

## **SECCIÓN IV**

# **ASPECTOS PRÁCTICOS EN LA NUTRICIÓN DE LA VACA**

### **Autores**

**Aristizábal Jaime  
Cerón Juan M.  
Correa Héctor J.  
García Gonzalo  
Llano Gustavo A.  
Mahecha Liliana  
Palacio Lylia  
Pérez Rafael  
Ramírez Daniel F.  
Yepes John J.**

1990

1991

1992

1993

1994

1995

1996

1997

1998

1999

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

2023

2024

2025

2026

2027

2028

2029

2030

### CONTENIDO

1. Introducción  
2. Metodología  
3. Resultados  
4. Discusión  
5. Conclusiones  
6. Bibliografía  
7. Anexos

1990

1991

1992

1993

1994

1995

1996

1997

1998

1999

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

2023

2024

2025

2026

2027

2028

2029

2030

## Capítulo 9

### EL PERÍODO DE TRANSICIÓN DE LA VACA

*Lylia Palacio, Zoot, Esp<sup>1</sup>; John J. Yepes, MV, Esp<sup>1</sup>.*

#### Resumen

*El período que va del secado al inicio de una nueva lactancia es un período de transiciones crítico para la salud y el comportamiento productivo y económico de la vaca. Durante este período los desordenes metabólicos como cetosis, paresia puerperal, retención de placenta, edema de ubre, desplazamiento de abomaso e inapetencia son más prevalentes. Las vacas que sufren alguno de estos trastornos tienen mayor predisposición a sufrir otros trastornos metabólicos. Los requerimientos nutricionales aumentan por el crecimiento del feto y se suceden cambios en el estatus endocrino en preparación para el parto y la lactancia.*

*Los principales cambios metabólicos y fisiológicos incluyen la movilización de grasa corporal, aumento en la síntesis de glucosa, la reabsorción de calcio óseo y la reducción de ingesta antes del parto y durante la primera fase de la lactancia. Adicionalmente el estatus inmunológico se compromete y los cambios en alimentación afectan la mucosa ruminal y la flora microbiana del rumen. En este ensayo queremos hacer una revisión completa del manejo y la alimentación y su relación con el metabolismo en este período crítico para el futuro productivo de la vaca.*

**Palabras Clave:** *Alimentación, enfermedades metabólicas, fisiología, inicio de lactancia, parto.*

---

<sup>1</sup> Departamento técnico de Ventas, Solla S.A., AA 1272, Medellín-Colombia

## The period of transition of the cow

### Abstract

*The period transition of the cow, which includes the drying off, the parturition and the beginning of a new lactation, is critical for health and productive performance. During this period metabolic disorders such as ketosis, milk fever, retained placenta, udder edema, displaced abomasum and anorexia are more prevalent. Cows that suffer one of these diseases are more susceptible to develop other metabolic disorders.*

*Nutritional requirements are increased during this period as a consequence of fetal growth. Endocrine status also changes in preparation for delivery and lactogenesis. The most outstanding metabolic and physiological changes during this phase include adipose tissue mobilization, increased glucose synthesis, bone resorption and decrease in feed intake before parturition and during the first phase of lactation. In addition, the immune status is compromised and changes in feeding affect the ruminal wall and microbial populations. In this essay we want to make a complete review of management and feeding and its relationship with metabolism in this period that is critical for the future productive performance of the cow.*

**Key words:** *Feeding, metabolic disorders, physiology, early lactation, calving.*

### Caracterización del período de transición

El período de transición que gira alrededor del parto ha sido definido de diversas maneras, pero en general, es considerado como aquel período que transcurre desde 3 semanas antes del parto hasta tres o cuatro semanas después del parto (14). En este período, que en algún otro, hay más cambios en el metabolismo de los tejidos y utilización de los nutrientes.

Concentraciones sanguíneas cambiantes de hormonas como insulina, somatotropina, tiroxina, estrógeno, progesterona y glucocorticoides, actúan como potentes moduladores del metabolismo. El consumo de alimento se reduce, ocurre la movilización de grasa del tejido adiposo y de glicógeno del hígado, y de calcio y minerales del hueso. La concentración de calcio sanguíneo disminuye. La movilización de calcio óseo se produce por una interacción compleja de intestino, riñón y huesos bajo el efecto de la hormona PTH y la versión hormonal de la pro-vitamina D3 (6, 8, 9).



El período de vaca seca es necesario para regenerar el tejido secretor de leche. La glándula mamaria realiza un proceso normal de involución, seguido por un proceso de crecimiento hasta entrada la lactancia. Un periodo menor de 60 días puede conducir a que la producción de leche se reduzca en un 25%. Durante la lactancia muchas vacas desarrollan lesiones de hígado, úlceras ruminales y reducen el tono muscular del rumen. El período seco permite la renovación de estos órganos (7).

El manejo alimenticio en el periodo de transición puede separarse en tres etapas: al principio (0 a 40 días), las tres semanas antes de la fecha de parto y el inicio de la lactancia (23).

El NRC, 2001, trae recomendaciones separadas para vacas al inicio del periodo seco y al final de éste. Se recomienda la utilización de una dieta para vacas horras para reducir los riesgos metabólicos al inicio de la lactancia. Dietas totales no deben contener menos de 12% de proteína cruda y mejor, para primíparas y animales en regular estado, entre 14 y 15%. La deposición de proteína en el periodo de transición es grande, sin embargo los requerimientos de aminoácidos de la gestación no han sido determinados (23).

La recomendación energética para la dieta es de 1.62 Mcal /Kg. Nel. El incremento de carbohidratos fermentables condiciona la flora del rumen para recibir más concentrados posparto. La mayor producción de propiónico aumenta el desarrollo de papilas y reduce la tendencia a movilizar grasa corporal (6); además, en este último período, se aumenta la movilización del calcio óseo y se determina la eficiencia de los mecanismos fisiológicos para tal fin (4).

