Interacciones Minerales y Suplementación para Vacas de Carne

steve boyles

Especialista en Carne de Extensión de OSU

ohiodrbeef@gmail.com

La nutrición adecuada de minerales y vitaminas contribuye a fortalecer los sistemas inmunológicos, el rendimiento reproductivo y el aumento de peso de los becerros. El forraje de pasto es el contribuyente más significativo a la nutrición de minerales traza del ganado vacuno de carne en pastoreo. La suplementación mineral en el ganado vacuno se puede dividir en dos grandes categorías, macrominerales y microminerales. Estas categorías se basan en la cantidad de minerales necesarios en la dieta de la vaca. Como regla general, los microminerales se requieren en cantidades inferiores a 1 gramo por día en comparación con los macrominerales, que a menudo se requieren en niveles superiores a 1 gramo por cabeza por día.

Si bien es posible que no se necesiten energía y proteínas suplementarias, generalmente se recomienda proporcionar minerales y vitaminas suplementarios. Tienen menos impacto que la proteína y la energía en el rendimiento y la economía de la vaca/becerro, pero no deben pasarse por alto. Si bien la suplementación es importante, se debe evitar la suplementación excesiva de minerales para prevenir posibles problemas ambientales asociados con la escorrentía de los desechos o la aplicación de desechos de ganado al suelo ( p. ej ., fósforo). Ciertos minerales en realidad pueden ser tóxicos si se complementan en cantidades excesivas.

|  |
| --- |
| **Requerimientos Minerales del Ganado de Carne.** |
|  | **Requisito** |
|  | **ganado en crecimiento** | **vacas preñadas** | **vacas lactantes** | **Nivel Máximo** |
| Calcio, % | 0,45 | 0.3 | 0,45 | 2 |
| Fósforo, % | 0.3 | 0.2 | 0.2-.21 | 1 |
| Magnesio, % | 0.1 | 0.12 | 0.2 | 0.4 |
| Potasio, % | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 3 |
| sodio, % | 0.08 | 0.08 | 0.1 | - |
| Azufre, % | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.4 |
| Hierro, PPM | 50 | 50 | 50 | 1000 |
| Manganeso, PPM | 20 | 40 | 40 | 1000 |
| cinc, PPM | 30 | 30 | 40 | 500 |
| Cobre, PPM | 10 | 10 | 10 | 100 |
| Yodo, PPM | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 50 |
| Selenio, PPM | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 2 |
| Cobalto, PPM | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 10 |
| Molibdeno, PPM | - | - | - | 5 |

Macrominerales

Sal

Los forrajes no contienen cantidades adecuadas de sal (sodio). El sodio se puede complementar como cloruro de sodio o bicarbonato de sodio, y ambas formas están altamente disponibles. Siempre se debe usar sal yodada para evitar una deficiencia de yodo. Las raciones de mantenimiento alimentadas con ganado mientras están confinadas en lotes secos a menudo consumen altos niveles de mezclas de minerales, tal vez por aburrimiento.

# Calcio

El calcio es el mineral más abundante en el cuerpo. La vitamina D es necesaria para la absorción activa del calcio. Los forrajes son generalmente buenas fuentes de calcio, y las leguminosas tienen un mayor contenido de calcio que las gramíneas. El Consejo Nacional de Investigación asumió que la disponibilidad de calcio en la dieta era solo del 50% cuando se calcularon los requerimientos de calcio. Por ejemplo, la alfalfa tiene niveles relativamente altos de calcio, pero del 20 al 33 % no está disponible para el animal.

El calcio puede ser deficiente en forrajes maduros o degradados. De manera similar, el forraje de grano pequeño y los granos, como el maíz, son relativamente bajos en calcio. Los granos contendrán alrededor de 0,03% de calcio y alrededor de 0,3% de fósforo. Los coproductos, como los productos de granos de destilería, los alimentos con gluten de maíz y las harinas de trigo, contienen de 0,5 % a más de 1 % de fósforo.

Cuando el fósforo de la dieta excede el calcio de la dieta, se reduce la absorción de calcio en el tracto digestivo . El animal en estas situaciones metabolizará el calcio óseo para cumplir con el requerimiento. Sin embargo, el calcio en el hueso se almacena en combinación con el fósforo y ambos se extraerán al mismo tiempo, por lo que se reducirán tanto el calcio como el fósforo en el hueso.

