

---

# Desequilibrios Minerales de Bovinos en Pastoreo y su efecto sobre la Salud y Producción Bovina

---

**Alejandro Ceballos Márquez**

Médico Veterinario Zootecnista, Universidad de Caldas, Colombia.

MSc. Salud Animal, Universidad Austral de Chile, Chile.

Profesor: Universidad Católica de Temuco, Chile; Universidad Austral de Chile, Chile;

Universidad de Caldas, Universidad de Antioquia, Colombia.

[aleceballos@cumanday.ucaldas.edu.co](mailto:aleceballos@cumanday.ucaldas.edu.co)

**Colombia**

## Introducción

La producción de leche ha venido creciendo en forma sostenida en los últimos años, experimentando mundialmente un aumento cercano al 4–5% en promedio. Este aumento sostenido en la producción también se ha observado en Colombia en las lecherías bajo sistemas de pastoreo, lo que demanda cada vez más una intensificación del manejo de las praderas para sostener la producción en el tiempo. Los ganaderos han ido adquiriendo conciencia de la necesidad de mejorar genéticamente sus animales, implementar prácticas de manejo que permitan obtener mayor producción, fertilizar praderas, etc.; pero, se ha caído en otros problemas como los desequilibrios nutricionales que vienen de la mano con prácticas inadecuadas de fertilización y utilización de suplementos que no se ajustan a las condiciones bromatológicas de los forrajes actuales.

En consideración a lo anterior, se han observado alteraciones en el equilibrio energía: Proteína en los pastos y también desequilibrios en el contenido de minerales que vienen, en varias oportunidades, asociados con alteraciones de la producción y reproducción en el rebaño. Prácticas de manejo adecuadas que permitan equilibrar las raciones, ayudarán en el control y la prevención de alteraciones de la fertilidad en la vaca lechera.

Los desequilibrios minerales han sido asociados con la presentación de enfermedades de la producción, también conocidas como metabólicas (Cuadro 1). La intensificación de los sistemas productivos ha causado cambios en el equilibrio mineral de los forrajes que consumen los animales aumentando el



riesgo de presentación de estas patologías, las que ocurren con mayor frecuencia en el período de transición, es decir, desde las últimas tres semanas preparto hasta la tercera semana después del parto. Por lo anterior, unido a una elevada producción de leche (>10000 kilos/lactancia), la incidencia de parálisis puerperal hipocalcémica (Fiebre de Leche) puede incrementarse hasta un 50% y los casos de desplazamiento del abomaso pueden alcanzar el doble de los observados en rebaños con producciones menores; cabe recordar que a pesar de los avances en nutrición bovina, la Fiebre de Leche sigue teniendo una incidencia cercana a la que presentaba 30 años atrás.

**Cuadro 1**  
**Principales enfermedades metabólicas en la vaca asociadas con la deficiencia o exceso de minerales y momento de mayor riesgo según el estado productivo (EP)**

Alteración	Estado nutricional y productivo			
	Deficiencia	EP	Exceso	EP
<b>Enfermedades metabólicas:</b>				
Parto distócico	Ca	Preparto		
Retención de placenta	Ca, Cu, I, Se	Preparto	Ca, P, K	Preparto
Colapso puerperal	Ca, Mg, P	Preparto	Ca, K, Na, P	Preparto
Síndrome de vaca caída	Ca, P	Preparto	K	Preparto
Edema mamario	Antioxidantes	Preparto	K	Preparto
Desplazamiento del abomaso	Ca	IL*		
Hipomagnesemia	Mg	Preparto IL	K	Preparto IL
<b>Alteraciones de la fertilidad:</b>				
Involución retardada, Metritis	I, Mn	L	Ca, P	Preparto IL
<b>Otras:</b>				
Mastitis	Antioxidantes, Ca	Lactancia	K	Lactancia

\*IL: Inicio de lactancia.

EP: Estado Productivo

Dentro de las alteraciones señaladas se encuentran algunas asociadas a un exceso de potasio (K) así como a la deficiencia o a la interacción antagónica entre diferentes minerales. La atención médica veterinaria debe enfocarse a la prevención de estas enfermedades más que a las observaciones simples y tratamiento de casos clínicos individuales aislados.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es presentar algunos de los desequilibrios minerales más frecuentemente observados en las lecherías de nuestro medio y entregar algunas medidas de manejo que puedan contribuir a su prevención.