Sin embargo, un parto normal y el inicio de una lactancia productiva no solamente dependen de la alimentación sino también de las reservas corporales. Varios meses antes del secado, la vaca alcanza su balance energético y repone reservas corporales para la próxima lactancia (6). Aún en condiciones de adecuada reserva corporal su movilización puede resultar en una alteración metabólica. Como norma general las vacas que están en buena condición cuando entran al periodo seco, deben continuar ganando peso hasta el parto (6)

**Implicaciones metabólicas y fisiológicas.** El período de transición se considera como la fase más crítica dentro del ciclo de lactancia de la vaca, pues la producción, salud, desempeño reproductivo, salud y desarrollo de la cría dependen, en gran medida, del comportamiento en esta etapa. (24, 25). El programa de alimentación de la vaca recién parida empieza mucho antes del parto. La combinación de un manejo óptimo de la nutrición produce numerosos beneficios

relacionados con la salud, con los rendimientos productivos y reproductivos, así como la rentabilidad (14). El ciclo productivo de una vaca lechera tiene etapas de requerimientos especiales, cuyo manejo puede desencadenar efectos “residuales” positivos o negativos, así el advenimiento de una nueva lactancia desencadena profundos cambios fisiológicos que pueden producir alteraciones que ponen en riesgo la salud y la productividad del animal. (14). En particular son dos los procesos de adaptación que deben considerarse:

**Adaptación de la flora ruminal.** La flora microbiana presente en el rumen de la vaca, sin suplementación, es diferente a la de la vaca suplementada con concentrado. La flora es esencialmente celulolítica mientras que al inicio de la suplementación, en el periodo de transición, la flora cambia incorporando una cantidad significativa de organismos amilolíticos. Este proceso demora entre 3 a 4 semanas y resulta en la producción de grandes cantidades de ácido propiónico y ácido láctico (6,19)

**Adaptación de la mucosa del rumen al metabolismo de ácidos grasos volátiles (AGV).** Los AGV, que en condiciones normales se absorben con relativa facilidad a través de la mucosa ruminal, no pueden absorberse a la velocidad adecuada debido a la reducción de tamaño de las papilas ruminales durante el periodo seco, que puede alcanzar el 50%. El desarrollo de las papilas ruminales, depende fundamentalmente de la presencia de ácido propiónico, producto de la fermentación de los carbohidratos no estructurales (CNE). Este proceso requiere un período de adaptación de 3-4 semanas. La disminución de la absorción de AGV provoca la acumulación excesiva de ácido propiónico y láctico en el rumen, favoreciendo el desarrollo de acidosis (6,19).

El uso de concentrado durante las últimas tres semanas del periodo de transición preparto, permite la adaptación de la flora ruminal y de la mucosa del rumen a la dieta con concentrados, característica del inicio de la lactancia. Este periodo tiene una duración de 4 a 6 semanas (7).

**La Inmunosupresión.** De forma natural, las defensas de la vaca empiezan a disminuir 2 ó 3 semanas antes del parto, alcanzando un nivel mínimo 1 ó 2 semanas posparto. (6, 7,20). Durante el parto la actividad de los neutrófilos y linfocitos se ve disminuida hasta en un 50%.

Durante la gestación, la progesterona es la hormona predominante. Unos 30 días antes del parto, el cortisol fetal estimula a la placenta para iniciar la secreción de estrógenos. Los estrógenos juegan un papel fundamental en el desarrollo



de la glándula mamaria, la síntesis de calostro y la preparación para el parto. En el celo los niveles altos en concentración de estrógenos alteran la función inmunitaria. Además entre 24 y 48 horas previas al parto, los niveles de prostaglandinas aumentan provocando la luteolisis, lo que resulta en la disminución de progesterona y el dominio definitivo de los estrógenos. Estos cambios en los perfiles hormonales que desencadena el parto son estresantes. En situaciones de estrés se liberan cantidades importantes de cortisol y éstos conjuntamente con los estrógenos desencadenantes del parto son los que inciden directamente en la inmunosupresión, que hasta cierto punto es inevitable (20,21).

La calostrogénesis es un mecanismo desencadenante del parto, en este el dominio estrogénico, favorece la producción y transferencia de inmunoglobulinas a la glándula mamaria para la formación del calostro, en detrimento de las defensas celulares del animal (21). Finalmente, el balance negativo de nutrientes, generado por la disminución del consumo de alimentos, contribuye a disminuir la capacidad de reacción del sistema inmunitario. Además, el estrés por calor suele reducir aun más el consumo de alimentos y agravar la situación. La disminución del consumo de materia seca genera déficit de energía, proteína, vitaminas y minerales que resultan en inmunosupresión e incidencia elevada de alteraciones metabólicas. En consecuencia, es necesario ajustar la ración para reducir al máximo los factores nutricionales que pueden suponer un estrés adicional a los muchos causados por el parto (20).

***El agotamiento del sistema inmunitario en el postparto.*** Los procesos metabólicos normales del organismo producen radicales libres tóxicos que son neutralizados por el sistema inmunitario. La producción excesiva de estos radicales causa el denominado “estrés oxidativo”. Inmediatamente después del parto, el sistema inmunitario debe reconocer la placenta como un tejido extraño al organismo e iniciar su expulsión. La involución uterina, proceso que dura tres semanas y tiene por objeto devolver el útero a su tamaño normal, genera una gran cantidad de radicales tóxicos que consumen la mayor parte de los agentes antioxidantes (principalmente selenio y vitamina E) del sistema inmunitario. Este déficit es parcialmente responsable del incremento de los desordenes periparto (retenciones placentarias, metritis, mastitis, etc.) y pone de manifiesto la íntima relación entre los factores nutricionales y la inmunocompetencia (20,21).

Entre el 60 y el 80% de las enfermedades del vacuno lechero tienen lugar durante el parto o las primeras semanas postparto. Todas las vacas sufren una pérdida de defensas frente a agresiones físicas o infecciosas durante el periodo alrededor del parto. El grado de pérdida de dicha capacidad depende de factores genéticos propios de cada animal y de su entorno (20, 21).

