



# PERÍODO DE TRANSICIÓN: IMPORTANCIA EN LA SALUD Y BIENESTAR DE VACAS LECHERAS

Proyecto apoyado por

**CORFO**



Universidad Austral de Chile  
*Conocimiento y Naturaleza*



## **Período de transición: Importancia en la salud y bienestar de vacas lecheras**

### **Autores**

**Pilar Sepúlveda Varas**, Médico Veterinario, MSc, Dr Cs Vet, Universidad Austral de Chile

**Fernando Wittwer Menge**, Médico Veterinario, MSc, Universidad Austral de Chile

### **Co autor**

**Pedro Meléndez**, Médico Veterinario, MSc, PhD, Universidad de Missouri, EEUU

### **Colaboradores**

Constanza Hernández Gotelli, Médico Veterinario, Programa Magíster en Salud Animal, UACH

Javiera Calderón Amor, Médico Veterinario, Programa Magíster en Ciencia Animal, UACH

Oscar Alocilla Velásquez, Médico Veterinario, Programa Doctorado en Ciencias Veterinarias, UACH

### **Agradecimientos fotografía**

Catalina Wagemann, Médico Veterinario, MSc

### **Fotografía de portada**

[www.istockphoto.com](http://www.istockphoto.com)

### **Edición**

Pilar Sepúlveda Varas

### **Diseño e Impresión**

Joaquín Sobell, [joaquinsobell@gmail.com](mailto:joaquinsobell@gmail.com)

### **Primera Edición Tiraje**

1.000 ejemplares

Valdivia, Chile 2017

Esta publicación surge en el marco del proyecto “Desarrollo e implementación de indicadores y planes de acción para mejorar la salud y bienestar de vacas lecheras durante el período de transición” (5BP-45427), llevado a cabo por la Universidad Austral de Chile, apoyado por la Corporación Consorcio Lechero y financiado por Corfo Innova

Proyecto apoyado por

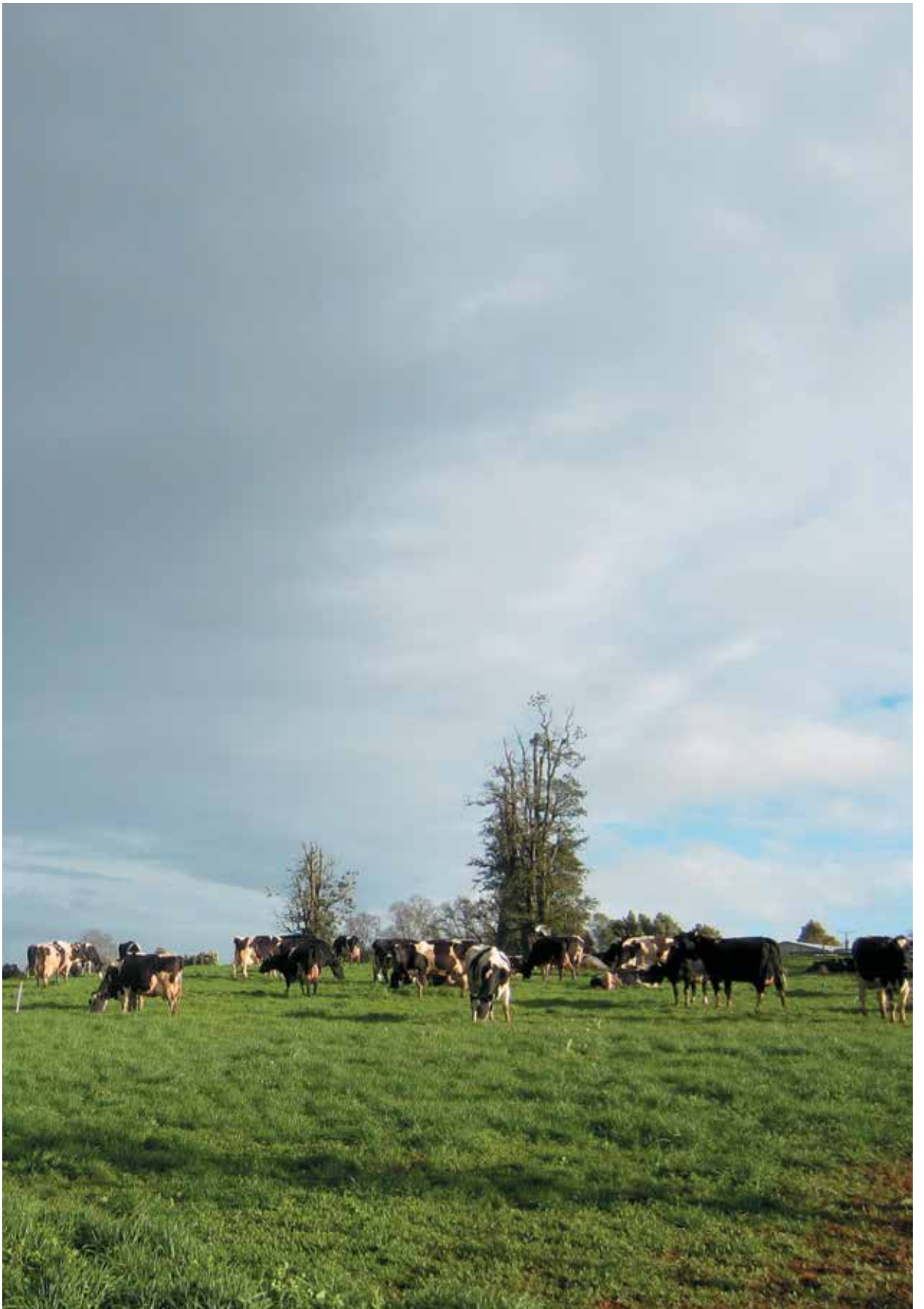


Universidad Austral de Chile  
*Conocimiento y Naturaleza*



# ÍNDICE

PRESENTACIÓN	Pag. 5
1. EL PERÍODO DE TRANSICIÓN DE LA VACA LECHERA: CONCEPTO, MECANISMOS DE ADAPTACIÓN METABÓLICA Y SU IMPORTANCIA	Pag. 7
2. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE LA VACA EN TRANSICIÓN	Pag. 15
3. MANEJOS Y CUIDADOS DE LA VACA LECHERA DURANTE LA TRANSICIÓN	Pag. 23
4. SALUD Y BIENESTAR DURANTE EL PERÍODO DE TRANSICIÓN	Pag. 33
5. DETECCIÓN TEMPRANA DE VACAS ENFERMAS O EN RIESGO DE ENFERMAR	Pag. 51
6. PERÍODO DE TRANSICIÓN EN SISTEMAS PASTORILES DEL SUR DE CHILE: IDENTIFICANDO FACTORES DE RIESGO PARA LA SALUD Y BIENESTAR DE LAS VACAS LECHERAS	Pag. 61
REFERENCIAS	Pag. 77



# PRESENTACIÓN

El bienestar de las vacas lecheras es uno de los pilares de la producción de leche sustentable por lo cual es una de las áreas priorizadas en la agenda de sustentabilidad del Consorcio Lechero. Uno de los factores decisivos de la vida de una vaca en producción de leche, es el manejo que recibe dentro del período llamado de transición, el cual tiene repercusiones en su salud, bienestar y determina su vida productiva.

Es por esta razón que la iniciativa de abordar el período de transición en las vacas lecheras a pastoreo ha sido una constante preocupación y esfuerzos tanto de la Universidad Austral de Chile como del Consorcio Lechero debido a la escasa información que se contaba de cómo se comportaban los factores críticos de este período descritos en otros sistemas de producción, en nuestros sistemas pastoriles del sur de Chile. De esta manera, el aporte realizado por este manual, es considerado de suma importancia al abordar la temática del manejo del período de transición basándose en datos y experiencias levantadas desde productores lecheros de las regiones de Los Ríos y Los Lagos gracias al proyecto denominado "Desarrollo e implementación de indicadores y planes de acción para mejorar la salud y bienestar de vacas lecheras durante el período de transición", realizado por la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Austral de Chile con colaboración del Consorcio Lechero y financiado por Innova-Corfo.

Finalmente, es necesario agradecer la participación de los 38 productores de leche de las regiones de Los Ríos y Los Lagos, cuyo gran aporte en el proyecto fue facilitar sus predios para recabar información vital dentro del estudio, que se traducirá gracias a este manual, en una ayuda para todos los productores lecheros y asesores para mejorar el manejo de las vacas en es este período crítico de sus vida y así contar con una producción con vacas más longevas, productivas y con mayores estándares de bienestar.

**Octavio Oltra**  
**Consorcio Lechero**





# 1. EL PERÍODO DE TRANSICIÓN DE LA VACA LECHERA: CONCEPTO, MECANISMOS DE ADAPTACIÓN METABÓLICA Y SU IMPORTANCIA

## 1.1 CONCEPTO

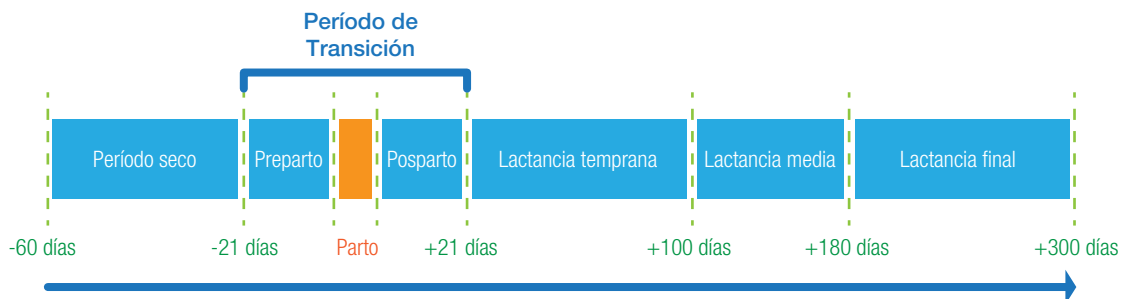
El período de transición (PT) para las vacas lecheras comprende desde las 3 semanas previas al parto y hasta las 3 semanas posteriores a este. Durante este período ocurren cambios fisiológicos, metabólicos y nutricionales muy profundos que determinarán el éxito productivo y reproductivo de la vaca en la siguiente lactancia. Durante este período la vaca lechera se ve enfrentada a los mayores cambios fisiológicos por su preparación a la síntesis y secreción de calostro, el parto, y la posterior producción de leche, hechos que la enfrentan a un fuerte estrés nutricional y metabólico, asociado a los cambios de manejo y ambiente que se realizan en este período.

La importancia de este período reside en el hecho de que en él se define en buena medida el futuro productivo, reproductivo, metabólico y sanitario del animal. La intensa selección genética a la que han sido sometidos los bovinos lecheros han convertido a las vacas lecheras en verdaderas atletas metabólicas. Estas deben tener la capacidad atlética de un sprinter incrementando rápidamente la producción de leche alcanzando el máximo unas pocas semanas después del parto y luego las de un maratonista al ser capaces de mantenerla durante 10 meses. Sin embargo, un deficiente manejo nutricional y alimenticio puede comprometer no solo la aceleración con la que la vaca produce leche en el posparto temprano si no que, además, puede afec-

tar negativamente su salud y fertilidad. A pesar que en los últimos años el período de transición ha sido muy estudiado, la mayoría de las enfermedades metabólicas e infecciosas se producen durante las primeras semanas de lactancia, las que junto a otras, como las cojeras, se agravan asociado a la prácticas de manejo deficientes.

Es importante tener clara la diferencia que debe hacerse durante el tiempo que la vaca permanece sin producir leche, que idealmente debería ser de 60 días a contar del día de secado y hasta el parto. De acuerdo a los fenómenos fisiológicos y metabólicos que predominan en cada etapa de este período, tenemos un período de vaca seca que corresponde a los primeros 45 o más días y luego el período de transición o seco preparto propiamente tal y que corresponde a los últimos 21 días previos al parto. Por otra parte, el período de producción de leche o de lactancia contempla un período inicial que corresponde al de transición o posparto temprano o de vaca fresca que se extiende hasta el día 21 posparto, para luego continuar con el período de lactancia inicial hasta los dos meses; lactancia media de 3 a 6 meses y lactancia final del mes 7 a 10 (figura 1). Sobre la base de la caracterización de estos períodos, se han planteado las pautas de manejo que se han de establecer para minimizar los riesgos de enfrentar a las vacas a las disfunciones metabólicas, sanitarias y productivas que tienen su origen en el desajuste a los cambios que allí se suceden.

Figura 1. Etapas comprendidas en un ciclo productivo de una vaca lechera.



Las características más importantes en las 3 fases del PT son:

**Transición preparto:** es el período más crítico dado que durante esta fase se presentan de manera dramática los cambios en el consumo de materia seca y en el estado hormonal y metabólico de los animales. Es así como la incidencia de desórdenes durante el PT, fundamentalmente en el posparto están muy asociados con el manejo y la alimentación de la vaca durante este período.

**Parto:** marca el fin de una condición metabólica de gestación al de producción de leche con todas las adecuaciones fisiológicas asociadas y que deben de ser ajustadas en un período muy breve de solo horas.

**Transición posparto:** período en el que se exige a la vaca una alta capacidad de adaptación a las nuevas condiciones metabólicas y fisiológicas. En consideración a la alta exigencia productiva lograda genéticamente dicha capacidad de adaptación no basta, por lo que es necesario acompañar a la vaca durante toda la transición con adecuadas pautas de manejo, de lo contrario, la posibilidad de aparición de disfunciones de toda índole, se incrementa. La mayoría de disfunciones metabólicas (cetosis, hígado graso, edema de ubre), nutricionales (hipocalcemia, hipomagnesemia), alimenticias (acidosis ruminal, laminitis, desplazamiento de abomaso), sanitarias (mastitis, metritis, abscesos hepáticos), y productivas (baja producción de leche, relación grasa:proteína invertida), ocurren dentro de este período. El balance energético negativo (BEN) se presenta durante esta fase como herencia de las condiciones que caracterizan al preparto. El rápido incremento en la producción de leche se acompaña por la movilización de tejido adiposo, muscular y óseo y un lento incremento en el consumo de materia seca.

## 1.2 CAMBIOS FISIOLÓGICOS

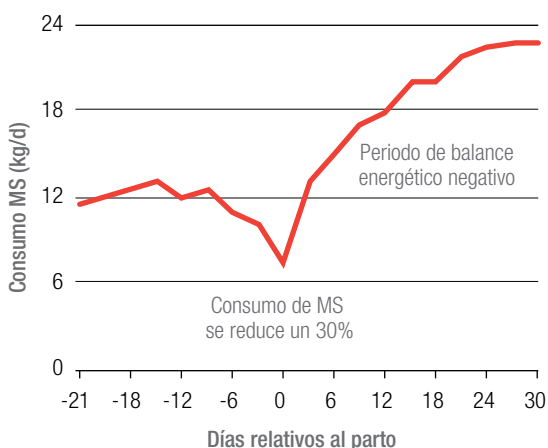
La vaca en estado de gestación avanzada se encuentra en condiciones fisiológicas acordes a las necesidades de desarrollar y expulsar un feto para lo cual ha ido adaptando sus órganos reproductivos (útero con un feto de  $\pm 35$  kg), digestivos (menor volumen y desarrollo de papilas del rumen) y hormonales (regulación neuroendocrina). Frente a ello y luego del estrés del parto requiere adaptarse en pocos días a una condición digestiva, metabólica y de desarrollo mamario para producir un volumen de leche de 20 o más L/d, cifra muy superior a lo natural de preservación de la especie.

Los cambios adaptativos que debe realizar la vaca para adecuarse a la demanda de la futura lactancia han sido denominados "homeorresis" y que corresponde a las adaptaciones fisiológicas a largo plazo que le permiten adaptarse desde un estado fisiológico seco al de lactancia. Este proceso involucra una serie orquestada de cambios metabólicos que le permiten

sobrellevar este período. La incapacidad de esta capacidad de homeostasis lleva a la pérdida en la capacidad de homeostasis con alteraciones en procesos metabólicos vitales para la vaca que finalmente conducen a que se presenten cuadros de hipocalcemia, paresia puerperal, hipomagnesemia, cetosis, hígado graso, edema mamario, desplazamiento del abomaso, retención de placenta y metritis, cuadros que finalmente llevan a una baja en la fertilidad y la producción de leche.

El aspecto más relevante del PT tiene que ver con las intensas modificaciones en las demandas de nutrientes, cambios que deben ajustarse en un período de tiempo acotado solo a las tres últimas semanas antes del parto y las tres primeras semanas de la nueva lactancia. Estos cambios exigen la reorganización completa de metabolismo nutricional de la vaca de manera que garantice y compatibilice los requerimientos de nutrientes del útero grávido al final de la gestación con los de la glándula mamaria al inicio de la lactancia. Es así que la demanda de glucosa por la glándula mamaria es tres veces mayor al inicio de la lactancia que la del útero al final de la gestación; de igual forma en este período la demanda de aminoácidos se duplica y de ácidos grasos puede ser hasta ocho veces más alta. Por otro lado, mientras que para la formación del feto se requieren entre 5 y 7 g de Ca/día, su requerimiento para la síntesis de 10 L/d de calostro llega a 23 g/día, cifra que supera siete veces el Ca disponible en la sangre, de tal manera que si no se moviliza rápidamente, el animal entra en hipocalcemia.

**Figura 2.** Variación del consumo de materia seca (MS) durante los días del período de transición (parto = 0).



La depresión en el consumo de materia seca es uno de los mayores problemas en el PT (figura 2). Una semana antes del parto el consumo se reduce un 30%. Por otra parte los requerimientos de energía, aminoácidos y ácidos grasos de la glándula mamaria crecen



exponencialmente para la producción de calostro y posteriormente leche. Esta diferencia entre lo consumido y lo requerido determina un balance energético negativo (BEN) que se prolonga durante las primeras semanas de lactancia. Es de suma importancia por ello determinar la condición corporal (CC) de las vacas durante la lactancia y período seco para que lleguen al parto en una condición adecuada y la pérdida posparto no supere las metas definidas.

El consumo de materia seca es un parámetro de suma importancia en nutrición debido a que establece la cantidad de nutrientes disponibles para cubrir las demandas del animal. La reducción del consumo al finalizar la gestación y el retraso en su incremento con relación al que se presenta en la producción de leche al inicio de la lactancia, están en relación con la aparición de diversas disfunciones metabólicas, sanitarias y reproductivas y con el volumen de producción de leche. El consumo voluntario de materia seca en vacas durante el PT se asocia a factores anatómicos y hormonales. El aparato digestivo, fundamentalmente el rumen, presenta durante el parto modificaciones adaptativas disminuyendo su capacidad producto del volumen ocupado por el útero grávido y junto a ello reduciendo el tamaño de las papilas del rumen y modificando la población de micro organismos del contenido ruminal. Sin embargo estas modificaciones no tendrían tanta importancia en el apetito como son los cambios hormonales y de algunos metabolitos.

### 1.3 CAMBIOS HORMONALES Y METABÓLICOS

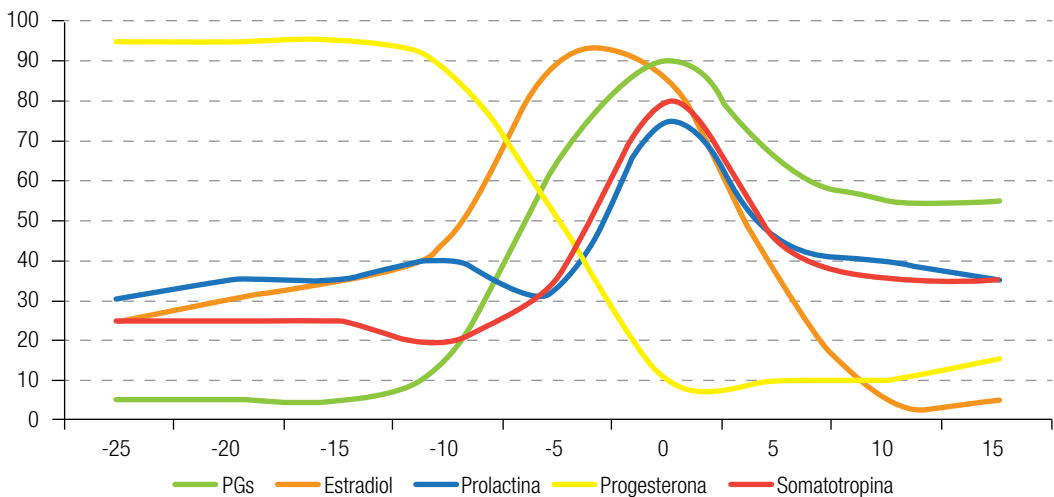
Es conocido el efecto negativo de los estrógenos sobre el consumo cuya concentración permanece baja hasta el día 240 de preñez para luego incrementar lentamente hasta 7 días antes del parto en que incrementan

abruptamente. Por otra parte, la concentración sanguínea de leptina disminuye en el parto e inicio de la lactancia junto a la movilización grasa, siendo esta hormona producida por el tejido adiposo informando al sistema nervioso central sobre el estatus nutricional del animal regulando el consumo del alimento, la termorregulación y los procesos reproductivos. También se debe considerar que el incremento en la concentración sanguínea de ácidos grasos no esterificados o NEFA como consecuencia de la movilización del tejido adiposo, conduce a un incremento en su captación por el hígado, hecho que se ha asociado a la reducción en el consumo de MS en rumiantes.

Producto de lo señalado precedentemente en el período seco parto se reduce el apetito, el consumo de alimentos y la capacidad de absorción de nutrientes lo que motiva a definir estrategias de manejo y alimentación para este período tendientes a aminorar el efecto de estos cambios.

Para hacer frente a estos cambios es necesario que el animal ponga en marcha mecanismos fisiológicos que coordinen la partición de los nutrientes. Los cambios endocrinos dirigidos a preparar la vaca para el parto y al inicio de una nueva lactancia se asocian a modificaciones en las concentraciones plasmáticas de diversas hormonas (figura 3) como las de insulina y de la hormona del crecimiento que aumentan al momento del parto; de igual manera las de tiroxina (T4) y de triyodo tironina (T3) disminuyen rápidamente al momento del parto para incrementar al inicio de la lactancia; los estrógenos se incrementan al final de la gestación disminuyendo luego del parto, mientras que la progesterona disminuye dos días antes del parto; los glucocorticoides y la prolactina presentan una subida intensa pero breve solo el día del parto.

**Figura 3.** Concentraciones plasmáticas de hormonas (valor relativo %) durante los días previos y posteriores al parto (día = 0; adaptado de DeGaris et al; 2010).



Los cambios endocrinos afectan el consumo de materia seca la cual, a su vez, afecta la movilización de tejidos y el metabolismo nutricional. Estos cambios hormonales se asocian con las modificaciones metabólicas señaladas en la tabla 1.

**Tabla 1.** Cambios metabólicos adaptativos a la lactancia en vacas lecheras.

Actividad metabólica	Aumentada	Disminuida
Lipólisis	√	
Lipogénesis		√
Movilización de lípidos	√	
Gluconeogénesis	√	
Glucólisis	√	
Movilización de proteínas	√	
Movilización de minerales vía absorción y reservas	√	
Requerimiento de alimentos	√	
Capacidad de absorción		√

## 1.4 MODIFICACIONES RUMINALES

Con el término de la producción láctea la vaca deja de recibir suplementos concentrados y son trasladadas a potreros de menor calidad nutricional. Estos cambios en la dieta modifican la microflora ruminal que pasa de ser predominantemente amilolítica a celulolítica, cambiando con ello la producción de ácidos grasos, disminuyendo la proporción de propionato y butirato y aumentando la de acetato. Esta situación conduce a la disminución en el crecimiento y desarrollo de las papilas ruminales y con ello el área de absorción. El tiempo necesario para que las papilas logren su tamaño máximo posterior a un cambio en la dieta oscila entre 4 y 6 semanas. Por lo tanto, se requiere de este tiempo de adaptación para comenzar a incorporar el suministro de alimentos concentrados a la dieta. De igual manera los microorganismos amilolíticos requieren de 3 semanas para alcanzar la población necesaria para fermentar adecuadamente los almidones de la dieta. De aquí que una recomendación común es incrementar pausadamente el suministro de alimentos ricos en carbohidratos desde unas 3 semanas antes del parto.

## 1.5 INMUNODEPRESIÓN

La depresión del sistema inmune es uno de los problemas críticos que debe afrontar la vaca durante el PT, siendo por ende importante minimizar los efectos deletéreos que pueda tener sobre su salud ya que esta inmunosupresión es la clave para el desarrollo de enfermedades infecciosas al inicio de la lactancia. La disminución de las defensas de la vaca se produce habitualmente a partir del período de transición preparto, alcanzando su máximo durante la transición posparto.

La inmunodepresión se presenta como consecuencia de la pérdida en la capacidad de homeostasis de las vacas, asociada al fuerte estrés metabólico de los cambios fisiológicos, metabólicos, hormonales y nutricionales, además de los cambios de manejo que se ven enfrentada la vaca en este período. El resultado de la inmunodepresión es la elevada incidencia de patologías en el periparto ya que entre el 60 y el 80% de las patologías infecciosas del vacuno lechero tienen lugar durante el preparto y las primeras semanas postparto (mastitis, metritis, retención de placenta).

La inmunodepresión durante el periparto es un fenómeno multifactorial muy asociado con los cambios endocrinos descritos previamente y con la reducción en el consumo de nutrientes críticos. Al respecto, la actividad de los neutrófilos y linfocitos disminuye hasta un 50% posterior al parto, disminución paralela con el menor consumo de materia seca y de compuestos antioxidantes. Los neutrófilos son el primer mecanismo de defensa inmune del útero pero desempeñan, además, un papel muy importante dentro de los mecanismos de defensa de la glándula mamaria. El selenio y la vitamina E, por su parte, son antioxidantes de las membranas celulares que mejoran la eficiencia de los neutrófilos al protegerlos de daños oxidativos durante la degradación de las bacterias fagocitadas.

En muchas especies se presenta una relación entre el sistema inmune y el endocrino de modo que durante períodos de estrés o ante accidentes que dejen heridas, algunos neuropéptidos y hormonas neuroendocrinas funcionan como inmunomoduladores. Se ha señalado los efectos negativos de los estrógenos y de los glucocorticoides por lo que sus incrementos en el

periparto estarían implicados en la inmunosupresión durante el PT.

Por otra parte, la presencia de factores cetogénicos en la sangre también disminuyen la función de los leucocitos, contribuyendo a la inmunosupresión e incremento en la incidencia de infecciones en vacas con cetosis. De igual manera la baja concentración plasmática de calcio, típica de la hipocalcemia en el posparto temprano, reduce la función inmunitaria de los leucocitos.

Las estrategias de prevención de la inmunosupresión pasan por disminuir las causas de estrés, estimular el consumo de materia seca, disminuir la incidencia de disturbios nutricionales y metabólicos, junto con ajustar las formulaciones con la inclusión de vitaminas y minerales traza que participan como antioxidantes celulares y cofactores enzimáticos, estimulando al sistema inmune y disminuyendo el daño celular.

### 1.6 CAMBIOS CONDUCTUALES

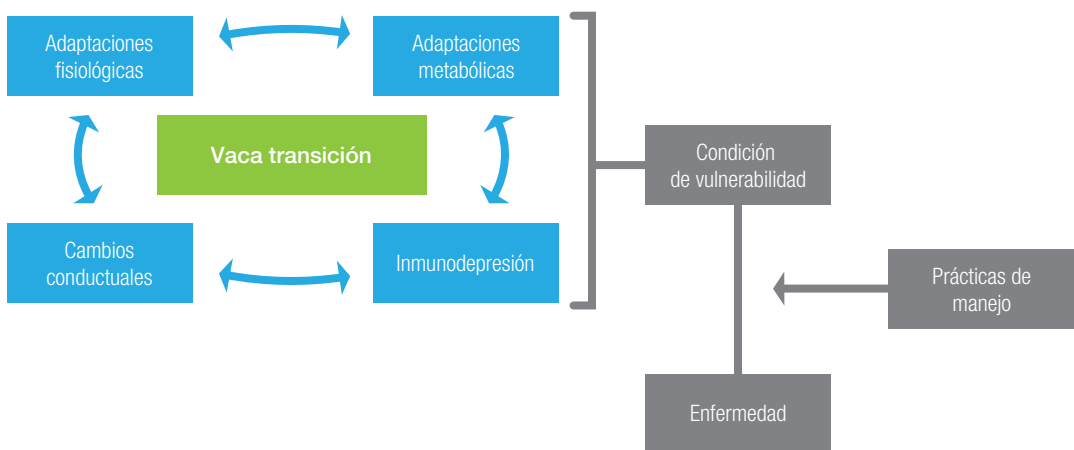
Los comportamientos alimentario y social son los que mayormente se alteran durante el PT, afectando negativamente el estado de salud de la vaca. Como se mencionó, las vacas normalmente disminuyen el consumo de alimento en los días cercanos al parto, asociado al aumento en las concentraciones sanguíneas de diferentes hormonas, así como también al estado metabólico nutricional en que se encuentre la vaca. Es así como en vacas obesas se observa con mayor frecuencia disminución del consumo de alimento en las semanas previas al parto, predisponiéndolas a la movilización de reservas corporales y enfermedades metabólicas como la cetosis e hígado graso.

Las vacas lecheras son animales sociales y fácilmente establecen relaciones entre ellas, las que influyen otros aspectos de su conducta como el consumo de

alimento y el descanso. El comportamiento social puede incluir cualquier actividad que involucre dos o más individuos, como lo es cuando las vacas compiten por el alimento en el comedero o incluso en la pastura. Durante el PT las vacas enfrentan varios cambios relacionados con prácticas de manejo que pueden alterar su estructura social y, por consiguiente, su conducta. Un ejemplo son los reagrupamientos de vacas en ambientes diferentes, una práctica común tanto en sistemas estabulados como pastoriles, en donde se reagrupa animales según su estado fisiológico y productivo para simplificar diferentes manejos prediales como la alimentación (ejemplo: desde el grupo de vacas secas al de vacas parto, luego a las maternidades y posteriormente al grupo de vacas frescas o en producción, dependiendo del manejo del predio). Con cada movimiento e ingreso de vacas a estos “nuevos grupos” se altera la estructura social de todo el conjunto de animales, generando mayor competencia por recursos (alimento, áreas de descanso), estrés y agresividad entre vacas, razón por la cual es importante proveer espacios de comederos y camas adecuados para que todas las vacas tengan la opción de acceder a los recursos entregados de manera exitosa.

Finalmente, la figura 4 esquematiza los efectos de los cambios fisiológicos, metabólicos, inmunes y conductuales que enfrenta la vaca durante este corto período de tiempo y como se interrelacionan entre sí. A su vez, durante la transición las vacas deben afrontar varios cambios relacionados con el manejo y ambiente en que se encuentran, como son cambios en la formulación de la ración, de lugar o de grupos sociales. Por estas razones no es sorprendente que el período de transición sea uno de los de mayor riesgo para que la vaca se enferme y, por lo tanto, sea de gran preocupación desde el punto de vista del bienestar animal (tabla 1).

**Figura 4.** Efecto de los cambios fisiológicos, metabólicos, inmunes y conductuales durante el período de transición en la vaca lechera.



## 1.7 RESUMEN

1. El PT corresponde al período comprendido entre las semanas 3 preparto y 3 posparto en que se adecua la vaca gestante a una condición de producción de leche.
2. El PT constituye el período de mayor trascendencia en la salud y bienestar de la vaca lechera.
3. Durante el PT se presentan intensos cambios fisiológicos, metabólicos y hormonales asociados a una inmunodepresión con propensión a presentar trastornos metabólicos e infecciosos.
4. Para minimizar los riesgos de enfermar en este período y optimizar la fertilidad y producción posterior se deben lograr las siguientes metas:
  - a. Optimizar la función del rumen.
  - b. Minimizar las carencias minerales.
  - c. Minimizar las alteraciones causadas por la movilización de lípidos.
  - d. Reducir la inmunosupresión.
  - e. Evitar la competencia entre vacas.

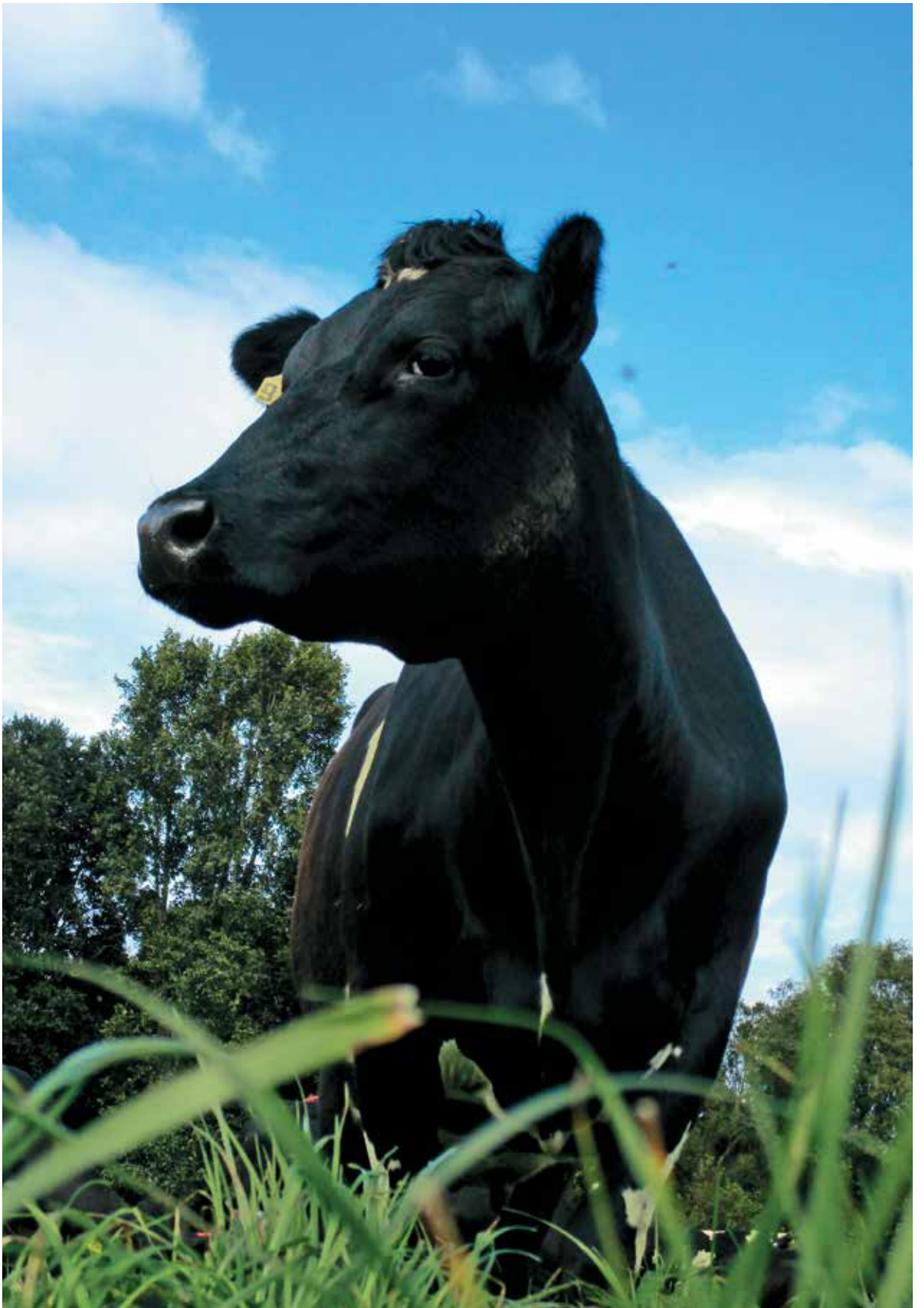
En base a los antecedentes presentados se desprende que mediante un manejo, alimentación y cuidado durante el PT se logrará una adecuada transición del preparto a la lactancia permitiendo obtener terneros vivos y vacas con:

- √ El rumen adaptado a un alta ingesta de energía.
- √ Escasos casos de hipocalcemia clínica y subclínica.
- √ Baja incidencia de problemas de salud en los primeros dos meses de lactancia.
- √ Escasas eliminaciones y muertes en las primeras semanas de lactancia.
- √ Adecuada fertilidad posterior.
- √ Mayor producción de leche en la lactancia.
- √ Mayor bienestar animal.
- √ Menor esfuerzo y estrés laboral por la atención de vacas enfermas.









