

# **MÉTODOS PARA DIAGNOSTICAR LAS DEFICIENCIAS MINERALES EN EL GANADO BOVINO**

En el siguiente artículo se abordan algunos criterios de evaluación del estatus mineral del ganado bovino y se proporciona un resumen de los tejidos y fluidos más utilizados para diagnosticar estas deficiencias.



Pedro Meléndez

Se ha demostrado que muchos minerales son esenciales para el crecimiento, la función del organismo y la productividad de los rumiantes. Históricamente los estudios de los minerales se han realizado con dietas y/o componentes dietéticos que garantizan concentraciones "adecuadas" de ellos. Sin embargo, el análisis químico de los minerales en la dieta no identifican las formas en que estos se encuentran (compuestos), lo que puede alterar drásticamente su biodisponibilidad y utilización.

Aunque no es posible para todos los minerales, el medio más específico para diagnosticar una deficiencia mineral es el análisis de ciertas funciones del organismo o deficiencias en la actividad de determinadas enzimas que contienen estos minerales específicos. Este tipo de pruebas a menudo no son prácticas desde una perspectiva de campo, debido a su alto costo o a los rigurosos requisitos que se requieren a la hora de tomar las muestras. Pero cuando es posible, este tipo de pruebas elimina la necesidad de conocer las características moleculares específicas de un mineral dietario y las interacciones potenciales antagónicas que pueden presentar los minerales para su absorción o utilización. Para los minerales que no tienen índices fisiológicos identificados, para los cuales se pueden realizar pruebas, la cuantificación directa en los tejidos de los animales o en muestras de sangre (suero, plasma, sangre entera) puede proporcionar una indicación confiable de su estado en el animal o el rebaño.

Las deficiencias minerales pueden ser potencialmente diagnosticadas por el desarrollo de una enfermedad clínica o la identificación post mortem de

lesiones de órganos. Pero la determinación de deficiencias de minerales a menudo requiere de verificación analítica, ya que la mayoría no presenta signos o lesiones clínicas singulares. En algunos casos, la respuesta positiva a la suplementación de un mineral sospechoso de ser deficiente puede proporcionar información suficiente para hacer el diagnóstico. Pero la respuesta positiva puede no tener nada que ver con la administración de suplementos y ser sólo una corrección que responde a otra condición clínica. Un mineral individual puede tener múltiples formas de ser medido para identificar las deficiencias, aunque la mayoría tiene algún análisis que es más específico que los demás. Por ejemplo, las concentraciones del mineral sólo reflejan su contenido total en la dieta, pero no dice nada sobre su biodisponibilidad.

La edad del animal que se está evaluando también es importante para una interpretación adecuada del estatus mineral. Por ejemplo, los fetos acumulan algunos minerales a ritmos diferentes durante la gestación, lo que exige un conocimiento adecuado para su interpretación. Además, algunos minerales, que no drenan por la leche, se acumulan en concentraciones más altas durante la gestación a fin de proporcionar a los neonatos reservas corporales adecuadas para su supervivencia, hasta que comiencen a recibir alimento de forma adecuada. Esto es especialmente frecuente con el cobre, hierro, selenio y zinc. Por lo tanto, el "rango normal" para estos minerales en los tejidos del cuerpo es mayor en los recién nacidos prematuros que, por ejemplo, en un animal adulto.

Cuando se evalúan animales de forma individual, se debe considerar su estado de salud previo al interpretar la concentración mineral de sus tejidos. Los estados de enfermedad pueden desplazar el mineral de los tejidos a la sangre o de la sangre a los tejidos. Por ejemplo, la diarrea puede provocar una pérdida significativa de sodio, potasio y calcio del cuerpo. La acidosis metabólica característica de la diarrea en los terneros jóvenes va a causar cambios en los electrolíticos entre los tejidos y la sangre circulante. Se sabe que las enfermedades infecciosas, el estrés, la fiebre, las disfunciones endocrinas y los traumas pueden alterar tanto la concentración en los tejidos como en la sangre de ciertos minerales y electrolitos. Por lo tanto, la evaluación de múltiples animales refleja mucho mejor el estatus mineral dentro del rebaño que la evaluación de un solo animal que se presenta enfermo o ha muerto a causa de la severidad de la enfermedad.