**Consumo de materia seca.** Durante el periodo de transición se produce una disminución importante del consumo de materia seca, lo que conduce a un desfase con la producción de leche al inicio de la lactancia. Ésto está bien documentada, así como su relación con la aparición de diversas disfunciones metabólicas, sanitarias y reproductivas (16).

La disminución se inicia 3 semanas preparto, y se hace muy evidente en la semana previa al parto, en la que el consumo puede reducirse hasta un 30%. El control del consumo de materia seca depende parcialmente del estado fisiológico del animal, probablemente debido a los cambios hormonales que ocurren en el periparto. Los detalles de los procesos involucrados en dicha disminución no se conocen con detalle, lo que dificulta el desarrollo de estrategias que permitan optimizar el consumo. Sin embargo, una buena parte de la disminución del consumo de materia seca depende también de factores extrínsecos, lo que los hace susceptibles de manipulación. Entre estos factores están la comodidad, la palatabilidad de la ración, la disponibilidad y acceso a ésta, el estrés por calor, la hipocalcemia y la incidencia de enfermedades, etc (5, 6, 11). Las consecuencias de la disminución del consumo de materia seca son muy negativas, ya que genera un déficit de nutrientes. El impacto económico de la reducción del consumo de materia seca preparto es muy importante, y debe ocupar, sin lugar a dudas, el primer lugar de nuestras prioridades para este grupo de animales (5, 6). Cerca del parto el consumo voluntario puede ser de 10 a 25% más bajo que en los inicios del periodo seco; posterior al parto el consumo permanece bajo y se incrementa gradualmente las primeras semanas, dependiendo lógicamente de la composición de la ración (15).

**Balance de nutrientes.** El balance energético es el resultado de la diferencia entre las necesidades del animal y los aportes de la dieta. Durante las últimas 2<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> semanas de gestación se produce un aumento sustancial de las necesidades energéticas debido al desarrollo fetal y a las necesidades de síntesis de calostro. Esta situación se acompaña de una disminución en el consumo de materia seca fundamentalmente en la última semana de gestación. Estas dos circunstancias son con frecuencia responsables del desarrollo de un balance energético negativo que se inicia unas semanas antes del parto (5, 20, 23).

El ganado vacuno tiene la capacidad de compensar el balance nutricional negativo, particularmente de energía, a través de la movilización de grasa corporal. Sin embargo, la movilización excesiva de grasa conduce a desordenes de diferente tipo, muy especialmente reproductivos (19,27)



El déficit energético conduce a una disminución de los niveles de glucosa e insulina en sangre, que estimula la movilización de grasa. La movilización de grasa resulta en un aumento en los ácidos grasos no esterificados (AGNE) en sangre, que son utilizados por el hígado. Estos ácidos grasos se utilizan como fuente de energía (oxidación), pero cuando la movilización de los AGNE es excesiva, se generan vías hepáticas alternas, como la formación y exportación de cuerpos cetónicos y la formación y almacenamiento hepático de triglicéridos. Si esta situación se desarrolla durante el parto, se disminuye notablemente la capacidad de adaptación del hígado para el periodo postparto, y esto predispone al desarrollo del síndrome de cetosis-hígado graso. Además existe una serie de condicionantes que favorecen la movilización de grasa, entre los que destacan la situación estrogénica propia del parto (que favorece la movilización de grasa), el estrés causado por el manejo inadecuado o el exceso de calor (que libera cortisol y catecolaminas endógenas), y la hipocalcemia (que se asocia a una disminución del consumo de materia seca y al consecuente déficit energético (14, 17, 26).

Durante mucho tiempo se ha centrado la atención de la movilización de grasa en el periodo postparto, pero el balance energético es más importante. Sin embargo, el balance energético negativo empieza a producirse en las semanas previas al parto, y la saturación hepática generada es una causa predisponente importante. La concentración de AGNE en sangre se duplica entre los días -17 y +2 respecto al parto, y el contenido de triglicéridos en el hígado se triplica el día del parto. Aunque parte de esta movilización se debe al estado endocrino del animal, la reducción en el consumo de materia seca es el factor más importante (26).

La comparación de los perfiles metabólicos, la producción y la incidencia de enfermedades en grupos de animales con distinta cantidad de alimento ingerido reveló que aquellos cuya ingesta no se redujo en el parto, movilizaron menos grasa, moderaron el balance energético y proteico, y tuvieron una ingesta y una producción lechera postparto mayor (14,17). Estos trabajos sugieren que el consumo de materia seca es el factor más importante en el control del consumo de la energía y en la generación del balance energético negativo (14,26).

En ocasiones las vacas son correctamente alimentadas al inicio y mitad del periodo seco pero muy mal al final del periodo de transición, o a la inversa. En el primer caso la vaca se predispone a acidosis subclínica, desplazamiento de abomaso, infertilidad y problemas de consumo de materia seca al inicio de la lactancia. En el segundo caso cuando las vacas no son alimentadas correctamente y terminan con un exceso de condición corporal (> de 4.0) esos animales van a estar más predispuestos a problemas de cetosis, hígado graso, desplazamiento

de abomaso y distocia. Estas situaciones confirman la necesidad de alimentar correctamente a los animales durante el período de transición (23).

La concentración y cantidad de energía consumida por las vacas en los sistemas de pastoreo ocasiona un descenso de por lo menos 1 a 1.5 en la condición corporal en los primeros 30 días de lactancia. En ausencia de una elevada concentración energética, el nivel de producción al comienzo de la lactancia (pico de lactancia) dependerá en buena parte de la cantidad de reservas corporales que pueda movilizar el animal para soportar su alta producción (14, 26).

**Proteína.** EL NRC, 2001, recomienda la utilización de una dieta especial para vacas horras a fin de reducir los riesgos metabólicos al inicio de la lactancia. La dieta total no debe contener menos del 12% de proteína cruda y más para primíparas y animales en regular estado (entre 14 y 15%). El NRC (25) no considera la deposición de proteína en tejido parenquematioso de la ubre (hasta 450 g de tejido por día) en el periodo de transición, por lo que los requerimientos dietarios de proteína pueden ser más altos, especialmente para novillas de primer parto (23).