## 2. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE LA VACA EN TRANSICIÓN

**Pedro Meléndez, MV, MS, PhD**

Profesor Asociado, Universidad de Missouri, EEUU.

La multitud de trastornos que enfrentan las vacas lecheras durante su transición desde el parto a la lactancia es una preocupación constante que enfrentan los productores de leche, nutricionistas y veterinarios. La incidencia total de enfermedades que experimentan los rebaños lecheros durante el postparto temprano explica el incremento en la tasa de eliminación de animales que ocurren los primeros meses de lactancia, especialmente durante los primeros 30 días. Las principales enfermedades relacionadas a esta problemática son la mastitis, metritis, fiebre de la leche, desplazamiento del abomaso, cetosis/hígado graso, y cojeras entre otros problemas.

Durante la transición aumentan significativamente los requerimientos de energía, glucosa, aminoácidos y otros nutrientes. Al mismo tiempo, el consumo de alimento se deprime a partir de las últimas 3 semanas de gestación, lo que hace inevitable el balance energético negativo o pérdida de peso junto con una reducción de la función inmune y un estrés fisiológico que explica el estado metabólico-inflamatorio (infeccioso y no infeccioso) que experimentan las vacas lecheras durante el período de transición.

Los eventos fisiológicos críticos que deben ser tomados en consideración durante el período de transición incluyen:

1. Adaptación del rumen a dietas con un mayor nivel en energía (concentrados) que serán ofrecidas durante el postparto temprano para evitar la acidosis ruminal.
2. Disminución en la severidad de la hipocalcemia y mantención de las concentraciones fisiológicas de Ca plasmático.
3. Adecuado funcionamiento del sistema inmune durante el período de parto y la mantención de un balance energético levemente positivo hasta el momento del parto.

### 2.1 CONSUMO DE MATERIA SECA (CMS) Y BALANCE ENERGÉTICO

Las vacas secas típicamente disminuyen el CMS en un 30% entre 5 a 7 días antes del parto. Rápidamente el CMS incrementa durante las primeras 3 semanas después del parto.

Durante el período de transición el consumo de alimento disminuye hasta que los requerimientos de energía por concepto del crecimiento fetal incrementan. Consecuentemente, para mantener el balance energético, la densidad energética de la dieta se debe incrementar en las últimas semanas de gestación. Su incremento estimula el crecimiento de las papilas ruminales, aumenta la absorción de ácidos grasos volátiles (AGV), adapta la microflora ruminal a dietas con mayor contenido de almidón, incrementa los niveles de insulina y disminuye la movilización de ácidos grasos desde el tejido adiposo. Es por esto que los concentrados energéticos deben ser introducidos en la dieta al menos 3 semanas antes del parto. Para vaquillas se recomienda 5 semanas antes. La cantidad total de energía neta de lactancia por vaca al día debe ser entre 15 a 17 Mcal, por consiguiente con un consumo de entre 12 a 14 kg/d de materia seca, se requiere una densidad energética de 1,25 a 1,40 Mcal de energía neta por kg de materia seca.

Aumentando los carbohidratos no fibrosos (CNF) o disminuyendo la fibra neutro detergente (FND) durante el período de transición se estimula el consumo de MS. No obstante, dietas muy energéticas pueden comprometer el estado metabólico-nutricional de la vaca, con la consiguiente obesidad y movilización acrecentada de grasa al parto, por lo tanto el aporte excesivo de concentrados se debe evitar. Por otro lado, un aporte bajo de energía antes del parto puede llevar a la vaca a movilizar grasa antes de parir lo que tampoco es deseable.

#### 2.1.1 Condición Corporal (CC)

La CC no es más que la apreciación visual del estado de reservas grasas en algunos puntos anatómicos estratégicos del animal. La CC está íntimamente relacionada a la nutrición energética y la evaluación de la CC nos va a permitir conocer si el manejo alimentario es el adecuado del punto de vista del CMS y la densidad energética de la dieta. Debido a que inevitablemente la vaca lechera después del parto presenta un consumo de alimento deprimido ella experimenta un balance energético negativo y debe recurrir a las reservas corporales para cubrir los requerimientos de producción de leche y la vaca empieza a perder CC. Después de 100 a 120 días de lactancia la vaca entra en un balance energético positivo, por que come más y empieza a producir menos leche, empezando a recuperar las

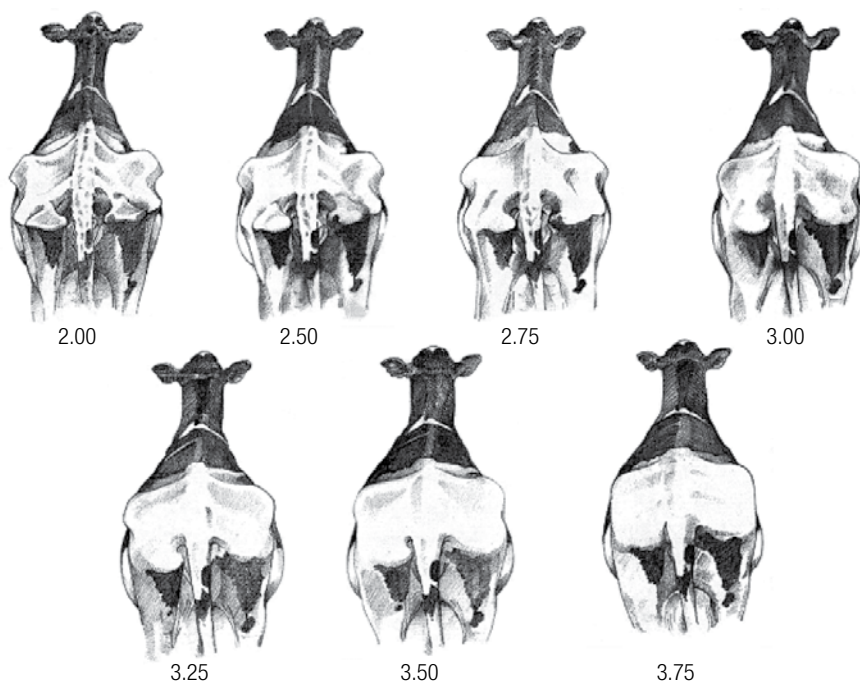


pérdidas del primer tercio de la lactancia. Por lo tanto estos cambios dinámicos de la CC son fundamentales de evaluar en períodos estratégicos del ciclo productivo del animal.

No importa la escala utilizada, lo importante es ser consistente con su uso. Como ejemplo usaremos la

escala de 1 a 5 con incrementos de 0,25 puntos (figura 5, tabla 2). La CC deber ser evaluada al menos al secado, al parto, y a los 30-50 días post parto. También es recomendable evaluar la CC a los 150-200 días de lactancia ya que este es el momento de decidir si la vaca requiere recuperar CC o se debe mantener en su estado actual.

**Figura 5.** Condiciones corporales típicas de vacas durante el ciclo productivo (fuente ELANCO).



**Tabla 2.** Evaluación de la Condición Corporal (CC) (escala 1-5 con incrementos de 0,25 puntos) y del puntaje de Fecas como estrategia de monitoreo de la nutrición energética de la vaca lechera.

Periodo	CC Vaca	CC Vaquilla	Puntaje de Fecas
Al secado	3,0-3,25	---	3,0 (3,0-3,5)
Al parto	3,25-3,5	3,0-3,25	2,0 (2,0-2,5)
A los 90 d pp	2,5-2,75	2,5-2,75	2,5 (2,0-3,0)
A los 200 d pp	2,75-3,0	2,75-3,0	2,5 (2,5-3,0)

## 2.2 PROTEÍNAS

En el caso de la proteína, una vaca preparto, durante sus últimas 3 semanas de gestación debería recibir una cantidad de 1150 a 1250 g/d de proteína metabolizable equivalentes a una densidad de proteína cruda de entre 14% a 15% base materia seca (MS). Durante

el postparto temprano la concentración de la proteína dietaria puede llegar a ser entre 15% a 16% MS, dependiendo del CMS que logre alcanzar el animal, ya que la cantidad total de proteína metabolizable requerida debe ser del orden de 2700 a 2850 g por vaca/día para producciones de 30 kg de leche diaria.



## 2.3 FIBRA (FDN Y FIBRA EFECTIVA)

La FDN es un nutriente fundamental para los rumiantes sobre todo por su impacto en la fermentación ruminal. La fibra se requiere en cantidades mínimas para estimular la rumia y así producir salivación suficiente para amortiguar los ácidos producidos en el rumen, debido al elevado contenido de bicarbonato y fosfatos de la saliva. De esta manera se va a ayudar a prevenir la acidosis tanto clínica como subaguda.

Un exceso de fibra tampoco es recomendable, ya que va a deprimir el consumo de materia seca y por ende poner a la vaca en riesgo de entrar en un balance energético negativo antes de parir.

La fibra, expresada como FDN no debe ser inferior al 30%, y de esta, un 67% debería provenir de fuentes de forraje. También, el tamaño de partículas de la fibra debe ser el adecuado, con un mínimo de 6 a 10% del contenido total de la dieta de partículas de tamaño > 19 mm de longitud.

## 2.4 MINERALES Y VITAMINAS

### 2.4.1 Calcio (Ca) y la hipocalcemia

La fiebre de leche o hipocalcemia clínica es una enfermedad metabólica típica del ganado lechero. Se caracteriza por una deficiencia aguda de Ca en la sangre lo que conlleva a una serie de manifestaciones clínicas, incluyendo la muerte. Los signos clínicos van a depender del grado de deficiencia de Ca que por lo general ocurren entre las 24 a 48 horas del parto.

El Ca es un mineral muy importante para la vida del animal. La cantidad de Ca sanguíneo y de todos los fluidos corporales es del orden de 10 g en una vaca adulta. Al parto, la vaca en su calostro fácilmente contiene 20 a 30 g de Ca, vale decir 3 veces el contenido de todos los líquidos corporales de la vaca. Si el Ca es deficitario la vaca va a presentar debilidad muscular con incapacidad de pararse. También el movimiento y el funcionamiento de los órganos digestivos y el útero se verán afectados con los consiguientes riesgos de desplazamientos del abomaso, menor capacidad de contracción del útero con mayores riesgos de retención de membranas fetales y metritis y mayor dificultad del cierre del esfínter del pezón con mayores riesgos de mastitis. Esto lleva a un círculo vicioso donde la vaca come menos y por lo tanto tiene un menor acceso al Ca dietario.

Años atrás se descubrió que si los bovinos consumen dietas más ricas en cloro (Cl) y azufre (S) en relación al sodio (Na) y potasio (K), el organismo se hace más ácido y por ende la orina de las vacas presenta un pH < 7,0. Coincidentemente esas vacas tuvieron una menor incidencia de fiebre de leche o hipocalcemia. Como los forrajes son muy ricos en K y muy bajos en Cl y S, las dietas normales de las vacas hacen que su organismo sea más alcalino y por ende la orina de los bovinos

presenta un pH alcalino (> 8,0). Estas dietas más ricas en Cl y S, al inducir una acidosis leve del organismo, gatillan una respuesta inmediata haciendo más activa la absorción de Ca en el intestino y liberando Ca desde los huesos para contrarrestar la acidosis e indirectamente incrementando el Ca en la sangre, previniendo la presentación de fiebre de leche. Así, al agregar insumos ricos en Cl y S a las dietas del parto (sales aniónicas) se logra acidificar levemente el organismo y prevenir la fiebre de leche. Estas sales se deben agregar hasta alcanzar una cifra teórica de diferencia entre  $(Na + K) - (Cl + S)$  de -50 a -100 mEq/kg de materia seca, vale decir 50 a 100 partes más de Cl y S en relación al Na y al K. No obstante, el mejor indicador de que la adición de sales está trabajando en forma eficiente es si el pH de la orina de las vacas parto se encuentra entre 6,0 y 7,0. Si el pH es mayor a 7,0, entonces la dieta no está acidificando al nivel deseado y si el pH es menor a 6,0, se están agregando sales en forma excesiva y esta acidosis descompensada también es perjudicial para la vaca.

### 2.4.2 Vacas parto con acceso a pastoreo

En el caso del sur de Chile muchos productores manejan sus vacas parto bajo condiciones de pastoreo. La desventaja de este método es que la vaca consume forraje tierno rico en K lo que implica que con el uso de sales aniónicas no va a lograr inducir la acidosis necesaria para prevenir la fiebre de leche en forma eficiente. En un estudio realizado en una lechería comercial de Missouri bajo pastoreo intensivo, incluyendo las vacas parto se vio que el pH urinario no se logró bajar más allá de 7,5. Por lo tanto se concluyó que ofrecer pastoreo a vacas parto no es una estrategia adecuada y se debe tratar de llevar a cabo un manejo de parto 100% confinado para lograr llevar la orina a pH entre 6,0 y 7,0 y de esta forma evitar las consecuencias indeseables de la hipocalcemia y la hipomagnesemia.

### 2.4.3 Otros minerales

El Cl dietario se absorbe con una eficiencia de entre el 80 al 100%, acompañando a menudo a la absorción de Na. Las plantas contienen en general pequeñas cantidades de Na, por lo tanto el NaCl debe ser aportado en la dieta en la vaca parto, de otra manera la vaca estaría deficitaria en estos elementos. En el caso del parto no es recomendable suplementar sal común o cloruro de sodio debido a que puede incrementar la incidencia de edema mamario, sobre todo en vaquillas parto. Los animales pueden tolerar altos niveles de NaCl en la dieta si el agua se proporciona en forma adecuada y los riñones están trabajando en forma satisfactoria, pero elevadas cantidades de NaCl pueden reducir el CMS.

Los microorganismos ruminales necesitan de un 0,2-0,22% de azufre (S) para operar eficientemente. Una excesiva cantidad de S puede interferir con la absorción de cobre (Cu) y selenio (Se) y puede llegar a ser tóxico.

El cobalto (Co) es un componente esencial de la vitamina B12. Esta vitamina es solamente sintetizada por los microorganismos del rumen. Ellos requieren de un 0,11% de Co para funcionar eficientemente.

Entre un 1% y 5% del Cu dietario es absorbido por un bovino adulto. Una dieta alta en zinc (Zn) (>1000 mg/kg MS), S y molibdeno (Mo) pueden bloquear la absorción de Cu. Una relación de Cu:Mo de 2:1 optimiza la biodisponibilidad de estos 2 elementos.

El Se es parte de la enzima glutatión peroxidasa y en conjunto con la vitamina E actúan como elementos antioxidantes de membranas. El Se es también crítico en el metabolismo de las hormonas tiroideas. El bajo o excesivo aporte de Se pueden causar tanto carencia como toxicidad. Por lo tanto el aporte recomendado no debe superar las 0,3 mg/kg MS.

Dependiendo del consumo de MS el requerimiento dietario de yodo (I) debería ser del orden de 0,25-0,5 mg/kg MS.

El exceso de hierro (Fe) (250-500 mg/kg MS) interfiere con la absorción de Cu y Zn. Lamentablemente este es un elemento que se encuentra en grandes cantidades en los forrajes conservados, sobre todo ensilajes, producto de la contaminación con tierra, por lo tanto no es necesario suplementar este microelemento. Se recomienda que el Fe dietario no exceda los 1000 mg/kg MS.

El cromo (Cr) es esencial para el metabolismo de la glucosa. El requerimiento de Cr en la dieta para un óptimo performance no está bien definido.

El coeficiente de absorción para el Zn se estima en 0,15%. Los principales factores dietarios que pueden modificar su eficiencia de absorción son las interacciones con otros microelementos tales como el Cu y Fe y la presencia de algunos agentes quelantes presentes en la dieta.

La proporción de manganeso (Mn) absorbido en la dieta es del orden de 0,5% a 1,0%. Cantidades excesivas de Ca, K o P incrementan la excreción fecal de Mn.

En general se recomiendan 0,3 mg/kg de Se base MS. El K no debería superar el 1,2% de la ración total para vacas parto, pero en la vaca en producción los aportes de K, Na y Mg deberían ser del orden de 1,5, 0,5 y 0,35% respectivamente, especialmente en condiciones de estrés por calor. La relación de N:S debería ser de 11:1 a 13:1 de la ración total base MS para cubrir los requerimientos de los microorganismos ruminales. Por otro lado, se recomienda que el aporte de Mg dietario sean del orden del 0,4%. Así, el sulfato de magnesio o cloruro de magnesio serían recomendables como fuentes de aniones y al mismo tiempo de Mg dietario.

Además, la dieta debería aportar entre 35 a 50 g/d de P (no > 0,4%). Cantidades de P mayores a 80 g/día inhibirán la síntesis renal de 1,25-dihidroxi vitamina D induciendo la presentación de paresia hipocalcémica. El S dietario no debería exceder el 0,4%. La adición de sulfatos no es buena elección como agentes acidificantes. El Cl dietario puede llegar a cifras del 0,5% con efectos mínimos en el consumo de MS. Elevadas concentraciones de Ca (1,0-1,2%) se pueden ofrecer cuando se alimenta con sales aniónicas.

#### 2.4.4 Vitaminas

Se debe también considerar los aportes de vitaminas por la dieta, sobre todo aquellas que no se producen en el rumen. La vitamina A se debería ofrecer en cantidades de 100.000 a 125.000 UI por vaca al día. La vitamina D se debería suplementar en cantidades de 35.000 a 40.000 UI por vaca al día y la vitamina E en cantidades de 1200 a 2000 UI por vaca al día.

Las vitaminas del complejo B son sintetizadas por los microorganismos ruminales por lo tanto en general no se requieren suplementar salvo situaciones de estrés productivo (elevadas producción de leche, estrés por calor, etc). Dentro de estas se puede considerar una suplementación estratégica de biotina (salud podal), niacina protegida (prevención de cetosis), y colina protegida (prevención de hígado graso).

## 2.5 MANEJO ALIMENTARIO Y MONITOREO DE LA VACA EN TRANSICION

### 2.5.1 pH Urinario y Cuerpos Cetónicos

El pH urinario permite evaluar el uso adecuado de las sales aniónicas en el parto con el propósito de prevenir la fiebre de leche o hipocalcemia al momento del parto. Además la muestra de orina se puede utilizar para medir con tiras reactivas colorimétricas la concentración de acetoacetato (cuerpos cetónicos). La muestra debería ser negativa a cuerpos cetónicos en la vaca parto de otra manera si es positiva indica que el animal está en balance energético negativo y está movilizando grasa corporal con niveles bajos de glucosa en sangre. Los animales positivos a cuerpos cetónicos presentan un mayor riesgo de hígado graso, desplazamientos del abomaso y otras enfermedades del periparto tales como metritis y retención de membranas fetales. En estos casos se debe buscar la causa del porque los animales presentan este estado de cetosis.

Un 10% de las vacas parto deberían ser consideradas para obtener una muestra de orina. La muestra deber ser limpia ya que la contaminación fecal o el primer chorro de orina afectarán la lectura del pH. La muestra puede ser evaluada inmediatamente o almacenada a 5°C pero debe ser evaluada no más allá de 48 h después de ser obtenida. Lo ideal es el uso de un medidor electrónico de pH ya que las tiras reacti-

vas presentan una escala poco sensible. No obstante existen tiras reactivas que presentan indicadores de cuerpos cetónicos y pH que se pueden utilizar para mediciones frecuentes pero deben ser interpretadas con precaución si se quiere trabajar finamente con el pH urinario.

Cuando se utilizan sales aniónicas en forma eficiente el pH urinario debería alcanzar valores de entre 6,0 a 7,0 para la raza Holstein. Si el pH es mayor a 7,0 el manejo de sales aniónicas no es adecuado y se debe buscar la causa del por qué las dietas aniónicas no están trabajando. Algunas posibles causas son una inadecuada formulación de la dieta, un desconocimiento de los valores reales de los iones más importantes que determinan la DCAD (potasio, sodio, cloro y azufre), un inadecuado mezclado de la dieta, una disminución en el CMS de los animales, inadecuado manejo ambiental (espacio de comedero, sombra, agua, etc.).

**2.5.2 Tamaño de Partículas de la Dieta**

El tamaño de partículas se puede evaluar utilizando un sistema de separación de partículas de la dieta. El método desarrollado por la Penn State University es un sistema fácil de implementar. Consiste de 4 mallas con diferentes tamaño de orificios y que permite separar la dieta en partículas mayores a 19 mm, entre 8 y 19 mm, entre 1,18 a 8 mm y las partículas menores a 1,18 mm. Si la dieta es una ración completa la fracción más fibrosa (> 19 mm) debería ser no menor a un 6% y no mayor a un 12% para evitar la selección de los ingredientes por parte de la vaca. La segunda malla no debería ser menor a 35-40% sobre todo en dietas en base a ensilaje de maíz.

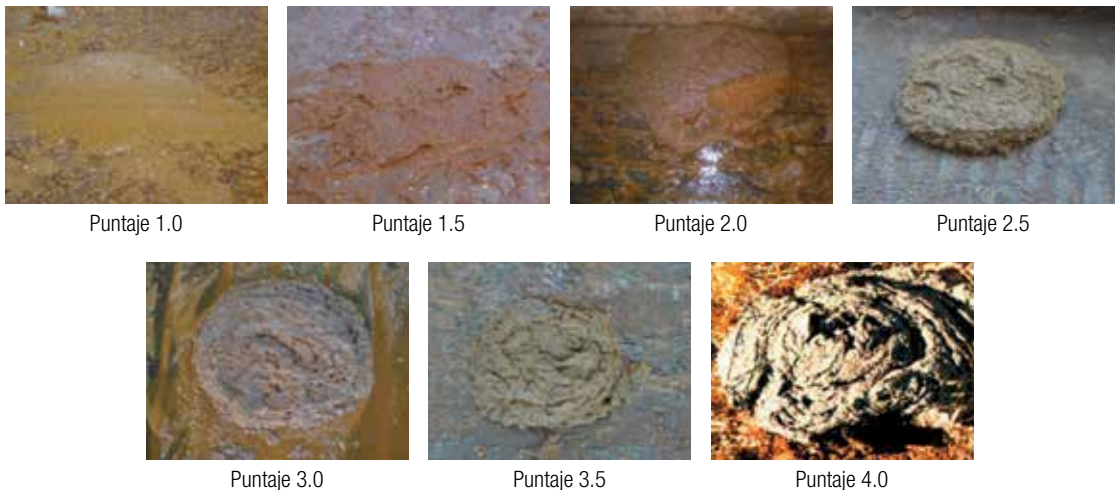
La evaluación de la dieta se debería realizar en forma rutinaria al menos una vez por semana, de otro modo no tiene sentido invertir tiempo en el sistema si no se va a utilizar en forma consistente y eficiente. Este sistema de evaluación de partículas va a permitir apreciar el manejo alimentario en general. Si existe una variación muy marcada en el contenido de la malla superior (supongamos entre 6% y 35% durante varias semanas) se debe evaluar como se esta preparando la dieta, como es el orden de los ingredientes, el tiempo de mezclado y la variabilidad de los insumos.

**2.5.3 Porcentaje de Vacas Rumiando y Puntaje de Fecas**

Intimamente relacionado al tamaño de partículas de la dieta se encuentra la evaluación del porcentaje de vacas rumiando. Un método fácil y económico es contar el número de vacas rumiando en cualquier momento del día y obtener la proporción sobre las vacas totales del grupo, sin considerar aquellas que se encuentran durmiendo o comiendo. Esta proporción no debería ser menor a un 45% en ningún momento durante el día.

Otro parámetro a utilizar es la consistencia de las fecas las cuales se relacionan íntimamente con los patrones de fermentación ruminal, la digestión que ocurre en el ciego e intestinos y el contenido y tamaño de la fibra que se ofrece a la vaca (figura 6). Una proporción de más del 70% de los animales debería presentar un puntaje fecal entre 2,0 a 3,0. Si este porcentaje es menor a un 50% de los animales lo más probable es que estemos enfrentando cierto grado de indigestión con acidosis ruminal subclínica. El puntaje de fecas y el porcentaje de animales rumiando se debería llevar a cabo al menos una vez por semana y relacionarlos a los resultados del tamaño de partículas.

**Figura 6.** Evaluación de la consistencia de las fecas en vacas lecheras.



#### 2.5.4 pH Ruminal

La medición del pH ruminal es una alternativa que podemos llevar a cabo para evaluar los patrones de fermentación ruminal. Después de alimentar al animal el pH ruminal empieza a disminuir consistentemente alcanzando los valores más bajos 4 a 6 horas después de la ingestión de alimentos. A este tiempo el pH ruminal no debería ser menor a 5,8 por períodos cortos de tiempo.

El gran desafío es como obtener una muestra representativa del contenido ruminal. El uso de la paracentesis o punción del rumen a través de la pared abdominal es una metodología invasiva que tiene el riesgo de inducir peritonitis o de ser difícil de obtener si la vaca se encuentra preñada del cuerno uterino izquierdo. El otro método es una sonda oro-esofágica que tiene la desventaja de contaminarse con saliva y que por lo tanto afecta la lectura del pH ruminal. No obstante los valores pueden ser del orden de 0,4 a 0,6 puntos superiores al pH real. Así, si la muestra es 5,8 lo más probable es que el pH sea de alrededor de 5,3 lo cual no es normal.

La evaluación del pH ruminal se puede llevar a cabo tanto en vacas sospechosas de acidosis subclínica como en aquellos animales que presentan un mayor riesgo de acidosis tales como vacas parto y postparto.

#### 2.5.5 Uso de Aditivos Gluconeogénicos

Los aditivos promueven la eficiencia alimentaria y el performance del animal. Ellos pueden mejorar la palatabilidad, la fermentación ruminal, optimizar la digestión ruminal de la fibra, reducir la movilización de tejido adiposo y mantener la homeostasis del Ca y P durante los primeros días de lactancia. Sin embargo, los aditivos no se recomiendan para suplir un mal manejo, sino para complementar un buen manejo nutricional y alimentario. Dietas no balanceadas o un pobre manejo nutricional no será corregido por el uso de los aditivos nutricionales.

La monensina sódica es un antibiótico ionóforo que selectivamente modifica la fermentación ruminal e incrementa la eficiencia digestiva de los rumiantes, incrementando los parámetros productivos y disminuyendo los problemas sanitarios. La monesina incrementa la producción de propionato ruminal, reduce la producción de metano y tiene un efecto amortiguador de la digestión proteica ruminal. Estos cambios metabólicos se han relacionado con una disminución en la incidencia de enfermedades metabólicas tales como cetosis e hígado graso y un incremento en la producción de leche. Otros precursores gluconeogénicos son la niacina, el propilen glicol y las sales de propionato.

El propionato se produce en el rumen como resultado de la fermentación de almidón, fibra y proteína. Es el principal precursor de glucosa en rumiantes, seguido

por el lactato y aminoácidos. Su contribución a la producción total de glucosa es de 30% a 50%. El propionato se absorbe en el rumen y es metabolizado tanto en el epitelio ruminal como en el hígado. Una proporción menor pasa a la circulación sistémica y es utilizado por los tejidos periféricos. En el hígado, el propionato se incorpora al ciclo de Krebs a través del succinil co A y es convertido a oxaloacetato y finalmente a glucosa. Nutricionalmente, el propionato se puede ofrecer en la forma de propionato de Na o de Ca. El propionato de Ca se ha sugerido como fuente tanto de energía como de Ca, lo que puede ayudar a prevenir los cuadros de hipocalcemia al parto.

El propilen glicol (PG) es un compuesto gluconeogénico utilizado en el tratamiento de la cetosis en vacas de leche. Una gran proporción del PG sobrepasa el rumen y se absorbe en el intestino delgado, el resto es metabolizado a propionato. En el hígado, el PG se convierte a glucosa, primariamente via lactaldehido. Las dosis recomendadas de PG son entre 250 a 400 g/d, pudiendoser tóxico con dosis más elevadas. La administración de PG antes del parto también ayuda a disminuir la acumulación de grasa hepática y la formación de cuerpos cetónicos

La suplementación con aminoácidos protegidos no han demostrado ser benéficos sobre el metabolismo energético y lipídico de vacas lecheras de alta producción. Sin embargo, la lisina y metionina protegidas durante el período pre y post parto podrían mejorar la producción de leche y el contenido de proteína láctea.

#### 2.5.6 Pre, Probióticos y Ligantes de Micotoxinas

También se puede recomendar el uso de levaduras que pueden ayudar a amortiguar y moderar la fermentación ruminal y mejorar la digestibilidad de la fibra y disminuir el riesgo de acidosis ruminal. El uso de prebióticos tipo bacterias del genero lactobacilus son una alternativa para ayudar a la digestión a nivel intestinal. Finalmente, el riesgo de la contaminación de los forrajes, subproductos húmedos y granos mal preservados con hongos productores de micotoxinas son un riesgo permanente en los sistemas de producción, por lo tanto el uso de ligantes de micotoxinas son una ayuda al control de la micotoxicosis. No obstante, la mejor prevención para las micotoxinas es confeccionar forrajes conservados de buena calidad, y manejar en forma adecuada los granos y subproductos con menor contenido de materia seca (orujo de cerveza) para evitar la contaminación con hongos.



**Tabla 3.** Composición nutricional de las dietas para vacas lecheras (base materia seca).

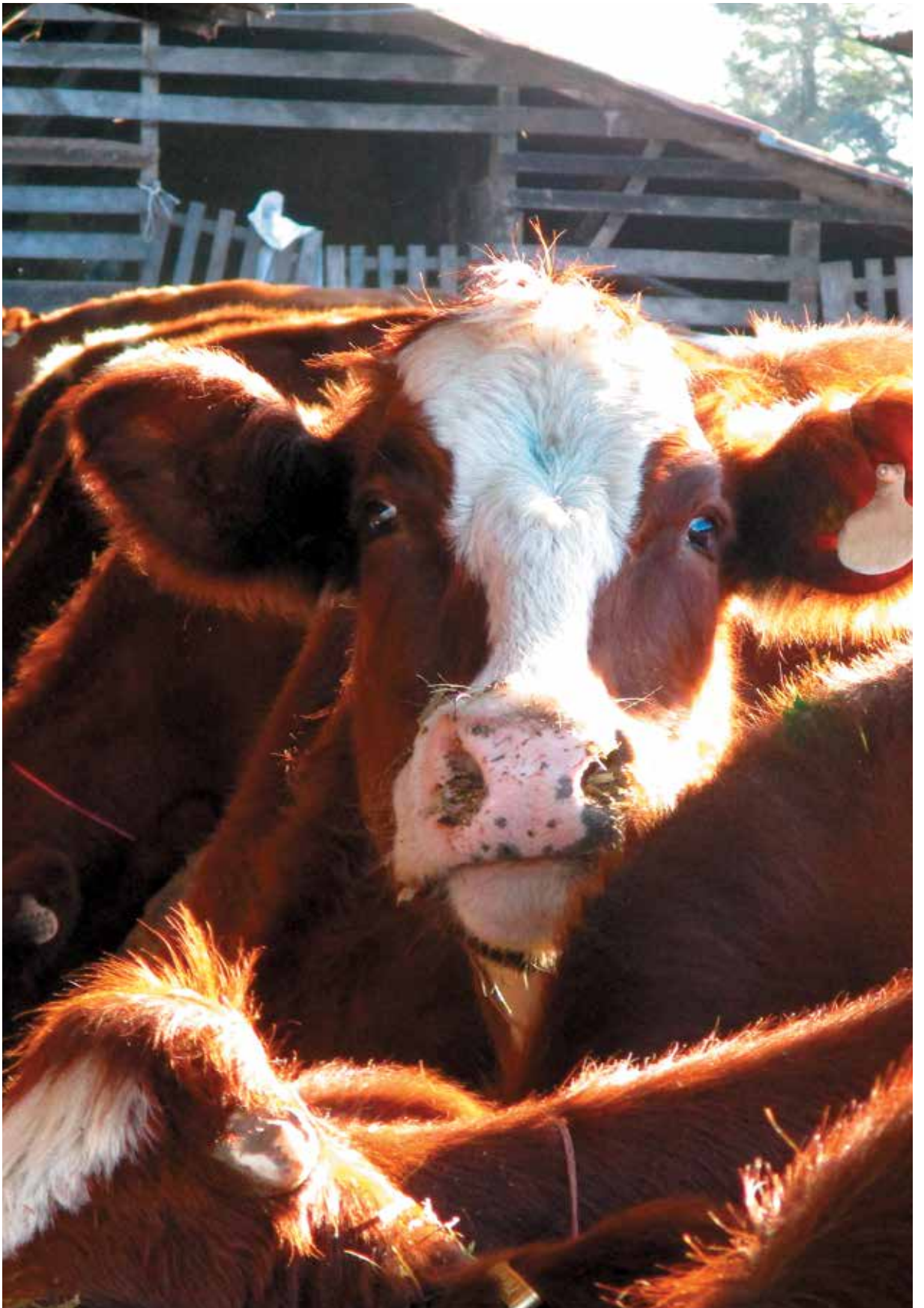
<b>Ingredientes</b>	<b>Preparto</b>	<b>Postparto</b>
Materia Seca (%)	51,3	50,1
Proteína Cruda (%)	14,01	15,5
Proteína Soluble (%)	27,5	28,0
RND # (%)	4,9	6,2
aFDNom <sup>°</sup> (%)	31,2	30,5
peFDN <sup>&amp;</sup> (%)	22,3	20,1
Almidon (%)	18,1	22,4
CNF <sup>§</sup> (%)	32,1	37,5
Grasa (%)	2,79	3,89
Ca (%)	1,12	0,94
P (%)	0,30	0,38
Mg (%)	0,44	0,38
K (%)	1,3	1,7
Na (%)	0,072	0,09
S (%)	0,28	0,25
Cl (%)	0,9	0,65
Cu (ppm)	13	14
Se (ppm)	0,32	0,30
Zn (ppm)	53	51
Co (ppm)	0,76	0,70
DCAD (mEq/kg)*	-64	+150

\* DCAD formula  $(Na + K) - (Cl + S)$ ; # Proteína no degradable en el rumen; ° Fibra detergente neutro libre de cenizas; & FDN físicamente efectiva; § Carbohidratos no fibrosos

**Tabla 4.** Ejemplo de una dieta preparto y postparto para vaca lechera (kg/vaca/día).

<b>Ingredientes</b>	<b>Dieta Preparto</b>		<b>Dieta Postparto</b>	
	<b>TCO</b>	<b>MS</b>	<b>TCO</b>	<b>MS</b>
Heno Alfalfa/Trebol	2,3	2,0	3,9	3,5
Paja de trigo	1,0	0,9	-	-
Ensilaje de maíz	14,3	5,0	19,4	6,8
Maíz grano fino	3,5	3,1	4,5	4,0
Harina de soya	1,4	1,26	2,8	2,5
Cascarilla de soya	1,0	0,89	0,53	0,47
Orujo de cerveza	5,3	1,43	8,6	2,32
Premezcla Preparto	0,52	0,47	-	-
Premezcla Postparto	-	-	0,45	0,4
Total	29,32	15,05	39,7	19,9

TCO= cantidad total ofrecida; MS= cantidad de materia seca



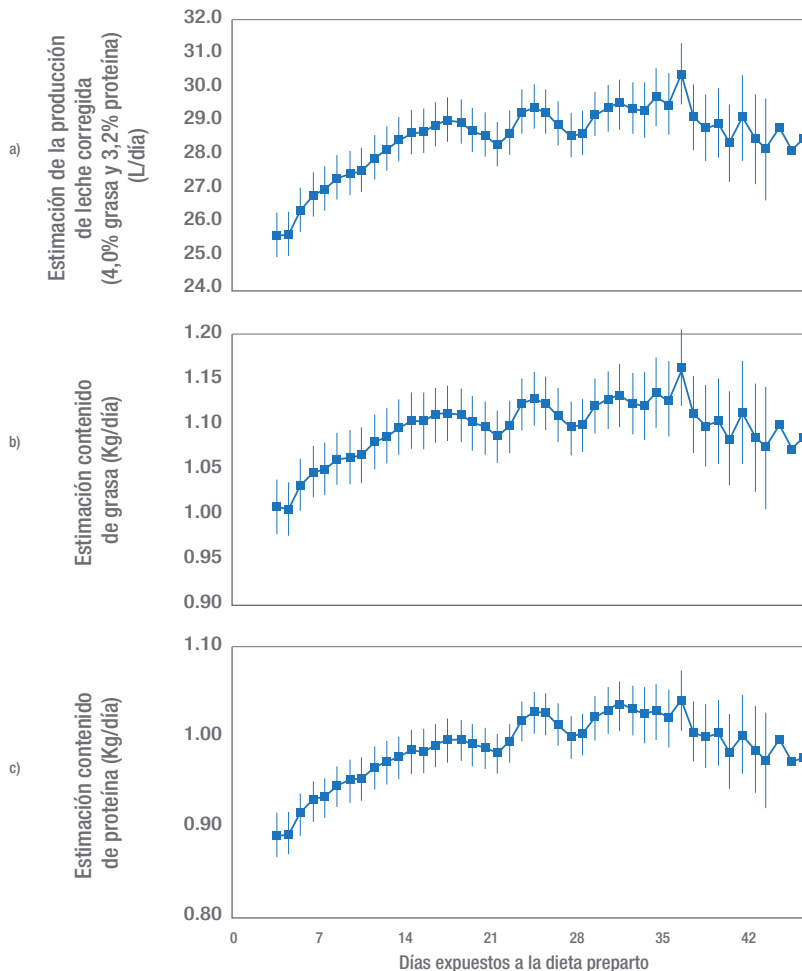
# 3. MANEJOS Y CUIDADOS DE LA VACA LECHERA DURANTE LA TRANSICIÓN

## 3.1 DURACIÓN DEL PERÍODO PREPARTO

Uno de los objetivos del preparto es que las vacas logren una adaptación del rumen a dietas con altos aportes de energía, las cuales serán ofrecidas luego del parto para iniciar la lactancia. Esta adaptación ruminal se logra alimentando las vacas y vaquillas con dietas preparto alrededor de 21 y 28 días, respectivamente. Para esto es necesario contar con fechas probables de parto lo más precisas posibles; por tanto, se requiere realizar un adecuado registro de inseminación o cubierta y diagnósticos de gestación tempranos y certeros.