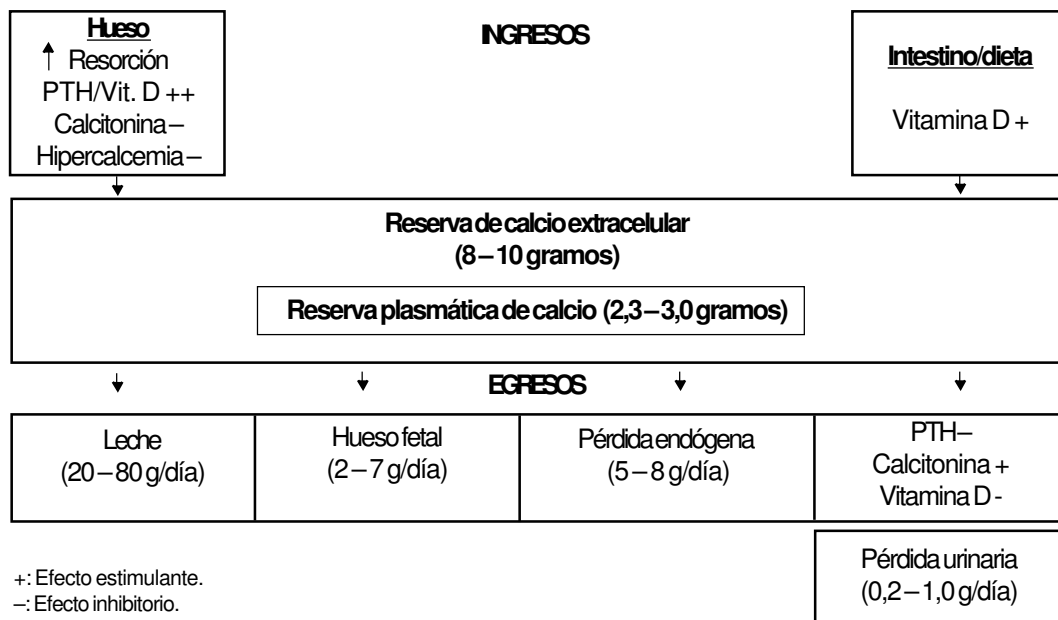


## Metabolismo Mineral en el Inicio de la Lactancia

Generalmente hace referencia al calcio (Ca) y fósforo (P) que son los minerales más comúnmente implicados en los casos de parálisis puerperal; además, debe considerarse que en el metabolismo del Ca y parcialmente del P, el organismo puede intervenir para regular sus concentraciones, aumentando sus depósitos o incrementando la movilización en casos de exceso o deficiencia en el consumo, respectivamente (Bertoni y Trevisi, 1997). En el caso del P, su regulación ocurre principalmente mediante un reciclaje salival y por la excreción endógena en la materia fecal, mecanismos que dependen del consumo de P en la dieta (NRC, 2001). El P que se recicla en la saliva puede alcanzar entre 30 y 90 gramos por día, y a su vez es un P inorgánico completamente disponible para el animal (NRC, 2001).

Las hormonas paratiroidea (PTH), calcitonina (CT) y calcitriol, se encargan de la regulación del metabolismo del Ca, siendo la calcemia el principal estímulo para su liberación. Durante la gestación hay una cierta deposición de Ca en el tejido óseo, mientras que durante la lactancia hay mayor absorción y movilización, lo que se deriva de la observación simple de la necesidad de 1,2–1,6 gramos de Ca por litro de leche producido, teniendo en sangre sólo 2–3 gramos disponibles (Bertoni y Trevisi, 1997). En la Gráfica 1 puede observarse el balance metabólico de Ca en la vaca, para el ejemplo se considera una vaca de 500 kilos.

**Gráfica 1**  
**Balance metabólico nutricional de calcio para una vaca productora de leche con un peso de 500 kilos**



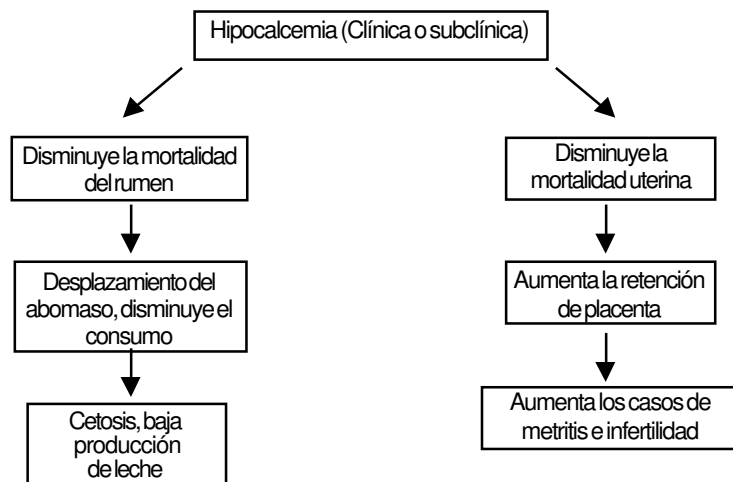
De la gráfica anterior se desprende que la vaca, en el inicio de la lactancia, se encuentra en un balance negativo de Ca, debido a un insuficiente aporte con respecto a los egresos por la producción de leche y la pérdida fecal endógena; además, en el inicio de la lactancia el intestino no está completamente adaptado para la absorción de la cantidad de Ca requerido y el consumo de materia seca es bajo con respecto a otros períodos de la lactancia (Horst y col., 1994). Unido a lo anterior, el período seco se caracteriza por una inactividad relativa de los mecanismos para reponer la reserva de Ca, lo que señala que la vaca se encuentra en una hipocalcemia temporal durante los primeros días después del parto.

Las hormonas encargadas de mantener la calcemia (vitamina D y PTH) requieren un tiempo determinado para empezar a ejercer su acción sobre el intestino ( $\pm 24$  horas) y el sistema óseo ( $\pm 48$  horas), lo que unido a la salida de Ca por la glándula mamaria, produce una disminución de la reserva al punto de causar la muerte en algunas vacas antes de la adaptación intestinal y ósea (Horst y col., 1994).

Este mecanismo regulador del metabolismo del Ca puede verse interferido por la presencia de diversos factores; entre otros, la elevación del Ca sérico en el momento de requerirse la liberación de PTH para su movilización, la elevación de P en sangre y el consumo excesivo de cationes (K) en la ración. El exceso de K se ha señalado como uno de los factores predisponentes para la presentación de parálisis puerperal, ya que los cationes alcalinizan la dieta impidiendo la movilización normal del Ca al inicio de la lactancia (Goff y Horst, 1997).

