflamatorio persistente y sistémico, daña los tejidos y altera sus funcionalidades. Asimismo, altera la migración y la funcionalidad de los fagocitos (sobre todo de los neutrófilos) y la funcionalidad del sistema inmune innato y favorece la generación de radicales libres.

Al igual que el estrés metabólico y el estrés oxidativo, el estado inflamatorio desregulado también tiene graves consecuencias a nivel reproductivo (Figura 11).



▲ **Tabla 11:** Comparación entre la respuesta inflamatoria fisiológica tras el parto (azul) y una respuesta inflamatoria desregulada (rojo). (Bradford et al., 2015).

El útero no es un órgano estéril y tras el parto, de forma fisiológica, se desarrollan procesos inflamatorios controlados.

Cuando el endometrio sufre un estado inflamatorio persistente, libera una cantidad excesiva de mediadores proinflamatorios. Los mediadores proinflamatorios, mediante la anastomosis existente entre la vena uterina y la arteria ovárica, llegan hasta el estroma del ovario, donde afectan al desarrollo de los folículos y la fertilidad de los ovocitos. Un folículo puede tardar entre 2 o más de 4 meses en evolucionar desde folículo primario hasta folículo antral pequeño; por ello, las consecuencias de un mal

manejo de la transición pueden tener repercusiones a largo plazo en la eficiencia reproductiva de los animales.

Gestión del bienestar

El estrés y cualquier factor que afecte al bienestar de las vacas tiene repercusiones directas en el estado de salud y en los resultados productivos y reproductivos de los animales.

Las vacas son animales que tienen un equilibrio metabólico delicado: es esencial cuidar todos los aspectos que permiten que este equilibrio se mantenga estable en el tiempo, solo de esta manera conseguiremos que los animales no enfermen. Es importante garantizar que cada animal tenga una cantidad de espacio adecuada, en función del número de animales presentes en el grupo. Todas las vacas deben poder acceder a la vez tanto al comedero como a la fuente de agua (sobre todo durante el secado). Asimismo, debemos cuidar los grupos sociales: las vacas son animales jerárquicos, por lo que los grupos sociales deben mantenerse lo más estables posibles.

Las vacas son animales muy rutinarios. Las actividades principales que llevan a cabo a lo largo de sus días son: alimentarse, descansar, ir al ordeño e interactuar con el resto de las vacas del grupo. El descanso es un factor fundamental para que las vacas puedan alcanzar óptimos sucesos reproductivos y productivos; por ello, se debe garantizar un mínimo de **12-14 horas diarias de descanso**. Asimismo, debemos prestar especial atención a las horas diarias que las vacas pasan en la sala de ordeño. Para que la rutina de los animales no se vea afectada, estas no deben pasar más de **3 horas diarias** en ordeño, por el contrario, el número de horas que los animales pasan descansando disminuirá y acabará afectando a los niveles productivos. No debemos olvidar que, si se alarga mucho el tiempo de ordeño, los animales deberán permanecer muchas horas de pie, lo cual aumenta el riesgo de desarrollar patologías podales que también repercuten en los sucesos productivos y reproductivos de los individuos.

El calor es una de las fuentes de estrés más conocidas que afectan a las vacas. Las altas temperaturas y un elevado porcentaje de humedad pueden tener graves consecuencias en estos animales.

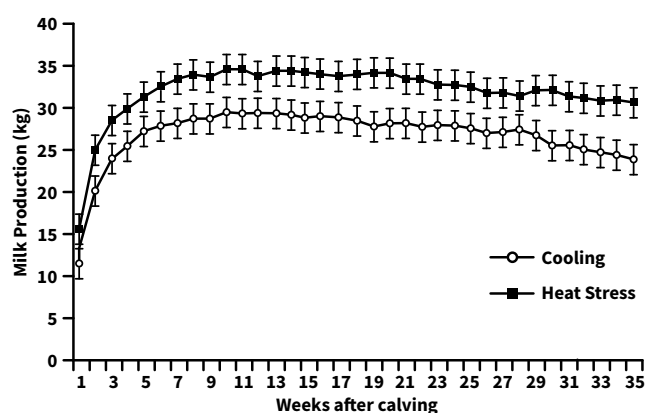
A nivel productivo, el estrés por calor afecta a la cantidad de litros de leche producidos de tres modos diferentes:

- El aumento de las temperaturas y de la humedad hace que los animales **coman menos**.
- La segunda forma que explica la reducción en la producción secundariamente al estrés por calor son los altos niveles de **prolactina**. El aumento de la prolacti-

na determina una desensibilización de los receptores mamarios a esta hormona.