Estudios referidos al efecto de diferentes períodos de exposición a dietas balanceadas, especialmente formuladas para el período preparto, sobre la producción y contenido de sólidos en leche han demostrado que el máximo incremento en la producción y contenido de proteínas y grasa de la leche ocurre con períodos de exposición a las dietas preparto de 24 días (figuras 7 a, b y c). Al no observarse incrementos con exposiciones mayores, la recomendación de 21 días en el preparto para vacas multíparas es la óptima.

**Figura 7.** (a) Estimación de la producción de leche, (b) cantidad de grasa y (c) proteína láctea (promedio  $\pm$  2DE) al aumentar los días de exposición a dietas preparto (adaptado de DeGaris et al., 2008).



### 3.2 CONTROL DE LA CONDICIÓN CORPORAL

Para vacas de raza Holstein, la condición corporal (CC) óptima al momento del secado es de 3,0 a 3,25 puntos (escala de 1 a 5 puntos). Este puntaje debiese ser mantenido o incrementado en un máximo de 0,25 puntos para alcanzar la CC de 3,25 a 3,5 al parto. Para lograr este objetivo, se debe controlar la CC a los 200 días de lactancia, cuando las vacas deben presentar una CC de 2,5 a 2,75, permitiéndoles recuperar o mantener la CC hasta el momento del secado. Es riesgoso tratar que las vacas pierdan peso durante el período seco, si bien puede lograrse al inicio de esta etapa. Por otro lado, el intentar que las vacas aumenten de peso en el período transición preparto, a través del uso de dietas energéticas, aumenta el riesgo de desórdenes metabólicos y enfermedades en el posparto. Tanto las vacas obesas como las de baja CC al parto tienen mayor riesgo de cursar con trastornos metabólicos, enfermedades y distocias, así como de tener una reducción en la producción láctea y tasa de concepción e incremento de distocias.

La CC afecta el consumo de alimento de las vacas durante el período de transición. Vacas lecheras con CC > 4,0 disminuyen gradualmente el consumo durante las 3 últimas semanas preparto (figura 8), lo que, asociado al aumento en el requerimiento de lactosa para la producción láctea y al BEN consecuente, culmina en el acúmulo de NEFA hepático o el incremento en la producción de cuerpos cetónicos.

Para controlar la excesiva deposición lipídica en el tejido adiposo, y la obesidad, se deben evitar lapsos muy largos entre el parto y la concepción, puesto que condicionan períodos secos muy prolongados. Los lípidos movilizados al inicio de la lactancia se deben

**Vacas obesas (CC > 3,5) al parto presentan problemas como:**

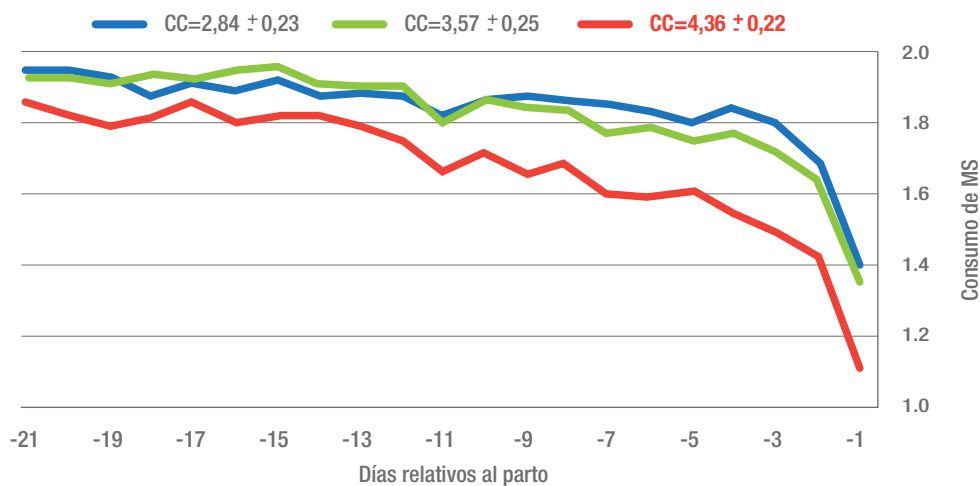
- Mayor dificultad al parto
- Mayor riesgo de lesiones vaginales y hemorragias al momento del parto
- Mayor riesgo de paresia puerperal hipocalcémica
- Mayor riesgo de cetosis y desplazamiento de abomaso
- Mayor inmunodepresión posparto
- Mayor riesgo de pérdida de peso y disminución en la fertilidad posparto
- Mayor riesgo de retención de placenta

**Vacas delgadas (CC < 2,5) al parto presentan problemas como:**

- Mayor riesgo de cojera (hemorragia en suela, úlcera plantar y enfermedad de la línea blanca)
- Mayor riesgo de retención de placenta
- Mayor riesgo de problemas de fertilidad y baja producción

almacenar en el final de la lactancia anterior y no en el preparto, ya que durante este período la CC se debe mantener para proporcionar el adecuado crecimiento fetal, evitar distocias y tener la adecuada ingesta de materia seca en el período de transición, previniendo así trastornos energéticos como la cetosis y la lipidosis hepática, los cuales se presentan en mayor grado en las vacas con CC ≥ 4,0.

**Figura 8.** Consumo diario de materia seca (% del peso vivo) de vacas Holstein con diferentes puntajes de condición corporal (promedio ± DE) en el período de transición preparto (adaptado de Hayirli et al., 2002).





La principal medida para evitar la presentación de vacas con CC bajas o altas en un rebaño lechero es el ajuste de la ración durante el final de la lactancia, período seco y parto. Vacas secas obesas son más propensas a la presentación de cetosis y lipidosis hepática por la disminución de la inmunidad o por el marcado BEN. Vacas lecheras con CC entre 3,0 y 3,75 mantienen sus reservas lipídicas relativamente constantes desde la tercera hasta la última semana parto y luego las disminuyen lentamente hasta el parto. Desde el parto hasta el pico de la lactancia, la pérdida de CC no debe ser superior a 1,0 punto; se espera que las vacas en inicio de lactancia el porcentaje de animales con pérdidas mayores a 0,5 puntos de CC sea inferior al 25%, lo que permite a la mayoría alcanzar una CC > 2,5 al encaste.

Es importante invertir tiempo y recursos en capacitar al personal para la correcta evaluación y registro de la CC, con el objetivo de establecerla como una práctica rutinaria en el manejo del rebaño. El monitoreo de la CC se debiese realizar en cuatro ocasiones: en el secado de las vacas, en su ingreso al parto, al parto y durante la lactancia temprana. Se pueden tomar acciones específicas para valores inadecuados, es decir,

aquellas vacas que caen fuera del rango establecido como óptimo.

### 3.3 IMPORTANCIA DE INFRAESTRUCTURA Y MANEJOS ADECUADOS

El confort de la vaca no sólo es importante en sistemas de estabulación permanente, sino que aplica también para rebaños en sistemas pastoriles como los del sur de Chile. En este período es aconsejable minimizar la exposición a factores estresantes, como la competencia por el alimento (figura 8), agua o lugar para echarse. Instalaciones y manejos inadecuados tienen impactos negativos en el comportamiento de la vaca, por lo tanto, pueden repercutir en su estado de salud. Si bien la mayoría de la información referente a las características de instalaciones para este período proviene de sistemas estabulados, estas pueden adaptarse a los sistemas en pastoreo.

La tabla 5 resume los efectos de diferentes prácticas de manejo sobre el comportamiento de la vaca junto con recomendaciones para evitar alteraciones en su conducta y por consiguiente, mejorar su estado de salud y bienestar.

**Tabla 5.** Efecto de prácticas de manejo sobre el comportamiento de la vaca lechera y recomendaciones para el período de transición (adaptado de Sepúlveda-Varas et al., 2013).

Práctica de manejo	Consecuencia en el comportamiento	Recomendación
Insuficiente espacio en el comedero	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Mayor competencia</li> <li>· Menor tiempo de alimentación</li> <li>· Mayor tiempo de pie</li> <li>· Efecto variable en el consumo de materia seca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Otorgar espacio de comedero de 80 cm lineales por vaca (o 1 atrapa cabeza/vaca)</li> <li>· Atrapa cabezas reduce la competencia</li> <li>· Aumentar la frecuencia de entrega de alimento fresco para aumentar el tiempo de alimentación</li> </ul>
Insuficiente área de descanso	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Mayor competencia</li> <li>· Menor tiempo de descanso</li> <li>· Mayor riesgo de cojeras</li> <li>· Sacrificio del tiempo de alimentación por el descanso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Otorgar 1 cama por vaca</li> <li>· Otorgar 15 m<sup>2</sup> por vaca en maternidades</li> </ul>
Reagrupamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Disminuye el consumo en el día del reagrupamiento</li> <li>· Menor tiempo de rumia</li> <li>· Aumenta la competencia en el comedero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Evitar mover vacas solas</li> <li>· Limitar el hacinamiento en el nuevo grupo</li> </ul>
Áreas de descanso inadecuadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Mayor tiempo de pie</li> <li>· Aumenta riesgo de cojera</li> <li>· Aumenta el "perching"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Tamaño de camas adecuadas para el tipo de vaca</li> <li>· Proveer áreas de descanso limpias y secas</li> </ul>

### 3.3.1 Acceso al alimento y agua

Tener un limitado o insuficiente espacio en el comedero incrementa el tiempo en que la vaca permanece de pie a la espera de acceder al comedero, reduce el tiempo que la vaca permanece en el comedero y reduce su consumo de alimento. Lo recomendable es tener un espacio en el comedero que permita comer a todas las vacas al mismo tiempo (mínimo 80 cm lineal). Para estimular el consumo de alimento durante el pe-

ríodo parto se requiere que las vacas tengan a libre disposición alimento fresco y palatable durante todo el día. En caso de usar alimentadores para forraje conservado, estos deben ser adecuados para el número de vacas y tener la menor pérdida de alimento posible. Además, es necesario la presencia de dos puntos, como mínimo, de agua fresca en bebederos limpios y de fácil acceso (figura 9 y 10).

**Figura 9.** Comedero en el potrero parto con espacio por vaca insuficiente lo que favorece la competencia por el alimento.



**Figura 10.** Bebedero con agua limpia y fresca disponible en el potrero parto.



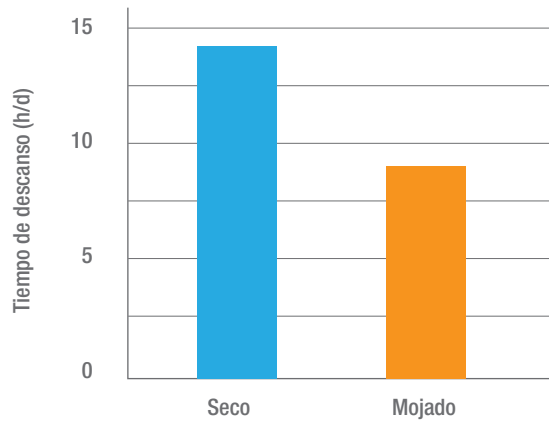
### 3.3.2 Áreas de descanso y maternidades

Es importante asegurar un adecuado espacio para el descanso tanto en prepartos a potrero como en estabulación que considere el número de vacas al máximo de las temporadas de pariciones. Espacios insuficientes o diseños inadecuados disminuyen el tiempo de descanso de la vaca en hasta 5 horas diarias (figura 11), aumenta el riesgo de cojera y aumenta la competencia por el lugar para echarse, repercutiendo negativamente en los tiempos destinados a alimentación. Idealmente, los corrales preparto deben tener una zona de descanso de 11 m<sup>2</sup> por vaca.

En el sur de Chile una práctica común es utilizar potreros de sacrificio para mantener a las vacas durante

el período preparto. Bajo este esquema de manejo, es necesario contar con dos o tres potreros que permitan rotar a las vacas y evitar la excesiva acumulación de barro en invierno. También es importante que las vacas tengan acceso a sombra durante los meses de verano. A su vez, es conveniente disponer de corrales de parto o maternidades de forma que las vacas, al momento del parto, cuenten con superficies de descanso secas, cómodas y en buenas condiciones higiénicas. Esto último permite disminuir los riesgos de enfermedades infecciosas posparto como mastitis clínica y metritis, además de permitir un mejor monitoreo de los partos e identificar vacas que requieran asistencia (figura 12).

**Figura 11.** Tiempo de descanso en vacas con acceso a camas secas o mojadas (adaptado de Fregonesi et al., 2007).



**Figura 12.** Maternidad en adecuadas condiciones de higiene y confort.



### 3.3.3 Evitar movimientos innecesarios de animales

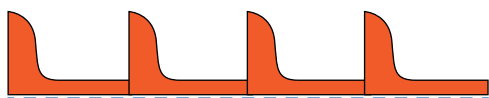
Es común que las vacas del rebaño se manejen durante el período seco en dos grupos: el de “vacas secas” por aproximadamente 5 semanas y el de “vacas preparto” por las siguientes 3 semanas antes de la fecha probable de parto. Bajo este esquema de manejo ocurren varios otros movimientos o reagrupamientos de animales, como son pasar desde el grupo de vacas en lactancia al de vacas secas, del grupo de vacas secas al grupo preparto, y luego del parto al grupo de vacas en lactancia. Si a esto se suma el uso de maternidades, se añade otro movimiento desde el grupo preparto a la maternidad.

En sistemas estabulados se ha demostrado que cuando las vacas son reagrupadas, el comportamiento

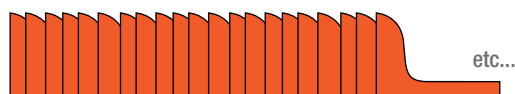
social en el grupo cambia, generando estrés, conductas agresivas y de dominancia que pueden impedir el acceso al alimento durante al menos uno o dos días pos-agrupamiento. Luego de este período de tiempo, el grupo social se restablece y disminuyen las interacciones agresivas entre las vacas. Idealmente las vacas debieran ingresar al grupo preparto una vez por semana, de manera tal que el grupo se pueda estabilizar luego de uno o dos días de realizado el ingreso de nuevos animales. Si este manejo se realiza diariamente, las vacas estarían en un permanente estado de estrés, lo que es perjudicial particularmente en las semanas previas al parto (figura 13). Por esta razón es recomendable evitar movimientos de animales innecesarios y ojalá concentrar los ingresos de vacas al grupo preparto una vez por semana.

**Figura 13.** Magnitud de interacciones agresivas en grupos de vacas con ingresos de nuevos animales semanal o diariamente (adaptado de Nordlund et al., 2006).

Entradas de animales cada semana



Entradas de animales cada día



## 3.4 ASEGURAR UN ADECUADO BIENESTAR DURANTE EL PARTO

El parto es un proceso natural que normalmente no requiere ayuda. Sin embargo, requiere que la persona encargada observe y conozca las fases normales para poder identificar partos problemáticos o que requieren asistencia (tabla 6). Las vaquillas suelen presentar más problemas que las vacas adultas y por ello necesitan más atención durante el parto. Debe considerarse la posibilidad de un parto distócico si alguna fase del parto se alarga excesivamente, aparecen conductas que no son propias de la fase correspondiente o se producen cambios en la frecuencia de las conductas que sí que son normales. En estos casos, se recomienda aumentar la supervisión o intervenir en el proceso del parto.

La fase I empieza de manera muy gradual, de forma que a menudo es difícil determinar en qué momento exacto empieza. Una característica que define esta fase es la regularización de las contracciones uterinas, una cada 15-20 minutos, con una duración de 15-20 segundos. El cuello uterino se dilata lentamente, y aproximadamente en 6 horas alcanza un diámetro de 5 a 10 cm. El ternero desde su posición inicial es desplazado hacia el interior de la pelvis, introduciendo primero las manos y a continuación el hocico. Como consecuencia de la presión interna se produce la salida del alantoides (color oscuro) y de la bolsa amniótica (color claro). Una reducción muy drástica del consumo de alimento es un indicador de distocia y de la presentación de problemas durante el postparto tales como retención de placenta, metritis o cetosis. Además, el aumento de frecuencia de algunas conductas tales como cambiar de postura, dar patadas, escarbar el

suelo o rascarse contra la pared, también son indicadores de distocia.

En la fase II, la hembra interrumpe a menudo las contracciones abdominales para descansar. Como consecuencia de la mayor presión interna ejercida por los líquidos, se produce la expulsión y ruptura del amnio y la salida de las extremidades por la vulva. En los partos distócicos, un porcentaje elevado de vacas se levanta antes de que acabe dicha fase.

En la fase III (desde la expulsión del feto hasta la expulsión de la placenta), la hembra empieza a lamer a las crías. En este caso, el comportamiento del recién nacido refleja el grado de dificultad del parto ya que después de un parto difícil los terneros tardan más en levantarse y empiezan a mamar más tarde en comparación con los terneros que han nacido en un parto normal.

**Tabla 6.** Características de las fases I y II de un parto normal en la vaca (Mainau et al., 2013).

	Fase I	Fase II
Descripción	· Desde la dilatación del cuello uterino hasta la expulsión del líquido amniótico	· Desde la expulsión del líquido amniótico hasta la expulsión del feto
Duración aproximada	· 4 horas	· 60 -100 minutos
Comportamientos normales	· Disminución del consumo de alimento y de la rumia · Inquietud · Aumento de la conducta exploratoria · Cambios frecuentes de postura · La vaca mira sus propios flancos, da patadas, escarba el suelo y levanta y arquea la cola	· La vaca permanece echada en decúbito lateral o en posición de reposo
Contracciones	· Uterinas · Abdominales (inicialmente irregulares; al final, cada 15 minutos prolongándose 20 segundos cada una)	· Abdominales (regulares cada 3 minutos prolongándose 30 minutos cada una)

El conocimiento de las fases del parto también permite decidir el momento en que las vacas deben ingresar al corral de parto en el caso de contar con dicha instalación. Lo ideal es que la vaca sea llevada a la maternidad antes que el parto comience o al inicio de la fase I (aprox. 12 horas antes del parto), es decir, cuando la vaca muestra signos como levantamiento de cola, llenado de ubre y pezones rígidos, o relajamiento de los ligamentos pélvicos. Cuando las vacas son llevadas al término de la fase I (aprox. 4 horas antes del parto) con signos inminentes de parto como secreción mucosa sanguinolenta y el comienzo de contracciones abdominales, el parto se retrasa y las vacas tienen mayor riesgo de presentar distocia. Por ello se requiere que las vacas en preparto sean monitoreadas las 24 horas al día, lo que puede ser impracticable para algunos predios.

En el caso de vacas preparto en corral de sacrificio con gran cantidad de barro, donde el monitoreo de las vacas difícilmente ocurre las 24 horas del día, es

recomendable llevarlas 2 a 3 días antes de la fecha probable de parto a la maternidad o corral de parto. Si bien pueden disminuir su consumo de alimento por el estrés que significa el cambio de grupo y ambiente, es preferible que el parto ocurra en un ambiente limpio y confortable permitiendo un mayor control tanto de la vaca como del ternero (figura 14). Luego del parto, es conveniente que la vaca lama e ingiera el líquido amniótico del ternero, no sólo porque dicha conducta aumenta el vigor del ternero, sino porque además contribuye a reducir el dolor causado por el parto en la madre (figura 15). Este efecto es debido a la existencia en el líquido amniótico de varias moléculas que potencian la acción analgésica de los opioides endógenos.



**Figura 14.** Vaca alojada en maternidad en la fase II del parto.



**Figura 15.** Vaca lamiendo a su ternero recién nacido (fase III del parto).



### 3.5 PROGRAMA DE MONITOREO DE LA VACA POSPARTO

Las vacas son susceptibles a enfermar durante el período de transición posparto, principalmente durante las primeras dos semanas luego del parto. La detección temprana de vacas enfermas es de suma importancia para tomar las medidas oportunas tanto de manejo como de control e instaurar una terapia racional y temprana. Es recomendable monitorear diariamente el estado de salud durante los primeros 10 a 14 días postparto. La vaca debería ser separada inmediatamente después del ordeño de la mañana y ser evaluada según su comportamiento, temperatura rectal, movimientos ruminales, cuerpos cetónicos en la orina, características de la descarga vaginal y la evaluación de la glándula mamaria y su leche. Este manejo es más fácil al tener un grupo de vacas frescas o transi-

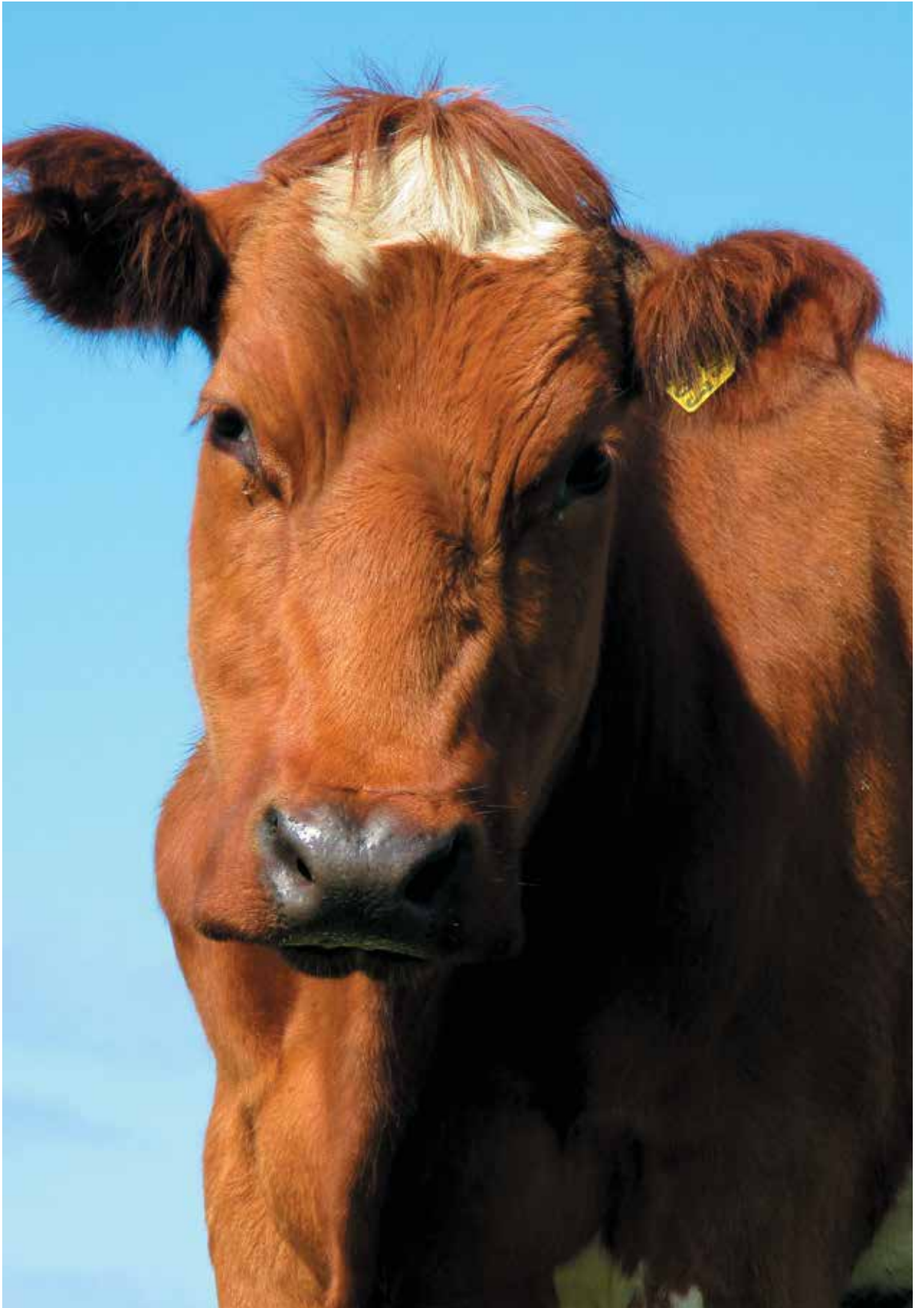
ción posparto, sin embargo, si las condiciones no permiten tener un grupo extra y la vaca está en un grupo de primer tercio de lactancia debiese ser examinada de igual manera.

### 3.6 RESUMEN

Las enfermedades de la transición causan pérdidas por baja producción láctea, tratamiento y descarte precoz de animales, además de conllevar a problemas de bienestar animal. El conocimiento de prácticas de manejos adecuadas como monitoreo y control de la condición corporal, mantener ambientes confortables, evitar manejos estresantes y monitoreo de las vacas al parto, son herramientas para conocer y desarrollar con el fin de lograr sistemas lecheros más sanos y rentables.







## 4. SALUD Y BIENESTAR DURANTE EL PERÍODO DE TRANSICIÓN

### 4.1 ESTRÉS METABÓLICO

#### 4.1.1 Homeorresis

Las demandas de nutrientes de un individuo son la sumatoria de las demandas que presenta cada órgano y cada tejido en particular. El cuerpo es considerado como un sistema complejo conformado por órganos y tejidos con funciones y demandas que difieren entre sí pero que se hallan interrelacionados; mientras algunos órganos y tejidos se especializan en la síntesis y acumulación como reserva de compuestos (adiposo, hígado, músculo, óseo, riñón), otros se especializan en su utilización (glándula mamaria, útero grávido, cerebro). Bajo esta mirada los órganos compiten por los nutrientes que se encuentran disponibles, competen-

cia que no es equitativa ni tampoco caótica ya que se encuentra regulada por procesos homeostáticos, mientras que la homeorresis es la encargada de definir las prioridades en el destino metabólico de los nutrientes. En condiciones extremas, en que la disponibilidad de nutrientes se encuentra en déficit con relación a las demandas, los tejidos especializados en la acumulación deben prestar sus servicios a los especializados en su utilización (figura 16). Este concepto pasa a complementar el de Enfermedades de la Producción, propuesto hace más 50 años, referido como la alteración metabólica producida por el desequilibrio entre la cantidad o volumen de ingreso, movilización y de egreso de un nutriente en un grupo de animales de un rebaño.

**Figura 16.** Movilización de los nutrientes en los tejidos acumuladores y de utilización mediados por la homeorresis (adaptado de Bauman y Curie, 1980).

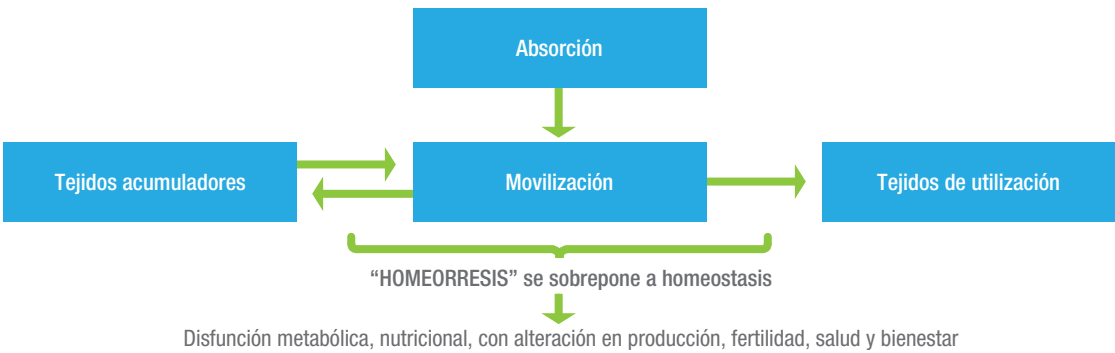


### 4.1.2 Estrés metabólico

En humanos y animales de compañía se define por *estrés metabólico* la pérdida del balance en la homeostasia fisiológica que presenta un individuo como consecuencia del uso aberrante de un nutriente. Se ha señalado precedentemente que la vaca en su PT junto a aumentar sus demandas de energía disminuye el consumo de alimentos con lo que entra en balance negativo de nutrientes. En estas circunstancias, la homeorresis privilegia al útero grávido y la glándula mamaria sobre el tejido óseo, adiposo y muscular aumentando la movilización de las reservas corporales. Así,

se define el *estrés metabólico* como la *incapacidad de adaptación fisiológica de la vaca lechera al crecimiento fetal, al parto y a la demanda de energía para lactancia, con una consecuente alteración en el metabolismo de nutrientes esenciales, favoreciendo con ello la presentación de trastornos metabólicos, procesos inflamatorios y el estrés oxidativo*. Durante el estrés metabólico la capacidad homeorrética (cambios coordinados en el metabolismo para adaptarse a un nuevo estado fisiológico) se ve sobrepasada desencadenando en la vaca los trastornos metabólicos como la hipocalcemia, cetosis e hígado graso (figura 17).

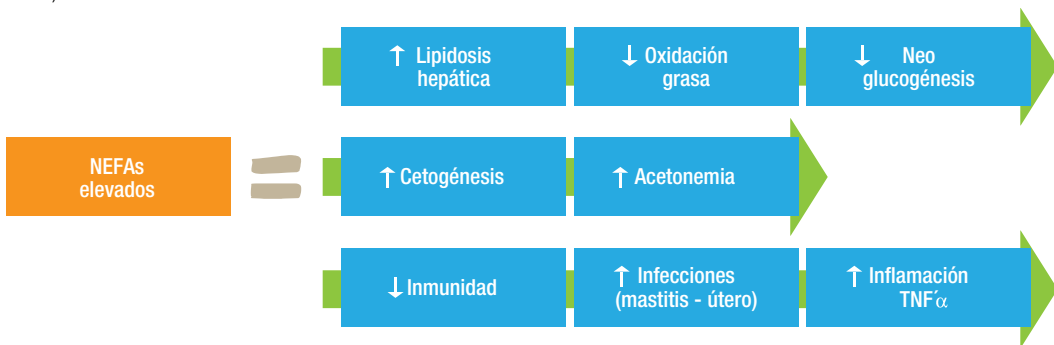
**Figura 17.** Movilización de nutrientes en los tejidos acumuladores y de utilización en vacas en transición en que la homeorresis se sobrepone a la homeostasis provocando disfunción metabólica.



El estrés metabólico se presenta durante el PT ya que constituye el de mayor exigencia en la vaca lechera para mantener su homeostasia, producto de los cambios fisiológicos, nutricionales, metabólicos e inmunes que se presentan en este período. Además, se aso-

cian cambios de manejo (reagrupamiento, ambientes diferentes) y alimentación (dietas parto, lactancia) propios del fin de la gestación, los que se asocian al estrés del parto e inicio de la lactancia.

**Figura 18.** Efectos metabólicos e inmunes del incremento de la concentración sanguínea de NEFA (>0,57 mmol/L).

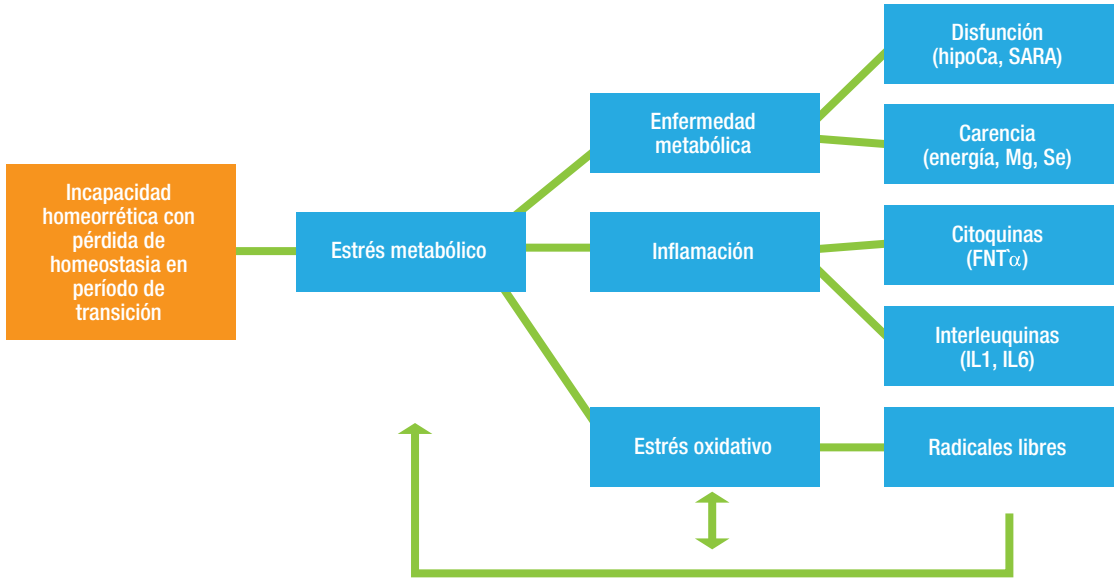




Es importante aclarar que el estrés metabólico no solo va a desencadenar la presentación de trastornos metabólicos durante el PT, sino que adicionalmente afecta la salud y bienestar de la vaca durante el inicio de la lactancia ya que los cambios metabólicos, fundamentalmente el aumento en la concentración sanguínea de

NEFA, se asocian a un incremento en la presentación de trastornos infecciosos como mastitis y metritis además de aumento en las alteraciones asociadas al estrés oxidativo (figuras 18 y 19), aspectos cuya relación se describen a continuación.