Los signos de deficiencia de calcio incluyen problemas relacionados con los huesos y el crecimiento óseo. Cuando hay un desequilibrio de calcio y fósforo, otra enfermedad nutricional que se puede desarrollar en el ganado macho en crecimiento es el “vientre de agua” o cálculos urinarios. Se forman masas duras de sales minerales y células de tejido en el riñón o la vejiga y pueden causar el problema.

El método más efectivo para prevenir los cálculos urinarios es mantener una proporción total de calcio y fósforo en la dieta de entre 1,5:1 y 3:1. El ganado puede tolerar proporciones de calcio a fósforo de hasta aproximadamente 7:1. Sin embargo, se ha demostrado que el exceso de calcio reduce la absorción de fósforo y muchos de los minerales traza esenciales. Un segundo método para minimizar el riesgo de esta enfermedad es asegurarse de que el ganado tenga acceso a la sal o que la dieta total contenga de 0,5% a 4% de sal. La sal aumenta la ingesta de agua, lo que aumenta la solubilidad de los minerales y diluye la orina.

La tetania del pasto, relacionada con una deficiencia de calcio, a veces ocurre cuando las vacas preñadas y lactantes pastan forraje exuberante de estación fría, como festuca y granos pequeños. Los forrajes de estación fría son altos en fósforo y bajos en calcio durante las etapas inmaduras de desarrollo. Mucha gente asume que la tetania de la hierba es únicamente el resultado de la deficiencia de magnesio. Los síntomas de tetania por deficiencias de magnesio o calcio son indistinguibles sin análisis de sangre y el tratamiento consiste en inyecciones intravenosas de calcio y gluconato de magnesio, que suministra ambos minerales.

# Fósforo

La concentración de fósforo y la digestibilidad del forraje disminuyen con la madurez avanzada y la intemperie. Las condiciones de sequía y el aumento de la madurez del forraje (p. ej., forraje almacenado) pueden dar lugar a concentraciones más bajas de fósforo en el forraje. Por lo tanto, la suplementación con fósforo puede volverse más crítica en casos de pastoreo de invierno que la alimentación con heno. La última tabla de este manuscrito contiene concentraciones minerales detectadas en Ohio en 12 granjas durante un mes de invierno.

Los animales con deficiencia de fósforo aparecerán desnutridos. Los problemas reproductivos son comunes si el fósforo es deficiente. Las concentraciones de fósforo en plasma consistentemente por debajo de 4.5 mg/dL son indicativas de una deficiencia, pero el fósforo óseo es una medida más sensible del estado del fósforo.

Dado que el fósforo es un mineral relativamente caro, variar el nivel de fósforo durante las diferentes épocas del año es una forma de ahorrar dinero. El muestreo de forraje para el contenido de minerales puede ser una actividad de ahorro de dinero a largo plazo. La opción de manejo más económica y ambientalmente responsable es realizar una prueba de alimentación en lugar de un exceso de fósforo. El Dr. Francis Fluharty creó una excelente discusión sobre el fósforo y se encuentra en la página web del OSU Beef Team.

[https://agnr.osu.edu/sites/agnr/file s/imce/pdfs/Beef/ReTkgPhos.pdf](https://agnr.osu.edu/sites/agnr/files/imce/pdfs/Beef/ReTkgPhos.pdf)

# Potasio

Los niveles de potasio de 0,6 a 0,8 por ciento de la materia seca de la ración se consideran adecuados para el ganado. En general, los niveles de potasio de los forrajes de Ohio son adecuados o excesivos en contenido de potasio. Estos altos niveles pueden estar asociados con la reducción de la absorción de magnesio y, por lo tanto, causar problemas de tetania en el pasto. Por lo tanto, siempre verifique los niveles de potasio antes de cualquier adición suplementaria.

El potasio es soluble en el tejido vegetal y puede agotarse en el forraje en pie o en el heno sobre el que llueve después del corte y antes del empacado. Las formas de carbonato de potasio parecen ser más apetecibles que las formas de cloruro, pero el cloruro de potasio puede ser una fuente eficaz de potasio. Si se agrega potasio para la alimentación de invierno, retírelo de la mezcla cuando la festuca comience a crecer en la primavera. Los forrajes en crecimiento suelen tener un alto contenido de potasio.