El siguiente artículo aborda algunos criterios de evaluación del estatus mineral del ganado bovino y proporciona un resumen de los tejidos y fluidos más comúnmente utilizados para diagnosticar deficiencias minerales específicas.

Muestreo de animales vivos

Se puede analizar una variedad de muestras desde los animales vivos para determinar su contenido mineral. Las muestras más comunes utilizadas a partir de animales vivos son el suero y la sangre completa. Estas muestras son adecuadas para medir varios minerales, aunque se debe reconocer que algunos estados de ciertas enfermedades, así como los momentos en que se alimentan los animales, pueden dar como resultado concentraciones séricas alteradas, que pueden dar una interpretación errada del o los minerales en cuestión.

Entre las muestras de animales vivos que se utilizan ocasionalmente para el análisis también se encuentran las biopsias de hígado, muestras de orina y leche. Sin embargo, dado que el contenido de minerales de la leche puede variar a lo largo de la lactancia o ser afectado por alguna enfermedad local, como la mastitis, generalmente no se usa para evaluar el estado mineral de los animales en su totalidad. Además, el estado de hidratación afecta significativamente las concentraciones de minerales en la orina, por lo que no es una muestra muy representativa para llevar a cabo la evaluación.

El suero debe separarse del coágulo entre una y dos horas de la recolección de la sangre. Si el suero permanece por mucho tiempo con el coágulo, los minerales que tienen un mayor contenido intracelular que este pueden liberarse y aumentar falsamente el contenido sérico. Entre los minerales que pueden llevar a esta situación se encuentran el potasio y el zinc.

Además, la hemólisis (destrucción de los glóbulos rojos de la sangre) de una muestra puede dar como resultado un aumento de las concentraciones séricas de hierro, manganeso, potasio, selenio y zinc. Se debe tener presente que los tubos de tapa roja típicamente utilizados pueden dar concentraciones anormalmente mayores de zinc, ya que un lubricante que contiene zinc se usa comúnmente en los tapones de goma roja. Para minerales que no sean zinc, las muestras de suero de tubos de tapa roja son adecuadas.

Las muestras deben almacenarse de forma adecuada para su conservación. Las biopsias de hígado, la orina y el suero pueden almacenarse congelados a largo plazo o refrigerarse si los análisis serán llevados a cabo dentro de unos pocos días. La sangre y la leche deben refrigerarse, pero no congelarse, ya que esto podría producir ruptura de las células o coagulación de los sólidos, respectivamente.

### **Muestreo de animales post mortem**

Se dispone de una variedad de muestras de animales post mortem que puede analizarse para determinar su contenido mineral. El tejido más común analizado para el contenido mineral es el hígado, ya que es el principal órgano de almacenamiento de muchos de los minerales esenciales. Además, el hueso se utiliza como el principal órgano de almacenamiento de calcio, fósforo y magnesio. Otras muestras post mortem que pueden ser

beneficiosas para diagnosticar deficiencias minerales son la orina y el fluido ocular. Las muestras se pueden congelar para un análisis posterior (semanas o meses) o refrigerar para el análisis dentro de un par de días.

### **Calcio (Ca)**

El análisis para determinar alguna deficiencia de calcio se divide en dos clases distintas. El primero es la deficiencia metabólica de calcio, a menudo denominada "fiebre de la leche". El segundo se debe a una deficiencia nutricional verdadera que se asocia con el déficit de calcio en la dieta a largo plazo. El análisis de la deficiencia metabólica de calcio tiene como objetivo la detección de baja circulación de calcio en la sangre ( $< 5,5$  mg/dL). En animales vivos, las pruebas se realizan en el suero para determinar la concentración de calcio circulante. Sin embargo, en animales muertos, las pruebas son más difíciles, ya que el suero recolectado post mortem no reflejará con exactitud la verdadera concentración de calcio sérico antes de la muerte.