**Figura 19.** Causa y consecuencias del estrés metabólico de vacas en transición (Sordillo y Mavangira, 2014).

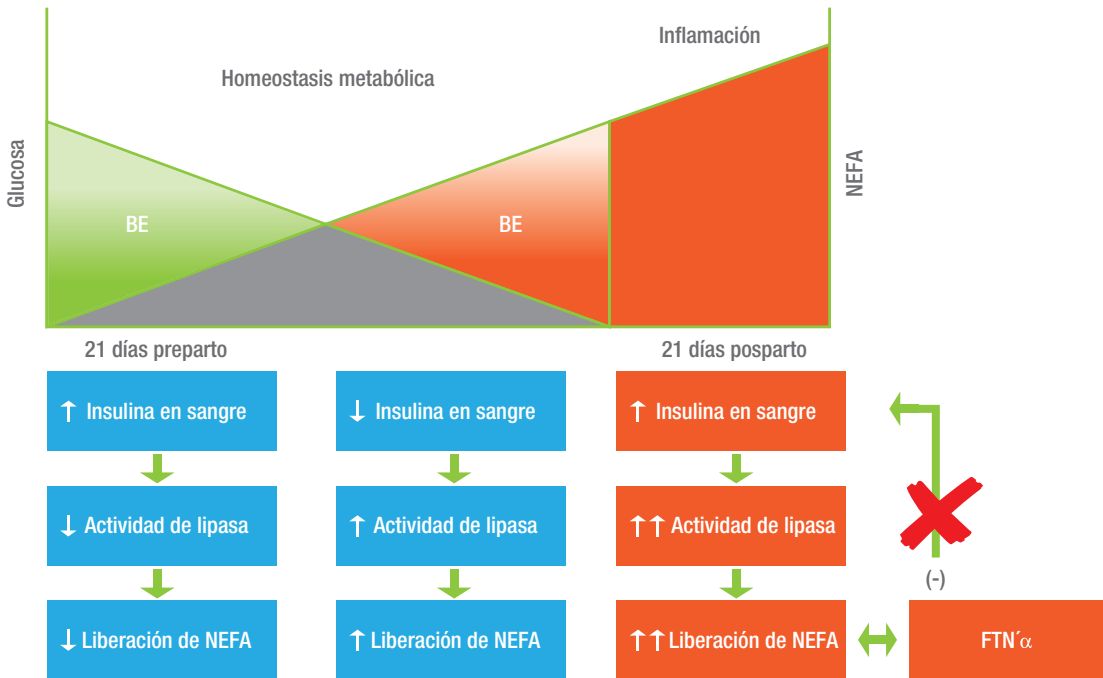


### 4.1.3 Estrés metabólico y su impacto en la inflamación

Las vacas se defienden de las bacterias patógenas mediante un complejo y coordinado mecanismo inmune basado en células y mediadores. La inflamación es una respuesta inicial del sistema inmune que determinará si la infección se establece o no. La inflamación se desencadena cuando receptores celulares detectan la invasión de tejidos por un patógeno estimulando la liberación de moléculas proinflamatorias como óxido nítrico, eicosanoides y citoquinas (TNF- $\alpha$ , IL1, IK6) que aumentan la migración de neutrófilos y macrófagos, al tejido afectado los que eliminan el agente invasor mediante fagocitosis y lisis intracelular.

Las vacas adaptan su metabolismo al BEN cuando la movilización de tejido adiposo es regulada y la liberación de NEFA se limita a cantidades que pueden ser metabolizadas. La excesiva movilización de lípidos de las reservas de tejido adiposo provoca un aumento consecuente en la concentración sanguínea de NEFA la que se correlaciona no solo con trastornos metabólicos (cetosis, hígado graso), sino también con la presentación de trastornos inflamatorios (mastitis, metritis, laminitis) (figura 20).

**Figura 20.** Adaptaciones metabólicas durante el período de transición en la vaca lechera con balance energético negativo, BEN (Sordillo y Rafael, 2013).



La movilización de lípidos afecta negativamente la respuesta inflamatoria aumentando con ello las infecciones durante el PT. Al respecto, los cambios en la concentración y composición de NEFA en la sangre modifican la síntesis y liberación de citoquinas (TNF- $\alpha$ , IL1, IK6) y eicosanoides, modificando la magnitud y duración de la respuesta inflamatoria de las células inmunes, alterando la capacidad inmune y favoreciendo con ello la instauración de procesos infecciosos. Producto de ello el aumento en la incidencia de una enfermedad aumenta la probabilidad que la vaca sucumba a otra enfermedad, por ejemplo la asociación descrita entre las incidencias de retención de placenta y mastitis en un rebaño, al igual que las

vacas con cetosis tienen el doble de posibilidad de desarrollar mastitis que las vacas sanas.

### 4.1.4 Estrés oxidativo e inflamación

Los radicales libres oxigenados (RL) como el peróxido de hidrógeno, radical hidroxilo e hidroperóxido son elementos químicos que poseen uno o más electrones desapareados girando en sus orbitales atómicos, siendo por ello muy inestables y altamente agresivos. Los RL se generan permanentemente en las diferentes vías del metabolismo celular, mayormente del metabolismo energético y de reacciones enzimáticas asociadas a NADPH. Estas moléculas desempeñan algunos roles fisiológicos en el organismo como ser los RL pro-



ducidos por las células del sistema inmune permiten la lisis de los patógenos posterior a su fagocitosis, siendo por ello esenciales para optimizar la respuesta inmune, especialmente durante la fase inicial de las enfermedades infecciosas. Sin embargo, su acumulación en los tejidos produce oxidación de diversas biomoléculas dañando las células, situación que finalmente se traduce en la presentación de diversas patologías. Dado que los RL son producidos en forma constante durante los procesos metabólicos, la célula ha desarrollado un poderoso y complejo sistema de defensa para limitar la exposición a estos agentes, la que se basa en la presencia de sustancias que reciben el nombre genérico de antioxidantes. Estos se definen como moléculas que previenen la formación descontrolada de RL o inhiben sus reacciones con estructuras biológicas. Estos antioxidantes son sintetizados por el organismo o producidos a partir de nutrientes incorporados por la dieta, como la superóxido dismutasa cuya síntesis requiere de vitamina C, Cu, Zn y Mn, o la catalasa que requiere de vitamina E y la glutatión peroxidasa de Se.

El estrés oxidativo es una alteración producida por un desequilibrio entre la generación de RL y la defensa antioxidante que puede conducir a un estado de daño celular producto de la oxidación de lípidos de las membranas, desnaturalización de proteínas y del DNA. Por ello el estrés oxidativo es la resultante de la carencia de sustancias protectoras naturales o de una excesiva exposición a agentes generadores de RL. En otras palabras, el estrés oxidativo se desencadena cuando los prooxidantes exceden a la capacidad antioxidante

de un organismo. Por ello debe tenerse en consideración que una dieta inadecuada puede ser carente de nutrientes necesarios para el óptimo desempeño de la defensa antioxidante, o bien puede contener agentes que promuevan la generación de RL, tales como toxinas o exceso de grasas poliinsaturadas.

La elevada demanda de energía en la vaca en transición condiciona un desequilibrio entre la producción de RL y la defensa antioxidante favoreciendo la presentación del estrés oxidativo. Es así que las evidencias indican que el estrés metabólico contribuye a la disfunción en la respuesta inflamatoria al estimular la respuesta inflamatoria mediante la activación de la expresión de citoquinas, eicosanoides y otros mediadores proinflamatorios.

La magnitud de la inflamación y del estrés oxidativo en las vacas en transición se incrementa producto de diversos factores, incluyendo el estrés ambiental, riesgo de enfermedades, obesidad e incremento de la concentración sanguínea de NEFA. Se ha postulado este último factor como el mayor contribuyente al estrés oxidativo y al incremento de los procesos inflamatorios en las vacas en transición, contribuyendo así a la presentación de los trastornos metabólicos e infecciosos en este período.

El aumento en el estrés oxidativo y de la inflamación sistémica disminuye la eficiencia productiva de la vaca durante el PT al competir con la escasa energía disponible. Por ello mantener un adecuado balance oxidati-

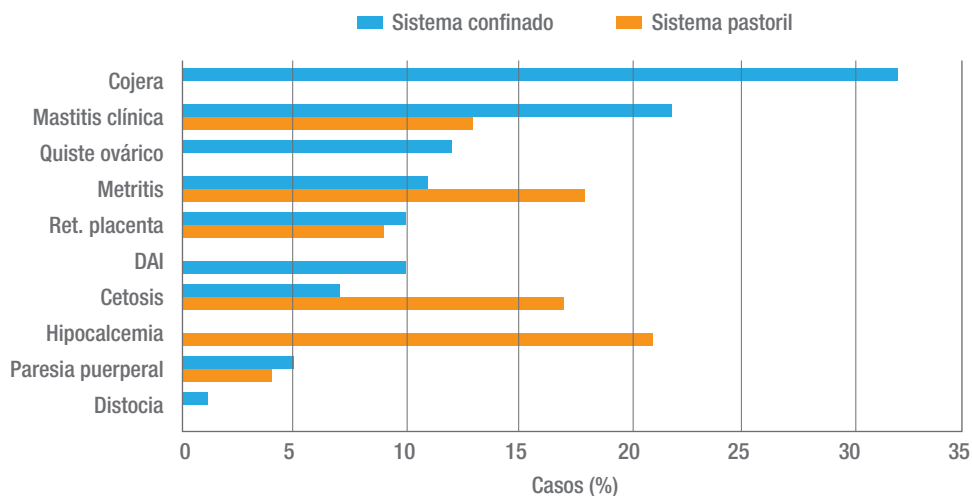
vo mediante el aporte de nutrientes que favorezcan la red antioxidante debería ser una de las prioridades en la vaca en transición.

#### 4.1.5 Importancia sanitaria del estrés metabólico en la vaca en transición

El estrés metabólico genera significativas pérdidas económicas en la industria ganadera, limitando la productividad de las vacas dado su mayor predisposición a cursar con enfermedades metabólicas (hipocalcemia, cetosis, hipomagnesemia y desplazamiento del abomaso), infecciosas (mastitis, metritis) que disminuyen su vida productiva aumentando con ello la tasa de reposición.

Se describe que el 30% al 50% de las vacas cursan con una enfermedad durante el período de transición (figura 21), constituyendo con ello preocupación no solo productiva sino también asociada al bienestar animal. Para su diagnóstico y control se emplea determinar en muestras de sangre, leche y orina la concentración de analitos cuyas concentraciones son influidas por el estatus metabólico de los nutrientes en el organismo, fundamentalmente asociados al metabolismo energético como  $\beta$ OHbutirato y NEFA, permitiendo con ello evaluar la condición o balance metabólico nutricional de los animales e identificar tempranamente los trastornos metabólicos que afectan de forma clínica o subclínica los rebaños.

**Figura 21.** Enfermedades asociadas al estrés metabólico de vacas lecheras en sistemas confinado de USA y Europa (Sordillo y Mavangira, 2014) y (b) pastoril de Chile (Sepúlveda-Varas et al. 2015).



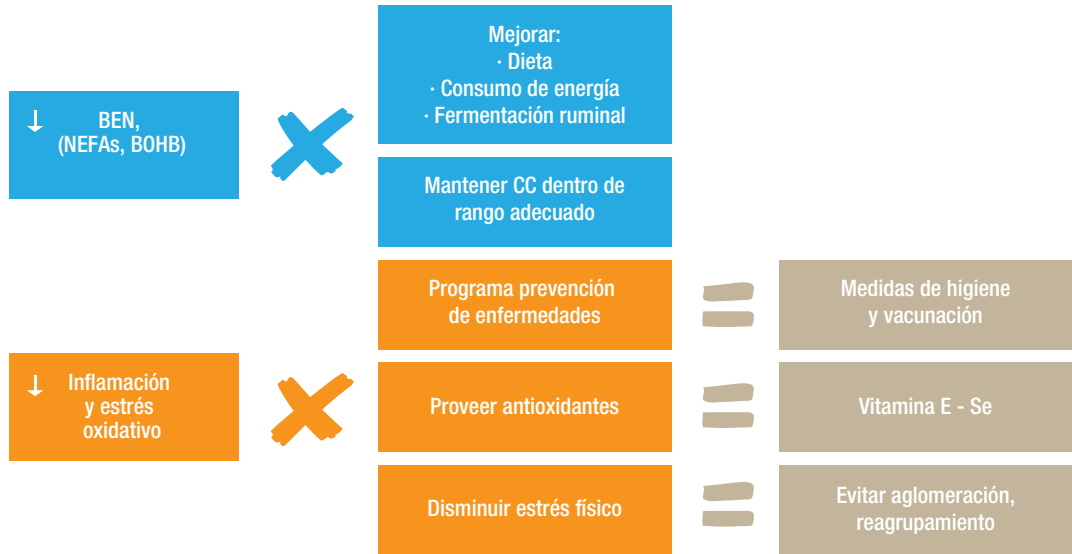
#### 4.1.6 Conclusiones

Históricamente las estrategias de control de las enfermedades metabólicas e infecciosas para la vaca en transición eran planteadas en forma independiente una de la otra. Las evidencias actuales señalan que los cambios metabólicos e inmunológicos son interdependientes afectando en forma conjunta la salud de la vaca. Por ello las estrategias tendientes a manejar el BEN, y las concentraciones sanguíneas de NEFA y  $\beta$ hidroxibutirato alrededor del parto, tienen un efecto beneficioso en la inmunidad y la respuesta inflamatoria. El principal objetivo para el bienestar de la vaca durante el PT se debe centrar en minimizar el BEN y con ello evitar los aumentos exagerados de las concentraciones sanguíneas de NEFA y  $\beta$ hidroxibutirato.

De igual manera, considerando que el estrés oxidativo está fuertemente ligado a procesos inflamatorios, se debe poner énfasis en su control mediante el aporte adecuado de micronutrientes precursores de antioxidantes, fundamentalmente Se por su carencia en dietas basadas en forrajes; junto a ello se deben minimizar los factores estresantes asociados al manejo como ser sobrecarga de vacas en espacios reducidos, adecuado diseño de patios, reducir el estrés social asociado al reagrupamiento de animales y optimizar el manejo nutricional para optimizar la ingesta de materia seca (figura 22).



**Figura 22.** Estrategia para la prevención y control del estrés metabólico en vacas lecheras.



Un adecuada comprensión de las complejas interacciones entre el estrés metabólico con la disfunción en la respuesta inflamatoria, conducirá a diseñar estrategias adicionales que efectivamente reduzcan las alteraciones de salud de las vacas en el PT, con merma en la fertilidad y producción y con ello las pérdidas económicas en la industria lechera.

## 4.2 ENFERMEDADES DE LA TRANSICIÓN Y SU RELACIÓN CON EL BIENESTAR DE LA VACA

En las últimas décadas el interés público por el bienestar animal en sistemas lecheros ha crecido considerablemente generando la necesidad de legislar sobre el tema en varios países incluyendo Chile. Tradicionalmente, la preocupación por el bienestar de las vacas se ha centrado en que éstas gocen de buen estado sanitario, por ejemplo que no presenten problemas reproductivos o de glándula mamaria, ambos asociados con importantes pérdidas de producción y eliminación temprana de animales. También se ha incorporado la preocupación por el que las vacas no tengan dolor a causa de enfermedades, lesiones o manejos, por lo que el uso de analgésicos y antiinflamatorios ha sido incorporado en algunos códigos y manuales de buenas prácticas y legislación de diversos países. Probablemente el tema de interés más reciente se relaciona con permitir que la vaca exprese su comportamiento natural y, en este sentido, las prácticas de manejo han sido foco de atención para la evaluación del bienestar en sistemas lecheros.

El PT es uno de los de mayor riesgo para que la vaca se enferme y, por lo tanto, es de gran preocupación desde el punto de vista del bienestar animal. Es así, que trabajos realizados por nuestro grupo indican que 5 de cada 10 vacas pueden enfermar en las semanas siguientes al parto. En general, los programas de salud en sistemas pastoriles se enfocan en la atención de problemas reproductivos, especialmente en la revisión de vacas que no entran en celo y, por lo tanto, muchas vacas que presentan algún tipo de enfermedad en la transición posparto pueden no ser revisadas y no detectadas como enfermas. A su vez, muchas enfermedades que afectan a la vaca en transición no presentan signos clínicos evidentes, lo que hace más difícil su diagnóstico. Esto puede acrecentar el problema de salud, bienestar y productividad de los animales afectados al no recibir un tratamiento oportuno, lo que aumenta las probabilidades que esos animales enfermos sean eliminados tempranamente del predio. A continuación, se describen las principales enfermedades de la transición que se producen en rebaños de la zona sur de Chile, las que se pueden clasificar en dos grades grupos: de origen metabólico como hipocalcemia, hipomagnesemia y cetosis, y de origen infeccioso y/o inflamatorio como metritis, mastitis y cojeras.

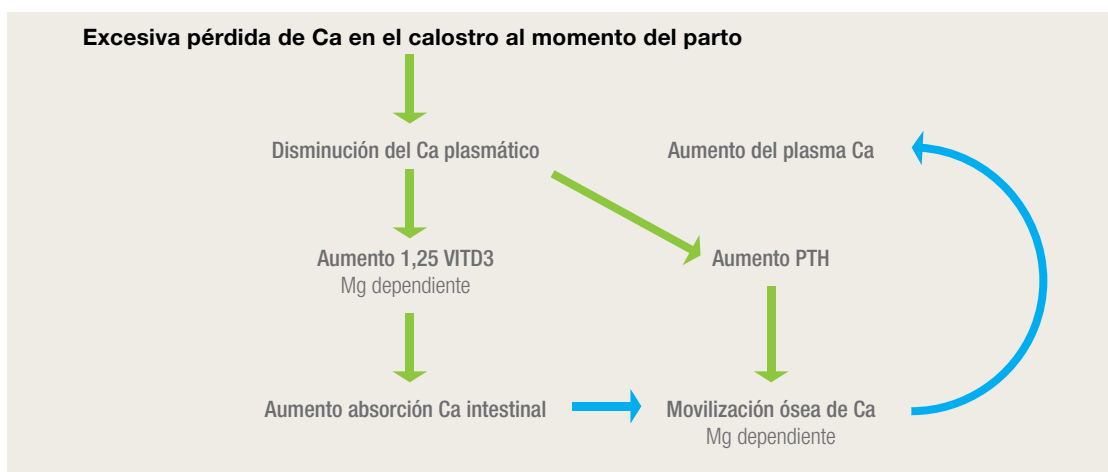
#### 4.2.1 Hipocalcemia subclínica y paresia puerperal

La paresia puerperal o “fiebre de leche” y la hipocalcemia subclínica (concentración plasmática total de calcio  $\leq 2,0$  mmol/L) son los desórdenes de macrominerales de mayor importancia que afectan a vacas lecheras durante el PT. Sus incidencias en sistemas pastoriles varían entre un 5% a 10% y entre un 35% a 43%, para los casos clínicos y subclínicos, respectivamente. En sistemas pastoriles del sur de Chile, hemos encontrado en promedio prevalencias de 4,2% para fiebre de leche y de 20% para hipocalcemia subclínica, con prevalencias entre rebaños que van del 9% al 32% para esta última. Se señala que por cada caso clínico de hipocalcemia en el rebaño, pueden existir 8 o más casos subclínicos.

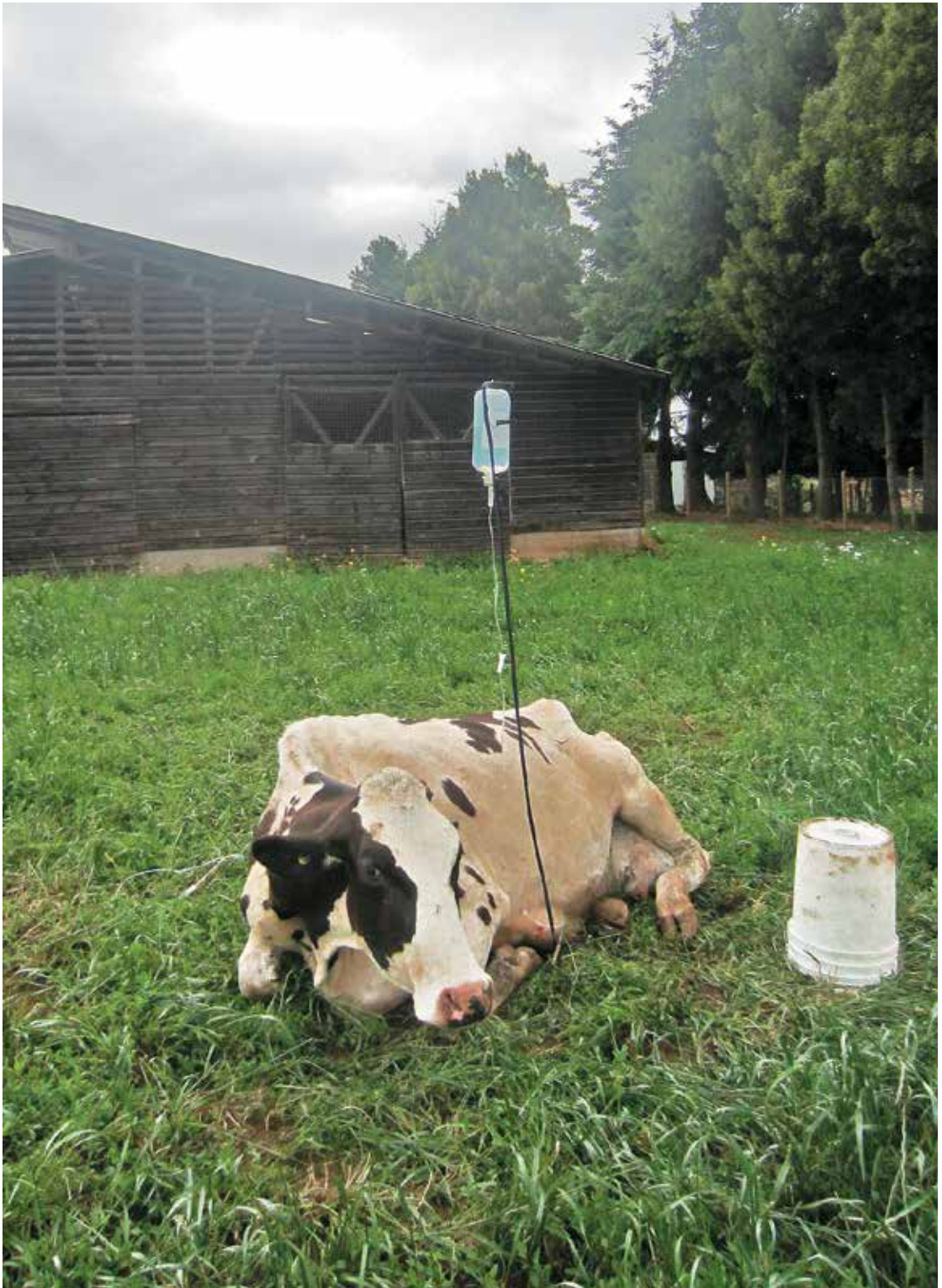
El cuadro clínico generalmente se presenta entre las 24 h previas al parto hasta las 72 h posteriores a éste, siendo más frecuente en vacas multíparas en comparación con las de primer parto y de razas como la Jersey. La causa es el descenso brusco e intenso de las concentraciones de calcio y fósforo en la sangre provocado por la salida de estos minerales hacia la glándula mamaria para la producción de calostro. La vaca es incapaz de compensar este egreso por una insuficiente movilización desde los huesos, lo que provoca alteraciones en el sistema nervioso, disminución del tono muscular y altera el funcionamiento del aparato cardiovascular. El diagnóstico es confirmado cuando el examen revela una calcemia inferior a 1,5 mmol/L. El tratamiento de este cuadro clínico consiste en restituir la calcemia mediante la administración endovenosa de soluciones cálcicas, donde la administración de calcio (3,3 g/100 kg pv) habitualmente es suficiente para restaurar la calcemia (figura 24). Junto a esta medida terapéutica se debe proveer cama blanda y una ordeña moderada.

*El Ca es esencial para variadas funciones del organismo, de tal manera que sus concentraciones plasmáticas se encuentran bajo un estricto control hormonal. En la práctica, esto se traduce en que el intervalo de referencia del calcio en sangre es estrecho y, frente a situaciones de aporte insuficiente, el control homeostático moviliza calcio desde los huesos hacia la sangre por lo que su determinación sérica es de baja sensibilidad diagnóstica. El control fisiológico incluye a la calcitonina, la que es liberada en respuesta a elevadas concentraciones plasmáticas de Ca y la parathormona (PTH) que se libera desde la glándula paratiroides en respuesta a bajas concentraciones plasmáticas. Cuando las concentraciones de Ca en el tracto digestivo disminuyen, la PTH es secretada y se estimula la síntesis del metabolito activo de la vitamina D (1,25 VITD3) y la absorción de calcio intestinal. El magnesio juega un rol fundamental en el metabolismo del calcio, ya que es un intermediario clave en la resorción ósea de calcio en respuesta a PTH (figura 23).*

**Figura 23.** Representación simple del metabolismo del calcio al momento del parto (Mulligan et al., 2006).



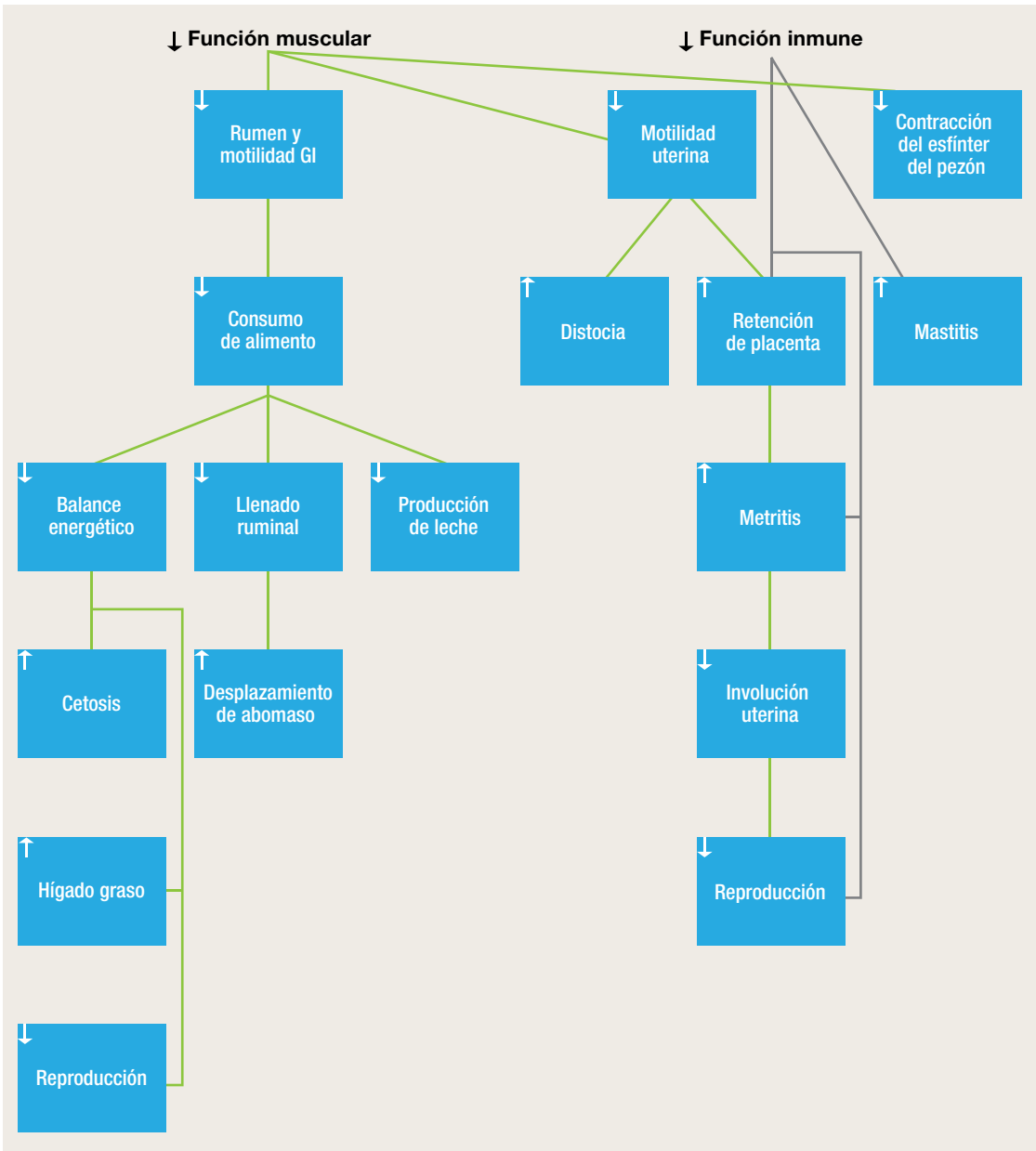
**Figura 24.** Vaca con paresia puerperal posparto siendo tratada con administración endovenosa de una solución cálcica.



Las consecuencias fisiológicas más importantes de la hipocalcemia se presentan en la figura 25. En estado de hipocalcemia subclínica, la capacidad de contracción de la musculatura lisa está disminuida afectando el movimiento ruminal e intestinal, reduciendo así el consumo voluntario e incrementando el riesgo de desplazamiento del abomaso y el balance energético negativo (BEN). Otro efecto es la disminución en la capacidad de contracción del útero favoreciendo las distocias, retrasos en la involución uterina con riesgo

de retención de placenta y metritis. A nivel de glándula mamaria, se reduce el tono del esfínter del pezón incrementando la incidencia de mastitis clínica. Por otra parte, el Ca es importante para la activación de los neutrófilos, células que defienden el organismo de las infecciones bacterianas, siendo el primer tipo de célula inmune que responde y llega al sitio de la infección, por lo que en estado de hipocalcemia se reduce su función predisponiendo a enfermedades de tipo infeccioso como metritis y mastitis.

**Figura 25.** Consecuencias de la hipocalcemia subclínica en vacas lecheras (Mulligan y col 2006).





Dentro de las medidas de prevención y control de la enfermedad, destacan:

- Restricción de la ingesta de Ca durante las últimas semanas de la preñez que tiene por objetivo preparar a la vaca para que la homeostasis del Ca se active en forma óptima al comienzo de la lactación. Con un suministro bajo de Ca durante el parto se favorece la absorción intestinal y una rápida liberación ósea al parto. Para esto es necesario que el animal consuma menos de 20 g/d de Ca.
- Suplementación con sales aniónicas durante la transición parto disminuyendo con ello la disponibilidad del Ca de la dieta, descrita en el capítulo 2.
- Suplementación oral con Ca (50-125 g, generalmente como propionato), suministrado dentro de las 24 horas posterior al parto, medida que puede clasificarse como tratamiento más que prevención.
- Administrar vitamina D o sus metabolitos 2 a 5 días antes del parto, aumentando con ello la absorción intestinal de Ca. Su efecto solo se logra si el parto es en la fecha esperada lo que en la práctica no sucede en muchas oportunidades.

#### 4.2.2 Hipomagnesemia y tetania hipomagnésica

La hipomagnesemia es un desorden metabólico subclínico, que se produce por una disminución de la concentración plasmática de Mg bajo el intervalo de referencia para la especie (<0,7 mmol/L). Esta alteración es de preocupación tanto para veterinarios como productores, ya que tiene importantes consecuencias en la salud y productividad de las vacas, como son la disminución en el consumo de alimento, alteración del metabolismo de los microorganismos ruminales y producción de leche, particularmente en el contenido de grasa. Por otro lado, incrementa el riesgo de presentación de hipocalcemia al reducir la secreción de la parathormona y la sensibilidad de los tejidos a ésta. Sin embargo, la presentación del cuadro clínico de tetania hipomagnésica o tetania de los pastos es uno de los mayores problemas de la industria ganadera del sur de Chile debido a las muertes que provoca.

La hipomagnesemia se observa en el sur de Chile, con relativa frecuencia en rebaños en pastoreo desde el otoño hasta la primavera, asociado a alimentación con forrajes con alto contenido de potasio y nitrógeno. La presentación del cuadro subclínico en vacas manejadas a pastoreo en las Regiones de Los Ríos y Los Lagos es de del 12% en grupos de vacas parto y 8 % en la lactancia.

La causa de la tetania es una disminución de la concentración de Mg en el fluido cerebroespinal secundaria a una hipomagnesemia y que incrementa la permeabilidad de las membranas neuronales. Los signos descritos, en una primera fase, son cambios bruscos de comportamiento, excitación, agresividad y dificultad para caminar. Cuadro que progresa rápidamente con convulsiones tónico-clónicas, decúbito, opistótono y muerte que en muchos casos es el único hallazgo dada la rapidez con que se presenta.

*A diferencia de lo que ocurre con el calcio, las concentraciones plasmáticas de Mg no tiene ningún mecanismo de regulación hormonal. Más aun, el pool de Mg de disponibilidad inmediata para suplir las variaciones de la concentración plasmática es mínimo, aproximadamente 2,5 g. Por lo tanto, las concentraciones plasmáticas de Mg están determinadas esencialmente por la absorción de Mg en el tracto gastrointestinal, principalmente en rumen y omaso, a través de mecanismos activos que son afectados negativamente por diferentes factores entre los cuales cabe mencionar el pH ruminal y el desbalance en la relación Na:K ruminal asociado a un elevado contenido de K en los forrajes (> 2% MS). Por tanto, la mantención de la magneemia depende del suministro diario en la dieta.*



Aunque el cuadro es de presentación repentina y evolución rápida, en algunos casos se alcanza tratar a los animales afectados, basado en la administración endovenosa de soluciones de Mg que provocan un aumento transitorio de la magnesemia, para volver a descender a las pocas horas. No obstante, utilizando soluciones de Mg y realizando el tratamiento oportunamente, se logra una recuperación en un 80% de los casos. Mientras el animal permanece en decúbito, los cuidados de enfermería tienen tanta importancia como el tratamiento medicamentoso. Es necesario permitirle una posición de decúbito esternal, que favorece la eliminación de los gases ruminales y la evacuación de orina. Será necesario proporcionar también una cama blanda y cambiar con frecuencia de posición, para evitar la compresión de masas musculares y heridas de decúbito.

La prevención y el control de la hipomagnesemia subclínica se debe realizar mediante la suplementación con Mg, la que debe asegurar una ingesta diaria efectiva del producto ofertado. Los procedimientos recomendados para la prevención en el rebaño son: adicionar a la dieta productos con Mg, evitar los desbalances nutricionales que alteran su metabolismo, promover el consumo de Mg desde la pradera y evitar los factores estresantes. Las formas de suplementar se agrupan bajo dos procedimientos: a) los métodos indirectos que emplean fertilizantes para modificar la composición mineral de los pastos y cultivos forrajeros y b) la administración directa que puede ser mediante la incorporación de Mg en la ración o el agua de bebida, o bien mediante la adición de mezclas minerales reforzadas con Mg en forma de polvo o como bloques para lamer. En el sur de Chile, los productos más empleados son el óxido de magnesio (50 – 60 g/vaca/día), el cual puede ser suministrado mezclado con los concentrados, ensilaje o con el heno. Buenos resultados se presentan al mezclar el óxido de magnesio con cloruro de sodio (20:80), con el objeto de mejorar la palatabilidad del óxido de magnesio. Si se dispone de una fuente controlada para el agua, es posible usar sulfato de magnesio al 0,5% en el agua de bebida.