- El tercer y último mecanismo es la reducción en la velocidad de **proliferación de las células del tejido mamario** debido a un fallo/retraso en la expresión de algunas de las enzimas implicadas en el proceso.

Hoy en día existen diferentes tecnologías que permiten reducir el impacto negativo del estrés por calor en los niveles productivos. Se ha visto que ventilando y enfriando con agua a los animales, incluso cuando están en secado, los niveles productivos alcanzados son mucho mejores (Figura 12).



▲ **Figura 12:** Comparación de los resultados productivos en la primera lactación de vacas cuyas madres sufrieron estrés por calor (○) con respecto a otras vacas cuyas madres recibieron ventilación y enfriamiento (■) a lo largo del periodo de secado. (Monteiro *et al.*, 2016).

La falta de ventilación y de enfriamiento de las vacas en las últimas semanas de gestación tiene repercusiones importantes también a nivel reproductivo (Tabla 5):

- **Reducción de la ingesta de materia seca.** La reducción de la ingesta aumenta el riesgo de sufrir enfermedades metabólicas en el postparto y puede llegar a afectar al correcto desarrollo de la placenta.
- **Acortamiento de la gestación** (3 días aproximadamente), con el consiguiente nacimiento de terneros más débiles y pequeños.
- **Alteración de la calidad del calostro materno y de la capacidad de absorción de las IgG** por parte de los terneros recién nacidos, con consecuente aumento de la morbilidad y mortalidad de estos últimos en los primeros días tras el parto.
- **Aumento del riesgo de desarrollar patologías puerperales.**
- **Aumento de la incidencia de ovulaciones múltiples.**

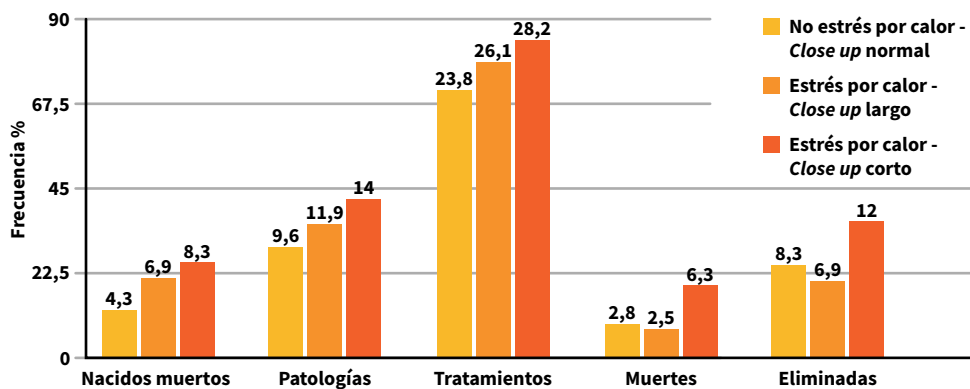


	Temperaturas	
	Bajas	Altas
Producción de leche (kg/día)	39,2	33,7
% Enfermedades de la ubre	2,1	22,0
% Mastitis 60 DEL	8,7	20,4
Duración de la gestación (días)	279	274
Duración <i>close up</i> (días)	19,4	14,3

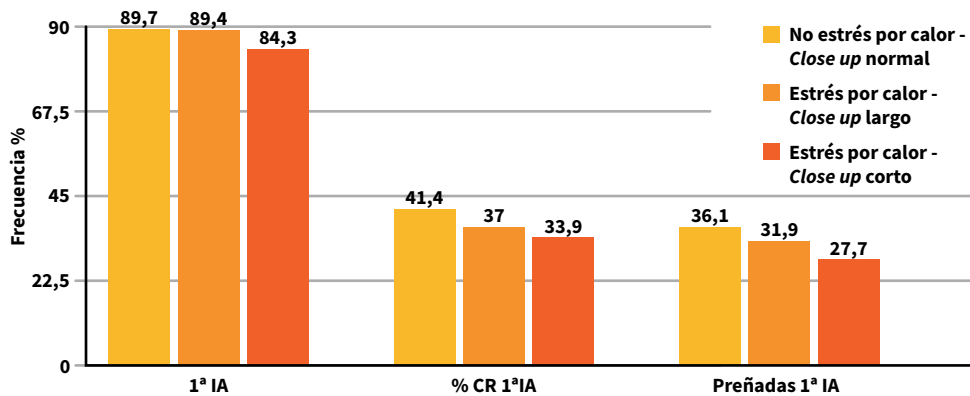
▲ **Tabla 5:** Impacto productivo y reproductivo de las bajas y altas temperatura en los últimos dos meses de gestación en novillas. (Scanavez *et al.*, 2018).