Las harinas de semillas oleaginosas, como la harina de soja y la harina de semilla de algodón, pueden ser fuentes de potasio (1,5 % K). Los productos de alfalfa contienen entre 1,5 y 3 % de potasio. Las etiquetas de los suplementos alimenticios a base de urea deben revisarse para ver si contienen niveles adecuados de potasio si este mineral es motivo de preocupación o es necesario.

# Tetania de magnesio y hierba

La tetania del pasto es más común en las vacas lactantes que pastan exuberantes pastos primaverales. La reducción en la concentración de magnesio del forraje en pie puede ser sustancial durante los meses de invierno.Durante el comienzo de la primavera, las condiciones climáticas y del suelo son frescas y húmedas; las plantas no contendrán niveles adecuados de fósforo o magnesio. El tiempo nublado también puede aumentar la incidencia de la tetania de las gramíneas en los forrajes primaverales inmaduros y frondosos.

Si bien el fósforo y el magnesio pueden estar en cantidades adecuadas en el suelo, la absorción por las plantas es lenta debido a las condiciones frías y húmedas. La fertilización de los pastos con nitrógeno y potasio se asocia con una mayor incidencia de tetania de las gramíneas. Las vacas dependen de un suministro frecuente de magnesio del alimento, ya que la movilización del magnesio del hueso no es muy eficiente.

La tetania del pasto puede ocurrir con más frecuencia en las vacas más viejas durante la lactancia temprana que en las vacas más jóvenes en el mismo pasto. Se cree que las vacas más viejas son menos eficientes en la movilización de las reservas de magnesio de los huesos en comparación con las vacas más jóvenes.

En un estudio anterior, las relaciones K:(Ca + Mg) de pastos normales y tetanígenos fueron 1,67 y 2,37, respectivamente. Otro estudio informó una relación K:(Ca + Mg) media de 2,45 en pastos de 19 granjas que colectivamente tenían una incidencia del 10 % de tetania en el ganado de carne.

La absorción de magnesio se ha mejorado mediante la alimentación con cereales e ionóforos. Las legumbres suelen ser más altas en magnesio que las gramíneas.

El óxido de magnesio y el sulfato de magnesio (sales de Epsom) son buenas fuentes de magnesio suplementario. Incluir 15-20% de óxido de magnesio en la mezcla de minerales debería reducir el problema. Agregar 6-10% de melaza o harina de soya asegurará la ingesta. En situaciones de alto riesgo, las vacas deben consumir alrededor de 1 onza de óxido de magnesio por día. Esto es difícil porque el óxido de magnesio es muy desagradable para el ganado. Es mejor que los suplementos con alto contenido de magnesio se suministren al menos un mes antes del período de peligro de tetania. Debido a que la tetania puede ocurrir cuando el calcio es bajo, también se deben incluir suplementos de calcio.

# Fertilización y Tetania de Hierbas

Como con todos los cultivos, el pH adecuado es el factor más importante en el manejo del cultivo. Si el suelo necesita cal, use una fuente dolomítica si los niveles de magnesio en la prueba del suelo son inferiores a 50 ppm. Si el campo ha recibido estiércol recientemente, no se puede exagerar la importancia de la información del análisis del suelo. A la tasa utilizada por algunos productores, una sola aplicación de estiércol puede suministrar fósforo para varios años y, a veces, potasio. No aplique dosis excesivas de nitrógeno a principios de la primavera porque los niveles altos de nitrógeno pueden reducir la disponibilidad de magnesio en los rumiantes. Mantenga niveles relativamente altos de fósforo en las pruebas de suelo, ya que algunas investigaciones han demostrado que las adiciones de fósforo pueden aumentar los niveles de magnesio en los tejidos y, potencialmente, incluso disminuir la absorción de potasio. Retrase la aplicación de potasio en los pastos hasta fines de la primavera ya que la fertilización con alto contenido de potasio disminuye la absorción de magnesio. Considere intersembrar trébol ya que las legumbres son más ricas en magnesio que las gramíneas.