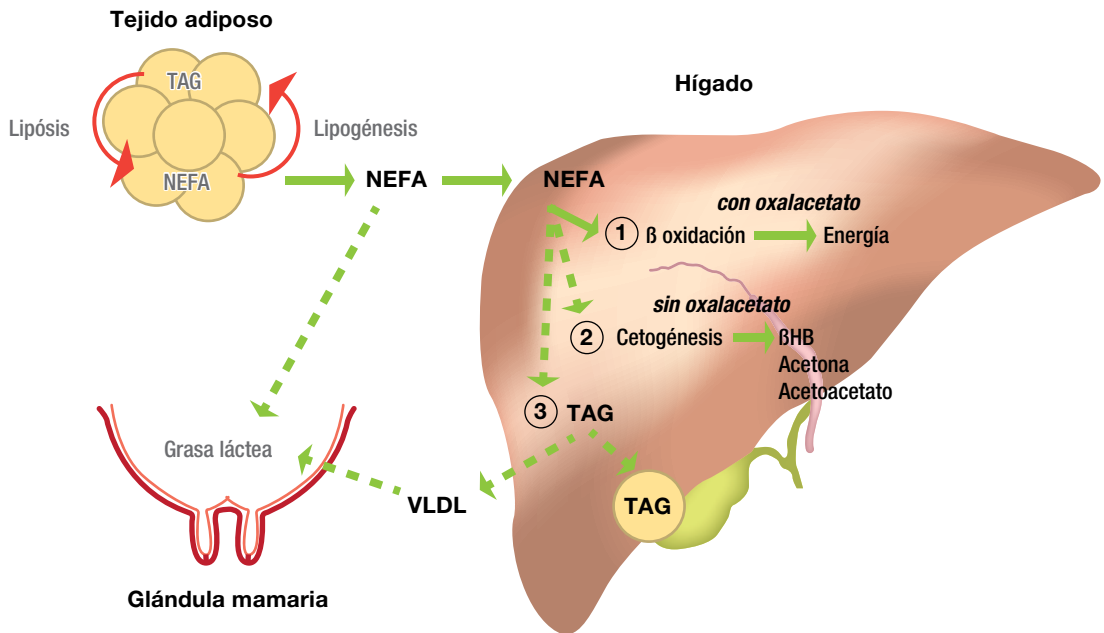
#### 4.2.3 Cetosis

La cetosis es una enfermedad metabólica relativamente común que afecta principalmente a vacas lecheras durante el inicio de la lactancia asociado al BEN. Cuando las vacas se encuentran en estado de BEN movilizan una gran cantidad de tejido adiposo, sin embargo debido a la gran demanda de glucosa para la producción de leche, la grasa corporal no puede ser convertida a energía a través de las vías metabólicas comúnmente utilizadas. Es así que ocurre la cetogénesis (vía alternativa para la producción de energía), con la consiguiente formación de cuerpos cetónicos (acetacetato,  $\beta$ HB y acetona). La cetosis ocurre cuando la absorción o producción de estos cuerpos cetónicos excede la capacidad del

rumiante en utilizarlos como fuente de energía, resultando en un incremento de su concentración en el plasma sanguíneo y otros fluidos como orina y leche.

*Después del parto, las vacas producen más leche de la que pueden energéticamente sintetizar a partir de la cantidad de alimento que son capaces de ingerir, forzándolas a basar parte de su producción de leche en sus reservas corporales. Los triacilglicerolos de los adipocitos son degradados a ácidos grasos no esterificados (NEFA del inglés “non-esterified fatty acids”) por acción de la enzima lipasa durante la lipo-movilización y pueden ingresar a la glándula mamaria, produciendo un aumento en la grasa de la leche o ser absorbidos por el hígado. Una vez dentro del hígado, los NEFA se convierten en una molécula llamada acetil-CoA. Este compuesto es oxidado en el ciclo de Krebs para ser utilizado como fuente de energía para la célula. Este proceso depende del suministro de oxalacetato, el cual se genera a partir de precursores gluconeogénicos, principalmente el propionato. Sin embargo, el oxalacetato también es utilizado para producir glucosa. Cuando el BEN es severo y la glucosa es altamente demandada para el funcionamiento orgánico y la producción de leche, el oxalacetato es utilizado preferentemente para la síntesis de glucosa. Esto resulta en que una menor cantidad de acetil-CoA es oxidado para la producción de energía, y pasa a ser parcialmente oxidado a cuerpos cetónicos (cetogénesis), los cuales son liberados al torrente sanguíneo para ser utilizado como fuente de energía por otros tejidos. Los principales cuerpos cetónicos formados son: acetacetato,  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ HB) y acetona. En caso que se limite el suministro de oxalacetato, los NEFA son esterificados a triacilglicerolos (TAG), los cuales son exportados como lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) o almacenados en el hígado. En este último caso se puede producir el cuadro de lipidosis hepática (figura 26)..*

**Figura 26.** Ruta metabólica de los NEFA en la vaca lechera (adaptado de Drackley, 1999).



Esta enfermedad metabólica se clasifica conforme a su presentación en tres tipos: primaria (I), secundaria (II) y alimentaria, donde cada una tiene una etiología diferente y por lo tanto, distintas estrategias de prevención (tabla 7).

**Tabla 7.** Características principales de los tres tipos de cetosis que se describen en vacas lecheras (adaptado de Oetzel 2007).

Característica	Tipo de Cetosis		
	Primaria	Secundaria	Alimentaria
Presentación	Espontánea; subalimentación	Vacas gordas; lipidosis hepática	Ensilaje
BHB plasmático	Muy alto	Alto	Muy alto o alto
NEFA plasmático	Alto	Alto	Normal o alto
Glucemia	Baja	Baja (puede ser alta al inicio)	Variable
Insulina plasmática	Baja	Baja (puede ser alta al inicio)	Variable
Condición corporal	Probablemente delgada	Comúnmente gorda (o perdió condición)	Variable
Destino de NEFA	Cuerpos cetónicos	Triglicéridos en hígado, luego cuerpos cetónicos	Variable
Gluconeogénesis hepática	Alta	Baja	Variable
Hallazgos hepáticos	Ninguno	Lipidosis hepática	Variable
Periodo de mayor riesgo	3 a 6 semanas postparto	1 a 2 semanas postparto	Variable
Pronóstico	Excelente	Reservado	Bueno
Prueba diagnóstica clave	BHB postparto	NEFA preparto	Acido butírico en el silo
Intervención clave	Manejo y nutrición postparto	Manejo y nutrición preparto	Manejo del ensilaje

La cetosis tipo I es la forma clásica de cetosis que afecta a las vacas lecheras de alta producción, presentándose generalmente a inicio de la lactancia cuando la producción de leche exige una elevada demanda de glucosa y el consumo de materia seca se encuentra disminuido.

La cetosis tipo II afecta a las vacas al inicio del parto. Afecta generalmente a vacas con excesiva condición corporal en el período preparto, que presentan disminuido su consumo de alimento y, por tanto, un estado de BEN. Por esta razón las vacas con cetosis tipo II comienzan a movilizar reservas grasas en las semanas previas al parto, produciendo un incremento de las concentraciones plasmáticas de NEFA; debido a eso, también incrementan la esterificación hepática de NEFA a triacilgliceroles, los cuales pueden acumularse en el hígado generando una lipodosis hepática.

La cetosis alimentaria se asocia la ingesta de ensilaje de baja calidad que presenta una fermentación butírica secundaria con la consiguiente formación de ácido butírico, el cual una vez ingerido por la vaca es metabolizado a  $\beta$ HB en la pared del rumen.

Basado en las concentraciones plasmáticas de  $\beta$ HB, gravedad y evolución del cuadro clínico se clasifica la cetosis en subclínica y clínica. La cetosis subclínica se caracteriza por una elevada concentración de cuerpos cetónicos sin la presencia de signos clínicos de la enfermedad, cuadro que provoca pérdidas económicas por disminución de la producción de leche y mayor predisposición a desarrollar enfermedades de la transición como retención de placenta, metritis y desplazamiento de abomaso entre otras). La incidencia de cetosis subclínica varía entre un 9 y 34% en los primeros dos meses de lactancia, con el mayor riesgo de presentación dentro de los primeros 21 días. Por otro lado, la incidencia de cetosis clínica se reporta entre un 2 y 15%, donde las vacas afectadas generalmente presentan disminución del apetito, reducción de su producción láctea, incrementan la pérdida de peso corporal y en muchos casos es posible detectar olor a acetona en la espiración o en la leche u orina. Un porcentaje menor de las vacas afectadas por la forma clínica desarrollan signos nerviosos como salivación, incoordinación motora y ceguera.

El diagnóstico de cetosis se realiza mediante la determinación de  $\beta$ HB plasmático, ya que este cuerpo cetónico es más estable en la sangre que el acetacetato o acetona. Se considera cetosis subclínica cuando las concentraciones plasmáticas de  $\beta$ HB son superiores a 1,2 mmol/L. Las vacas con cetosis clínica generalmente presentan concentraciones de  $\beta$ HB más elevadas (>2,0 mmol/L), pero con una gran variación individual. Para evitar los falsos positivos asociados con la producción ruminal de butirato, en sistemas confinados el muestreo de sangre debe

ser realizado 4 a 5 horas después de la ingesta del alimento, ya que el pico de  $\beta$ HB ocurre 4 horas posterior a la ingesta de la ración. En sistemas a pastoreo se deben obtener las muestras durante la mañana (~09:00h), o después de 4 horas del pico de ingesta de pradera (~19:00h). Cabe recalcar que NEFA es un buen indicador de movilización lipídica y de cetosis, pero no de la forma alimentaria. Actualmente existen instrumentos electrónicos portátiles (Precision Xtra®, TaiDoc®, Nova Vet®) para ser utilizados en condiciones de campo que muestran una alta sensibilidad y especificidad para la detección de las concentraciones plasmáticas de  $\beta$ HB.

El tratamiento de los casos más severos incluye la administración endovenosa de soluciones glucosadas y suministro oral de propilenglicol. Las estrategias de prevención apuntan a reducir el BEN, llevar a cabo un monitoreo de la dieta y de la condición corporal de las vacas, y otorgarles bienestar durante el período de transición e inicio de lactancia. También se recomienda el uso de aditivos que ayuden a controlar la movilización lipídica como el propilenglicol, que aumenta la glucemia y concentración de insulina, disminuyendo las concentraciones plasmáticas de  $\beta$ HB y NEFA y el acúmulo hepático de triacilglicol. También se ha reportado el uso de otros aditivos como niacina, inosíforos y somatotropina bovina pero con resultados contradictorios.

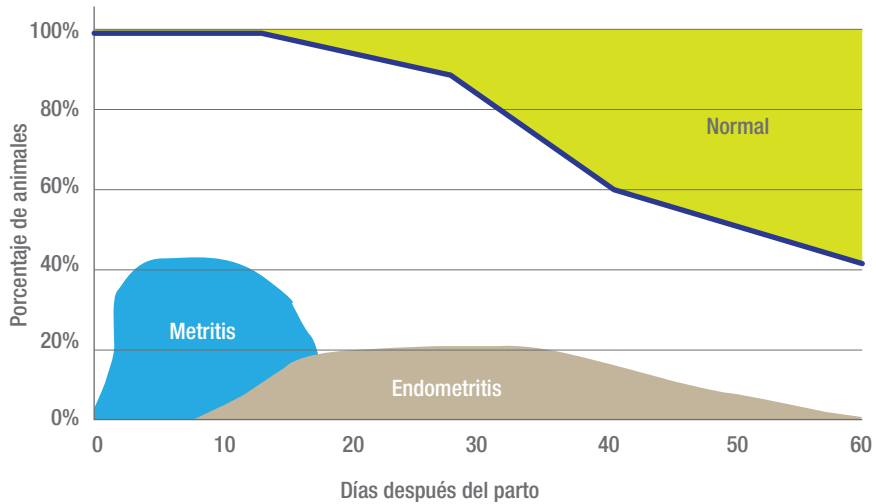
#### 4.2.4 Metritis

El útero de las vacas lecheras es a menudo afectado luego del parto por contaminación bacteriana, pero esto no implica necesariamente infección, ni desarrollo de enfermedad uterina. Las vacas normalmente logran controlar esta contaminación en el transcurso de la involución del útero, pero si la contaminación se traduce en infección y esta persiste, se desarrollarán enfermedades uterinas como metritis y endometritis.

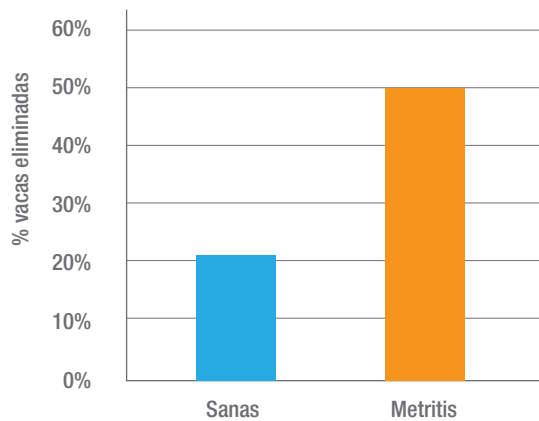
La figura 27 muestra que la contaminación bacteriana del útero ocurre en la mayoría de las vacas en las primeras semanas posparto luego del parto. Sin embargo, 25 a 40% de las vacas presentan metritis durante este período de tiempo, y la enfermedad puede persistir en el 20% de las vacas como endometritis. La presencia de bacterias patógenas en el útero causa inflamación con lesiones histológicas del endometrio, retraso en la involución uterina y afecta la sobrevida embrionaria. Consecuentemente, las enfermedades uterinas se asocian con menores tasas de concepción, aumento de los intervalos parto primer servicio o concepción y consecuentemente más vacas son eliminadas por problemas de fertilidad (figura 28).



**Figura 27.** Porcentaje de vacas que presentan contaminación bacteriana del útero en las primeras semanas posparto. Las áreas de color celeste y café representan la proporción de animales con metritis y endometritis, respectivamente. La línea azul indica el porcentaje de vacas con evidencia histológica de inflamación del endometrio (adaptado de Sheldon et al., 2008).



**Figura 28.** Porcentaje de eliminación en vacas con o sin enfermedad uterina luego del parto (adaptado de Wittrock et al., 2011).

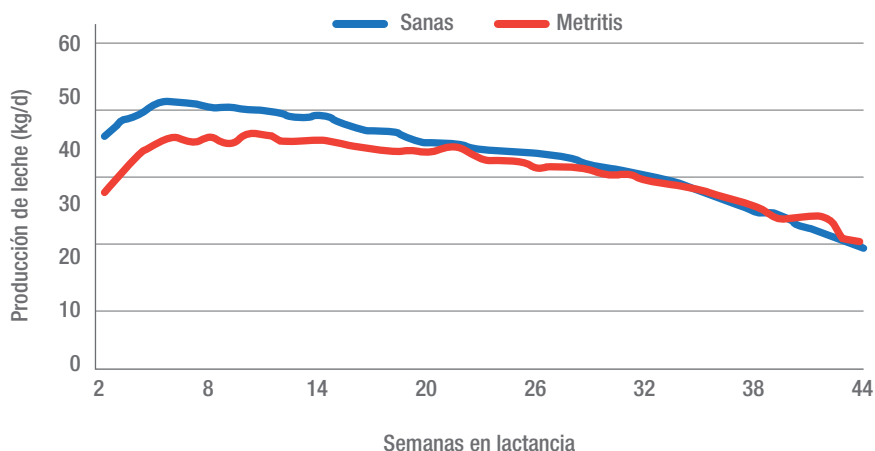


La metritis es la inflamación que afecta todas las capas del útero (endometrio, submucosa, muscular y serosa) provocada por una infección bacteriana producida durante el PT posparto (comúnmente dentro de los primeros 10 días posteriores al parto). Según las características de la descarga vaginal y el compromiso sistémico del animal se clasifica en metritis puerperal y metritis clínica. Un caso de metritis puerperal se define como una vaca que presenta un útero anormalmente aumentado de tamaño y con descarga uterina maloliente, acuosa, de color marrón rojiza y acompañada de signos sistémicos de enfermedad como piroxia, inapetencia, y depresión. Además, la metritis puerperal se asocia con una reducción sus-

tancial de la producción de leche que persiste incluso luego de la resolución del cuadro (figura 29). La metritis clínica en tanto, se define cuando la vaca presenta un útero aumentado de tamaño y descarga uterina purulenta, pero sin compromiso sistémico.

La metritis puerperal es la única infección uterina capaz de poner en riesgo la vida del animal (metritis puerperal tóxica-séptica) ya que las endotoxinas y los patógenos pueden pasar del útero a la circulación, cuando la mucosa está severamente debilitada. Frecuentemente se presenta con vaginitis y cervicitis, y si logra extenderse a través de la pared uterina puede causar peritonitis.

**Figura 29.** Producción de leche (kg/d) durante la lactancia en vacas que presentaron metritis o se mantuvieron sanas luego del parto (adaptado de Wittrock et al. 2011).

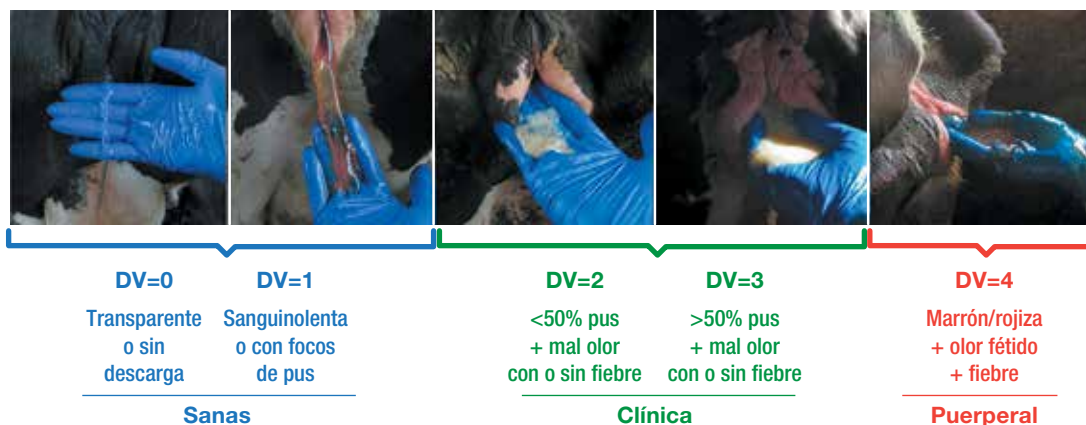


El diagnóstico se realiza a través del examen de las características físicas de la descarga vaginal. El método manual es rápido, de bajo costo y no ocasiona contaminación bacteriana del tracto reproductivo. Esta técnica consiste en realizar una limpieza exhaustiva de la zona vulvar con toallas de papel empapadas en una solución yodada para remover cualquier resto de materia fecal que pueda ser introducida en el canal vaginal. Una vez que la zona vulvar está limpia y seca, se introduce la mano utilizando un guante limpio y lubricado a través del canal vaginal hasta el cérvix donde es posible obtener el contenido. Según las características físicas de la descarga vaginal (DV) se clasifica en (figura 30): sin contenido o contenido mucoso transparente = 0; mucoso sanguinolento o con flóculos de pus = 1; mucopurulento ( $\leq 50\%$  de pus presente) y mal oliente = 2; purulenta ( $\geq 50\%$  pus presente) y mal oliente = 3;

acuosa, fétida y de color marrón rojizo = 4. Los grados 0 y 1 se consideran vacas sin metritis, los grados 2 y 3 como metritis clínica y el grado 4 con presencia de signos sistémicos (depresión, anorexia, temperatura rectal  $\geq 39,5^{\circ}\text{C}$ ) se considera metritis puerperal.

Otras técnicas para el diagnóstico de metritis son el uso del vaginoscopio u otros instrumentos que permitan retirar y observar el contenido desde el canal vaginal. Sin embargo se debe tener presente que estos instrumentos deben permanecer limpios y desinfectados, ya que el uso entre animales sin las adecuadas medidas de higiene puede producir infecciones uterinas iatrogénicas. En los últimos años, el uso de la ecografía parece ser una herramienta útil para identificar las características del contenido uterino.

**Figura 30.** Puntuación de los diferentes grados de descarga vaginal (DV) y su clasificación para el diagnóstico de metritis en vacas lecheras utilizando el método de evaluación manual (adaptado de Urton et al., 2005).



Los factores de riesgo para la presentación de metritis incluyen la retención de placenta, la higiene del ambiente al momento del parto, partos gemelares, distocias, factores dietarios y enfermedades metabólicas como hipocalcemia. Desafortunadamente, poco se ha avanzado en el control o prevención de la metritis, esto sumado a que es común que la revisión de las vacas se realice posterior a los 25 días posparto, por lo que muchas vacas que presentan la enfermedad no son detectadas a tiempo.

Los objetivos del tratamiento de la metritis deben enfocarse en mejorar el estado de salud de la vaca y eliminar la infección en el útero con el mínimo trauma de los tejidos, con la finalidad de que la vaca se pueda preñar lo más pronto luego del tratamiento. Sin embargo, muchos tratamientos comúnmente empleados no son efectivos para restaurar la salud uterina, debido a la ineffectividad del fármaco o por el daño que puede causar en la mucosa uterina. Los tratamientos descritos incluyen antibióticos, desinfectantes químicos y terapia hormonal. La aplicación sistémica de antibióticos es importante en casos de metritis puerperal, ya que la infección puede generalizarse. Cuando se desarrolla metritis puerperal, la aplicación de antibióticos activos contra *A. pyogenes*, *E. coli* y anaerobios gram negativos es necesaria para lograr un tratamiento exitoso contra infecciones uterinas masivas y para prevenir complicaciones sépticas. Las infusiones intrauterinas de desinfectantes como el yodo, clorhexidina o derivados del cresol han sido propuestas para el tratamiento de la metritis, pero nuevos trabajos cuestionan su uso por la irritación y daño que pueden

causar al endometrio. Respecto al uso de hormonas como la oxitocina, estrógeno y prostaglandina, su ventaja frente a los antibióticos es que no inducen residuo en leche, razón por la cual han sido ampliamente utilizadas. Sin embargo, su eficacia se ha evaluado en diferentes trabajos con resultados contradictorios, por lo que su uso debiese ser evaluado caso a caso. Es importante mencionar que la metritis es un cuadro inflamatorio que puede provocar malestar e incomodidad en las vacas, por lo que el uso de AINEs como terapia complementaria está recomendado.

#### 4.2.5 Metas

Uno de los principales desafíos que enfrentan los productores lecheros y veterinarios es mantener a las vacas sanas, particularmente durante este período crítico. A su vez, la mayoría de las enfermedades del período de transición no tienen una sola causa, y a menudo están interrelacionadas, por lo que muchas veces las vacas presentan varias enfermedades al mismo tiempo.

Existe gran variabilidad en la incidencia de las enfermedades entre predios, indicando que ciertos manejos prediales pueden ser factores de riesgo para su presentación, en donde productores han encontrado la manera de manejar a sus vacas de manera tal que sólo tienen una baja ocurrencia de estos problemas y otros con resultados opuestos. La tabla 8 muestra los valores considerados óptimos y recomendaciones de nivel crítico o problema para la presentación de diferentes enfermedades de la transición.

**Tabla 8.** Valores propuestos como óptimos y problema para trastornos que afectan la salud de vacas durante el período de transición en sistemas pastoriles. Los valores están expresados en porcentaje con relación al total de vacas posparto (Lean y Degaris 2010).

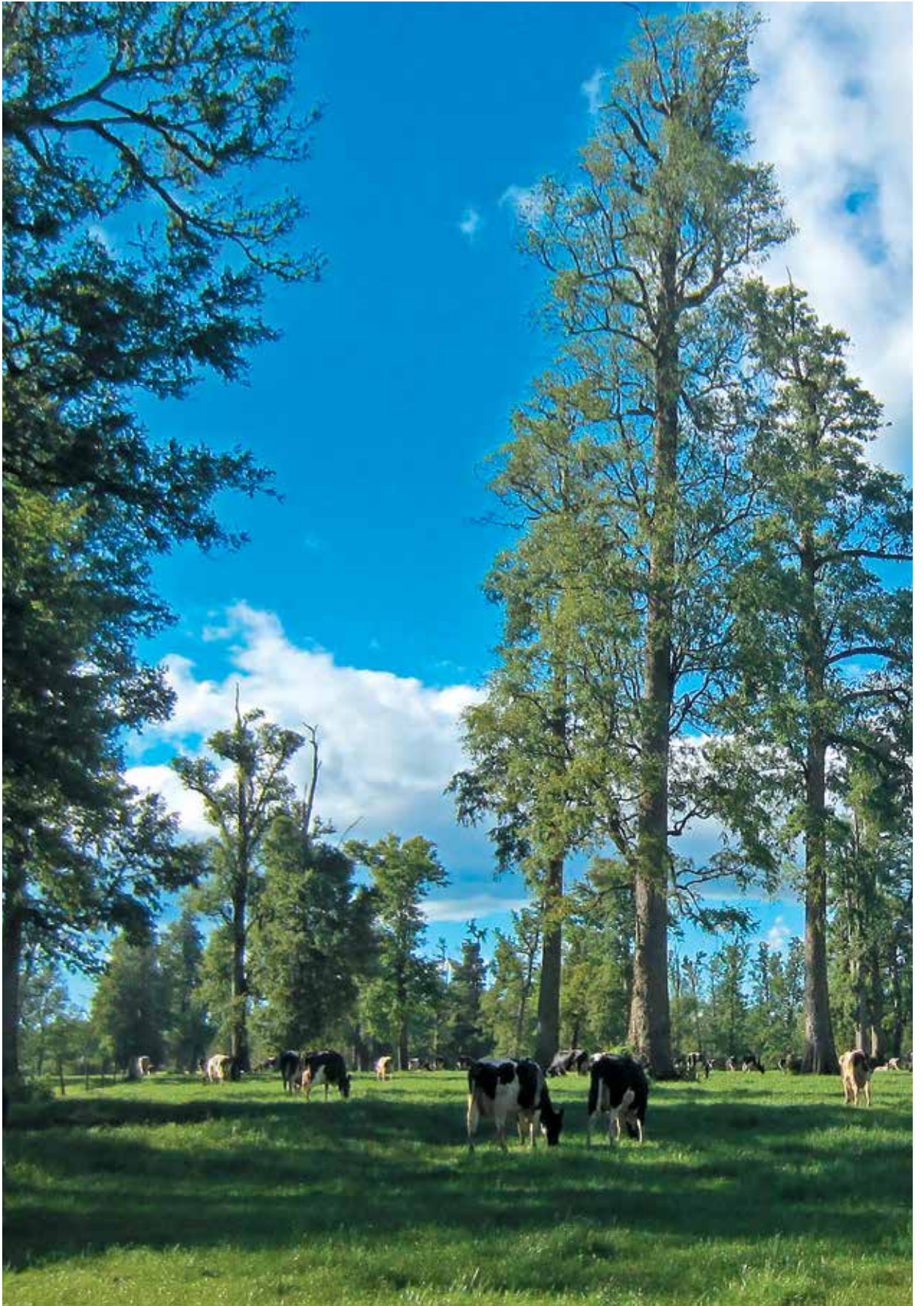
Trastorno de salud	Óptimo	Problema
Paresia puerperal	< 1%	> 3%
Tetania hipomagnésica	0 %	1 caso
Cetosis clínica	< 1%	> 2%
Acidosis ruminal aguda	0 %	1 %
Desplazamiento de abomaso	< 1%	> 2%
Metritis puerperal	< 5%	> 10%
Retención de placenta	< 4%	> 6 %
Parto distócico	< 4%	> 6%
Cojera clínica	< 2%	> 4%

#### 4.2.6 Conclusiones

Las enfermedades del PT afectan negativamente el bienestar de la vaca al ser eventos que comprometen el estado de salud del animal, causando en muchos casos dolor e incomodidad. El monitoreo de las vacas luego del parto es clave para detectar tempranamente animales enfermos y poder instaurar tratamien-

tos oportunos, con la finalidad de disminuir o evitar las pérdidas productivas y reproductivas asociadas a la enfermedad. Finalmente, las enfermedades de la transición afectan a la industria lechera a través de la eliminación temprana de animales potencialmente productivos, impactando negativamente la rentabilidad y sustentabilidad del sistema.







## 5. DETECCIÓN TEMPRANA DE VACAS ENFERMAS O EN RIESGO DE ENFERMAR

### 5.1 MONITOREO ESTADO METABÓLICO - NUTRICIONAL

#### 5.1.1 Evaluación Metabólica de Rebaños

Los análisis bioquímicos clínicos en medicina de individuos se han utilizado rutinariamente en las prácticas veterinarias, es así que exámenes de campo o al lado de la vaca, como las pruebas rápidas para la cetosis, hipocalcemia puerperal, pH ruminal, inmunoglobulinas en terneros, constituyen un apoyo del laboratorio al diagnóstico de enfermedades metabólicas y alteraciones de salud de los animales. Hoy en día la medicina individual en animales de producción tiene un uso limitado, mientras que los procedimientos de diagnóstico de rebaño constituyen una herramienta útil para monitorear, diagnosticar y controlar las enfermedades que los afectan.

Los marcadores bioquímicos corresponden a analitos que pueden ser cuantificados en muestras de tejidos como sangre o fluidos corporales como leche u orina de un animal o en un grupo en el rebaño, y que definen el grado de equilibrio metabólico logrado mediante la “homeorresis”, que corresponde al mecanismo que regula y coordina los cambios en los procesos metabólicos de tejidos del animal que son requeridos para sostener una condición o carga fisiológica, como sucede en el período de transición, especialmente al inicio de la producción láctea. Basado en este concepto y la idea que “*lo que no es medido difícilmente puede ser corregido*”, en los años setenta se comenzó a utilizar en Europa los “perfiles metabólicos” (PM), técnica que se ha ido adaptado a diferentes sistemas y especies productivas, incorporando nuevos marcadores o formas de aproximación, acorde con las realidades locales y los avances científicos y tecnológicos.

Un Perfil Metabólico es definido como un conjunto de análisis bioquímicos realizados en un momento definido con el propósito de monitorear la salud metabólica del rebaño y contribuir a establecer las alteraciones metabólicas y enfermedades que afectan la producción. Es un examen complementario utilizado en la evaluación y diagnóstico de las “*enfermedades de la producción*” que se analiza, en uno o más grupos de animales representativos del rebaño, en los que se determinan bio-marcadores indicadores del balance metabólico nutricional y del estrés metabólico. Los resultados obtenidos se comparan con intervalos de

referencia poblacionales (IR) o umbrales críticos (cut-off), indicando así el grado de adecuación de las principales vías metabólicas relacionadas con energía, proteína y minerales, la funcionalidad de órganos vitales para la producción como el hígado y el grado de salud o bienestar de los animales. Su mayor utilidad se ha centrado en el estudio de los desbalances metabólicos nutricionales que se presentan en las vacas lecheras durante el período de transición e inicio de la lactancia. Su empleo se ha promovido para:

a) realizar una *prospección de los desbalances metabólicos* asociados a una inadecuada alimentación o manejo en lotes de vacas agrupadas acorde a su condición fisiológica, productiva o sanitaria, examen conocido tradicionalmente como Perfil Metabólico y

b) evaluación a nivel de individuos o rebaños como indicador para *estimar el riesgo* de presentación de trastornos metabólicos e inflamatorios en las vacas en transición, procedimiento que ha tomado auge en los últimos años al incluirse como práctica en el manejo de las vacas lecheras durante este período.

#### 5.1.2 Evaluación de riesgo

Determina bio-marcadores o analitos definidos durante el período de transición con el propósito de establecer el riesgo que individuos de un rebaño cursen posteriormente con enfermedades específicas. Bajo este enfoque, se determina en algunos animales la concentración sanguínea de un analito en un período definido y sus resultados se comparan con un umbral crítico.

Las vacas con resultados fuera de dicho umbral definen el mayor riesgo de cursar posteriormente con una patología definida. Considerando que la mayor presentación de trastornos metabólicos e inflamatorios es al final del período de transición e inicio de la lactancia, la estrategia de muestreo se ubica en el parto o inmediatamente después del parto. Los primeros trabajos en esta línea fueron realizados por Sommer en Alemania quien describió la metaflaxis como parte de la medicina preventiva de rebaños al demostrar que un diagnóstico temprano basado en la determinaciones séricas de colesterol y AST en vacas parto, permite identificar vacas en riesgo, las que al ser tratadas preventivamente disminuye en ellas la presentación de enfermedades en el posparto (tabla 9).

**Tabla 9.** Efecto de una metafilaxis parto basada en la identificación de vacas en riesgo (hipocolesterolemia o AST aumentado) en la presentación de enfermedades en el parto (adaptado de Sommer, 1975).

	Tratadas (n=202)	Control (n=283)
Retención de placenta	5%	9%
Enfermedad metabólica	2%	12%
Endometritis	8%	25%
Disfunción ovárica	11%	19%
Mastitis	1%	8%

Esta técnica se ha empleado mayormente para definir las vacas que cursan con balance energético negativo (BEN), y su mayor riesgo de enfermar en el parto; con dicho propósito se utiliza la determinación de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y  $\beta$ OHbutirato

(BHB) en sangre, de igual manera se ha utilizado las determinaciones de colesterol sérico preparto y posparto y de calcio sérico. Todas ellas se asocian con incremento en las presentaciones de metritis y otras enfermedades del parto (tabla 10).

**Tabla 10.** Asociaciones entre concentraciones séricas de ácidos grasos libres (NEFA),  $\beta$ hidroxi-butirato (BHB) y calcio (Ca), de vacas en transición con el riesgo de presentación de enfermedades al parto.

Analito	Punto de corte	Días del parto	Enfermedad	Riesgo	Referencia
NEFA	1,1 mmol/L	-21 a -3	Todas	2,1	Van Saun 2006
NEFA	0,5 "	3 a 21	Todas	4,2	Van Saun 2006
NEFA	0,3	-14 a -3	C+DA+RP+M	1,6	Ospina et al. 2013
NEFA	0,6	3 a 14	C+DA+RP+M	1,9	Ospina et al. 2013
BHB	1,0	3 a 14	C+DA+RP+M	3,1	Ospina et al. 2013
BHB	1,2 "	1 a 7	DA	8,0	LeBlanc et al. 2005
BHB	1,2 "	1 a 7	Metritis	3,3	Duffield et al. 2009
BHB	1,0 "	3 a 14	Cetosis	2,8	Ospina et al. 2010
Ca	2,0 "	21 a 21	Todas	4,0	Van Saun 2006

\*C= cetosis; DA= desvío de abomaso; RP= retención de placenta; M= metritis

En esta línea destacan los trabajos realizados en Cornell-USA valorando BEN, a nivel de individuos, en base al aumento de las concentraciones séricas de NEFA pre y posparto y BHB posparto y su relación con la presentación de enfermedades en el parto (cetosis subclínica y clínica, desvío de abomaso, re-

tención de placenta y metritis) (tabla 11). Se ha señalado que vacas con concentraciones de NEFA preparto de  $>0,3$  y posparto  $>0,7$  mmol/L o de BHB posparto  $>1,0$  mmol/L tienen una menor probabilidad de preñez y su producción de leche se verá disminuida.

**Tabla 11.** Concentraciones séricas pre y posparto de ácidos grasos libres (NEFA) y βhidroxi-butarato (BHB) como predictores de riesgo de enfermedades en el período de transición (Adaptado de Ospina et al 2010).

Enfermedad	Preparto (-14 a -2 días)		Posparto (3 a 14 días)	
	Punto de corte	Riesgo	Punto de corte	Riesgo
<b>NEFA (mmol/L)*</b>				
DA*	0,3	2,0	0,7	9,7
Cetosis	0,3	1,8	0,6	5,0
Ret. placenta y metritis	0,4	2,2	-	-
Metritis	-	-	0,4	17,0
Otras	0,3	1,8	0,6	4,4
<b>Posparto (3 a 21 días)</b>				
<b>BHB (mmol/L)*</b>				
DA*	-	-	1,0	6,9
Cetosis	-	-	1,0	4,9
Metritis	-	-	0,7	2,3
Otras	-	-	1,0	4,4

\*Desvío de abomaso

Definir el porcentaje de vacas con valores alterados de un analito en el período de transición permite proyectar resultados individuales a la performance del rebaño en aspectos de salud, producción o fertilidad en la lactancia posterior, constituyendo una alarma de futuras pérdidas esperables de mantenerse dicha condición (tabla 12).

El número de animales a muestrear en un momento varía acorde a variables estadísticas (error aceptado, prevalencia esperada, número de animales en riesgo) y analíticas (precisión y exactitud de la técnica). Así

para NEFA y BHB en un rebaño de 1000 vacas con 3 a 4 partos diarios, que tendría  $\pm 35$  vacas en riesgo, se deberían muestrear 14 vacas (con IC de 75% y error de  $\pm 10$ ). Actualmente aconsejan usar esta técnica determinando BHB cada 2 semanas en 20 vacas de 3 a 14 días posparto (ejemplo de rebaño de 1000 vacas) y en caso de haber 15% a 40% de positivas (BHB  $\geq 1,2$  mmol/L), controlar todas las vacas en riesgo dos veces a la semana y tratar las positivas con propilen glicol, si la prevalencia es  $>40\%$  se deben tratar todas las vacas en riesgo desde el día 3 de lactancia por 5 días y continuar el monitoreo bisemanal.