**Glucosa.** La lactogénesis demanda una adaptación metabólica. Los cambios más importantes son:

1. Aumento significativo de la demanda de glucosa. La consecuente gluconeogénesis incrementa también el uso de los aminoácidos por parte del hígado para la síntesis de glucosa, afectando las necesidades de proteína en esta etapa (9,18).
2. La movilización de depósitos de grasa corporal al inicio de la lactancia, que puede llegar incluso a la cetosis y al hígado graso (9,18).
3. La movilización de calcio, fósforo y magnesio del hueso, al pool de transporte (9,18).

El propionato derivado de la fermentación ruminal es el principal sustrato usado por el hígado para la obtención de glucosa, seguido bajo condiciones normales por aminoácidos, lactato y glicerol en el proceso de la gluconeogénesis (18,25). Adicional al incremento del requerimiento de glucosa y por efecto de la reducción en la ingesta, la oferta de glucosa es inferior a la demanda. Esta condición se acentúa después del parto en la cantidad aproximada de 2.500 a 5.000 gramos por día en los primeros días de lactancia. Complejos mecanismos homeorreóticos funcionan como moduladores (9, 19).

El manejo nutricional que suministre cantidades adecuadas de sustratos



gluconeogénicos debe así mismo propender por la renovación del epitelio ruminal durante el periodo seco, por la adaptación de las papilas ruminales y por el metabolismo durante la lactancia ( 8, 12).

Los carbohidratos (el almidón y los azúcares) por su mayor fermentabilidad, y la fibra fermentable de la dieta, son los principales precursores del ácido propiónico. Los tratamientos físicos, químicos y térmicos afectan la disponibilidad y la tasa de fermentación de los carbohidratos en el rumen. La tasa de digestión y la cantidad de almidón que se degrada en el rumen decrece en el siguiente orden para granos secos que son molidos o chancados hasta un tamaño mediano: avena (88 al 91%), trigo (88 a 90%), cebada (86 a 88%), yuca (84 a 86%), papa (82 a 84%), arroz (80 a 82%), maíz (75 a 77%), grano de sorgo (66 a 70%) ( 8, 22).

**Potasio.** Los enfermedades relacionadas con electrolitos (cationes y aniones) en vacas lecheras se refieren a potasio (K), sodio (Na), cloro (Cl) bicarbonato (HCO<sub>3</sub>) y en menor medida, azufre (S), magnesio (Mg), calcio (Ca) y proteínas de la sangre. Los forrajes son pobres en sodio y ricos en potasio. (24).

La mayoría de los forrajes y otros alimentos son analizados en forma rutinaria para determinar su contenido de Ca, P, K, y Mg, pero no menos importante son el Cl, S y Na (24,26). Hay variaciones considerables en los niveles de cloro, azufre y sodio en forrajes. La concentración de potasio en los forrajes depende de la especie, la madurez, el tipo de suelo y la fertilización (24,26).

Un trabajo reciente ha demostrado que la incidencia de hipocalcemia está relacionada no solo con el contenido bajo de calcio de la dieta, sino también con el contenido alto de potasio. Este nivel se supera en forrajes de leguminosas (que además son ricos en calcio) y en gramíneas, sobre todo cuando están estercoladas (17).

Se piensa que la causa de la fiebre de leche y trastornos relacionados es el elevado potasio en los forrajes suministrados a las vacas secas y próximas al parto, ya que reduce la cantidad de la hormona de la vitamina D ( 1, 25 dihidroxi D<sub>3</sub>) por unidad de paratohormona. Esta condición reduce la eficacia de la movilización del calcio óseo para atender las demandas y mantener la concentración sanguínea para prevenir la fiebre de leche (25,26). Los suplementos aniónicos se suministran normalmente en las últimas tres semanas pre parto para inducir una ligera acidosis sistémica que estimule los mecanismos de reabsorción ósea y reduzca la incidencia de fiebre de leche (25,26).

**Calcio.** La transición a la lactancia resulta, con frecuencia, en incompetencia de



los mecanismo de regulación del calcio, con una baja en la calcemia. La transición brusca del secado a la producción de leche supone un incremento importante en las necesidades de calcio. La cantidad de calcio excretada en el calostro es 3 veces la de la leche normal, y supone entre 8 y 10 veces la cantidad de calcio circulante en la sangre de una vaca de 600 Kg. La cantidad de calcio disponible para el animal depende, como en los otros nutrientes, de la ingesta de materia seca y la concentración de calcio en la ración. Aún en las condiciones óptimas, los aportes de calcio en los primeros días de lactancia son insuficientes para cubrir las necesidades; por ésto la movilización de calcio de las reservas corporales es imprescindible. El proceso de movilización de calcio depende de la interacción entre hormonas (calcitonina y paratohormona) y la vitamina D. Sin embargo, el tiempo necesario entre la detección del déficit de calcio y su movilización es de 7 a 10 días. La reacción lenta de este sistema de regulación del calcio es una de las responsables del desarrollo de la hipocalcemia clínica o subclínica (6, 7).

Como consecuencia de estos cambios, todas las vacas pasan por un período de hipocalcemia durante o alrededor del parto. La consecuencia genérica de la hipocalcemia es la pérdida de tono muscular que se traduce en la relajación del músculo esquelético (resulta en el síndrome de la vaca caída); en la matriz (contribuye a la incidencia de retenciones placentarias), en el pezón contribuye a la incidencia de mastitis y en la musculatura del tracto digestivo contribuye a una mayor incidencia de desplazamientos de abomaso. Por ejemplo, se ha determinado que una hipocalcemia ligera resulta en una reducción del 70% en la capacidad de contracción y del 50% en la fuerza de contracción del abomaso (11, 19). Por lo tanto, un buen programa de manejo de la vaca en transición debe considerar métodos que limiten la posibilidad de hipocalcemia (7).