El estrés térmico tiene un impacto diferente en función de la duración del *close up*.

Ya sabemos que cuanto más corto sea el *close up*, el impacto de las enfermedades en el postparto será mayor. Esta correlación se acentúa cuando los animales sufren estrés térmico. Esta analogía se confirma cuando comparamos la incidencia de patologías (Figura 12) o los sucesos reproductivos (Figura 13) entre animales que tuvieron un *close up* corto con estrés térmico y aquellos animales que tuvieron un *close up* óptimo.



◀ **Figura 12:** Impacto productivo y reproductivo de las bajas y altas temperatura en los últimos dos meses de gestación en novillas. (Mendonça *et al.*, 2019).



◀ **Figura 13:** Impacto del estrés por calor y la duración del *close up* en el suceso de la 1.ª inseminación, en el porcentaje de Conception rate a la 1.ª inseminación y en el porcentaje de animales preñados tras la 1.ª IA. (Mendonça *et al.*, 2019).



Guía de valoración de la ración: vacas secas y parto

1. Inspección de los ingredientes

a. Silos de maíz y de hierba

- Observación. Valoramos la presencia de mohos o levaduras en la superficie del alimento, así como las condiciones higiénicas y de mantenimiento del silo.
- Valorar la temperatura superficial y central. Cuando el silo está mal sellado, en la parte superior del mismo, debido a la presencia de aire, se producen procesos de fermentación por parte de hongos y levaduras y por ello aumenta la temperatura de esta zona. Si la temperatura de la superficie supera en al menos 7°C la temperatura de la zona central, se debe descartar el alimento.
- Valoración del olor (butírico, acético, **pútrido, etanólico**). Si el alimento presenta algún tipo de olor extraño, debe descartarse.

Técnica: Valorar la superficie del silo para determinar la presencia de alteraciones. Escarbar unos 10-20 cm por debajo de la superficie y valorar la temperatura y el olor de los ingredientes.

b. Forrajes deshidratados

- Observación. Si notamos que en el forraje se forman bloques compactos (apelmazamientos), debemos sospechar su mal estado.
- Valoración del olor. Si hay alteraciones del olor debemos sospechar que el proceso de deshidratación no se ha llevado correctamente o ha habido algún problema. En el caso de los forrajes largos, es más complicado detectar olores extraños.

c. Concentrados húmedos

- Observación. Debemos valorar la presencia de mohos y si el concentrado forma compactaciones (como pelotas).
- Valoración de la temperatura.

d. Concentrados fermentados

- Valorar la temperatura.
- Valorar el olor.

2. Lote de secas

Objetivo: Detectar todos los factores que estén influyendo en la ingesta y en el descanso de los animales.

a. Oficina

- Revisión de la ración y de los cambios aplicados. El número de raciones siempre debe coincidir con el número de animales. En el secado, nunca se debe ajustar la ración aumentando el número de raciones. Esto puede llevar al desarrollo de muchas consecuencias debido a un consumo demasiado alto o demasiado bajo de materia seca y/o de calcio. El ajuste de la ración debe realizarse variando la cantidad de paja administrada.
- Cálculo de materia seca ingerida.

b. Pasillo de alimentación

- Número de comederos.
- Número de bebederos.
- Observar el picado y la homogeneidad de la ración (< 1,5 cm de longitud).
- Valorar la temperatura. La temperatura del alimento debe ser parecida a la temperatura ambiental.
- Valorar el olor y la humedad del alimento.
- Observar el número de arrimados. En las secas deben realizarse más arrimados que en los otros grupos debido a que su ración es más ligera y por ello se expande más fácilmente.
- Observar el comportamiento de los animales (jerarquías), la distribución a lo largo del comedero, la distribución por zona, el número de novillas y su comportamiento, etc. Lo ideal es realizar las visitas en distintas horas a lo largo del mes para poder observar el comportamiento de los animales y su manejo en diferentes situaciones.

c. Patio

- Posición de los animales en los cubículos (tumbados, semitumbados, en diagonal, etc.).
- Observar cómo se mueven los animales, cuánto se mueven, etc.