La deficiente movilización de Ca puede ocasionar alteraciones en su balance causando cualquiera de las afecciones descritas en el Cuadro 1 relacionadas con la deficiencia de este mineral. Además, no sólo sería el responsable de la parálisis puerperal sino de otras alteraciones postparto (Gráfica 2).

**Gráfica 2**  
**Eventos asociados con la hipocalcemia en el inicio de la lactancia**





## Efecto de los Desequilibrios Minerales

El exceso de P ha sido asociado como uno de los factores predisponentes para la presentación de parálisis puerperal, ya que su exceso interfiere con los mecanismos homeostáticos de la regulación del balance de Ca. Así mismo, el exceso de K induce una disminución en la absorción de minerales como el Ca y el Mg, los que participan en diferentes procesos metabólicos, entre otros, el metabolismo energético. Además, el Ca participa en el mantenimiento de la tonicidad uterina, lo que significa que su disminución podría asociarse con patologías como distocias y retardo en la involución uterina (Gráfico 2), también hay diferentes mecanismos Ca-dependientes en la reproducción, como la síntesis de hormonas esteroides (Hurley y Doane, 1989; McClure, 1994).

Con respecto al Mg, su papel como causante de alteraciones de la fertilidad en forma directa no ha sido descrito; pero, sí es un mineral cuyo déficit ocasiona diferentes alteraciones metabólicas (McClure, 1994). La deficiencia de Mg está implicada como la responsable de la tetania de los pastos o tetania hipomagnésica, produce disminución del apetito, reducción de la fermentación ruminal, disminución en la capacidad de absorción y movilización de Ca, anemia, y aumento de la excitabilidad del animal (Contreras, 1997).

Hay diferentes factores que se encuentran asociados con una disminución en la absorción de Mg; entre otros, se puede señalar el aumento de la concentración de K en la dieta, la alta concentración de amoníaco en el rumen, la deficiencia de energía y el exceso de P (Contreras, 1997). Según se señalara anteriormente, estos factores son propios y de frecuente presentación en las lecherías especializadas del Viejo Caldas y Antioquia.

Unido a lo anterior, la deficiencia de elementos menores produce alteraciones de la respuesta inmunológica del animal mediante diferentes mecanismos. La deficiencia de cromo produce una disminución de la capacidad de respuesta tanto celular como humoral, mientras que la deficiencia de otros micronutrientes como cobalto, cobre o selenio disminuyen la capacidad microbicida de los leucocitos, y el déficit de zinc disminuye la producción de anticuerpos (Spears, 2000). Lo anterior podría asociarse con una disminución de la capacidad de respuesta inmunológica en el tracto reproductivo frente a la presencia de agentes patógenos potencialmente productores de infecciones genitales.

Otro mecanismo que puede estar involucrado en la presentación de alteraciones de la fertilidad cuando hay una deficiencia de elementos menores, especialmente de minerales antioxidantes (cobre, selenio y zinc, entre otros), es el estrés oxidativo. Este fenómeno ha sido asociado con alteraciones reproductivas, tanto en machos como en hembras, y que se caracterizan por trastornos de la morfología y funcionalidad espermática, retención de placenta, abortos y nacimiento de terneros o crías débiles.



## Diagnóstico de Desequilibrios Minerales

El establecimiento de las alteraciones en el balance de minerales puede realizarse mediante el conocimiento de cierta información regional y la realización de diferentes pruebas, cuyos resultados conducirán a diseñar las medidas preventivas para controlar los desequilibrios en la ración.

En consideración a lo anterior, es necesario conocer cuáles son los antecedentes de la región donde se encuentra el predio, así como los antecedentes que poseen los laboratorios de la región, información que debe complementarse con análisis que conduzcan a la determinación de la concentración del mineral en tejidos (ej. sangre, hígado, etc.); también puede tenerse una aproximación con la realización de análisis foliares para conocer el consumo a partir del forraje en animales mantenidos en pastoreo o mediante diagnósticos terapéuticos, este último método ofrece la ventaja de permitir observar en forma directa la respuesta del animal a la suplementación mineral, pero requiere tiempo y es costoso.

En el Laboratorio de Patología Clínica Veterinaria de la Universidad de Caldas se tienen algunos antecedentes (Cuadro 2) para la concentración de P y Mg y para la actividad de glutatión peroxidasa (GSH-Px; EC 1.11.1.9) en grupos de animales en diferente estado productivo pertenecientes a lecherías del Viejo Caldas (Ceballos y col., 2002). Esta última enzima es un indicador del balance metabólico nutricional de selenio y ha venido siendo utilizada para conocer el estado nutricional de este mineral, gracias a la relación que existe entre ambos (Ceballos y col., 1999).