Una segunda consecuencia grave de la hipocalcemia es la reducción del consumo de materia seca que como se ha visto previamente, es causa de múltiples problemas. Además, la hipocalcemia resulta en una liberación de cortisol al torrente circulatorio que resulta en una inmunosupresión que puede tener consecuencias graves durante este período (7,11). La consecuencia final de estas alteraciones metabólicas es que se reduce la productividad y se incrementa el riesgo de padecer enfermedades metabólicas propias del periparto (3).

**Tabla 1: Guía para la composición de la ración para vacas secas (18)**

	Temprana	Regular <sup>2</sup>	Encierro <sup>1</sup>
Encierro			
Aniónico <sup>3</sup>			
Proteína Cruda % DM	12-13	13-14	13-14
Proteína Soluble % CP	30-38	30-38	30-38
Proteína degradable, % CP	—	—	—
Proteína no degradable, % CP	—	—	—
NE <sub>L</sub> Mcal/lb DM	0.60-0.64	0.62-0.66	0.63-0.67
Forraje NDF, % DM	27 min	27 min	27 min
Total FDN, % DM	36 min	36 min	36 min
NSC, % DM	26 min	26 min	28 min
Grasa, máximo,	—	—	—
Calcio, % DM	0.45-0.55	0.45-0.55	1.40-1.60
Fósforo, % DM	0.30-0.35	0.30-0.35	0.35-0.40
Magnesio, % DM	0.20-0.22	0.22-0.24	0.28-0.32
Potasio, % DM	0.80-1.00	0.80-1.00	0.80-1.10
Azufre, % DM	0.16-0.17	0.17-0.19	0.35-0.40
Sal, % DM	0.25-0.30	0.25-0.30	0.25-0.30
Sodio, % DM	0.10-0.12	0.10-0.12	0.10-0.12
Cloruro, % DM	0.20-0.24	0.20-0.24	0.20-0.24
Manganeso, ppm	44	44	44
Cobre, ppm	11-25	11-25	11-25
Zinc, ppm	70-80	70-80	70-80
Hierro, ppm	100	100	100
Selenio agregado, ppm	0.30	0.30	0.30
Cobalto agregado, ppm	0.20	0.20	0.20
Yodo agregado, ppm	0.50	0.50	0.50
Total Vitamina A, IU/lb DM	3500	3500	3500
Vitamina D agregada, Mínimo	750	750	750
IU/lb DM Máximo	1100	1100	1100
Total Vitamina E, IU/lb DM	35	35	35
Concentrado aproximado, % DM	12-15	22-25	22-25
Ingesta aproximado, % peso corporal	2.0	1.8	1.8

<sup>1</sup> Las últimas tres a cuatro semanas antes del parto

<sup>2</sup> La dieta regular o catiónica

<sup>3</sup> La dieta aniónica con un balance catión-anión de -100 a -150 miliequivalentes por kilogramo



## Medidas de prevención y tratamiento

**Hipocalcemia.** El objetivo fundamental de las estrategias de prevención de la hipocalcemia es desarrollar la capacidad de ingestión de calcio en el postparto. En condiciones normales, el balance aniónico catiónico (BAC) es ligeramente positivo, pero en las raciones preparto se recomienda que dicho nivel se encuentre entre  $-50$  y  $-100$  mEq/kg utilizando la ecuación  $BAC (mEq/kg) = ((Na + K) - (Cl + S))$ . Para reducir el valor hasta un nivel ligeramente negativo deben utilizarse sales ricas en aniones, que intervengan en la dieta como el cloruro o sulfato amónico. El resultado de la inclusión de estas sales en la ración es una ligera acidificación sistémica. Uno de los principales inconvenientes del uso de sales aniónicas en el preparto es la posible disminución causada por su baja palatabilidad. Para reducir al máximo el riesgo de afectar a el consumo de materia seca, deben formularse raciones con un BAC bajo (selección de ingredientes bajos de K y Na). En las raciones que utilizan sales aniónicas, el nivel de Cl no debe superar el 0.8% (MS) (21, 22, 25).

**Hipomagnesemia.** Es más frecuente en condiciones de pastoreo intensivo en rotación de forrajes suculentos, con alto contenido de potasio y nitrógeno y bajo contenido de sodio. Éstas reducen la absorción de magnesio de la dieta y alcalinizan la sangre. El BAC alcalino reduce la disponibilidad de calcio del pool óseo, lo que combinado con la baja concentración de magnesio sanguíneo resulta en reducción de la secreción de la PTH por las glándulas paratiroides. Las vacas en estas condiciones son más propensas a sufrir paresia puerperal (26).

El magnesio se absorbe principalmente en el rumen mediante dos mecanismos diferentes: uno pasivo y otro activo. El mecanismo activo es inhibido por niveles altos de potasio en la dieta. El mecanismo pasivo es menos eficiente pero no se inhibe en la presencia de altas concentraciones de potasio (Véase Tabla 2) (6, 7, 9). La hipomagnesemia se presenta con la fiebre de leche y también de manera crónica sin sintomatología evidente. La hipomagnesemia crónica leve resulta en menor consumo de alimento, nerviosismo y baja producción (6, 9). En hatos con problemas históricos de hipomagnesemia se recomienda adicionar a una dosis de magnesio 15 gramos por día por vaca seca y 30 gramos por vaca día de para vacas en lactancia (23).

**Inmunosupresión.** Algunos factores responsables de la inmunosupresión son inherentes al proceso del parto y por lo tanto, inevitables. Otros factores son susceptibles de modificación mediante programas de manejo y alimentación. Entre ellos debemos destacar:



**Tabla 2** Efectos del Potasio intrínscico en pasto deshidratado sobre la absorción aparente de Magnesio en vacas secas (28)

Balance de Magnesio en vacas consumiendo gramíneas con 2 contenidos de Potasio

	Bajo K	Alto K		
% Mg dieta	0.234	0.216		
%K dieta	2.6	4.26		
	Gramos – día		Error	Estandar
Consumo	15.08	13.90		0.224
Heces	13.46	13.61		0.224
Absorción	1.62	0.29		0.004

La deficiencia de algunos micronutrientes se ha asociado con un aumento en la incidencia, duración y gravedad de las infecciones mamarias, y un aumento en la incidencia de retenciones placentarias (20,21). La suplementación con vitamina E y selenio son fundamentales para la función inmunitaria. La actividad de la vitamina E es dependiente de la concentración de selenio en la dieta y debe ser mínimo de 0.1 ppm (20,21).