**Tabla 12.** Asociación entre el porcentaje de vacas lecheras en transición que presentan concentraciones séricas aumentadas de NEFA o BHB con alteraciones productivas y de fertilidad posterior.

% vacas sobre punto de corte	Analito (en mmol/L)	Día de muestreo referido al parto	Alteración	Magnitud
$\geq 15^*$	NEFA $\geq 0,3$	-3 a -14	Cetosis o DA	3,6 veces
$\geq 15^*$	NEFA $\geq 0,3$	-3 a -14	Prod leche 305 ds	-282 kg/vaca/rebaño
$\geq 15^*$	NEFA $\geq 0,6$	+3 a +14	Prod leche 305 ds	-288 kg/vaca/rebaño
$\geq 15^*$	BHB $\geq 1,2$	+3 a +14	Prod leche 305 ds	-534 kg/vaca/rebaño
$\geq 15^*$	NEFA $\geq 0,3$	-3 a -14	% preñez 70 ds	-1,2 veces
$\geq 15^*$	NEFA $\geq 0,7$	+3 a +14	% preñez 70 ds	-0,9 veces
$\geq 30^{**}$	NEFA $\geq 0,5$	-1 a -7	Prod leche 1° control	-3 kg/d/vaca
$\geq 15^{**}$	BHB $\geq 0,8$	-1 a -7	Prod leche 1° control	-4,4 kg/d/vaca
$\geq 30^{**}$	NEFA $\geq 1,0$	+1 a +7	Preñez 1° servicio	0,6 Odds Ratio

Datos de: \*Ospina et al 2013; \*\*Chapinal et al. 2012.

Una variación dentro de este esquema de PM en bovinos lecheros ha sido propuesta por investigadores italianos, la cual promueve evaluar los procesos inflamatorios en el peri-parto mediante el “Índice de funcionalidad hepática (LFI)”, índice que se obtiene de establecer los cambios en las concentraciones séricas de albumina, colesterol y bilirrubina entre los días 3 a 28 posparto, definiendo cuantitativamente la magnitud de la inflamación en el período de transición posparto y su efecto en la producción, fertilidad y salud posterior de la vaca.

## 5.2 EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN EL COMPORTAMIENTO

Los cambios de comportamiento se han utilizado durante siglos para identificar animales enfermos. Un ejemplo de esta aplicación se ve en el diagnóstico clínico de la paresia hipocalcémica o fiebre de la leche en la vaca durante los días siguientes al parto, basado en cambios de comportamiento como la anorexia, letargo y dificultad de mantenerse de pie, entre otros signos. En la última década, investigaciones demuestran que vacas enfermas siguen un clásico patrón conductual que también ha sido descrito en otras especies y se conoce como el “*sickness behavior*”, como son anorexia, letargia, disminución de la actividad exploratoria, actividad reproductiva, ingesta de agua, acicalamiento y otros comportamientos sociales (figura 31). Este patrón se observa en vacas que presentan enfermeda-

des del período de transición como son metritis, ceto-sis, desplazamiento de abomaso y también en casos de cojeras.

Algunos trabajos han reportado comportamientos menos clásicos en animales enfermos. Por ejemplo, vacas con mastitis clínica, tanto de ocurrencia natural como experimentalmente inducida, permanecen más tiempo de pie durante el transcurso de la enfermedad en comparación con el período en que se encontraban sanas. Este comportamiento, aunque no es un signo clásico de enfermedad, probablemente es reflejo de los cambios motivacionales asociados con un aumento del dolor; vacas con mastitis prefieren mantenerse de pie y aliviar el dolor y la presión de la ubre, más que echarse y descansar.

Cambios en el comportamiento pueden indicar dolor y malestar asociado con un pobre estado de salud, pero también pueden predecir el riesgo de enfermar. En los últimos 10 años se ha descrito la creciente evidencia científica que demuestra que cambios en el comportamiento alimentario, de descanso y social pueden predecir enfermedades que afectan comúnmente a las vacas durante el período de transición, incluyendo las cojeras.

### 5.2.1 Comportamiento alimentario

Tal vez uno de los predictores conductuales más estudiados en sistemas estabulados es el comportamiento alimentario. Las vacas normalmente disminuyen el

**Figura 31.** Vaca lechera en la pradera mostrando el clásico comportamiento de enfermedad o *sickness behavior*.

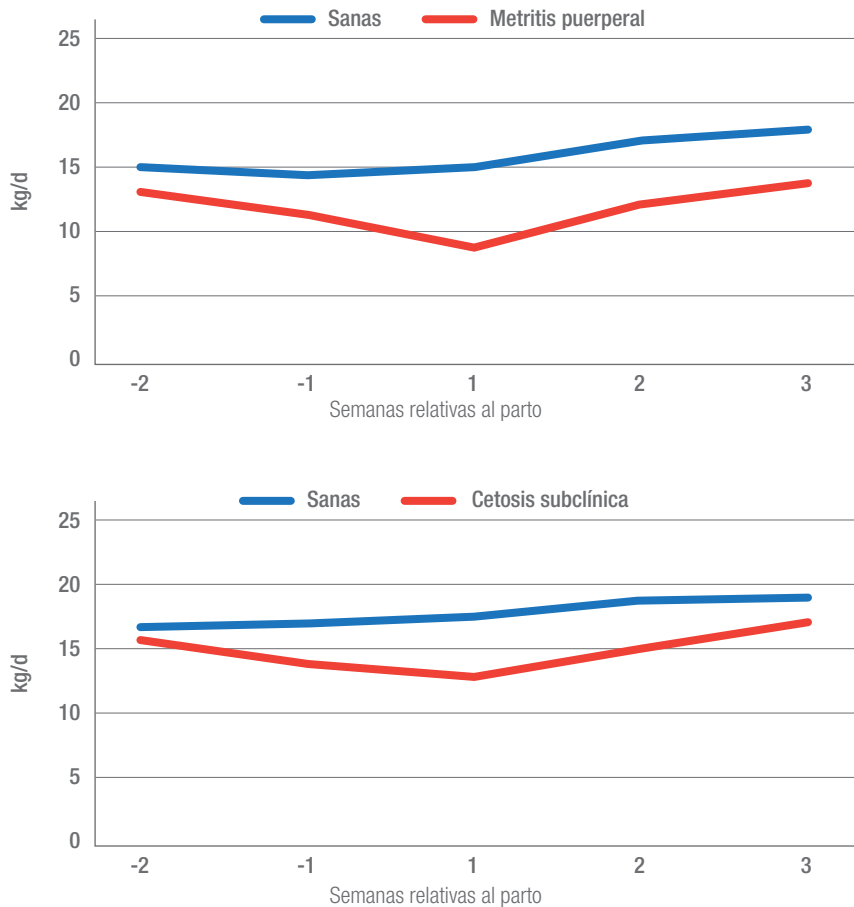




consumo de alimento en los días cercanos al parto, pero estos descensos parecen ser más severos en las vacas en situación de riesgo de enfermedad. La figura 32 muestra que vacas diagnosticadas con metritis o cetosis subclínica después del parto presentan menor

consumo de alimento durante el período preparto, indicando que estos cambios preceden a la aparición de signos clínicos en el caso de la metritis o en la medición de BOHbutirato en sangre.

**Figura 32.** Consumo de alimento en vacas mantenidas sanas y luego diagnosticadas con metritis puerperal o cetosis subclínica en el posparto (adaptado de Huzzey et al. 2007 y Goldhawk et al. 2009).



Los sistemas automatizados para medir el consumo de alimento y el comportamiento alimentario son más aplicables a sistemas con estabulación permanente, y por lo tanto no es sorprendente que la mayoría de la investigación se ha realizado utilizando vacas alojadas en estos tipos de sistemas. Es evidente que la evaluación y monitoreo de este tipo de comportamiento es más difícil en los sistemas pastoriles, ya que la observación visual no es un método rutinario práctico de utilizar. En este sentido, la evaluación objetiva y continua de otros tipos de comportamientos se hace necesario. En los predios lecheros a pastoreo es cada vez más frecuente contar con tecnología como podómetros o acelerómetros que son capaces de medir tanto la ac-

tividad del animal como el tiempo de descanso, y los collares con sensores de sonidos que pueden entregar información sobre los patrones diarios del comportamiento de rumia de las vacas. Tradicionalmente esta tecnología se ha utilizado para la detección de celo, pero al entregar información sobre algunas conductas del animal son eficientes en detectar cambios que puedan servir de alerta para la revisión de animales enfermos o en riesgo de enfermar.

### 5.2.2 Comportamiento de descanso

Cambios en el comportamiento de descanso, incluyendo el tiempo total que las vacas permanecen echadas, la frecuencia con que se echan y la duración de

cada episodio de descanso, es un indicador útil para identificar problemas de salud así como también para evaluar el confort de las vacas. A través del uso de dispositivos como los acelerómetros (figura 33), es posible evaluar de manera continua la fuerza de gravedad en múltiples ejes, y éstos valores pueden ser procesa-

dos para determinar la actividad y comportamientos posturales. Estos dispositivos han sido recientemente utilizados en sistemas pastoriles permitiendo identificar diferencias en tiempos de descanso entre vacas enfermas y sanas durante el período de transición.

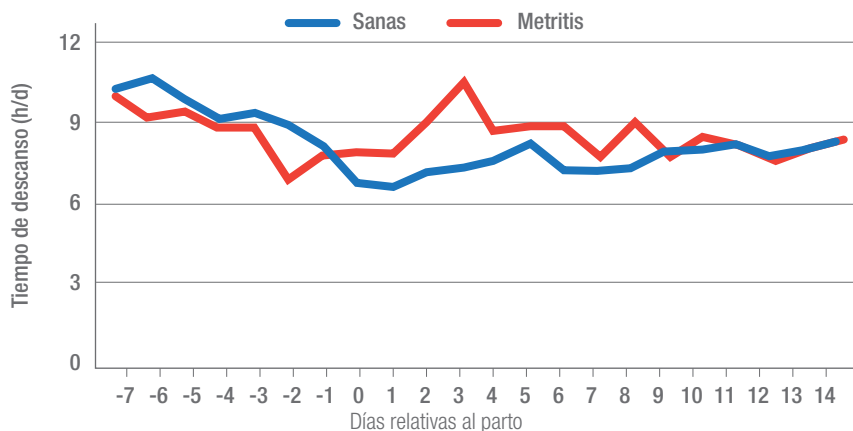
**Figura 33.** Acelerómetro utilizado para medir la conducta de descanso adherido a la extremidad posterior de vacas mediante venda elástica.



La figura 34 muestra los resultados de un trabajo realizado por nuestro grupo con vacas Holstein de predios lecheros de las regiones de Los Ríos y Los Lagos. Vacas que presentaron metritis puerperal permanecen más tiempo echadas que las vacas que no presentaron la enfermedad durante la primera semana luego del parto, indicando que la metritis puede causar dolor o incomodidad en las vacas y, por tanto, estas per-

manecen mayor tiempo echadas. Las consecuencias de permanecer más tiempo echadas pueden relacionarse con menores tiempos de pastoreo y, por consiguiente, menor consumo de forraje. Estos resultados sugieren que el monitoreo del tiempo de descanso luego del parto puede contribuir a la identificación de vacas con metritis.

**Figura 34.** Tiempo de descanso diario (h/d) de vacas con o sin metritis durante el período de transición (0=parto).

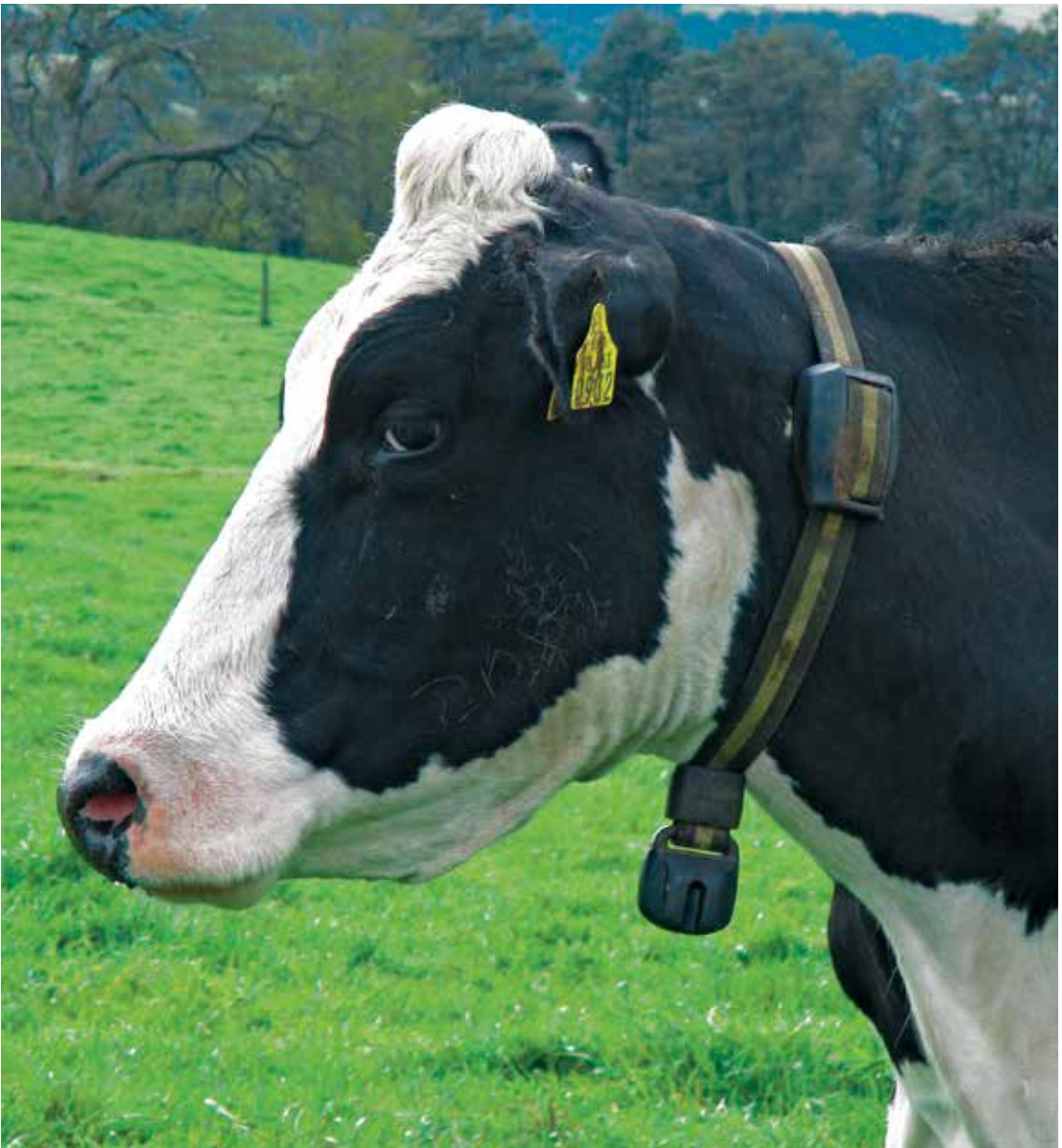


### 5.2.3 Comportamiento de rumia

La rumia es una conducta natural en bovinos y rumiantes en general, la cual es requerida para romper el tamaño de partículas del alimento de manera que puedan pasar a través del orificio retículo-omasal. Este es un proceso cíclico caracterizado por el acto de regurgitación, remasticación y volver a tragar la comida previamente ingerida. Este proceso es variable e influenciado por muchos factores, incluyendo el estado reproductivo de la vaca, su nivel de producción, factores climáticos y el tipo y la calidad de dieta, entre

otros. En la vaca lechera la rumia ha sido asociada por mucho tiempo con su estado de salud, pero recientemente cambios en esta conducta se ha utilizado para evaluar la respuesta de la vaca a factores estresantes y a enfermedad. La reciente introducción de métodos indirectos para medir el tiempo de rumia, como los collares que basan su análisis en la detección de señales vocales, permiten la medición automática del tiempo de rumia y observación del patrón diario de rumia (figura 35).

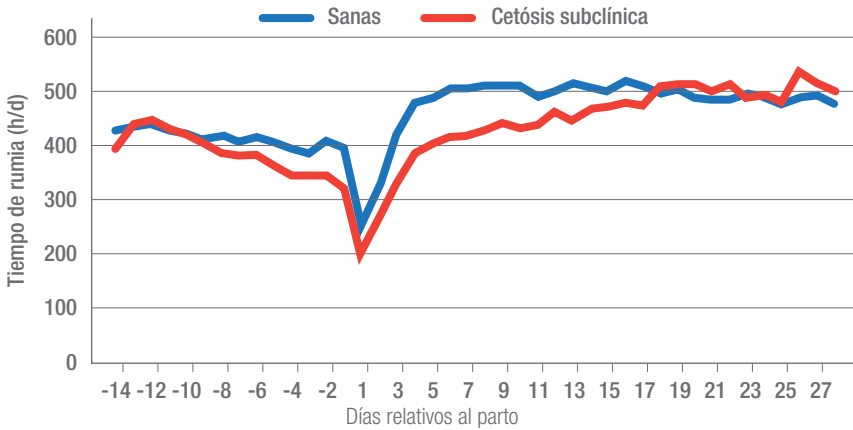
**Figura 35.** Vaca lechera con collar utilizado para medir el comportamiento de rumia.



El uso del comportamiento de rumia para la identificación temprana de vacas enfermas o en riesgo de enfermarse durante el período de transición es bastante nuevo. Los trabajos en este tema indican que la medición automática de la conducta de rumia es útil para

obtener información sobre el estado de salud de la vaca, y puede ser un indicador temprano de vacas en riesgo de presentar una enfermedad clínica o subclínica luego del parto (figura 36).

**Figura 36.** Tiempo de rumia diario (h/d) de vacas con o sin cetosis subclínica durante el período de transición (0=parto) (adaptado de Kaufman y col 2016).



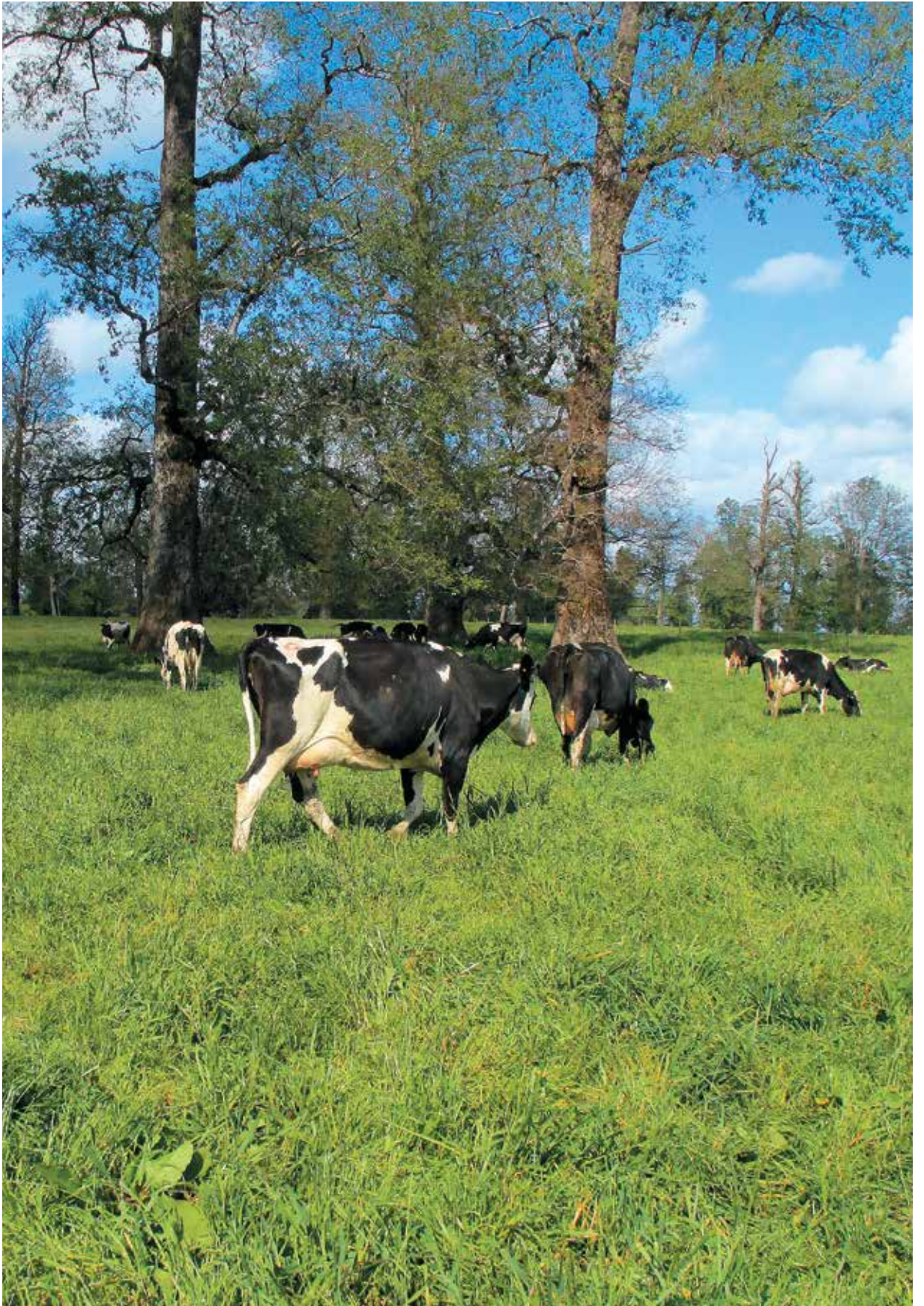
### 5.3 RESUMEN

La identificación temprana de vacas enfermas o en riesgo de enfermarse permite instaurar tratamientos farmacológicos oportunos o cambios en los manejos alimentarios o asociados al ambiente en que se encuentran los animales, los que pueden minimizar los efectos negativos de la enfermedad en el estado de salud y bienestar del animal. Sin embargo, el efecto de condiciones subclínicas en la vaca son menos evidentes y más difíciles de evaluar o medir.

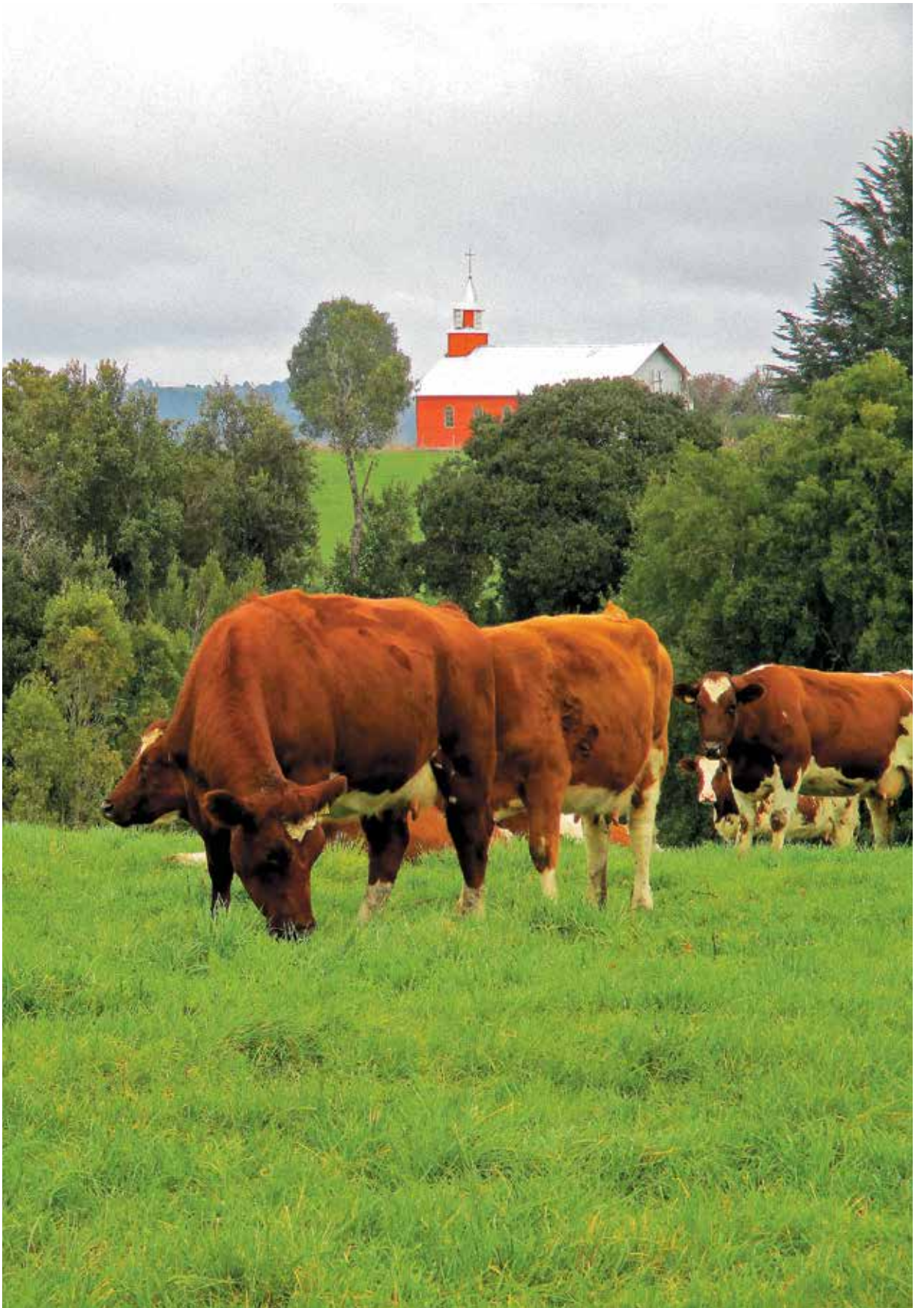
En este sentido, el uso de indicadores que sean sensibles en detectar animales enfermos o en riesgo de enfermarse en sistemas lecheros puede brindar una oportunidad para detectar tempranamente el problema de salud y prevenir su desarrollo. La medición de biomarcadores sanguíneos del estado metabólico nutricional y cambios conductuales pueden contribuir en la detección temprana de animales enfermos y, lo que es más efectivo desde el punto de vista de la prevención, animales en riesgo de presentar problemas de salud durante el período de transición.











## 6. PERÍODO DE TRANSICIÓN EN SISTEMAS PASTORILES DEL SUR DE CHILE: IDENTIFICANDO FACTORES DE RIESGO PARA LA SALUD Y BIENESTAR DE LAS VACAS LECHERAS

En el marco de las metas establecidas en el documento “Estrategia de Desarrollo Competitivo del Sector Lácteo Chileno 2010-2020”, tanto el crecimiento del rebaño lechero como la producción de leche, tienen un rol fundamental en el avance de un desarrollo competitivo con el fin de alcanzar las potencialidades que se reconocen para el sector. A su vez, este documento señala que un factor crítico que afecta el crecimiento y productividad de los rebaños en Chile es la “alta tasa de descarte o eliminación de vacas del plantel”. Por lo tanto, el mejoramiento de los factores que afectan la vida productiva del rebaño, son relevantes y determinantes para la competencia de la industria lechera nacional.

Los estudios más consistentes demuestran que la tasa de eliminación de vacas en un predio es la evidencia de un problema más serio: pobre bienestar del rebaño, donde la prevalencia real de los problemas de salud subyacentes puede ser considerablemente más altas que la tasa de eliminación. Si bien una solución para mejorar la competitividad del sector lechero en Chile es disminuir las eliminaciones involuntarias, esta debe

hacerse reduciendo las causas subyacentes y no meramente desalentando a los productores a eliminar a los animales que están visiblemente enfermos. En este sentido, diseñar y aplicar estrategias para evitar los problemas de salud y bienestar animal que inciden en la alta tasa de eliminación, son de relevancia para la competencia de la industria lechera nacional.

La importancia del período de transición radica en que la mayoría de las enfermedades que afectan a las vacas lecheras ocurren en este período. En los capítulos anteriores de este manual se describió como en este corto espacio de tiempo, entre las 3 semanas antes y 3 semanas posteriores al parto, la vaca presenta una serie de cambios fisiológicos, metabólicos y de manejo que la hacen susceptible a un gran número de enfermedades. Por tanto, uno de los principales desafíos que enfrentan productores lecheros y veterinarios es mantener a las vacas sanas durante este crítico período, entendiendo que estas enfermedades además de causar problemas de salud, bienestar y productividad, incrementan el riesgo de que sean eliminadas tempranamente.

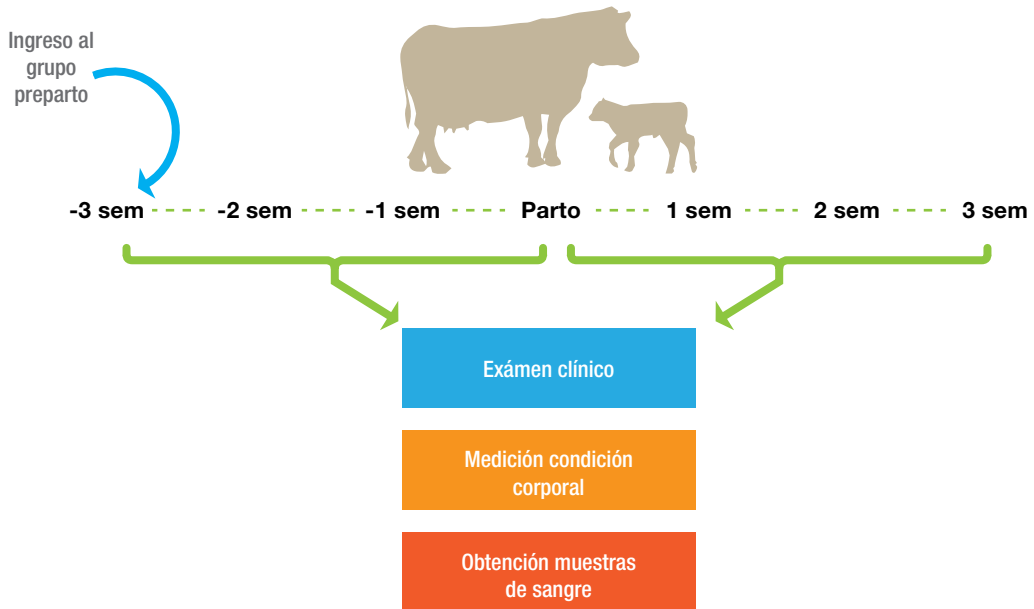
Con la finalidad de **conocer las características y manejos del período de transición en sistemas lecheros pastoriles de la zona sur de Chile, determinar posibles factores de riesgo para las principales enfermedades de la transición y su posible asociación con las eliminaciones tempranas**, durante los meses de abril a diciembre del año 2016 se monitorearon 38 predios lecheros ubicados en las Regiones de Los Ríos y Los Lagos. Durante este período se recolectó información referente al ambiente, manejos y estado de salud de las vacas durante el período de transición. Cada productor o administrador contestó una encuesta con el propósito de obtener información general sobre las características del predio y los principales manejos realizados en las vacas durante el período preparto. A su vez, se capacitó al personal encargado de los animales para el correcto registro de enfermedades o eventos de salud que ocurrieran en las vacas desde el momento del parto hasta el día 30 postparto.

Cada predio fue visitado una vez al mes, completando al menos 6 visitas por predio. En cada visita se evaluó los grupos de vacas preparto y el de vacas

frescas o en producción, dependiendo del manejo de cada predio. La figura 37 muestra el esquema de muestreo realizado. En cada rebaño se seleccionaron al azar  $26 \pm 4$  vacas (promedio  $\pm$  DE), a las que se les obtuvo dos muestras de sangre: una en el preparto (entre los días -30 a -3 relativos a la fecha de parto) y otra en el posparto (entre los días 3 y 30 posteriores al parto). Además, se registró condición corporal y se les realizó un examen clínico para evaluar su estado de salud. A partir de los registros prediales se obtuvo la información de su primer control lechero (entre 7 y 30 días postparto), registrándose la producción diaria y el recuento de células somáticas. Además, se obtuvo sus registros reproductivos (fecha de parto y número de partos) y de salud (enfermedad y fecha de diagnóstico). En total 1.034 vacas fueron monitoreadas durante todo el período de transición, de las cuales el 78% fueron multíparas y el 22% primíparas.

Además de la información de las vacas en seguimiento, a través de los registros prediales se obtuvo la información reproductiva del rebaño, sanitaria y de eliminaciones de todas las vacas que presentaron partos durante la temporada evaluada.

**Figura 37.** Esquema de muestreo. Se seleccionaron al azar vacas que se encontraban en el grupo preparto al momento de la visita (entre los días -30 a -3 relativos a la fecha de parto), obteniéndose muestras de sangre, registro de condición corporal y examen clínico general. Estas vacas fueron identificadas y evaluadas una segunda vez en el posparto (entre los días 3 y 30), realizando los mismos procedimientos realizados en el preparto. En cada predio se evaluaron en promedio  $26 \pm 4$  vacas ( $\pm$  DE), resultando en un total de 1.036 vacas monitoreadas durante todo el período de transición.



A continuación se presentan los resultados más trascendentes del trabajo, clasificados en 4 secciones principales:

- (1) Características de los predios incluidos en el estudio,**
- (2) Descripción de los principales manejos realizados en el período seco y preparto,**
- (3) Problemas de salud y factores de riesgo asociados,**
- (4) Relación entre la salud durante el período de transición y el riesgo de eliminación temprana.**

## 6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS PREDIOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO

Los predios incluidos se distribuyeron en la misma proporción entre las Regiones de Los Ríos ( $n = 19$ ) y Los Lagos ( $n = 19$ ). La raza predominante en la mayoría de los rebaños fue la raza Holstein ( $n = 23$ ), seguida de Frísón y en menor proporción rebaños con hibridaje de razas o rebaños con animales de dos o más razas ( $n = 8$ ). Respecto al sistema de partos, 16 predios presentaron dos temporadas de pariciones (otoño y primavera), 13 predios partos durante todo el año pero con mayor frecuencia durante fines de invierno e inicio de primavera (mixto) y los 9 restantes con pariciones durante todo el año (continuo). La tabla 13 resume las características generales de los 38 predios incluidos en el estudio.



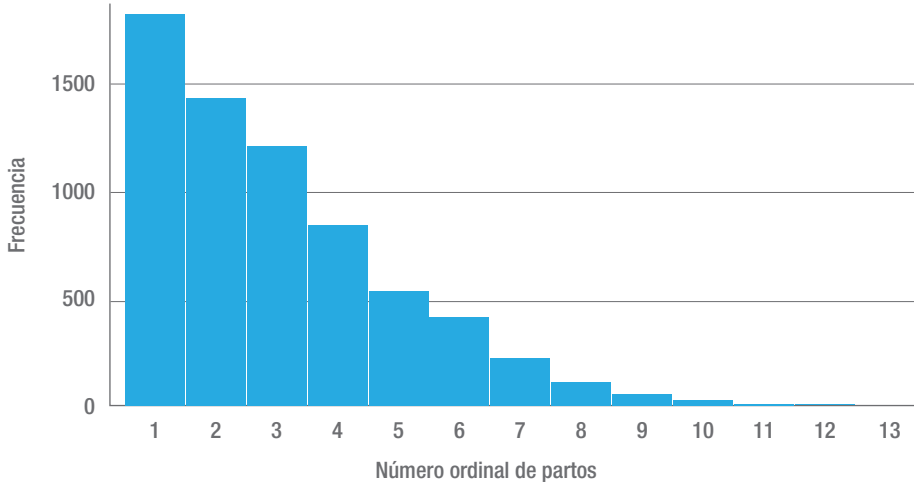
**Tabla 13.** Características de los predios incluidos en el estudio.