**Cuadro 2**

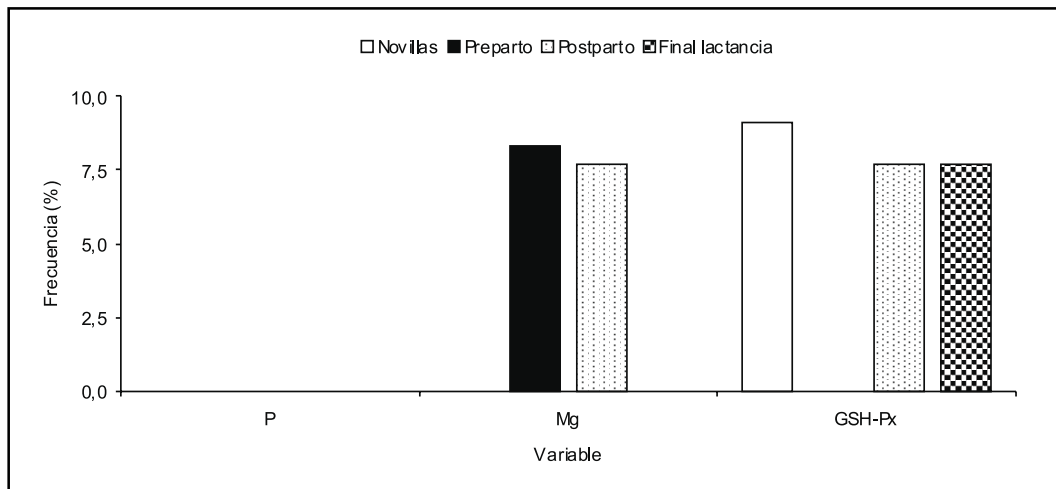
**Valor promedio y desviación estándar para la concentración sérica de P y Mg en diferentes grupos productivos de bovinos de 13 rebaños lecheros del trópico alto de la zona cafetera colombiana**

Variable	Novillas	Preparto	Inicio de lactancia	Final de lactancia
Fósforo (mmol/L)	2,0 ± 0,8	1,8 ± 0,6	1,9 ± 0,8	1,9 ± 0,6
Magnesio (mmol/L)	1,0 ± 0,2	1,0 ± 0,3	1,0 ± 0,3	1,0 ± 0,2
GSH-Px (U/g Hb)	179 ± 137	190 ± 64	175 ± 88	175 ± 78

El coeficiente de variación observado para las determinaciones de P, Mg y GSH-Px fue de 37%, 27% y 51%, respectivamente, lo que refleja las diferencias en el manejo de la suplementación mineral en los predios analizados.

Los grupos que presentaron una mayor frecuencia de valores promedio disminuidos para la concentración de Mg fueron las vacas en preparto y en el inicio de la lactancia (Figura 3). Con respecto a la GSH-Px se observó que en tres estados productivos hubo grupos con valores de actividad promedio disminuidos (gráfica 3).

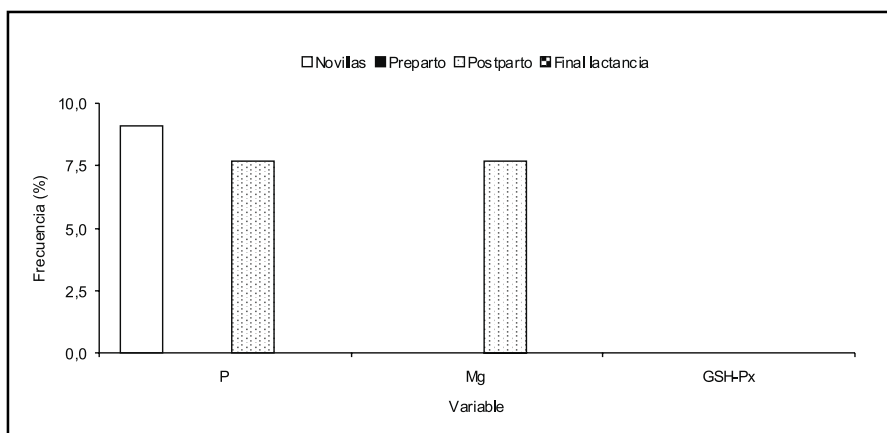
**Gráfica 3**  
**Frecuencia de grupos con valores promedio bajo el intervalo de confianza (95%) para la concentración de P y Mg, y para la actividad de GSH-Px en 13 rebaños lecheros del trópico alto de la zona cafetera colombiana distribuidos según el estado productivo**



Lo anterior permite señalar que es posible observar grupos de alto riesgo metabólico con concentraciones de Mg y una actividad de GSH-Px disminuidas, esto haría necesario prestar una mayor atención al consumo de minerales como Mg y Se en el preparto e inicio de lactancia.

En la Gráfica 4 se presentan los grupos donde se observó la frecuencia de valores promedio aumentados para la concentración de P y Mg, se encontraron concentraciones altas de P en los grupos de novillas y vacas en inicio de la lactancia. Con respecto a la GSH-Px no se observaron grupos con valores elevados (Gráfica 4).

**Gráfica 4**  
**Frecuencia de grupos con valores promedio sobre el intervalo de confianza (95%) para la concentración de P y Mg, y para la actividad de GSH-Px en 13 rebaños lecheros del trópico alto de la zona cafetera colombiana distribuidos, según el estado productivo**



El consumo de P se encontraría elevado en un grupo de alto riesgo metabólico como es el inicio de la lactancia, lo que puede acarrear desequilibrios con otros minerales que son importantes en la vaca postparto (ej. Ca, Mg, etc.).

Los resultados para el establecimiento de desequilibrios minerales dependen del envío de la muestra correcta para la realización del análisis, no siempre la sangre es la mejor muestra para el análisis del balance mineral en el animal (Cuadro 3).