La deficiencia nutricional crónica de calcio se asocia con animales débiles, articulaciones inflamadas, cojeras, huesos débiles y propensión a fracturas óseas. La verificación analítica de la deficiencia de calcio requiere un análisis del hueso, ya que entre el 98% y 99% del contenido de calcio corporal se encuentra en el hueso, mientras que las concentraciones séricas se mantienen tanto por la dieta como por el recambio de la matriz ósea. El análisis de los huesos debe realizarse en base al peso seco sin grasa para eliminar la variabilidad de la edad y las concentraciones de humedad y grasa.

### **Fósforo (P)**

El estado del fósforo es algo difícil de medir en los tejidos animales. Las concentraciones de fósforo en suero y en orina pueden ayudar a diagnosticar la deficiencia, pero con la movilización del fósforo desde los huesos para mantener la concentración sérica, las caídas significativas en el suero y la orina pueden tardar semanas en desarrollarse. La medición de fósforo sérico debe ser como fósforo inorgánico para una interpretación adecuada. La deficiencia de fósforo a largo plazo se puede diagnosticar post mortem midiendo las concentraciones de fósforo en la médula ósea o en el hueso. El fósforo en la dieta y/o la respuesta a la suplementación son mucho mejores indicadores de deficiencia que las concentraciones tisulares a menos que haya ocurrido una deficiencia grave a largo plazo. Los efectos predominantes del bajo contenido de fósforo en la dieta están asociados a la disminución del apetito y sus efectos colaterales. La ingesta de alimento se ve reducida, el crecimiento es deficiente y la pérdida de peso son hallazgos comunes con las dietas deficientes en fósforo. La deficiencia de fósforo a largo plazo produce un deterioro en el rendimiento reproductivo, inmunosupresión,

alteraciones óseas y pica (consume aberrante). También se ha descrito como signo típico de la deficiencia de fósforo en ganado lechero, una hemoglobinuria posparto (orina de color rojo).

### **Magnesio (Mg)**

Similar al calcio, el análisis de la deficiencia de magnesio se divide en dos clases distintas. La primera es la deficiencia metabólica de magnesio, a menudo denominada "tetania de los pastos". La segunda se debe a una deficiencia nutricional verdadera, que se asocia con el déficit dietético de magnesio a largo plazo. El análisis de la deficiencia metabólica de magnesio tiene como objetivo la detección de baja circulación de magnesio en la sangre o suero. En animales vivos, las pruebas se realizan en suero para determinar la concentración circulante de magnesio. Pero debe tenerse en cuenta que los rumiantes que exhiben recumbencia o tetania pueden tener magnesio sérico normal, ya que el daño tisular de los músculos que se produce libera este elemento hacia el suero. En el caso de animales muertos, la detección de deficiencia es más difícil, ya que el suero post mortem no refleja con exactitud la verdadera concentración sérica de magnesio antes de la muerte. La concentración circulante de magnesio sérico puede aproximarse a partir del análisis del líquido ocular, con una relación vítreo-suero de 1,05.

La orina es otra muestra post mortem que puede analizarse, ya que en momentos de bajo nivel de magnesio sérico, los riñones minimizan la pérdida de magnesio en la orina. La deficiencia verdadera de magnesio nutricional no se reconoce en los rumiantes, excepto en condiciones experimentales. Este síndrome se asocia con animales débiles que tienen huesos débiles, con poco contenido de cenizas óseas y calcificación de los tejidos blandos. La verificación analítica de la deficiencia crónica nutricional o verdadera requiere de un análisis del hueso para su verificación, ya que aproximadamente el 70% del contenido de magnesio del cuerpo está en el hueso. El análisis de los huesos se debe realizar en base a peso seco y sin grasa, con el fin de eliminar la variabilidad de la edad, la humedad y el contenido de grasa.