<b>Predio</b>	<b>Comuna</b>	<b>Región</b>	<b>Raza predominante</b>	<b>Producción acumulada (L/vaca/año)</b>	<b>N° vacas en ordeña</b>	<b>Manejo sistema de partos</b>
1B	Río Bueno	Los Ríos	Holstein holandés	6500	470	Continuo
2B	Lago Ranco	Los Ríos	Holstein holandés	5600	180	Mixto
3B	Río Bueno	Los Ríos	Holstein holandés	8100	410	Mixto
4B	Los Lagos	Los Ríos	Holstein	8500	325	Estacional
5B	Río Bueno	Los Ríos	Overo colorado	4900	460	Estacional
6B	La Unión	Los Ríos	Holstein americano	9000	280	Mixto
7B	La Unión	Los Ríos	Holstein americano	7800	380	Continuo
8B	Valdivia	Los Ríos	Holstein	6700	360	Continuo
9B	La Unión	Los Ríos	Holstein americano	7000	250	Estacional
10B	Río Bueno	Los Ríos	Holstein americano, Belted Galloway	12000	540	Continuo
11B	La Unión	Los Ríos	Holstein	9100	190	Continuo
12B	Los Lagos	Los Ríos	Holstein	8400	225	Mixto
13B	Río Bueno	Los Ríos	Holstein	6800	270	Mixto
14B	Río Bueno	Los Ríos	Holstein	7500	275	Mixto
16B	Río Bueno	Los Ríos	Overo colorado	5300	600	Estacional
17B	La Unión	Los Ríos	Holstein	7100	475	Continuo
18B	Río Bueno	Los Ríos	Holstein americano	7000	120	Mixto
19B	Río Bueno	Los Ríos	Holstein americano, Jersey	5800	250	Mixto
20B	Futrono	Los Ríos	Kiwicross	4500	430	Estacional
1AL1	Mauñín	Los Lagos	Overo colorado	5500	260	Continuo
1AL2	Mauñín	Los Lagos	Overo colorado	5500	260	Continuo
2A	Purranque	Los Lagos	Overo negro-holandes	6900	351	Mixto
3A	Osorno	Los Lagos	Holstein holandés	8000	530	Mixto
5A	Osorno	Los Lagos	Holstein NZ - Rojo Sueco	6000	280	Estacional
6A	Puerto Varas	Los Lagos	Holstein	7000	92	Estacional
7A	Río Negro	Los Lagos	Holstein	8000	300	Mixto
8A	Osorno	Los Lagos	Holstein	9500	280	Estacional
9A	Osorno	Los Lagos	Holstein	8500	450	Estacional
10A	Mauñín	Los Lagos	Holstein holandés	8500	210	Mixto
11A	Osorno	Los Lagos	Overo colorado	5600	240	Continuo
12A	Osorno	Los Lagos	Montbeliarde	5200	380	Estacional
13A	Osorno	Los Lagos	Holstein	10200	310	Mixto
14A	Puerto Octay	Los Lagos	Holstein x Jersey	7000	340	Estacional
15A	Los Muermos	Los Lagos	Holstein holandes y Rojo Sueco	9000	200	Estacional
16A	Puerto Octay	Los Lagos	Overo colorado	8400	110	Estacional
17A	Osorno	Los Lagos	Holstein	9400	170	Estacional
18A	Entre Lagos	Los Lagos	Frison Holandes	5600	115	Estacional
19A	Osorno	Los Lagos	Holstein, Jersey, Overo Colorado, Rojo sueco	3500	300	Estacional

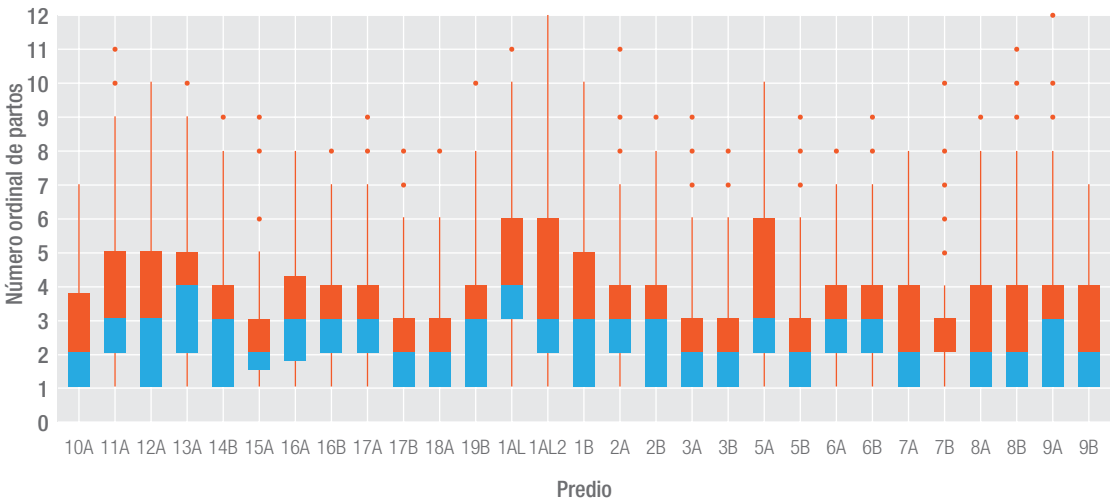
El número ordinal de partos (NOP) se utilizó como medida para conocer las características etarias de vacas en lactancia de 30 de los 38 rebaños estudiados (n = 6.693 vacas). En la figura 38 se observa que la mitad de las vacas de los rebaños presentan entre 1 y 4 par-

tos. A nivel individual de rebaño (figura 39), se observa que la composición de éstos es homogénea evidenciando que la gran mayoría de los animales tiene menos de 5 partos, con excepción de predios como el 1A1, 1A2 y 5A.

**Figura 38.** Distribución de 6.693 vacas de 30 rebaños acorde la número ordinal de partos.



**Figura 39.** Mediana y rango intercuartil del número ordinal de partos para 30 rebaños lecheros.



## 6.2 MANEJOS DURANTE EL PERÍODO DE TRANSICIÓN

### 6.2.1 Alojamiento

En el sur de Chile, una práctica común es mantener a las vacas en potreros durante el período preparto (87% de los predios). Sin embargo, también existen predios que mantienen a las vacas preparto en estabulación (10%) y un porcentaje menor (3%) utilizan ambos sistemas (figuras 40 y 41).

De los predios que mantienen a los animales sin estabular, un 80% utiliza potreros de sacrificio mientras que un 20% las mantienen en potreros con acceso a pradera. Por otro lado, la mayoría de los predios mezcla en el lote preparto vacas y vaquillas (81%) y un pequeño porcentaje mantiene lotes separados para estas dos categorías.

**Figura 40.** Prepartos en potreros de sacrificio.



**Figura 41.** Preparto en estabulación.



### 6.2.2 Manejos

La gran mayoría de los agricultores realiza terapia de secado con pomos intramamarios en las vacas y revisión podal al momento del secado. Sin embargo, solo un 11% registra la condición corporal de las vacas en este período. Respecto a los manejos realizados en el

preparto, la gran mayoría utiliza sales aniónicas para la prevención de hipocalcemia. En relación al momento del parto, más de la mitad de los predios tienen maternidades, y la mayoría cuenta con una o más personas encargadas de atender y registrar el tipo de parto (tabla 14).

**Tabla 14.** Porcentaje de rebaños que realizan diferentes manejos en el secado y en el preparto.

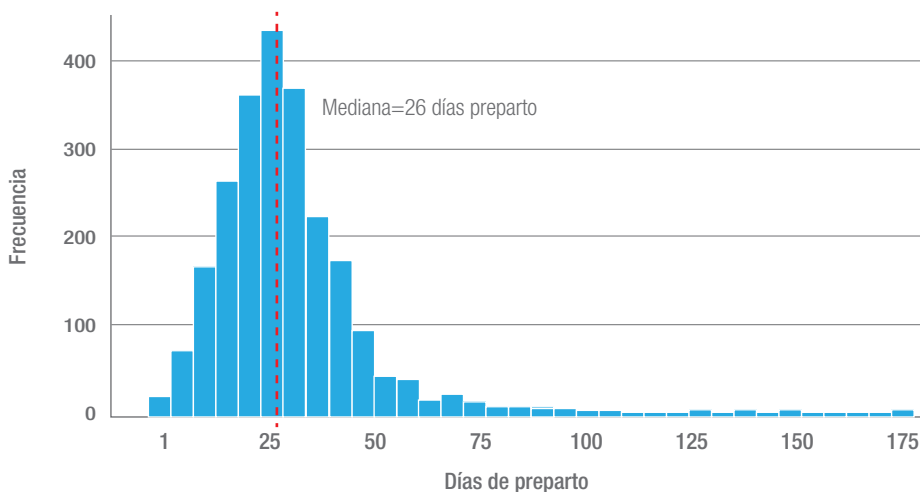
Manejo	Si	No
Utiliza terapia de secado	97%	3%
Realiza vacunación durante el secado	38%	62%
Realiza revisión podal al secado	86%	14%
Registra condición corporal	11%	89%
Usa vitaminas en el preparto	60%	40%
Usa protocolo preventivo para hipocalcemia, hipomagnesemia o cetosis	65%	35%
Utiliza sales aniónicas	85%	15%
Tiene maternidad	58%	42%
Tiene partero	83%	17%
Registra el tipo de parto	92%	8%

### 6.2.3 Duración del preparto

De los 38 predios, sólo 19 presentaron registros confiables sobre la fecha de ingreso de las vacas al grupo preparto (n = 2.331 vacas). Se determinó que el 50% de las vacas permanecen en el grupo preparto entre

20 y 33 días (mediana = 26 días; rango 1er - 3er cuartil = 19 – 34 días), sin embargo, un 25 % no alcanza a permanecer el óptimo recomendado y el 25% restante lo excede (figura 42).

**Figura 42.** Distribución de 2.331 vacas de 19 rebaños acorde el número de días preparto.

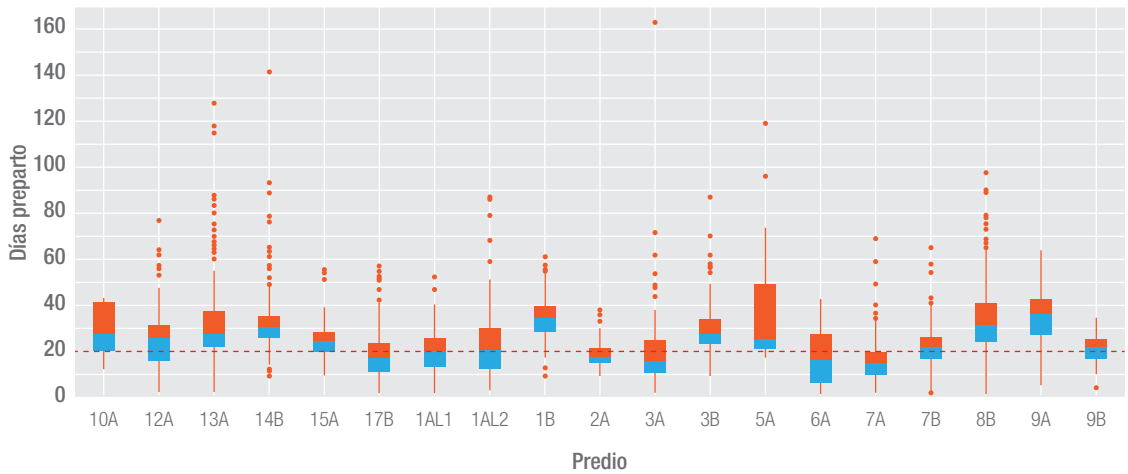




Al realizar comparaciones entre predios (figura 43), se observa que algunos son bastante exitosos en el manejo del periodo preparto con medianas superiores a los 20 días recomendados, sin embargo, hay predios que presentan una gran dispersión en sus días prepartos lo que se evidencia en un rango intercuartil más amplio (cajas más amplias verticalmente), como es el

caso de los rebaños 1AL2, 5A, 6A, 9A. Al tratarse de una medida de manejo que se debe tomar en un periodo de tiempo determinado y crítico, lo óptimo sería encontrar cajas más pequeñas y más cercanas en torno a la mediana recomendada (20 días preparto), como el caso del rebaño 2A, 9B y 1AL1.

**Figura 43.** Mediana y rango intercuartil del número de días preparto para 19 rebaños lecheros.

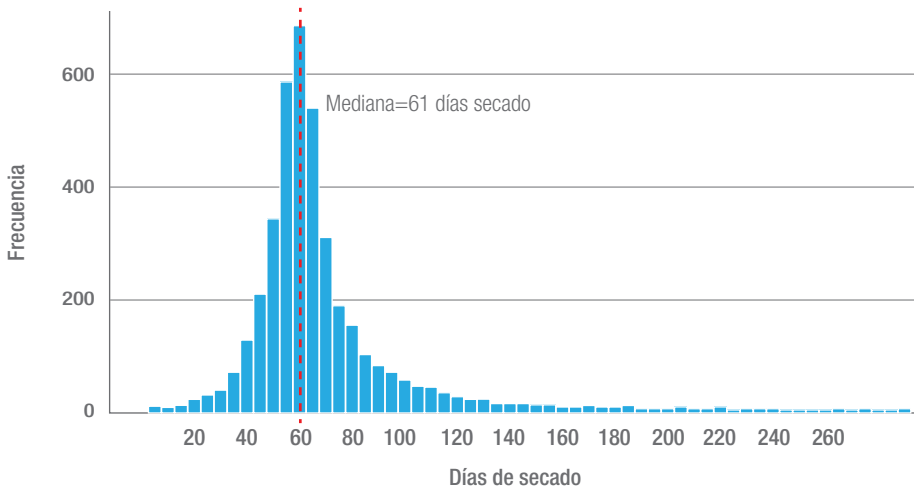


**6.2.4 Duración del periodo seco**

Esta información se pudo obtener de 28 predios (n = 3.908 vacas). El 50% de las vacas tiene un periodo de secado entre 54 y 72 días (mediana = 61 días; rango 1er - 3er cuartil = 54 -72 días), un 25 % tiene periodos

inferiores a 53 días y el 25% restante superiores a 72 días (figura 44).

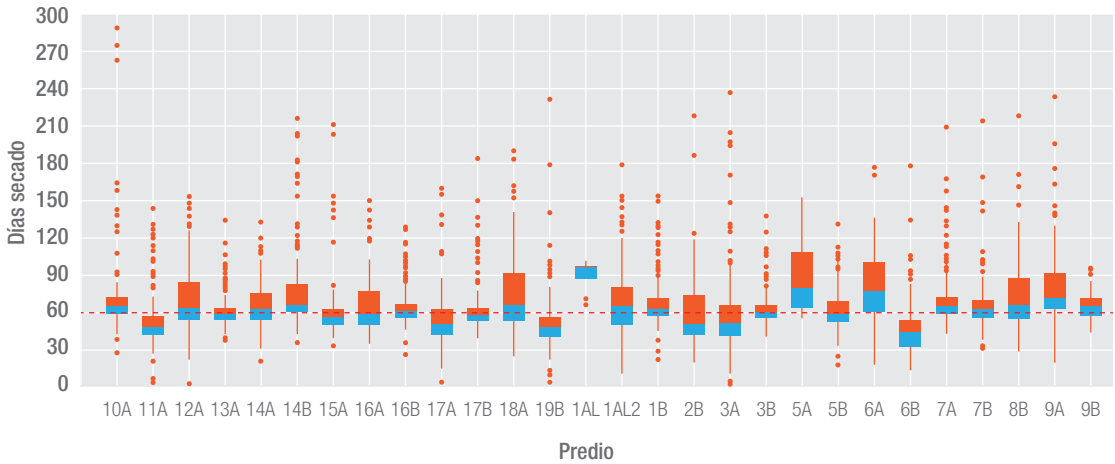
**Figura 44.** Distribución de 3.908 vacas de 28 rebaños acorde el número de días de secado.



En la figura 45 se observa que la mayoría de los rebaños tienen una mediana muy cercana a los 60 días recomendados, pero a diferencia de lo que sucede con los días preparto, la mayoría de los rebaños presentan rangos intercuantiles menos amplios (cajas menos amplias verticalmente), a excepción de rebaños 12A, 18A, 5A, 6A, 8B, 9A, indicando que pese a que

una proporción considerable se seca tardíamente, la mayoría tienden a ser secadas cerca de los 60 días recomendados. Sin embargo, debe mencionarse que la presencia de valores extremos, llegando incluso a los 290 días de secado, debe ser abordada debido a su significancia para los rebaños.

**Figura 45.** Mediana y rango intercuartil del número de días de secado para 28 rebaños lecheros.



### 6.3 PROBLEMAS DE SALUD Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS

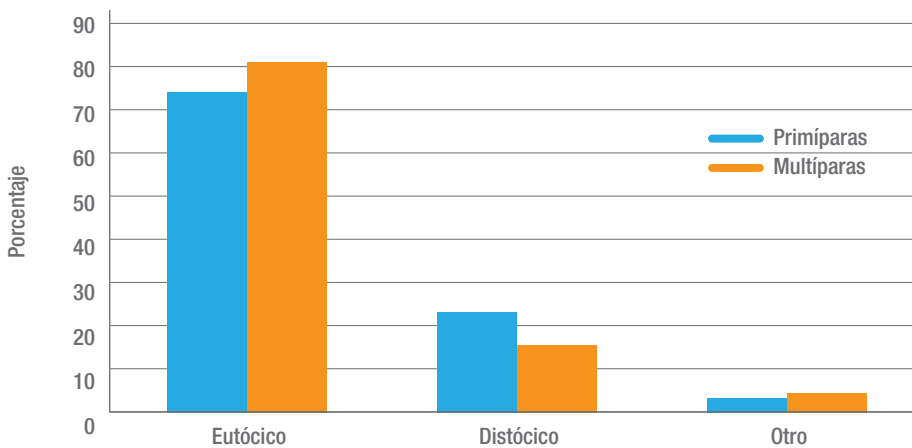
#### 6.3.1 Tipo de parto

Para este análisis se consideraron 6.146 partos registrados en los 38 rebaños, donde el 26% correspondió a partos de vacas primíparas y el 74% restante a vacas multíparas. Los partos se clasificaron en: Eutócico: parto sin ayuda ni problema en su proceso; Distócico: parto que requirió asistencia desde leve a intensa; y

Otro: operación cesárea, abortos, mellizos con al menos un feto muerto, fetos muertos o patologías del parto.

Como se observa en la figura 46, la mayoría de los partos para ambas categorías de animales fueron de tipo normal, sin embargo, la proporción de partos distócicos fue superior en las vacas primíparas (23%) comparado con las vacas multíparas (15%;  $P < 0,05$ ).

**Figura 46.** Tipo de parto en 6.146 vacas primíparas y multíparas de 38 rebaños lecheros del sur de Chile.



### 6.3.2 Enfermedades del período de transición

Para la estimación de la proporción de casos de trastornos de salud en el período de transición se consideraron las vacas a las cuales se les hizo seguimiento individual durante todo el período ( $n = 1.036$  vacas). A nivel de rebaño (tabla 15), el balance energético negativo (BEN) e hipocalcemia fueron los trastornos subclínicos más prevalentes (46 y 18%, respectivamente). De las patologías clínicas, cojera (31%) y metritis (17%) fue-

ron las más prevalentes. Es importante señalar que la variación de las prevalencias entre rebaños para las diferentes enfermedades es bastante amplia. Por ejemplo, para el caso de la hipomagnesemia subclínica el rango va desde un 3% hasta un 67%, indicando que algunos predios son bastante exitosos en su control y otros presentan factores que favorecen su ocurrencia.

**Tabla 15.** Prevalencia predial promedio y valores mínimos y máximos de trastornos clínicos y subclínicos diagnosticados durante el período transición posparto en 1.036 vacas de 38 rebaños del sur de Chile.

	Promedio	Mínimo	Máximo
<b>Trastornos subclínicos</b>			
Hipocalcemia	18%	3%	53%
Cetosis	9%	3%	21%
Hipomagnesemia	13%	3%	67%
Mastitis	16%	4%	28%
Balance energético negativo (BEN)	46%	7%	96%
<b>Trastornos clínicos</b>			
Metritis	17%	3%	43%
Cojera	31%	1%	54%
Mastitis	8%	3%	29%
Paresia puerperal hipocalcémica	4%	3%	7%

## 6.4 FACTORES DE RIESGO PARA LA PRESENTACIÓN DE ENFERMEDADES DURANTE LA TRANSICIÓN

### 6.4.1 Raza

Los 38 rebaños fueron categorizados según la raza de las vacas en: Holstein, vacas raza Holstein Friesian de cualquier procedencia ( $n=23$ ); Frisón: rebaños con animales Overo Colorado y Frisón Negro ( $n=7$ ); y Mixto ( $n=8$ ): rebaños con hibridaje de razas o rebaños con animales de 2 o más razas. En la tabla 16 se observa que los rebaños cuyo sistema productivo está susten-

tado en animales de raza Holstein no presentan diferencias en la proporción de casos de patologías del período de transición en comparación a los sistemas sustentados en animales de raza Frisón ( $p>0,05$ ). Sin embargo, si existen diferencias ( $p<0,05$ ) en la proporción de casos de patologías del período de transición entre sistemas basados en animales de raza Frisón y los sistemas basados en mixtura de razas (hibridaje o 2 o más razas en el sistema productivo), donde los sistemas con mixtura de razas tendrían un 40% menos probabilidad de presentar patologías en el período de transición.

**Tabla 16.** Proporción de vacas de 38 rebaños lecheros del sur de Chile que enferman durante la transición posparto distribuidos según raza.

Raza	Número de rebaños	% animales enfermos
Holstein	23	47%
Frisón	7	58%
Mixto	8	39%
Total	38	46%

### 6.4.2 Producción de leche

De acuerdo a la producción de leche por vaca reportada por los agricultores, los rebaños fueron categorizados en: alta producción: > 6900 litros y media-baja producción: ≤ 6900 litros de leche. Se debe mencionar que la categorización es referencial en función a que la producción acumulada es un reflejo de las condiciones del sistema productivo, por lo que esta categoría representa el sistema general de cada rebaño por sobre el nivel productivo. Se observó que la proporción de animales que cursaron alguna patología en el período de transición fue similar en ambos grupos ( $p > 0,05$ ), concluyendo que éste no es un factor de riesgo para la presentación de enfermedades de la transición.

### 6.4.3 Manejos

La duración del período seco fue un factor de riesgo para la presentación de cetosis, en donde períodos > 60 días aumenta en 2 veces la probabilidad de presentar la enfermedad (Odds Ratio = 2,0; IC=0,97-4,5).

Por otro lado, los períodos de parto inferiores a lo óptimo recomendado (≤ 19 días) aumentan 1,8 veces la posibilidad de presentar metritis luego del parto (Odds Ratio = 1,8; IC =1,1-2,9).

### 6.4.4 Tipo y número de parto

Como se observa en la tabla 17 el tipo de parto y el número de partos (NOP) son variables significativas que actúan como factor de riesgo para algunas enfermedades de la transición. Por ejemplo, un parto con ayuda aumenta 1.9 (92%) y 1,6 (64%) veces las probabilidades de presentar hipocalcemia subclínica y metritis en el posparto, respectivamente. Por otro lado, vacas de primer parto tienen 3,1 veces más riesgo de presentar metritis en relación a las multiparas. Además, el riesgo de presentar trastornos subclínicos como hipocalcemia, balance energético negativo (BEN) o mastitis aumenta a medida que la vaca tiene tres o más partos en relación con las vacas de primer parto.

**Tabla 17.** Tipo y número de partos como factores de riesgo (odds ratio) para la presentación de enfermedades de la transición posparto.

Tipo y número de partos	Odds Ratio por enfermedad
Vacas que requirieron ayuda al parto	1,9 más probabilidad de presentar hipocalcemia subclínica 1,6 más probabilidad de presentar metritis
Vacas de primer parto	3,1 más probabilidad de presentar metritis
Vacas de tres o más partos	2,8 más probabilidad de presentar hipocalcemia subclínica 1,6 más probabilidad de presentar BEN 2,7 más probabilidad de presentar mastitis subclínica

### 6.4.5 Trastornos subclínicos

Vacas que presentan uno o más trastornos subclínicos como hipomagnesemia, cetosis y mastitis durante el período de transición posparto tienen mayor probabi-

lidad de presentar una o más enfermedades clínicas durante los primeros 100 días de lactancia. La tabla 18 presenta las asociaciones de riesgo encontradas .

**Tabla 18.** Trastornos subclínicos como factores de riesgo (odds ratio) para la presentación de enfermedades de la transición posparto.

Enfermedad subclínica	Odds Ratio (OR)
Hipomagnesemia subclínica	1,9 más probabilidad de presentar metritis 4,2 más probabilidad de presentar hipocalcemia puerperal
Cetosis subclínica	2,1 más probabilidad de presentar mastitis
Mastitis subclínica	4,7 más probabilidad de presentar mastitis clínica



### 6.4.6 Metabolitos sanguíneos

Las concentración de plasmáticas de NEFA y  $\beta$ HB fueron factores de riesgo para la presentación de algunas enfermedades. Por ejemplo, vacas con concentraciones de NEFA parto sobre 400  $\mu$ mol/L tienen 1,5 veces más probabilidades de presentar metritis luego del parto (50% más) comparado con vacas que presentan concentraciones de NEFA parto menores (OR = 1,5; IC=1.09-2.23). Por otro lado, la probabilidad de enfermar en el período de transición aumenta 4,5 veces (OR = 4,5; IC=2.8-7.7) en las vacas con concentraciones de  $\beta$ HB > 0,6mmol/L o, en otras palabras, en estado de BEN.

### 6.4.7 Relación entre la salud durante el período de transición y el riesgo de eliminación temprana

Para este análisis se utilizó la información de 32 de los 38 campos evaluados (n=2.191 vacas eliminadas durante el año 2016). La tasa de eliminación anual se calculó como porcentaje de vacas que dejan el rebaño al año, independiente de la causa (ejemplo: fertilidad, cojera, etc.) o destino (venta o muerte).

La tasa anual de eliminación fue de un 21%, con un rango entre rebaños de un 5 a 38%. Del total de las vacas eliminadas, el 20% dejó el rebaño dentro de los primeros 100 días de lactancia.

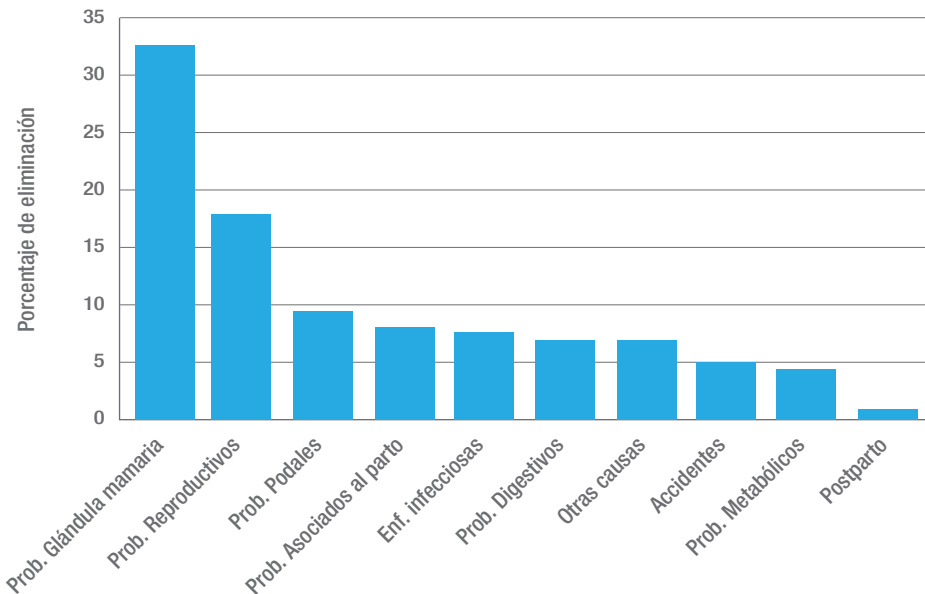
### Causas de eliminación

Las principales causas de por las que las vacas dejan el rebaño son problemas de la glándula mamaria, mastitis, problemas reproductivos y podales (figura 47). Sin embargo, este escenario cambia cuando se analizan las eliminaciones tempranas o que ocurren dentro de los primeros 100 días de lactancia, donde los problemas asociados al parto y metabólicos son los de mayor importancia (figura 48).

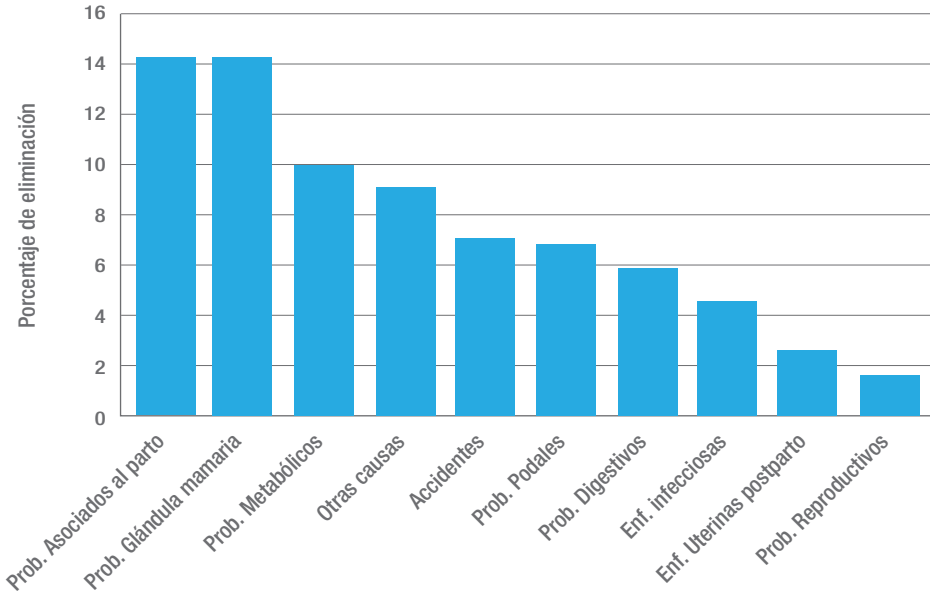
El número de partos promedio a la eliminación son  $3,4 \pm 2,1$  ( $\pm$ DE), indicando que muchas vacas dejan el rebaño con 2 o menos lactancias (figura 49).

De las vacas eliminadas, un 80% se destina a venta y el porcentaje restante corresponde a muertes. De estas últimas, las principales causas son problemas digestivos, accidentes y problemas metabólicos (figura 50).

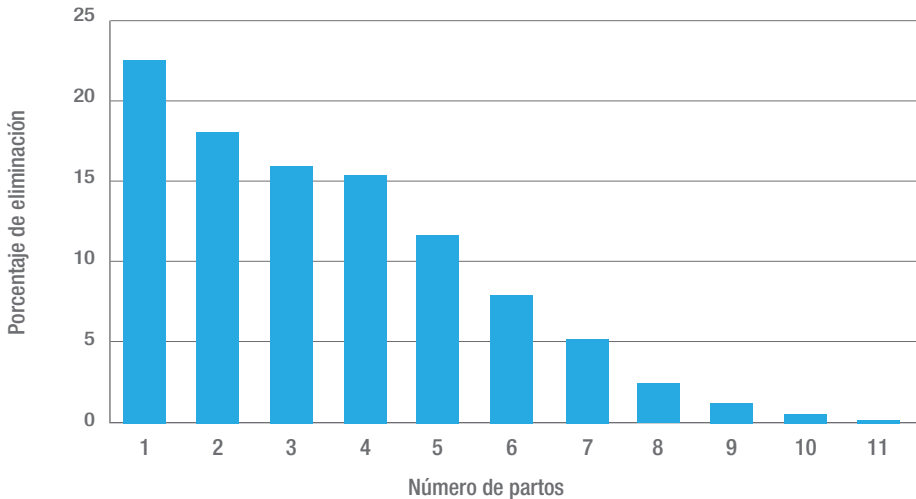
**Figura 47.** Causas de eliminación durante la lactancia de 2.191 vacas de 32 rebaños lecheros.



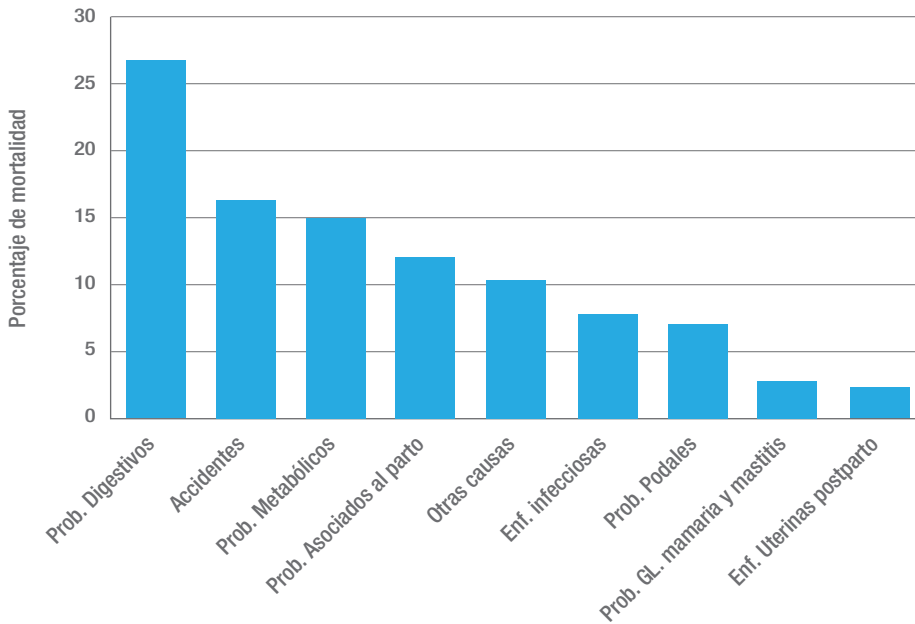
**Figura 48.** Causas de eliminación durante los primeros 100 días de la lactancia de 2.191 vacas de 32 rebaños lecheros.



**Figura 49.** Distribución según número de partos de vacas eliminadas en 32 rebaños lecheros del sur de Chile.



**Figura 50.** Causa de muerte en vacas de 32 rebaños lecheros del sur de Chile.

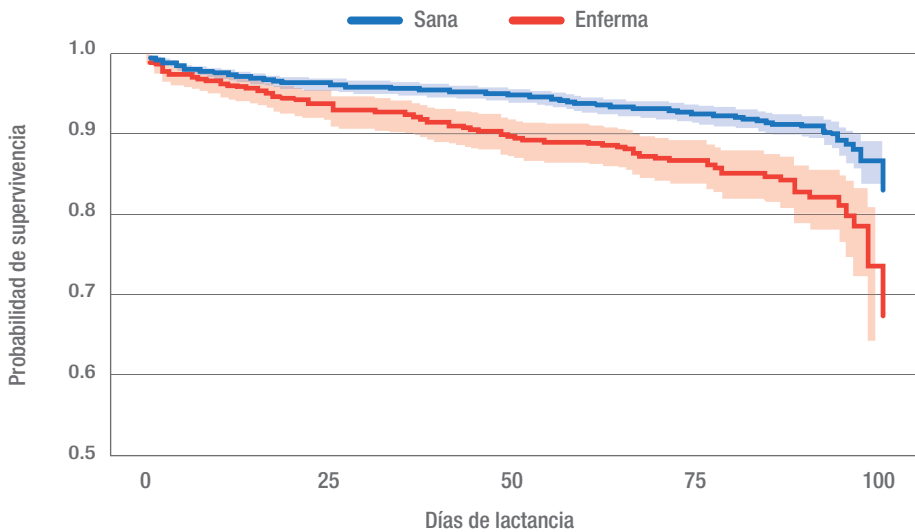


**Efecto de las enfermedades clínicas durante el periodo de transición en la eliminación temprana**

Las vacas que presentan algún problema de salud durante el primer mes de lactancia dejan el rebaño más tempranamente en la lactancia que las vacas que no enfermaron durante este periodo (figura 51), apreciándose que su curva (línea roja) disminuye más intensa-

mente que la de las vacas sanas (línea azul). En términos de probabilidad de riesgo (odds ratio), las vacas que presentan una o más enfermedades clínicas en el primer mes postparto tienen cerca de 3 veces más probabilidad de ser eliminadas durante los primeros 100 días de lactancia.