**Cuadro 3**  
**Tipo de muestra y determinación a efectuar en el monitoreo del balance nutricional mineral en bovinos**

Mineral (determinación)	Muestra					
	Hígado	Sangre	Saliva	Leche	Orina	Ración
Calcio		X				X
Fósforo		X				X
Magnesio		X			X	X
Potasio			X		X	X
Sodio			X		X	X
Cobre	X	X				X
Zinc	X	X				X
Selenio (GSH-Px)	X	X				X





## Situación Actual en Lecherías de Antioquia y Viejo Caldas

En los Cuadros 4 y 5 se presenta el contenido promedio de algunos minerales en muestras de forrajes obtenidas en lecherías especializadas en las zonas de Antioquia y Viejo Caldas.

**Cuadro 4**  
**Concentraciones de Ca, P, K, Mg y relación Ca:P observadas en forrajes de predios lecheros en Caldas, Colombia**

Zona	Hígado	Sangre	Saliva	Leche	Orina	Ración
Manizales	ND	0,39	0,37	SI	0,23	1,05
Manizales	ND	0,53	0,46	2,76	0,31	1,15
Manizales	ND	0,45	0,35	3,06	0,27	1,30
Manizales*	22,6	0,41	0,48	2,54	0,23	0,85
Villamaría	17,4	0,31	0,39	3,19	0,28	0,80
Manizales	21,0	0,36	1,03	SI	0,28	0,35
Risaralda**	31,8	0,41	0,43	1,90	0,28	0,95
Risaralda***	30,3	0,53	0,76	2,05	0,22	0,70

\*Pasto Estrella, \*\*Tanzania – Puntero, \*\*\*Tanzania – Estrella.

**Cuadro 5**  
**Concentraciones de Ca, P, K, Mg y Ca:P observadas en forrajes de predios lecheros en Antioquia, Colombia**

Zona	Hígado	Sangre	Saliva	Leche	Orina	Ración
Envigado	18,4	0,29	0,43	3,34	0,27	0,67
La Ceja	15,8	0,20	0,31	3,76	0,19	0,65
San Pedro	16,0	0,29	0,43	3,34	0,27	0,67
Sonsón*	14,5	0,34	0,39	5,06	0,30	0,87
Santa Rosa	18,6	0,30	0,41	4,19	0,24	0,73
Rionegro	16,0	0,25	0,43	4,71	0,25	0,58
Enterríos	16,0	0,49	0,46	3,59	0,27	1,07

\*Asociación Kikuyo – Rye Grass.



Es posible observar que un problema actual y frecuente en las lecherías especializadas es el exceso en la concentración de P y K en los forrajes. Lo anterior, es un factor que predispone para la presentación de las diferentes alteraciones metabólicas y reproductivas descritas.

Una atención especial merece el P, ya que en la actualidad la tendencia mundial es a disminuir su utilización en la suplementación bovina, puesto que es un gran contaminante medioambiental responsable de ocasionar los procesos de eutroficación en el ambiente. En USA se considera que el sobre costo innecesario de la alimentación por un exceso de P en la dieta para vacas lecheras puede alcanzar la cifra de US\$ 100 millones anuales (Satter y Wu, 2000).

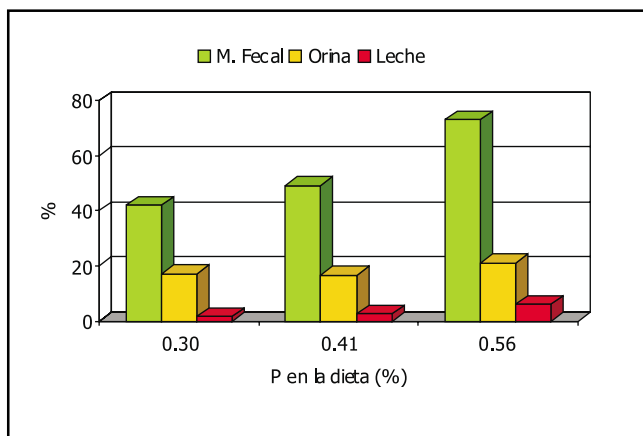
La recomendación para el consumo de P según el NRC se encontraba hasta la penúltima publicación del NRC en el lado de los límites más elevados para la concentración del mineral en la dieta (NRC, 1989). Recientemente, la recomendación para el contenido de P en la dieta fluctúa entre 0,32% y 0,42%, según el estado productivo de la vaca, lo anterior equivale a un P absorbible de 41 a 52 gramos diarios (NRC, 2001). Se considera un coeficiente de absorción para el P cercano al 64% para dietas basadas en forrajes y un 70% para los concentrados (NRC, 2001); debe considerarse que en la medida que aumenta la digestibilidad de la dieta, el coeficiente de absorción para P también aumenta (AFRC, 1991).

La concentración típica de P en las dietas para vacas lecheras en USA alcanza un 0,48% con algunos rebaños que llegan a un 0,60%, lo que está aproximadamente entre un 14% y 50% por encima del requerimiento señalado. La recomendación de incrementar el consumo de P en la lactancia temprana se desprende de la necesidad de compensar el bajo consumo de materia seca, pero desde el hueso pueden movilizarse hasta 600 gramos de P, los que pueden reponerse en una fase más tardía de la lactancia (Satter y Wu, 2000). Lo anterior permite señalar que la suplementación extra con P al inicio de la lactancia sería innecesaria.