### **Sodio (Na)**

Las concentraciones de sodio en la sangre se correlacionan pobremente con la deficiencia en la dieta. De las muestras de animales disponibles, el suero y la orina son los mejores para medir la deficiencia de sodio, pero en caso de enfermedad, se pueden producir cambios en los electrolíticos que reducen el sodio en la orina y el suero, incluso cuando las concentraciones de la dieta son adecuadas. Por lo tanto, las concentraciones de sodio en la dieta son una mejor guía para diagnosticar una deficiencia de este mineral. La deficiencia de sodio afecta el consumo de alimento y la productividad de los

animales. Los signos clínicos comunes de deficiencia de sodio severa incluyen disminución en el consumo de materia seca, reducción de la ingesta de agua, productividad reducida y pica.

### **Potasio (K)**

Las concentraciones de potasio en los tejidos se correlacionan pobremente con el estado de la dieta. De las muestras de animales disponibles, el potasio sérico es el mejor indicador de deficiencia, pero los estados de enfermedad pueden causar cambios electrolíticos que resultan en una disminución del potasio sérico cuando no se ha producido una deficiencia en la dieta. Además, el suero que se hemoliza puede incrementar falsamente la concentración de potasio, debido a la pérdida de este elemento a partir de los glóbulos rojos. Además, alteraciones renales pueden dar como resultado un aumento del potasio sérico. Por lo tanto, las concentraciones de potasio en la dieta son un buen indicador para el estado del potasio en el animal. La deficiencia de potasio afecta el consumo de alimento, la productividad de los animales, la función cardíaca y la función muscular. Los signos clínicos comunes de deficiencia grave de potasio incluyen disminución del consumo de alimento, reducción de la ingesta de agua, pica, baja productividad, debilidad y recumbencia.

### **Cobalto (Co)**

La deficiencia de cobalto está asociada con la deficiencia de vitamina B12 (cobalamina) en los rumiantes. La deficiencia se asocia con una menor ingesta de alimento, disminución en la conversión alimentaria, reducción del crecimiento, pérdida de peso, lipidosis hepática, anemia, inmunosupresión y disminución de la fertilidad. La deficiencia de cobalto también puede conducir a una caída de la retención de cobre en el hígado. Las concentraciones séricas de cobalto generalmente son bastante pequeñas, ya que la vitamina B12 se produce en el rumen por la microflora. Dado que las concentraciones de cobalto pueden no reflejar realmente las concentraciones de vitamina B12, el análisis más apropiado para la deficiencia de cobalto es la cuantificación directa de la vitamina B12 sérica o hepática. Pero existen numerosas formas de cobalaminas que los rumiantes producen con bioactividad diferente, lo que dificulta la interpretación de los resultados analíticos. La cobalamina se absorbe en la circulación y pequeñas cantidades se almacenan en el hígado. De los tejidos disponibles, la concentración de cobalto hepático refleja mejor el estado general del animal, aunque no necesariamente el contenido de vitamina B12.

## **Cobre (Cu)**

La deficiencia de cobre es un problema nutricional común en los rumiantes, aunque el exceso de él también se encuentra en forma frecuente, especialmente en las ovejas. Los signos clínicos de deficiencia pueden presentarse como una gran variedad de efectos adversos. El crecimiento se ve reducido, disminuye la conversión alimentaria, se pueden producir úlceras abomasales, cojeras, inmunosupresión, muerte súbita, descoloración del pelo (acromotriquia) y alteración de la función reproductiva. El mejor método para diagnosticar el estado del cobre es a través del análisis del tejido hepático, aunque se realizan muchas pruebas en el suero. La deficiencia dentro de un rebaño dará como resultado que algunos animales tengan concentraciones séricas de cobre bajas, pero la concentración sérica no disminuirá hasta que el cobre hepático se agote significativamente. En rebaños con una alta incidencia de deficiencia, no es raro que un alto porcentaje de los animales tenga concentraciones séricas "normales".