Datos recientes indican que para mantener los niveles adecuados de vitamina E es necesario, además de la incorporación de vitamina E, la suplementación con 3000 UI/d intramuscular 10 y 5 días previos al parto (21). Es posible que otros minerales y vitaminas (betacarotenos, zinc, cobre, etc.), que actúan como antioxidantes, contribuyan a evitar los excesos de radicales libres asociados al estrés del periodo de transición (6).

**Consumo de materia seca.** Las razones fisiológicas específicas que provocan la reducción en el consumo de materia seca son poco conocidas y, probablemente, intrínsecas al estado fisiológico del animal; ésto deja pocas posibilidades de manipulación. Sin embargo, evitar o reducir la disminución en la consumo de materia seca durante el parto debe ser un objetivo constante, ya que si se mantiene el consumo se resuelven la mayor parte de los problemas periparto (2,3,5).

Las estrategias deben centrarse alrededor de las siguientes bases: Las raciones con una concentración energética mayor resultan en un aumento en el consumo y el efecto es más claro cuando este aumento en energía se realiza a través de la utilización de cereales. Debe evitarse el uso de grasas para incrementar la concentración energética de la ración, ya que ésto tiene tendencia a reducir el consumo

de alimentos (26). El uso de sales aniónicas con frecuencia se asocia con la reducción del consumo de alimentos. No debe restringirse el calcio en las dietas de transición cuando se utilizan sales aniónicas debido al aumento de pérdidas endógenas (6).

**Manejo de la condición corporal.** El ciclo reproductivo de la vaca presenta cambios normales en las reservas corporales, especialmente grasa. Existe un estado corporal óptimo para cada etapa de la lactancia, por eso es necesario caracterizar el estado corporal de un hato y registrar su evolución. La escala más usada en ganado lechero está basada en 5 puntos con subdivisiones de  $\frac{1}{4}$  de punto (14,26).

El estado corporal deseable varía a lo largo del ciclo reproductivo. Las vacas deben parir con suficientes reservas pero no deben estar excesivamente gordas. Se debe buscar un estado corporal entre 3,5 y 3,75 al parto. Un estado menor a 3,5 puede limitar la producción de leche en el pico de la lactancia y un valor mayor de 4,0 puede hacerlas más susceptibles a la cetosis y al abomaso desplazado. Durante el inicio de la lactancia la vaca utiliza sus reservas corporales. La mayor producción se produce en relación con la alimentación y la disponibilidad de reservas corporales, y esto normalmente se produce antes de que la vaca recupere su máxima capacidad de consumo (14, 26).

La movilización de reservas implica una pérdida de peso de hasta el 10% y su estado corporal puede bajar a 2,25 o 2,5 en el tercero o cuarto mes de lactancia. A partir de allí la vaca debe ganar peso; esto se ve facilitado por la disminución de la producción a medida que avanza la lactancia y el aumento de la capacidad de consumo. La vaca en producción utiliza el exceso de alimento para engorde con mucha más eficiencia que la vaca seca, de modo que es deseable que las vacas hayan recuperado su estado corporal al terminar la lactancia; si esto no es así, deberá recuperar estado durante el período de vaca seca (26).

La manera más aconsejable de hacer la evaluación calificando un 10% a un 15% del hato tomado al azar. Cada vaca debe ser calificada cuidadosamente y se debe anotar fecha de último parto y todo otro dato que sea pertinente para explicar el estado corporal. Esta calificación nos dará el valor promedio del lote. Hecho esto se debe buscar en el lote las vacas que difieran ostensiblemente del promedio y revisarlas teniendo a mano la ficha para tratar de ver si tienen algún problema que se pueda solucionar (13).

**Sales Aniónicas.** Se establece la necesidad de generar una ligera acidosis metabólica para favorecer la movilización del calcio. Dicha acidificación puede



conseguirse a través de la modificación del equilibrio aniónico-catiónico (BAC). El BAC se define como la relación entre los miliequivalentes de cationes y aniones de la ración. Los iones que mayor impacto tiene en el BAC son el sodio, el potasio, el azufre y el cloro, aunque el calcio, el magnesio y el fósforo también intervienen en menor medida (24,26). Se ha sugerido que es esta acidificación la que permite mejorar la absorción y la movilización ósea de calcio. Esta movilización parece estar mediada por la acción de la paratohormona (17).

El segundo paso en la evaluación de la dieta es el balance. En el caso de algunos minerales el organismo requiere un balance entre minerales como en los casos del Ca y P y de los macro elementos cationicos y aniónicos. En el caso de la vaca lechera, en la etapa del parto, el balance de electrolitos es particularmente importante y tiene implicaciones prácticas (26).

El metabolismo del calcio en la etapa de transición puede producir problemas como fiebre de leche, retención de placenta y subsiguiente reducción en el consumo de alimento e ineficiencia en producción y reproducción. El metabolismo del Calcio es regulado por la paratohormona producida por la glándula paratiroides, la vitamina D3 producida en riñones e intestino, y la movilización ósea. El balance electrolítico de la dieta afecta la relación ácido:base de la sangre y el metabolismo del Ca. Las ecuaciones más comunes para el calculo de balance ácido:base se muestran en la Tabla 3 (25)

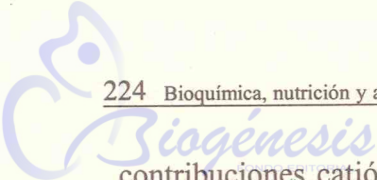
**Tabla 3: Ecuaciones BDCA (26)**

Ecuaciones de balance dietario cation – anión (BDCA en meq) (26)