El consumo excesivo de P producirá una mayor excreción fecal del mineral (Gráfica 5), igualmente habrá una mayor excreción urinaria y en la leche, sin ser significativa comparada con la eliminación fecal (Chase, 2000; NRC, 2001).

**Gráfica 5**

**Excreción de fósforo según la concentración del mineral en la dieta ofrecida a vacas lecheras**



Adaptado de: Chase, 2000.

El exceso en el consumo de P en la dieta estaría relacionado con la presentación de afecciones como tetania de los pastos y parálisis puerperal (Fiebre de Leche), ya que el exceso de este mineral interfiere con la absorción de Mg y Ca (Bertoni y Trevisi, 1997; NRC, 2001). Además, está demostrado que el incremento en el consumo de P no aumenta la producción de leche o mejora los índices reproductivos en la vaca o el rebaño (Chase, 2000; Satter y Wu, 2000; NRC, 2001).

Con respecto a la última consideración, el aumento del P en la ración o el uso de preparados comerciales para incrementar la fertilidad es un mito (Cuadro 6). Un contenido de P en la ración (0,25%) que asegure un adecuado crecimiento bacteriano, sería suficiente para mantener la fertilidad en la vaca (Satter y Wu, 2000).

**Cuadro 6**

**Parámetros reproductivos frente a diferentes concentraciones de fósforo en la ración para novillas y vacas lactantes**

P (%)	Días a primer celo	Días a primer Serv.	SC	TC (%)
0,32–0,40	46,8	71,7	2,2	0,92
0,39–0,61	51,6	74,3	2,0	0,85

S/C: Servicios por Concepción  
TC(%): Tasa de Concepción

Adaptado de: Satter y Wu, 2000.



En el momento, la pregunta es: ¿se puede disminuir la suplementación extra con P en la mayoría de las dietas para vacas productoras de leche?. Esta pregunta, que es común en la actualidad en los sistemas lecheros en los Estados Unidos, también cabe formularse en los sistemas lecheros en Colombia, ya que la consciencia de la fertilización ha producido un aumento importante en la concentración de P en los forrajes nuestros (Cuadros 4 y 5).

Finalmente en el Cuadro 7, y como un llamado a la reflexión, se presenta el estado actual de situación de la suplementación con P en las explotaciones lecheras.

**Cuadro 7**  
**Estado actual de la situación del requerimiento de fósforo para vacas lecheras según el desempeño productivo del animal**

Contenido de P en la ración (% en base seca)			
0,32 – 0,33	0,36 – 0,37	0,38 – 0,41	0,45 – 0,51
<b>Alemania:</b> 17000 libras	¿ Puede alcanzarse este nivel ?  No se requiere P extra	Contenido adecuado	Rebaños USA
<b>Holanda:</b> 20000 libras		Estándar internacional	
<b>USA:</b> 24000 libras (?)		Rebaños en Holanda e Israel	

Adaptado de: Satter y Wu, 2000.

## Prevención de Enfermedades Metabólicas Asociadas a Desequilibrios Minerales

La prevención de enfermedades metabólicas asociadas a desequilibrios minerales es imperativa sobre el tratamiento de casos individuales o aislados. Las vacas que potencialmente están expuestas a padecer parálisis puerperal tienen alteraciones reproductivas y producen un 14% menos de leche que las vacas no expuestas a los factores de riesgo. La mayoría de las vacas que presentan la enfermedad en forma clínica responden bien a los tratamientos con soluciones de Ca; no obstante, debe considerarse que un alto porcentaje de vacas que han sufrido fiebre de leche pueden recaer y en otros casos es necesario el sacrificio del animal, en especial cuando hay decúbito esternal.

Las medidas a tomar para la prevención de la parálisis puerperal están enfocadas a la disminución del efecto de los factores de riesgo, entre otros, se puede contar la disminución del consumo de Ca en el



período seco, la acidificación de las dietas y el consumo de cloruro de calcio en los días previos al momento del parto (1 a 2 días preparto) y hasta 2 días postparto. Otro factor que incide en la disminución de la presentación de esta enfermedad es evitar los fenómenos que causen estrés en la vaca, ya que se ha observado que las vacas que desarrollan parálisis hipocalcémica tienen concentraciones de cortisol más elevadas que las sanas (Goff y Horst, 1997), también se han empleado los derivados de la vitamina D (Ceballos, 1997; Horst y col., 1997).

La opción a elegir depende de la carga eléctrica que posea la dieta; pero, bajo las condiciones actuales de fertilización y de la composición mineral de los forrajes nuestros es poco probable el uso de sales o dietas aniónicas, ya que cuando la dieta supera una carga de +250 meq/kg, es difícil asegurar un consumo de aniones que permita alcanzar una carga de -100 meq/kg, no sólo por la baja palatabilidad de las sales sino por la cantidad que debe administrarse (Horst y col., 1997). Cuando la carga eléctrica de la dieta es inferior a +250 meq/kg, una buena medida preventiva es el consumo de sales aniónicas; pero, cuando la dieta tiene una carga superior a la mencionada, la estrategia debe enfocarse hacia la disminución del consumo de Ca en el período seco (<50 g/día) para estimular la liberación de hormonas calciotrópicas y aumentar el consumo de geles de calcio cerca al momento del parto con el fin de aumentar la absorción pasiva del mineral (Horst y col., 1997). Las dietas bajas en Ca al final de la gestación, seguidas por un consumo elevado en los días posteriores al parto, reducen la incidencia de fiebre de leche (Horst y col., 1994).