**Figura 51.** Curva de supervivencia en vacas que enfermaron (línea roja) y se mantuvieron sanas (línea azul) durante los primeros 30 días de lactancia. Las sombras de cada línea representan los intervalos de confianza 95%.



## 6.5 CONCLUSIONES

Acorde con la información obtenida con relación al manejo y condición de las vacas durante el período de transición en 38 rebaños lecheros del sur de Chile se pudo observar que:

√ Una práctica común es mantener a las vacas en potreros de sacrificio durante el período preparto, así como también el uso de sales aniónicas para la prevención de hipocalcemia. Muchos predios realizan tratamientos preventivos para varias enfermedades, sin embargo, sólo un 11% registra condición corporal al secado o al parto. En relación al momento del parto, más de la mitad de los predios tienen maternidades, y la mayoría cuenta con una o más personas encargadas de atender y registrar el tipo de parto. Las vacas primíparas registran mayor proporción de partos que requieren asistencia comparado con las vacas múltiparas.

√ No todos los predios registran las fechas de secado o el ingreso al grupo preparto. Respecto a la permanencia en el preparto, se determinó que el 50% de las vacas permanecen en el grupo preparto entre 20 y 33 días, sin embargo, un 25 % no alcanza a permanecer el óptimo recomendado y el 25% restante lo excede. Por otro lado, los períodos de secado en las vacas son cercanos a los 60 días, sin embargo, se debe mencionar que existen animales que registran períodos de secado mayores a 100 días, indicando que existe un problema en este manejo producto de alguna condición que provoca que se mantengan por este período animales no productivos.

√ Las enfermedades de presentación subclínica más prevalentes en el período de transición son el balance energético negativo (BEN) e hipocalcemia subclínica con un 46% y 18% respectivamente. Por otro lado, la cojera y metritis son las enfermedades clínicas más prevalentes con una presentación del 17% y 31%, respectivamente. La prevalencia de todas las enfermedades de la transición presentó una variación inter predial elevada, indicando que algunos productores son bastante exitosos en su control y otros presentan factores que favorecen su ocurrencia.

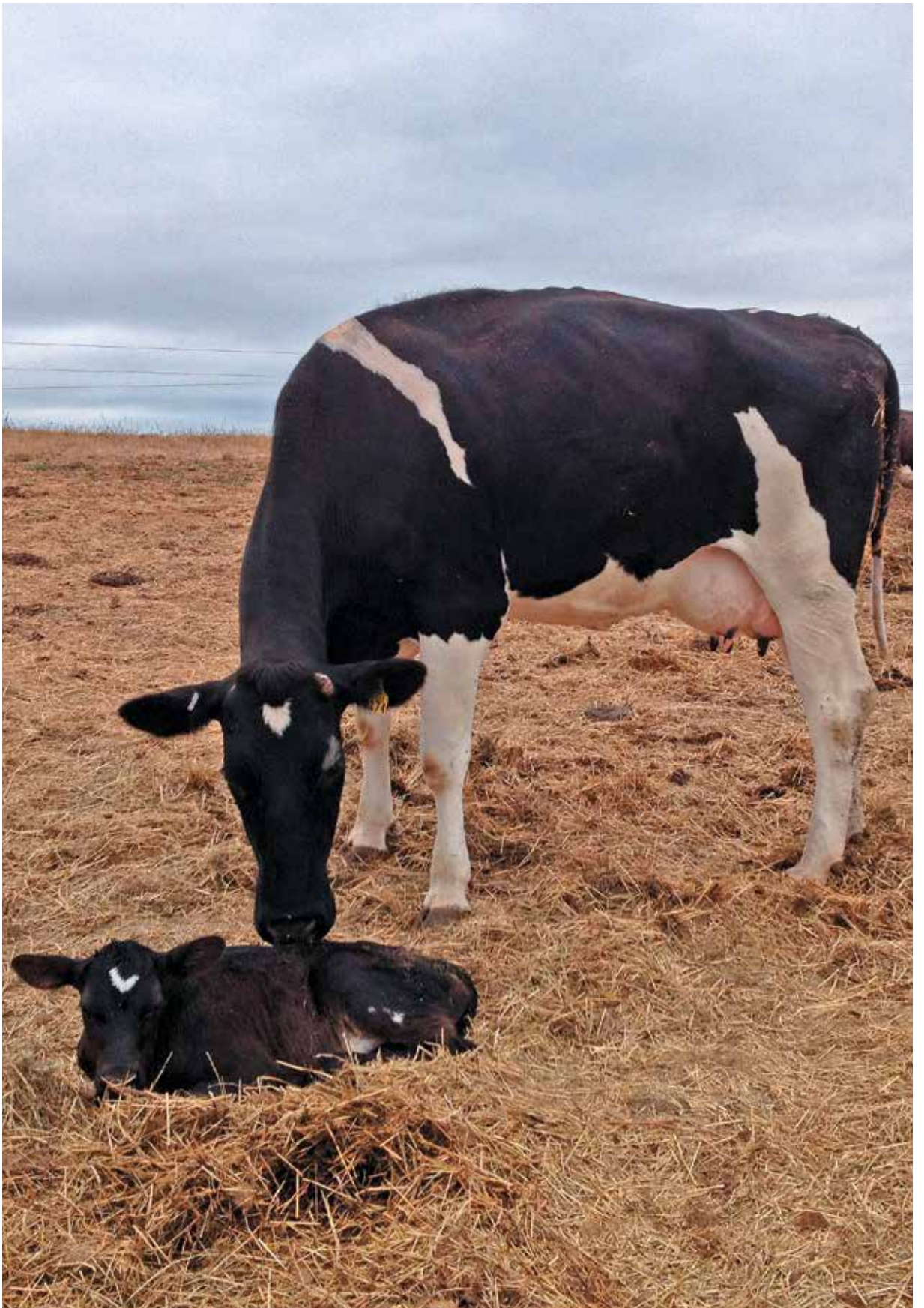
√ Respecto a los factores de manejo asociados con el riesgo de enfermar durante la transición posparto, destacan la duración del período seco y del preparto para la presentación de cetosis y metritis, respectivamente. A su vez, el tipo y el número de partos son variables significativas que actúan como factor de riesgo para algunas enfermedades de la transición.

√ Los problemas de salud subclínicos como hipomagnesemia, cetosis y mastitis son factor de riesgo para la presentación de enfermedades clínicas durante la transición posparto, indicando la importancia de su monitoreo y control en los rebaños bajo sistema pas-

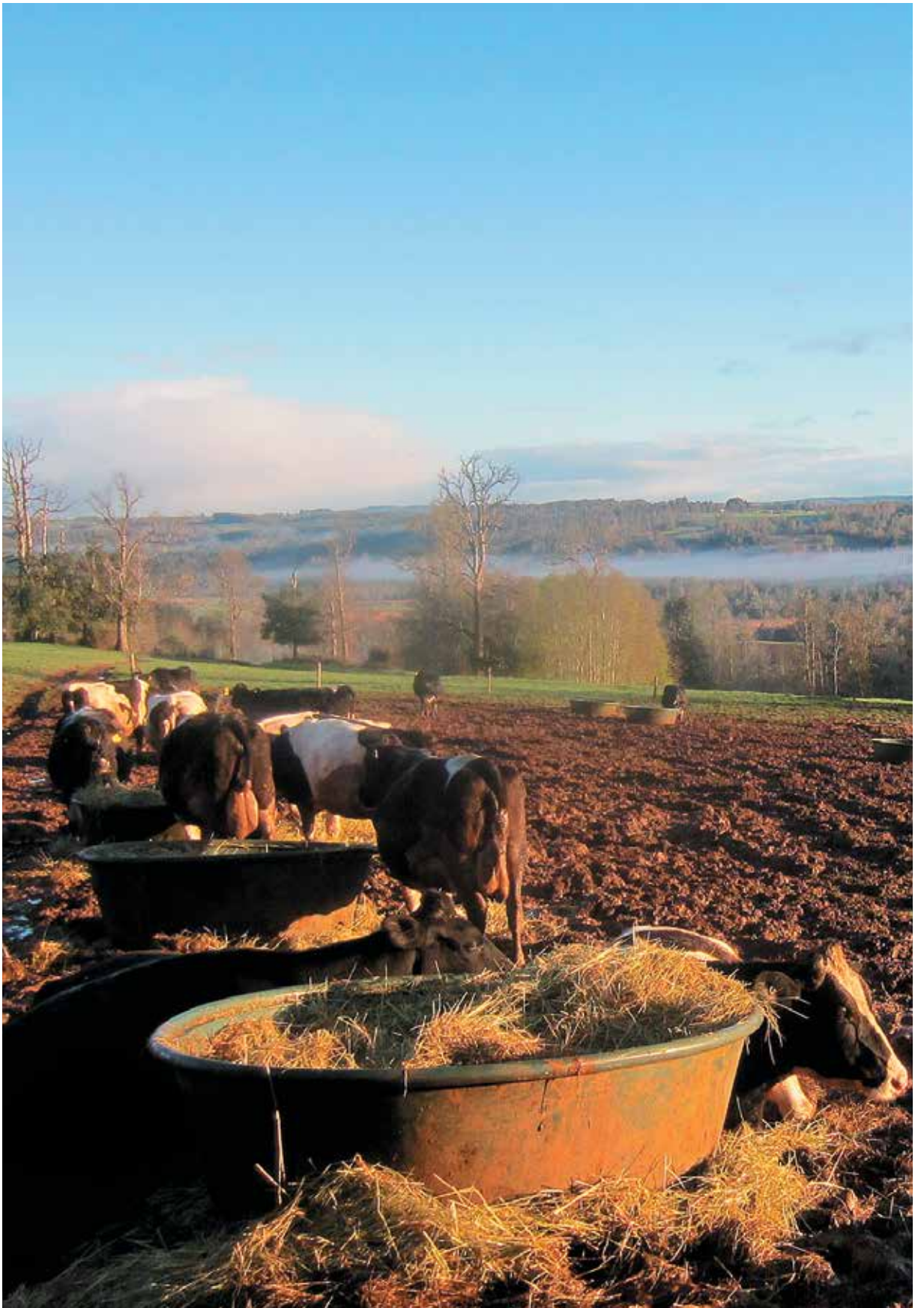
toril. Respecto a los metabolitos sanguíneos, concentraciones plasmáticas elevadas de NEFA y  $\beta$ HB son factores de riesgo para la presentación de algunas enfermedades.

√ El número de partos promedio a la eliminación encontrado ( $3,4 \pm 2,1$ ,  $\pm$ DE), indica que muchas vacas dejan el rebaño en su primera o segunda lactancia. Las enfermedades que ocurren durante el período de transición tienen un impacto sobre la tasa de eliminación temprana, revelando que son un problema que afectan el bienestar animal y la sustentabilidad de los sistemas lecheros del sur del país.









## REFERENCIAS

- Bauman D, Currie W. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanism involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63:1514-1529
- Chapinal N, SJ LeBlanc, ME Carson et al. 2012. Herd-level association of serum metabolites in the transition period with disease, milk production, and early lactation reproductive performance. *J Dairy Sci.* 95:5676–82
- Cook N, Nordlund K. 2004 Behavioral needs of the transition cow and considerations for special needs facility design *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 20:495-520
- DeGaris P, Lean I. 2010. Transition Cow Management. *Dairy Australia*
- DeGaris P, Lean I, Rabiee A, Heuer C. 2008. Effects of increasing days of exposure to pre-partum transition diets on milk production and milk composition in dairy cows. *Aust. Vet. J.* 86:341-351
- Drackley JK. 1999. ADSA Foundation Scholar Award. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science* 82, 2259-273
- Duffield TF, Lissemore KD, McBride BW, Leslie KE. 2009. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *J Dairy Sci.* 92: 571–580.
- Fregonesi J, Veira D, von Keyserlingk MAG, Weary D. 2007. Effects of bedding quality on lying behaviour of dairy cows. *J Dairy Sci* 90, 5468–5472
- Goldhawk C, Chapinal N, Veira DM, Weary DM, von Keyserlingk MAG (2009) Prepartum feeding behaviour is an early indicator of subclinical ketosis. *Journal of Dairy Science* 92, 4971–4977
- Hayirli A, Grummer R, Nordheim E, Crump P. 2002. Animal and Dietary Factors Affecting Feed Intake During the Prefresh Transition Period in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 85:3430–3443
- Huzzey JM, Veira DM, Weary DM, von Keyserlingk MAG. 2007. Prepartum behaviour and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. *Journal of Dairy Science* 90, 3220–3233
- Kaufman E, LeBlanc J, McBride B, Duffield T, DeVries T. 2016. Association of rumination time with subclinical ketosis in transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99:1–15
- Mainau E, Temple D, Manteca X. 2013. Bienestar de las vacas de leche durante el parto. *FAWEC.*
- LeBlanc SJ, Leslie KE, Duffield TF. 2005. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 88: 159-170
- Mee JF. 2008. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: a review. *Vet J* 176:93-101
- Mulligan FJ, Doherty ML. 2008. Production diseases of the transition cow. *Vet J* 176: 3-9
- Mulligan FJ, Gradya O, Rice D, Doherty ML. 2006. A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. *Ani Repro Sci* 96: 331–353
- Nordlund K, Cook N, Oetzel G. 2006. Commingling Dairy Cows: Pen Moves, Stocking Density, and Health. 39th Proceedings American Association Bovine Practitioners. St. Paul, MN. Sept. 20-24, 2006. Pp 36-42
- Oetzel G. 2007. Herd-Level Ketosis – Diagnosis and Risk Factors. 40th Annual Conference, September 19, 2007 – Vancouver, BC, Canada
- Ospina PA, Nydam DV, Stokol T, Overton TR. 2010. Evaluation of nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *J Dairy Sci.* 93:546-554
- Ospina P, JA McArt, TR Overton, Stokol T, DV Nydam. 2013. Using nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate concentrations during the transition period for herd-level monitoring of increased risk of disease and decreased reproductive and milking performance. *Vet Clin Food Anim.* 29: 387-412
- Ospina PA, Nydam DV, Stokol T, et al. 2010. Associations of elevated nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in tran-

sition dairy cattle in the north-eastern United States. *J Dairy Sci.* 93:1596–603

Sheldon M, Williams E, Miller A, et al. 2008. Uterine diseases in cattle after parturition. *Vet J* 176: 115-121

Sepúlveda-Varas P, Huzzey M, Weary D, von Keyserlingk MAG. 2013. Behaviour, illness and management during the periparturient period in dairy cows. *Anim Prod Sci* 53(9) 988-999

Sepulveda-Varas P, Weary DM, Noro M, von Keyserlingk MA. 2015. Transition diseases in grazing dairy cows are related to serum cholesterol and other analytes. *PLoS One* 2015;10: e0122317

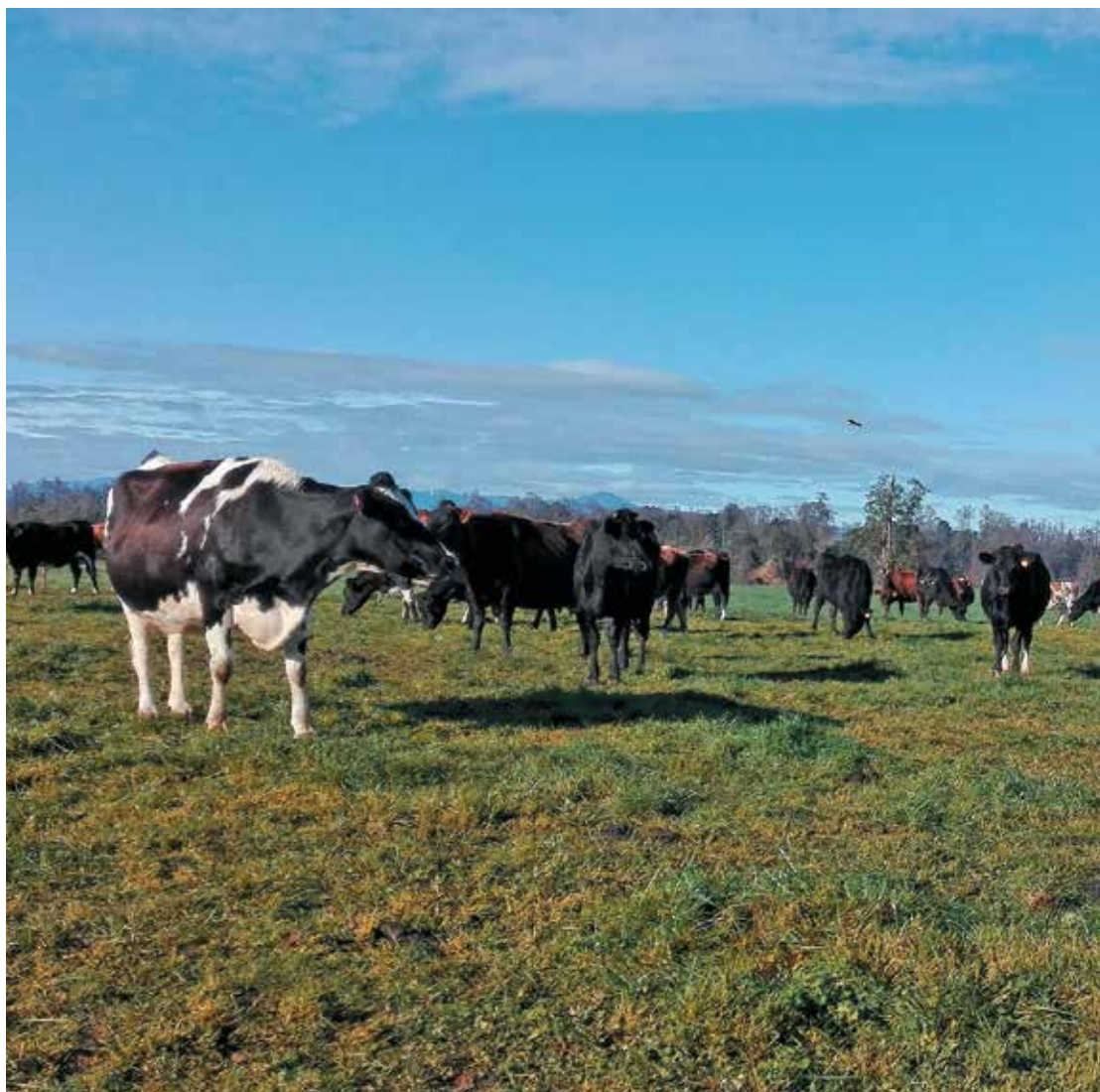
Sommer H. 1975. Preventive medicine in dairy cows. *Vet Med Rev.* 1:42-63

Sordillo LM, V Mavangira. 2014. The nexus between nutrient metabolism, oxidative stress and inflammation in transition cows. *Ani Prod Sci* 54: 1204–1214

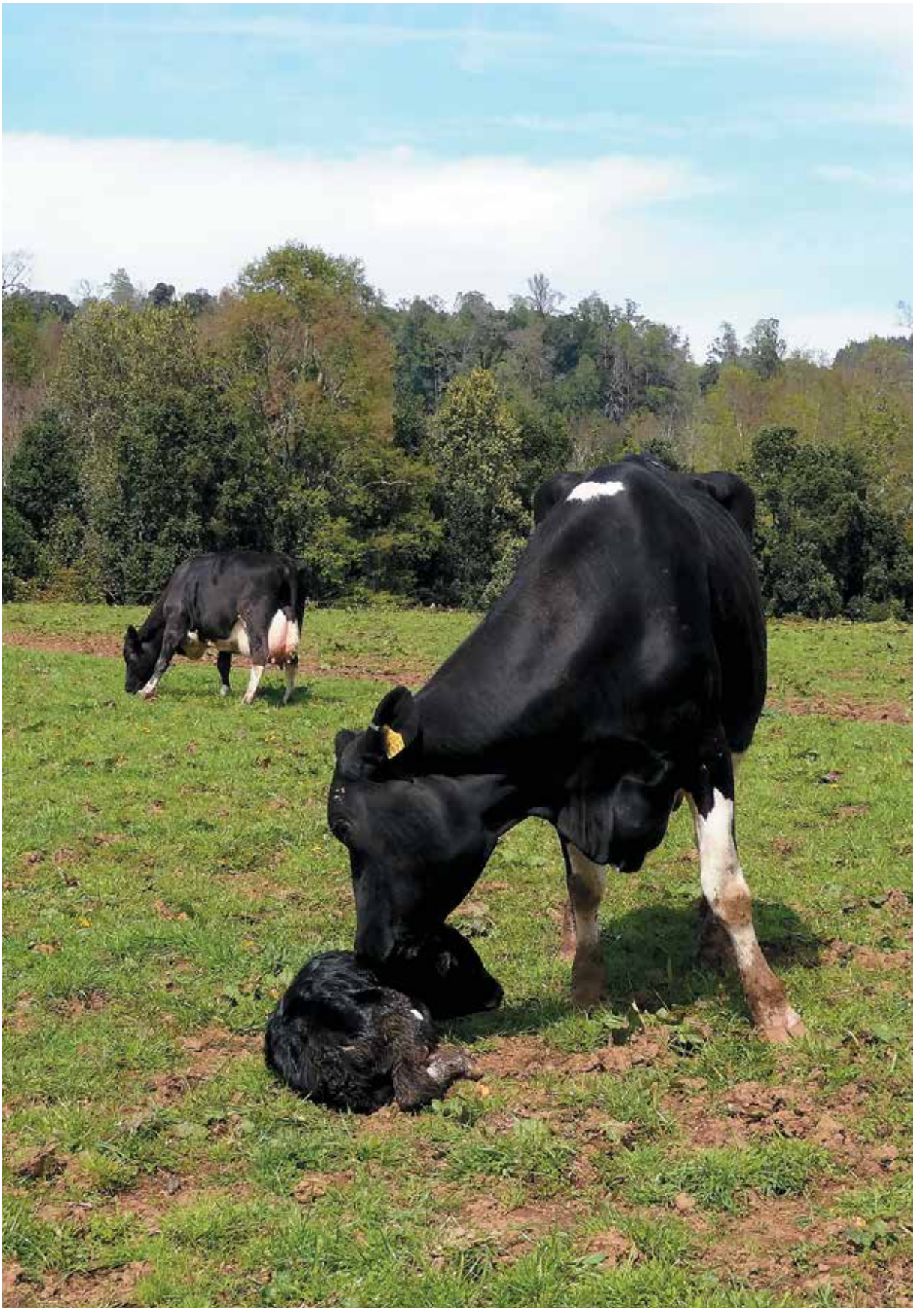
Urton G, von Keyserlingk MAG, Weary DM. 2005. Feeding behaviour identifies dairy cows at risk for metritis. *Journal of Dairy Science* 88, 2843-2849

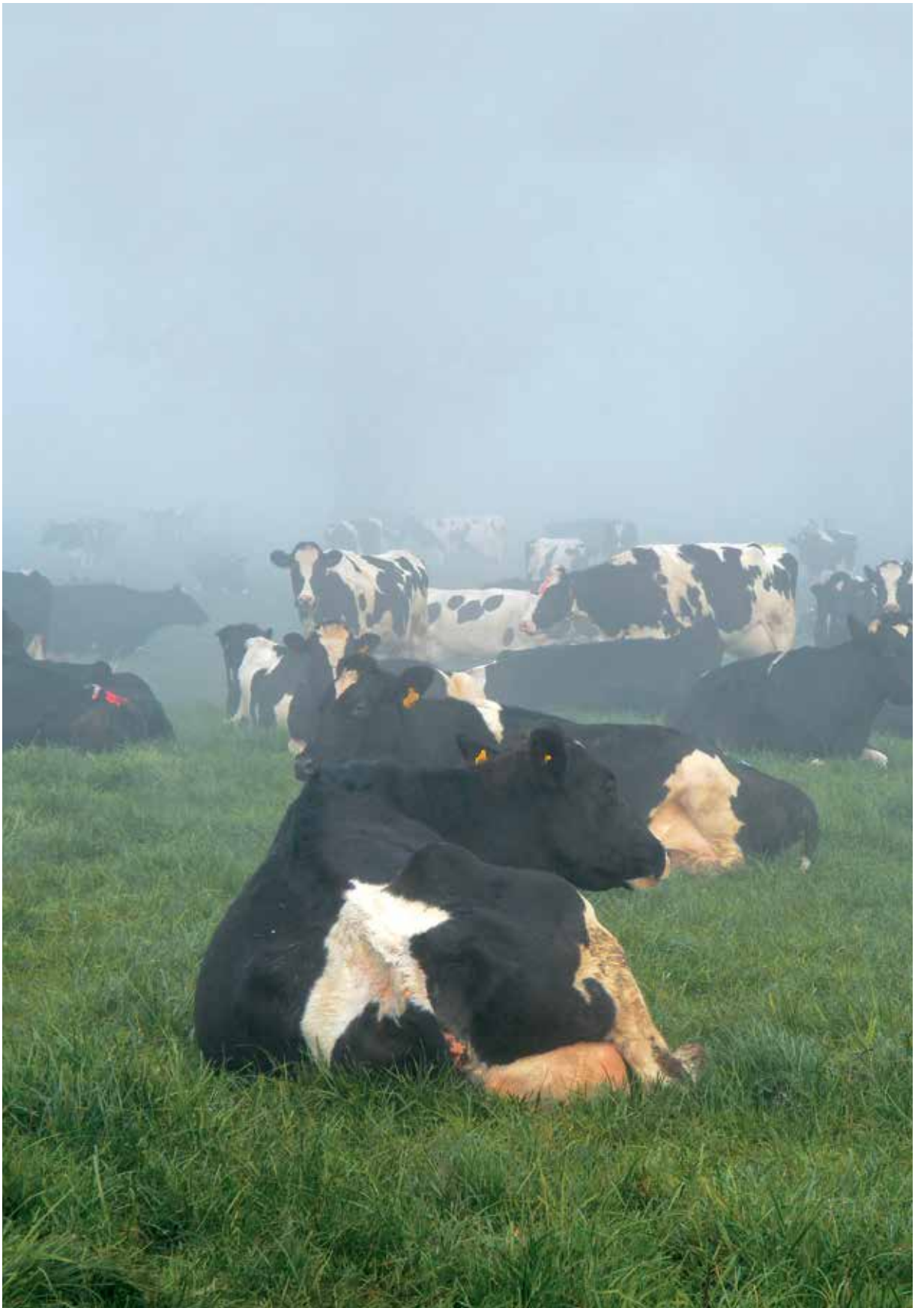
Van Saun RJ. 2009. Metabolic profiling. In: Anderson DE, Rings DM, editors. *Current Veterinary Therapy, Food Anim Prac.* WB Saunders Company. pp 153–164

Wittrock JM, Proudfoot KL, Weary DM, von Keyserlingk MAG. 2011. Short communication: Metritis affects milk production and cull rate of Holstein multiparous and primiparous dairy cows differently. *J Dairy Sci* 94:2408-2412











# ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

- Figura 1. Etapas comprendidas en un ciclo productivo de una vaca lechera. Pag. 7
- Figura 2. Variación del consumo de materia seca durante los días del período de transición. Pag. 8
- Figura 3. Concentraciones plasmáticas de hormonas durante los días previos y posteriores al parto. Pag. 9
- Figura 4. Efecto de los cambios fisiológicos, metabólicos, inmunes y conductuales durante el período de transición en la vaca lechera. Pag. 11
- Figura 5. Condiciones corporales típicas de vacas durante el ciclo productivo. Pag. 16
- Figura 6. Evaluación de la consistencia de las fecas en vacas lecheras. Pag. 19
- Figura 7. Estimación de la producción de leche, cantidad de grasa y proteína láctea al aumentar los días de exposición a dietas preparto. Pag. 23
- Figura 8. Consumo diario de materia seca (% del peso vivo) de vacas Holstein con diferentes puntajes de condición corporal en el período de transición preparto. Pag. 24
- Figura 9. Comedero en el potrero preparto con espacio por vaca insuficiente lo que favorece la competencia por el alimento. Pag. 26
- Figura 10. Bebedero con agua limpia y fresca disponible en el potrero preparto. Pag. 26
- Figura 11. Tiempo de descanso en vacas con acceso a camas secas o mojadas. Pag. 27
- Figura 12. Maternidad en adecuadas condiciones de higiene y confort. Pag. 27
- Figura 13. Magnitud de interacciones agresivas en grupos de vacas con ingresos de nuevos animales semanal o diariamente. Pag. 28
- Figura 14. Vaca alojada en maternidad en la fase II del parto. Pag. 30
- Figura 15. Vaca lamiendo a su ternero recién nacido (fase III del parto). Pag. 30
- Figura 16. Movilización de los nutrientes en los tejidos acumuladores y de utilización mediados por la homeorresis. Pag. 33
- Figura 17. Movilización de nutrientes en los tejidos acumuladores y de utilización en vacas en transición en que la homeorresis se sobrepone a la homeostasis provocando disfunción metabólica. Pag. 34
- Figura 18. Efectos metabólicos e inmunes del incremento de la concentración sanguínea de NEFA. Pag. 34
- Figura 19. Causa y consecuencias del estrés metabólico de vacas en transición. Pag. 35
- Figura 20. Adaptaciones metabólicas durante el período de transición en la vaca lechera con balance energético negativo. Pag. 36
- Figura 21. Enfermedades asociadas al estrés metabólico de vacas lecheras en sistemas confinado de USA y Europa. Pag. 38
- Figura 22. Estrategia para la prevención y control del estrés metabólico en vacas lecheras. Pag. 39
- Figura 23. Representación del metabolismo del calcio al momento del parto. Pag. 40
- Figura 24. Vaca con paresia puerperal posparto siendo tratada con administración endovenosa de una solución cálcica. Pag. 41
- Figura 25. Consecuencias de la hipocalcemia subclínica en vacas lecheras. Pag. 42
- Figura 26. Ruta metabólica de los NEFA en la vaca lechera. Pag. 45
- Figura 27. Porcentaje de vacas que presentan contaminación bacteriana del útero en las primeras semanas posparto. Pag. 47
- Figura 28. Porcentaje de eliminación en vacas con o sin enfermedad uterina luego del parto. Pag. 47
- Figura 29. Producción de leche (kg/d) durante la lactancia en vacas que presentaron metritis o se mantuvieron sanas luego del parto. Pag. 48

Figura 30. Puntuación de los diferentes grados de descarga vaginal y su clasificación para el diagnóstico de metritis en vacas lecheras utilizando el método de evaluación manual. Pag. 48

Figura 31. Vaca lechera en la pradera mostrando el clásico comportamiento de enfermedad o sickness behavior. Pag. 54

Figura 32. Consumo de alimento en vacas mantenidas sanas y luego diagnosticadas con metritis puerperal o cetosis subclínica en el posparto. Pag. 55

Figura 33. Acelerómetro utilizado para medir la conducta de descanso adherido a la extremidad posterior de vacas mediante venda elástica. Pag. 56

Figura 34. Tiempo de descanso diario (h/d) de vacas con o sin metritis durante el período de transición. Pag. 56

Figura 35. Vaca lechera con collar utilizado para medir el comportamiento de rumia. Pag. 57

Figura 36. Tiempo de rumia diario (h/d) de vacas con o sin cetosis subclínica durante el período de transición. Pag. 58

Figura 37. Esquema de muestreo utilizado para el estudio. Pag. 62

Figura 38. Distribución de 6.693 vacas de 30 rebaños acorde el número ordinal de partos. Pag. 64

Figura 39. Mediana y rango intercuartil del número ordinal de partos para 30 rebaños lecheros. Pag. 64

Figura 40. Prepartos en potreros de sacrificio. Pag. 65

Figura 41. Preparto en estabulación. Pag. 65

Figura 42. Distribución de 2.331 vacas de 19 rebaños acorde el número de días preparto. Pag. 66

Figura 43. Mediana y rango intercuartil del número de días preparto para 19 rebaños lecheros. Pag. 67

Figura 44. Distribución de 3.908 vacas de 28 rebaños acorde el número de días de secado. Pag. 67

Figura 45. Mediana y rango intercuartil del número de días de secado para 28 rebaños lecheros. Pag. 68

Figura 46. Tipo de parto en 6.146 vacas primíparas y múltiparas de 38 rebaños lecheros del sur de Chile. Pag. 68

Figura 47. Causas de eliminación durante la lactancia de 2.191 vacas de 32 rebaños lecheros. Pag. 71

Figura 48. Causas de eliminación durante los primeros 100 días de la lactancia de 2.191 vacas de 32 rebaños lecheros. Pag. 72

Figura 49. Distribución según número de partos de vacas eliminadas en 32 rebaños lecheros del sur de Chile. Pag. 72

Figura 50. Causa de muerte en vacas de 32 rebaños lecheros del sur de Chile. Pag. 73

Figura 51. Curva de sobrevida en vacas que enfermaron y se mantuvieron sanas durante los primeros 30 días de lactancia. Pag. 73

Tabla 1. Cambios metabólicos adaptativos a la lactancia en vacas lecheras. Pag. 10

Tabla 2. Evaluación de la condición corporal y del puntaje de fecas como estrategia de monitoreo de la nutrición energética de la vaca lechera. Pag. 16

Tabla 3. Composición nutricional de las dietas para vacas lecheras. Pag. 21

Tabla 4. Ejemplo de una dieta preparto y posparto para vaca lechera. Pag. 21

Tabla 5. Efecto de prácticas de manejo sobre el comportamiento de la vaca lechera y recomendaciones para el período de transición. Pag. 25

Tabla 6. Características de las fases I y II de un parto normal en la vaca. Pag. 29

Tabla 7. Características principales de los tres tipos de cetosis que se describen en vacas lecheras. Pag. 45

Tabla 8. Valores propuestos como óptimos y problema para trastornos que afectan la salud de vacas durante el período de transición en sistemas pastoriles. Pag. 49

Tabla 9. Efecto de una metaflaxis preparto basada en la identificación de vacas en riesgo (hipocolesterolemia o AST aumentado) en la presentación de enfermedades en el posparto. Pag. 52

Tabla 10. Asociaciones entre concentraciones séricas de ácidos grasos libres NEFA),  $\beta$ hidroxi-butirato (BHB) y calcio (Ca), de vacas en transición con el riesgo de presentación de enfermedades al posparto. Pag. 52

Tabla 11. Concentraciones séricas pre y posparto de ácidos grasos libres (NEFA) y  $\beta$ hidroxi-butirato (BHB)



como predictores de riesgo de enfermedades en el período de transición. Pag. 53

Tabla 12. Asociación entre el porcentaje de vacas lecheras en transición con concentraciones séricas aumentadas de NEFA o BHB con alteraciones productivas y de fertilidad posterior. Pag. 53

Tabla 13. Características de los predios incluidos en el estudio. Pag. 63

Tabla 14. Porcentaje de rebaños que realizan diferentes manejos en el secado y en el parto. Pag. 66

Tabla 15. Prevalencia predial promedio y valores mínimos y máximos de trastornos clínicos y subclínicos diagnosticados durante el período transición posparto en 1.036 vacas de 38 rebaños del sur de Chile. Pag. 69

Tabla 16. Proporción de vacas de 38 rebaños lecheros del sur de Chile que enferman durante la transición posparto distribuidos según raza. Pag. 69

Tabla 17. Tipo y número de partos como factores de riesgo (odds ratio) para la presentación de enfermedades de la transición posparto. Pag. 70

Tabla 18. Trastornos subclínicos como factores de riesgo (odds ratio) para la presentación de enfermedades de la transición posparto. Pag. 70

Esta publicación surge en el marco del proyecto “Desarrollo e implementación de indicadores y planes de acción para mejorar la salud y bienestar de vacas lecheras durante el periodo de transición” (5BP-45427), llevado a cabo por la Universidad Austral de Chile, apoyado por la Corporación Consorcio Lechero y financiado por Corfo Innova