1.  $(Na + K + Ca + Mg) - (Cl + SO_4 + H_2PO_4 + HPO_4)$
2.  $(Na + K + Ca + Mg) - (Cl + S + P)$
3.  $(Na + K + .15Ca + .15Mg) - (Cl + 0.2S + 0.3P)$
4.  $(Na + K) - (Cl + S)$
5.  $(Na + K) - (Cl)$

Los aniones más importantes de la dieta son el Cl, S y P, mientras que los cationes más importantes de la dieta son el Na, K, Ca y Mg. Los electrolitos monovalentes son los que mayor efecto ejercen sobre el balance ácido:base. La relación catión: anión en la dieta no se expresa en términos de masa sino de mili-equivalentes debido a su carácter eléctrico. La manipulación de cationes y aniones en la dieta no afecta el pH sanguíneo debido al efecto tampón del hueso y los riñones pero sí afectan el pH urinario. La ecuación más adecuada es la número 3, pero la más usada es la número 4 que sobrevalora la contribución aniónica del S e ignora las





contribuciones catiónicas de Ca y Mg. La adición de sales aniónicas o ácidos minerales acidifica la dieta y reduce la incidencia de fiebre de leche o hipocalcemia en vacas, debido a que promueve la movilización ósea (reabsorción osteolítica) y aumenta la cantidad de 1.25 hidroxí Vitamina D por unidad de paratohormona (24).

Las compuestos mas comúnmente utilizadas para acidificar la dieta de vacas pre parto son: el cloruro de calcio, el cloruro de amonio, el ácido sulfúrico, el sulfato de calcio y el sulfato de magnesio. Las sales aniónicas son muy poco palatables y su poder acidificante es diferente para cada fuente. El ácido clorhídrico también es utilizado como acidificante con las ventajas frente a las sales aniónicas que no tiene problemas de palatabilidad, se puede incluir en cantidades mayores y tiene mayor poder acidificante (24, 25, 26) (Véase Tabla 4).

**Tabla 4: BDCA<sup>1</sup> y Fiebre de leche<sup>2</sup> (26)**

**Sumario de ensayos con sales aniónicas (26)**

BDCA * de (Meq - kg MS)	Ca (gr-día)	P (gr-día)	No Vacas	Fiebre leche
-129	92.5	32.2	19	0
+331	85.5	33.9	19	47.7
-75	75	27	24	4.2
+189	83	30	24	16.2
-250	81	—	260	4.0
+50	92	—	250	9.0

<sup>1</sup> Esta tabla de Oetzel presenta un resumen de ensayos de acidificación de dieta y efectos sobre la incidencia de fiebre de leche.

<sup>2</sup>  $BDCA = (Na + K) - (Cl + S)$

La mayoría de las dietas de vacas en el periodo seco ( en Norteamérica) tienen un BAC entre + 100 y + 250 Meq. Los BAC negativos son deseables en el periodo seco mientras que los BAC positivos son deseables durante la lactancia. Las dietas de forrajes verdes (pastoreo) comúnmente son muy alcalinas como reflejo del alto contenido de K. El pH urinario es el criterio más práctico de suficiencia de acidificación (26) (Véase Tabla 5).

**Tabla 5. Recomendaciones de minerales y vitaminas para vacas en transición (% de MS de la dieta) (25).**

Mineral/Vitamina	NRC-2001	
	Sin sales aniónicas	con sales aniónicas
Ca %	0,45	0,60-1,50
P %	0,3-0,4	0,3-0,40
Mg %	0,35-0,40	0,35-0,04
Cl %	0,15	0,8-1,20
K %	0,52	0,52
Na %	0,10	0,10
S %	0,2	0,30-0,40
Vitamina A, IU/kg	7300	7300
Vitamina D, IU/kg	1825	1825
Vitamina E, IU/kg	80	80

**Cromo orgánico.** El interés en determinar si la suplementación con cromo en formas orgánicas mejora alguno de los aspectos productivos del ganado se basa en su función como cofactor en el factor de tolerancia a la glucosa, de forma que favorece la acción de la insulina, contribuyendo a una desaparición más rápida de la glucosa (1). Se observó que la adición de 0,5 g de cromo quelatado, con aminoácidos, aumentaba la producción de leche en el primer parto pero no observaron efectos significativos en la producción de vacas multíparas (1). El picolinato de cromo mejora el crecimiento y los índices de conversión en piensos bajos en proteína, pero no en piensos con alto contenido proteico (4). Por otra parte, en trabajos experimentales se añadieron 0,8 ppm de cromo en forma de picolinato de cromo a vacas durante el periparto (de los días -30 al +60), y obtuvo un incremento en el consumo de materia seca y en la producción de leche, pero no se observaron modificaciones en las concentraciones de glucosa, insulina o AGNE en sangre (4). Los resultados obtenidos en otros trabajos indican que la adición de cromo (0.06 mg Cr/kg peso metabólico) incrementa el consumo de materia seca tanto en el pre como en el postparto, e incrementa la producción lechera (de 32.3 litros el control a 37.5 litros en los animales suplementados). Aunque el número de estudios realizados con el cromo es reducido, los resultados son prometedores. (4,18).

**Colina protegida.** En trabajos realizados con infusiones abomasales de Colina se encontró que esta tiende a aumentar la producción de leche y de grasa en vacas lecheras, pero solo la forma protegida resulta eficaz. La dosis óptima de Colina se sitúa entre 30-45 g/d, con una respuesta media en leche de aproximadamente 1,9 kg/vaca. En estudios *in vitro* se ha utilizado la Colina protegida con lípidos,



obteniendo un 97% de protección en el rumen. Dado que la concentración de Colina en plasma no se relaciona con la cantidad absorbida, tal como se ha señalado, la evaluación de la protección en condiciones *in vivo* resulta difícil de realizar. Con este objetivo se ha propuesto utilizar la secreción de Colina en la leche como indicador de la absorción en el intestino (9).