- Observar el llenado ruminal, la ubre y la localización de los animales al servir el carro.
- Observar las heces.

3. Decisiones sobre las secas

Objetivos: *Determinar el origen del problema y elegir qué correcciones hacer según la condición corporal y las incidencias que tengamos en el postparto.*

a. Retención de placenta

- Higiene de la comida.
- Secundaria a hipocalcemia subclínica.
- Estrés: por calor, por problemas podálicos, por cortes de cola, debido a enfermedades o por movimientos tardíos de los animales.

b. Hipocalcemia

- Reducción de la ingesta en el último periodo preparto.

- Exceso de los niveles de concentrado en la ración preparto.
- Exceso de selección.
- Introducción de la dieta de secado de manera prematura en vacas de tres ordeños al final de la lactación.

c. Metritis

- Falta de consumo de materia seca.
- Dieta demasiado fibrosa (primíparas).

d. Cetosis

- Cuando la cetosis no remite tras dos tratamientos o cuando los animales tardan en recuperarse tras la resolución de un desplazamiento abomasal, hay que valorar las condiciones higiénicas del alimento.

Resumen

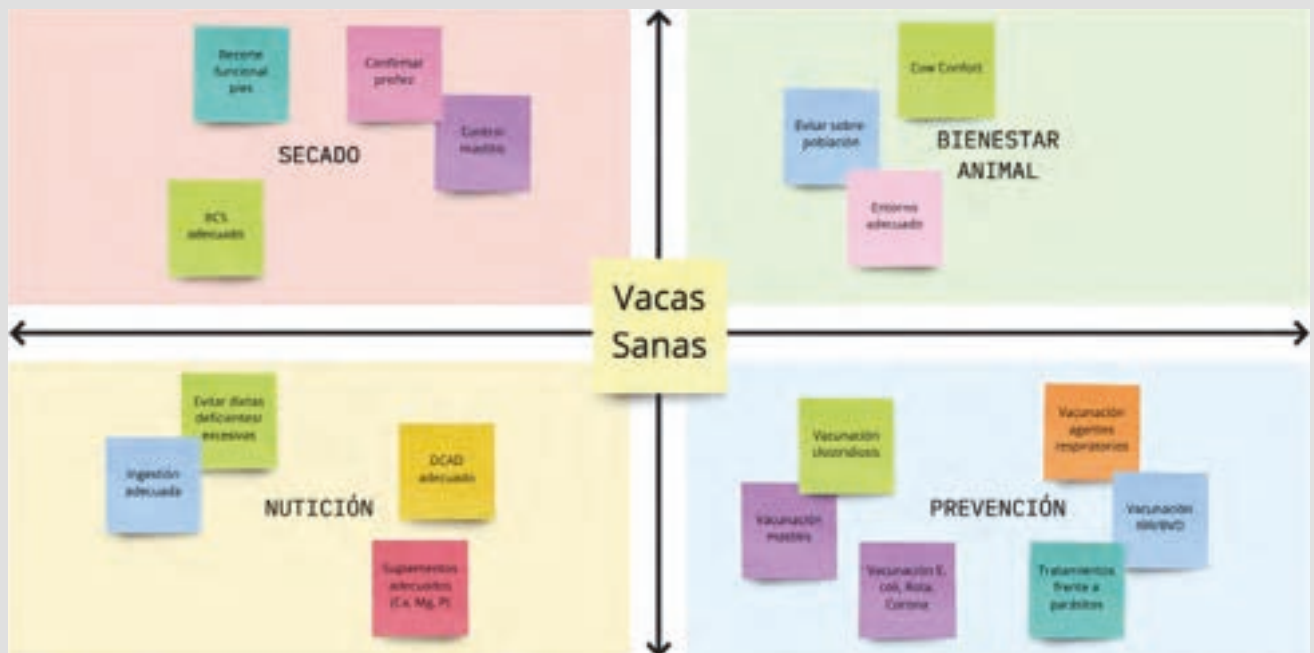
Claves de la transición:

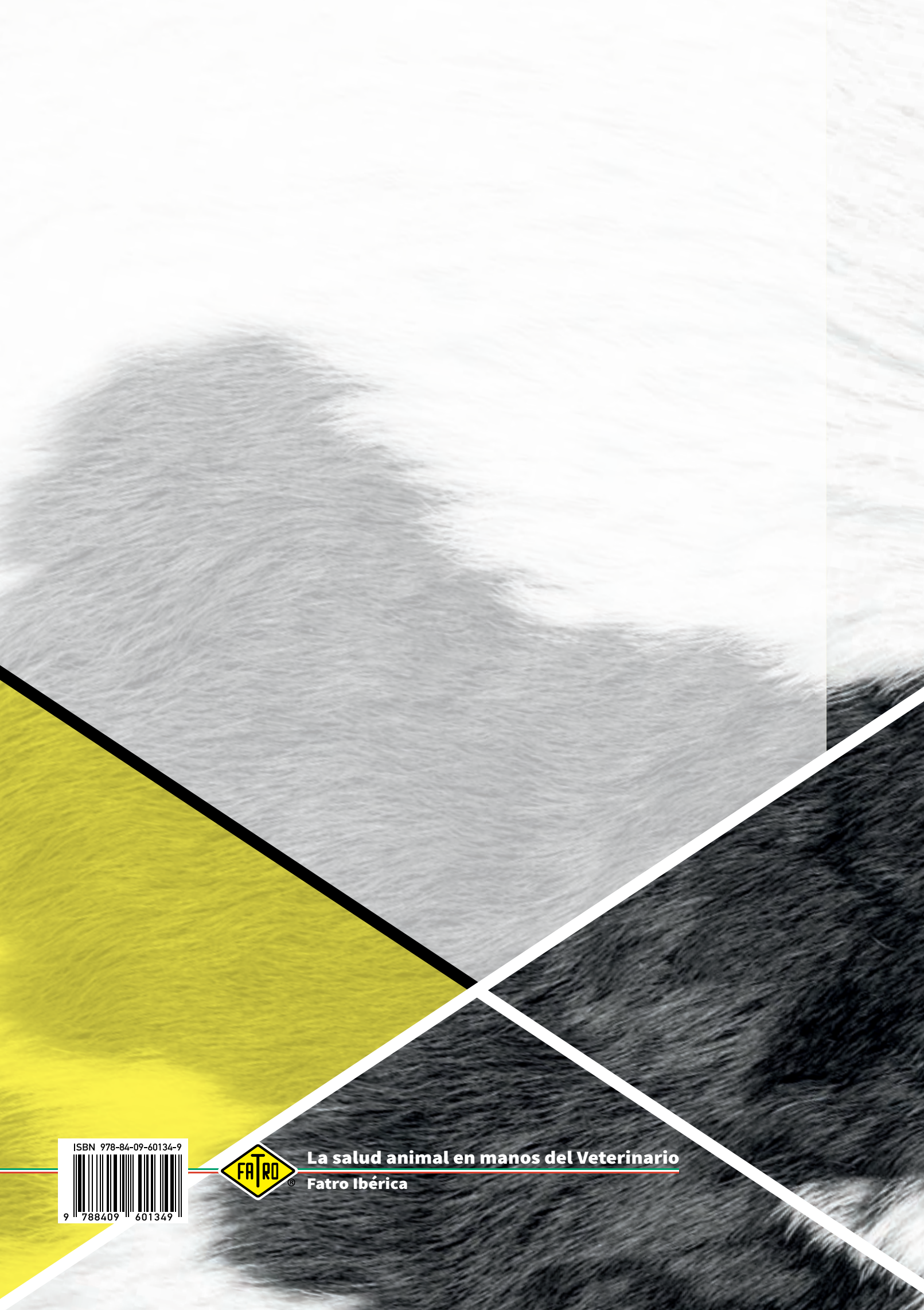
1. Construir protocolos preventivos a lo largo del secado para disminuir el riesgo de enfermedades a lo largo del postparto.
2. Maximizar la ingesta de materia seca y minimizar la lipomobilización y el riesgo de desarrollar balances energéticos y proteicos negativos.
3. Minimizar el riesgo de distocia.
4. Minimizar el riesgo de enfermedades metabólicas como la hipocalcemia y la cetosis.
5. Minimizar el riesgo de infecciones.
6. Restablecer rápidamente el balance energético positivo.

Datos para tener en cuenta a lo largo de la transición:

- Densidad de animales por grupo
- Ingesta de materia seca
- Nivel energético y proteico de la ración
- Cow Confort
- Longitud del secado
- Dinámica de movimiento de los animales por las instalaciones (jerarquías)

Pilares de la transición:





ISBN 978-84-09-60134-9



9 788409 601349



La salud animal en manos del Veterinario
Fatro Ibérica