Otro factor que puede influir en el diagnóstico de la deficiencia de cobre en el suero es la presencia de altos contenidos de molibdeno sérico. Dado que el complejo cobre-azufre -molibdeno que se forma no hace disponible al cobre para su uso en los tejidos, el contenido de cobre sérico "normal" en presencia de alto contenido de molibdeno sérico siempre se debe considerar como sospechoso. Además, la forma de suplementación con selenio puede alterar el rango normal para la interpretación del estado sérico del cobre, con vacas suplementadas con selenito que tienen un rango normal menor para el cobre sérico. La deficiencia de cobre se puede diagnosticar mediante el análisis de enzimas que contienen cobre. Las dos enzimas más comunes que se utilizan son la ceruloplasmina y la superóxido dismutasa. Las bajas concentraciones de estas enzimas en suero y sangre total, respectivamente, son diagnósticos certeros de deficiencia de cobre. Pero las concentraciones de ceruloplasmina pueden aumentar con algunos estados inflamatorios.

Algunos laboratorios de Estados Unidos han determinado que en muchos predios lecheros se produce una suplementación excesiva de cobre. Las concentraciones de cobre en el hígado muchas veces son superiores a 200 ppm, en comparación al rango recomendado de concentración de cobre hepático que debe ser de entre 50 y 100 ppm.

## **Fierro**

Como componente esencial de las proteínas involucradas en la cadena de transporte de electrones y el transporte de oxígeno, el fierro es esencial para la función celular normal de todos los tipos de células. La deficiencia de fierro se asocia con un crecimiento reducido, inmunosupresión, debilidad y anemia. Aunque las crías bovinas suelen nacer con reservas hepáticas de fierro, siempre que la madre posea reservas adecuadas de este mineral, la leche

tiene una baja concentración de hierro, lo que ocasiona una deficiencia en animales alimentados sólo con una dieta en base a leche. Tanto en hígado como en las concentraciones séricas se utilizan comúnmente para diagnosticar la deficiencia de hierro. Cuando se usa suero, no se deben usar muestras que tengan evidencia de hemólisis, ya que el contenido de hierro va a aumentar artificialmente, debido a la gran concentración de hierro que presentan los glóbulos rojos. Además los animales enfermos pueden tener concentraciones alteradas de hierro en el hígado, ya que el cuerpo trata de limitar la disponibilidad de hierro para los organismos en crecimiento y aumenta la disponibilidad de hierro para las células inmunitarias del cuerpo. Por lo tanto, la interpretación del estado del hierro debe hacerse teniendo en cuenta la salud general del animal.

### **Manganeso (Mn)**

La deficiencia de manganeso en los rumiantes se asocia con una función reproductiva deteriorada, anomalías esqueléticas en los terneros y una baja productiva. Los ovarios quísticos, los celos silentes, las tasas de concepción reducidas y los abortos son efectos reproductivos que se han encontrado en animales que presentan deficiencia de manganeso. Los terneros con deficiencia se pueden observar débiles y pequeños y desarrollan articulaciones de mayor tamaño o deformidades de las extremidades.

La mayoría de las pruebas en ganado de carne encuentran concentraciones normales de manganeso en hígado, sangre y suero, pero en estas mismas muestras, más del 50%, 75% y 95%, respectivamente, del ganado lechero presenta concentraciones por debajo de los valores recomendados. Esto puede deberse, en parte, a las altas concentraciones de calcio y fósforo en las raciones para ganado lechero, que pueden ser antagonistas para la biodisponibilidad del manganeso. De las muestras disponibles, el hígado es el más indicativo del estado corporal completo, seguido de sangre entera y luego suero. Como los glóbulos rojos tienen una mayor concentración de manganeso que el suero, la hemólisis puede dar como resultado un aumento de la concentración sérica. Dado que la concentración sérica normal de manganeso es bastante baja, muchos laboratorios no ofrecen este análisis debido a una sensibilidad reducida. En general, la respuesta a la suplementación se ha utilizado con frecuencia como un medio para verificar la deficiencia de manganeso, aunque es fundamental que se utilice una forma biodisponible.