**Levaduras.** Bajo este nombre genérico se recogen diferentes productos, todos de origen natural, que tienen un fin común de aplicación, cual es, mejorar los resultados productivos y sanitarios del animal (19). La cepa de levadura más comúnmente empleada es la "*Saccharomyces cerevisiae*" que es la misma que se emplea en la industria de la panificación (7). Estos cultivos de levadura aportan enzimas, y otros metabolitos (aminoácidos y vitaminas) que parecen ser los que realmente producen los efectos positivos en el animal (19).

Existe otra línea de productos basada en el extracto de fermentación de un hongo "*Aspergillus Oryzae*" que se emplea en la producción de enzimas. Estos extractos de fermentación desecados son las sustancias solubles en agua que resultan de la fermentación de este hongo en la producción de enzimas (19).

Los aditivos con base en levaduras ó cultivo de levaduras actúan a nivel ruminal influenciando la fermentación en los siguientes parámetros: (19).

- Producción de ácidos grasos volátiles: Su influencia no suele ser significativa.
- Reducción de la producción de metano
- Disminución de la concentración de amoníaco
- Estabilización del pH.
- Aumento de la actividad de la flora celulolítica
- Aumento de la flora anaerobia total
- Promoción de la flora que convierte lactato a propionato.

Con el empleo de *Aspergillus*, en el 65% de los trabajos publicados, se encontró un aumento promedio de 0,68 litros/día en producción de leche. En los trabajos donde se empleó suplementación con levaduras se encontró un incremento del 2,5% en el consumo equivalente a 0,46 kg/día y los animales perdieron menos peso en lactancia y recuperaron más peso al final de la misma.

Esta línea de investigación ofrece interesantes posibilidades que deben seguir siendo exploradas (21).

## Referencias

1. Albright JL. 1993. Feeding behavior of dairy cattle, *Rev J. Dairy Sci.* 76:485-490.
2. Ballard E, Amaral P. 1989. Transitional period nutrition management explored. *Rev University of Kentucky. Extension Circular* 363.10p.
3. Beede D.K. 1992. Transition cow energy, protein nutrition examined. *Rev Feedstuffs*, 14: 64:12.
4. Besong S, Jackson J, Trammell S, Amaral-Phillips D. 1996. Lactation performance of cows fed low or high ruminal undegradable protein prepartum and supplemented methionine and lysine postpartum. *Rev J. Dairy Science.* 80:722-732.
5. Betrics SJ, Grummer C, Coadorniga V, Stoddard E. 1992. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration in early lactation. *Rev J. Dairy Science.* 75:914-920.
6. Calsamiglia S. 2000. Nuevos avances en el manejo y alimentación de la vaca durante el parto. XVI Curso de Especialización FEDNA, Nuevos avances en el manejo y alimentación de la vaca durante el parto.
7. Campabadal C, Navarro HJ. 1997. Alimentación de la vaca en el período de transición. *Boletines Asociación Americana de Soya. México.* 153p.
8. Correa HJ. 2001. Caracterización del periodo de transición: Cambios fisiológicos y Metabólicos. Memorias Curso de Educación continuada: Nutrición y alimentación de la vaca en transición, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
9. Cuellar A. 2001. La Vaca en Transición: Cambios fisiológicos y Metabólicos. Memorias Curso de Educación continuada: Nutrición y alimentación de la vaca en transición. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
10. Chase LE. 1993. Developing nutritional programs for high producing dairy herds. *Rev J. Dairy Science.* 76:3287-3293.
11. Dado RG, Allen MS. 1994. Variation in a relationship among feeding chewing and drinking variables for lactating dairy cows *Rev J. Dairy Sci.* 77:77-83.
12. Dann HM, Vargas GA, Putnam DE. 1999. Improving energy supply to late gestation and early postpartum dairy cows. *Rev J. Dairy Sci.* 82:1765-1778.
13. Davidson JA. 1997. Feeding the Transition Cow. *Rev Proceedings of the Tri- State Dairy Nutrition Conference.* 83-104
14. Domecq JJ, Skidmore AL, Lloyd JW, Kaneene JB. 1997. Relationship between body condition score and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *Rev J. Dairy Sci.* 80:101-109.
15. Gallardo M. 2000. Manejos especiales para vacas en transición a la lactancia. El impacto de este período y las novedades en las exigencias nutritivas para la vaca fresca. *Infortambo*, 138: 106.
16. Goff JP, Horst RL. 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Rev J. Dairy Science.* 80: 1260- 1268.
17. Grant R, Albright J. 1997. Dry matter intake influences by cow grouping behavior. *Rev Feedstuff.* 60:1-50.
18. Grummer RR. 1999. Energy and Protein Nutrition of the Transition Dairy Cow. Colorado State University Dairy Nutritional Conference. 1999. <http://ansci.colostate.edu/ran/dairy/grummer.htm>
19. Hayirli A. 1981. Energy metabolism of dairy cattle. *Rev Dairy Sci.* 64: 1120- 1130.
20. Huber JT. 1988. En: *The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition.* Ed. D.C. Church. A Reston book, Prentice Hall, New Jersey. 313-335.
21. Kurz, Magdalena M. Pre-Fresh. 1998. *The cow in transition.* <http://www.moormans.com/dairy/DairyFF/dairymar98/prefresh.htm>
22. Mallard BA, Dekkers JC, Ireland MJ, Leslie KE, S. Sharrif L. 1998. Alteration in immune responsiveness during the peripartum period and its ramification on dairy cow and calf health. *Rev J. Dairy Sci.* 81:585-595.
23. Martens DR. 1995. Nonstructural and structural carbohydrates in Large Dairy Herd Management. *HH. Van Horn and CJ. Wilcox, de., Am. Dairy Sci. Assoc., Savoy II.* P. 219.
24. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 2001.* National Academy Press. USA.
25. Schonewill JT. 1999. Efectos del Potasio intrínseco en pasto deshidratado sobre la absorción aparente de Magnesio en vacas secas. *Rev Journal of Dairy Science.* 82: 1824 -1830
26. Vásquez M, Bertics M, Luck, R. 1999. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. *J. Dairy Science.* 77: 1521-1530.