Pese a lo anterior, una medida que debe considerarse es buscar disminuir el consumo de cantidades excesivas de K y otros cationes, manteniendo especialmente un consumo adecuado de Na y Mg. Una recomendación es revisar la cantidad de K inorgánico que está siendo utilizado en los planes de fertilización, así como el abonamiento con orgánicos y la cantidad de nitrógeno usada (Goff y Horst, 1997; Horst y col., 1997). El consumo de P también debe disminuirse en el período seco de la vaca, el exceso de P produce una inhibición de las enzimas renales que catalizan la activación de la vitamina D disminuyendo la absorción intestinal de Ca (Horst y col., 1994).

Con respecto a la prevención de la tetania hipomagnesémica, si bien no se requieren medidas complejas, se busca también disminuir los factores de riesgo asociados, como son el consumo de forrajes con un período de recuperación corto, el elevado consumo de nitrógeno en la dieta, la deficiencia de energía y la deficiencia misma en el consumo de Mg. Nuevamente la fertilización con K juega un papel primordial en la prevención de esta alteración metabólica, la relación ideal entre la concentración de K y Mg en la dieta para vacas en transición debe estar cercana a 4:1, relaciones más altas inciden en la presentación de la tetania. También se ha propuesto estimular el consumo mediante la suplementación empleando sales de magnesio en saladeros o agua de bebida y balas intraruminales, entre otros (Wittwer, 2002).



A continuación se presentan los resultados de una evaluación mineral realizada en una explotación lechera en el departamento de Antioquia.

### 1. Antecedentes generales:

Finca:	NN
Ubicación:	Dpto. de Antioquia
Altitud:	1500 msnm
Temperatura:	20°C
N° de vacas:	123
Vacas en lactancia:	103
Vacas en parto:	20
Vacas secas no gestantes:	0
Peso medio de las vacas (kg):	530
Condición corporal en lactancia:	3,25
Vacas gestantes:	67
Vacas vacías:	36
Prod. promedio (kg/d):	18,0
Proteína (%):	3,06
Grasa (%):	3,55
Urea (mmol/L):	7,5
Antecedentes reproductivos:	<b>Retención de placenta (50%)</b>

### 2. Antecedentes de alimentación:

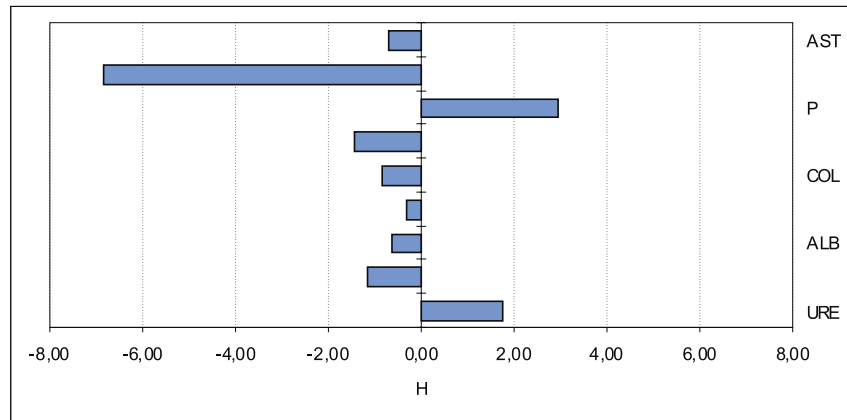
	Estrella	Concentrado	Suplemento
MS (%)	20	87	87
Proteína (%)	26	18	10
EM (Mcal/kg)	2,0	2,8	1,9
Grasa (%)	6,0	4,0	3,4
Cenizas (%)	11,3	10	ND

El suplemento estaba compuesto por un 33% de semilla de algodón y un 67% de cascarilla de algodón. Las vacas estaban recibiendo el concentrado y el suplemento a razón de un 60% de la materia seca total consumida, mientras que el consumo de forrajes llegaba a representar un 40% del total de la materia seca.



### 3. Resultado de perfiles metabólicos:

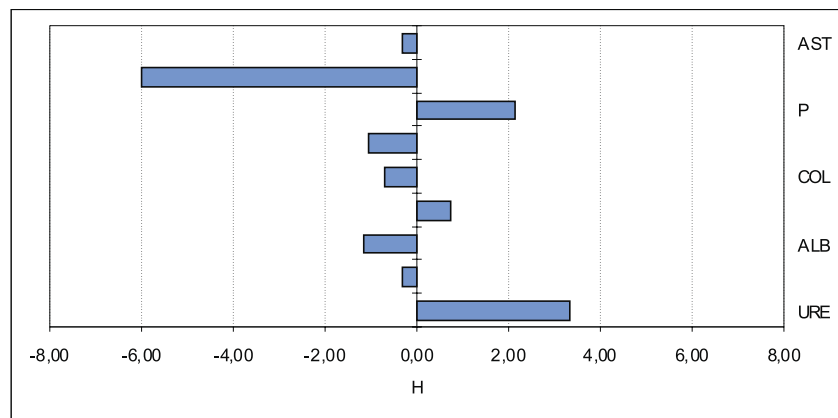
#### 3.1. Vacas un mes antes del parto:



AST: Aspartato Amino Transferasasa  
MG: Magnesio  
P: Fósforo  
CA: Calcio  
COL: Colesterol

GLO: Globulinas  
ALB: Albúmina  
PRO: Proteínas totales  
URE: Úrea Total

#### 3.2. Vacas en inicio de lactancia:



En las gráficas anteriores el valor H representa el promedio de referencia para cada uno de los metabolitos analizados, lo que indica que las barras desplazadas hacia la izquierda señalan una deficiencia y los desplazamientos a la derecha señalan excesos, y su valor indica en términos numéricos la magnitud de la alteración; así, los valores de H inferiores a -2 o superiores a +2 indican que el valor para el metabolito es patológico.