### **Selenio (Se)**

Como mineral esencial, el selenio se identifica comúnmente como deficiente en rumiantes, pero con poca frecuencia en el ganado lechero. La deficiencia de selenio en los rumiantes se asocia con efectos adversos sobre el

crecimiento, la reproducción, la función del sistema inmune y los tejidos musculares. La "enfermedad del músculo blanco", una necrosis y cicatrización del músculo cardíaco y/o esquelético, está relacionada con la deficiencia grave de selenio, aunque también puede ser causada por la falta de vitamina E. Además se pueden observar tasas de crecimiento reducidas, función inmunitaria reducida y rendimiento reproductivo alterado, en casos de deficiencias marginales de selenio. El diagnóstico de una deficiencia se puede realizar mediante la medición del mineral en hígado, sangre total o suero o mediante el análisis en sangre de la actividad de la enzima glutatión peroxidasa, una enzima dependiente de selenio. El análisis más específico es el de la glutatión peroxidasa en sangre total, ya que verifica el verdadero estado funcional del selenio. El hígado es óptimo para analizar la concentración de selenio, ya que es un tejido de almacenamiento primario. Con el suero y la sangre total, el primero refleja mejor la ingesta reciente, mientras que el segundo refleja mejor el estado a largo plazo.

Para diagnosticar adecuadamente la deficiencia de selenio, la forma química dietaria del selenio es muy importante. El selenio natural, predominantemente en forma de selenometionina, se metaboliza e incorpora a las proteínas dependientes de selenio, pero también en proteínas no específicas en lugar de metionina. En cambio, el selenio inorgánico se metaboliza y sólo se incorpora a las proteínas dependientes del selenio. Por lo tanto, las concentraciones "normales" en suero y sangre entera difieren dependiendo de si el selenio dietético es una forma orgánica natural o un suplemento inorgánico.

## **Zinc (Zn)**

El zinc es un mineral esencial que todas las células de los animales requieren. El zinc desempeña un papel en numerosas reacciones enzimáticas. Las deficiencias de zinc se asocian con un crecimiento reducido, inmunosupresión, infertilidad y una escasa viabilidad de las crías, así como lesiones cutáneas en casos graves. Las concentraciones de zinc en los tejidos no reflejan bien el estado corporal. De las muestras comunes analizadas, el hígado y el suero son los mejores indicadores del estado del zinc. Pero el zinc sérico y hepático pueden alterarse por la edad, las enfermedades infecciosas, los traumatismos, la fiebre y el estrés. Se ha sugerido que la concentración de zinc en el páncreas es la mejor manera de identificar verdaderamente una deficiencia de zinc. La respuesta a la administración de suplementos de zinc ha demostrado que algunos animales con bajas concentraciones de zinc en el hígado o suero pueden mostrar mejoría en algunas situaciones clínicas. Por lo tanto, el hígado y el suero sólo verifican la deficiencia cuando estas muestras tienen una concentración de zinc muy baja.

En resumen, se puede utilizar una gran variedad de muestras para determinar el estatus mineral, pero no proporcionan ninguna indicación del estado mineral general del animal. El diagnóstico adecuado del estado mineral implica una evaluación exhaustiva de varios grupos de animales. La evaluación debe incluir un historial de la salud, del manejo alimentario y la suplementación y análisis de varios animales para determinar el estado mineral general del rebaño.

Si se considera que los minerales se encuentran en adecuadas concentraciones en la dieta, pero se encuentran deficientes en los animales, se deben investigar potenciales efectos interactivos y antagónicos de los otros minerales. Como ejemplo, el alto contenido de azufre o hierro en la dieta puede causar deficiencias en el cobre y el selenio, incluso cuando hay concentraciones adecuadas en la dieta.

Fuente.

<https://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Análisis/2018/11/07/Metodos-apropiados-para-diagnosticar-las-deficiencias-minerales-en-el-ganado-bovino.aspx>

[Clic Fuente](#)

---



**MÁS ARTÍCULOS**