De los resultados anteriores se puede señalar que las alteraciones más relevantes están dadas por hipomagnesemia e hiperfosfatemia, alteraciones que se hacen evidentes desde el parto.

#### 4. Recomendaciones:

Las recomendaciones en este caso estaban orientadas hacia una suplementación permanente con Mg desde el parto y continuando durante la lactancia. Además, la concentración de P en la sangre está elevada, lo que corresponde a un consumo excesivo del mineral en la ración, siendo necesario reevaluar la concentración de P en la sal mineralizada y determinar si esa concentración es la adecuada para este caso, puesto que hacer cambios en la concentración de P en el forraje o en los suplementos es más difícil, excepto que se cambien las proporciones de los productos utilizados.

Otras medidas complementarias también estaban dirigidas hacia la racionalización de la fertilización nitrogenada, la disminución del consumo de proteína en la ración especialmente proteína degradable en rumen, estimular el consumo de forraje en la ración para tratar de corregir la relación en la materia seca y pasar a una relación 50:50 o en lo posible 60:40.

### Conclusión

El desequilibrio en el consumo de minerales en períodos cruciales del ciclo productivo de la vaca, como son el parto y el inicio de la lactancia, son determinantes en la presentación de enfermedades metabólicas que merman ostensiblemente el desempeño productivo y reproductivo de la vaca, ocasionando gastos innecesarios en el sistema productivo y disminuyendo la rentabilidad de la explotación.

En buena parte los desequilibrios están siendo ocasionados por el desconocimiento de un plan de fertilización que se ajuste a las necesidades de la producción de forraje, planes que a su vez deben ajustarse según la fisiología de la vaca lechera para no incurrir en los desequilibrios minerales que han sido descritos y que modifican el metabolismo de la vaca en los momentos que ella requiere realizar ajustes metabólicos para mantener la producción de leche.

Son particularmente importantes los excesos de P y K, ya que el primero de ellos interfiere con el metabolismo de minerales importantes como Ca y Mg, siendo además un contaminante ambiental severo, y el segundo induce alteraciones en el equilibrio eléctrico de la dieta predisponiendo la vaca a la presentación de tetania hipomagnésica y tetania puerperal hipocalcémica. Por lo anterior, vale la





pena reflexionar acerca de la suplementación con P en las dietas para vacas lecheras, siendo posible observar que la suplementación extra con P sólo incrementa los costos en la explotación reduciendo la rentabilidad del sistema.

## Referencias

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. In: Nutrition Abstracts and Reviews (Series B). No. 61 (1991); p. 572-612.
- BERTONI, G., E. TREVISI. Le principali malattie della produzione delle lattifere. L'Informatore Agrario. Suppl. Vol. 47 (1997); p.5-34.
- CEBALLOS, A. Tratamiento y prevención de la hipocalcemia postparto en vacas productoras de leche. En: Despertar Lechero. No. 14 (1997); p. 7-22.
- CEBALLOS, A. et. al. Actividad de glutatión peroxidasa en bovinos lecheros a pastoreo correlacionada con la concentración sanguínea y plasmática de selenio. En: Pesquisa Agropecuaria Brasileira. No. 34 (1999); p. 2331-2338.
- ———. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 15 No. 1 (2002); p. 26-35.
- CHASE, L. Update on phosphorus in dairy cattle nutrition. In: Advanced Dairy Nutrition. Cornell University. Ithaca, 2000.
- GOFF, J. P., HORST, R. L. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. In: Journal Dairy Science. No. 80 (1997); p. 1260-1268.
- ———. Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium to prepartum rations on milk fever in dairy cows. In: Journal Dairy Science. No. 80 (1997); p. 176-186.
- HORST, R. L. et. al. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. In: Journal Dairy Science. No. 80 (1997); p. 1269-1280.
- HORST, R. L.; GOFF, J. P.; REINHARDT, T. A. Calcium and vitamin D metabolism in the dairy cow. In: Journal Dairy Science. No. 77 (1994); p. 1936-1951.



III Seminario Internacional  
Competitividad en leche y carne



- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7 ed. Washington : National Academy Press, 2001.
- ——— Nutrient requirements of dairy cattle. 6 ed. rev. Washington : National Academy Press, 1989.
- SATTER, L. D.; WU, Z. Phosphorus nutrition of dairy cattle; What´s new?. In: Advanced Dairy Nutrition, 2000.
- WITTWER, F. G. Bases para el manejo preventivo de la hipomagnesemia bovina. En: SEMINARIO INTERNACIONAL EN REPRODUCCIÓN Y METABOLISMO EN BOVINOS (3 : 2002 : Manizales). Memorias III Seminario Internacional en Reproducción y Metabolismo en Bovinos. Manizales : Universidad de Caldas, 2002.