# Azufre

El azufre es necesario para la síntesis de metionina y cistina, que son aminoácidos que contienen azufre, así como de vitaminas B, tiamina y biotina. Los microorganismos ruminales son capaces de sintetizar todos los compuestos orgánicos que contienen azufre requeridos por el animal. Por lo tanto, los requerimientos de azufre en la dieta “podrían” ser mayores cuando se alimentan con dietas altas en proteína de derivación del rumen debido a la limitación de azufre para una fermentación ruminal óptima. Sin embargo, este no es el caso de los coproductos, como los granos de destilería con solubles, que pueden tener un contenido de azufre bastante alto, pero también son conocidos por contener proteínas de derivación.

Cuando se alimentan con urea u otras fuentes de nitrógeno no proteico, es posible que se necesiten suplementos de azufre. El forraje maduro, los forrajes cultivados en suelos deficientes en azufre, el ensilaje de maíz y el sorgo-sudán pueden tener un bajo contenido de azufre. La proporción típica de nitrógeno a azufre de una dieta completa debe ser 10:1, nitrógeno a azufre. El requerimiento de azufre de los rumiantes que pastan sorgo-sudangrass puede aumentar debido a la necesidad de azufre en la desintoxicación de la glucosa cianogénica que se encuentra en la mayoría de los forrajes de sorgo. Sin embargo, hay poca probabilidad de que se necesite azufre suplementario en la mayoría de los casos.

El consumo excesivo puede ser una preocupación mayor que una deficiencia. El ganado es sensible a la ingesta excesiva de azufre del agua y los alimentos. La concentración máxima tolerable de azufre en la dieta se estima en 0,4%. El sulfato de azufre en el agua potable no debe

exceder los 500 mg/L para bovinos jóvenes. Las dietas ricas en azufre pueden causar polioencefalomalia (PEM). Los signos de PEM incluyen inquietud, diarrea, dificultad para respirar, ceguera y muerte.

Los productos de granos de destilería, la harina de soja, los piensos de gluten de maíz y otros pueden contener de 0,4 a 1 % de azufre. Recuerde, la tolerancia máxima para el azufre es de alrededor del 0,4%. El análisis de azufre se vuelve más importante cuando se desea utilizar alimentos que contienen niveles relativamente altos de azufre en proporciones relativamente altas en la dieta. Los altos niveles de azufre en el forraje pueden aumentar cuando se utilizan fuentes de fertilizantes con alto contenido de azufre ( p. ej ., sulfato de amonio). Las dietas con alto contenido de azufre (alimento y agua) pueden agravar el estado de cobre del ganado.

#### Minerales

**Selenio**

El potencial de la deficiencia de selenio ha sido ampliamente reconocido en los Estados Unidos. A diferencia de la mayoría de los otros nutrientes traza esenciales, la suplementación con selenio ofrece un rango estrecho entre deficiencia y toxicidad. La inclusión de selenio está regulada federalmente a un nivel máximo de inclusión que no exceda los 3 mg/día o alrededor de 0,14 mg/lb de dieta total (0,3 ppm). Esta cantidad equivale a sólo 0,27 g de selenio total por tonelada de pienso .

La deficiencia de selenio causará placentas retenidas, infertilidad y enfermedad de los músculos blancos en los terneros. El requerimiento normal de la vaca es 0.1 ppm. Se debe advertir a los productores que no intenten mezclar su propia formulación con selenio. El nivel tóxico de selenio es solo 10 veces el requisito (2 ppm) y cualquier error matemático o de mezcla puede tener consecuencias graves.

El selenio generalmente se complementa en las dietas de los animales como selenito de sodio, mientras que la selenio-metionina es la forma predominante de selenio en la mayoría de los alimentos. El selenio de la selenio-metionina o de una levadura que contiene selenio estaba aproximadamente dos veces más disponible que el selenito de sodio o el selenito de cobalto en las vaquillas en crecimiento. La disponibilidad de selenio a partir de selenato de sodio es similar a la del selenito de sodio. La vitamina E debe agregarse a la dieta junto con el selenio. A los terneros se les debe inyectar una solución de selenio y vitamina E al nacer, cuando exista un problema. Los métodos alternativos para complementar el selenio incluyen la inyección de selenio cada tres o cuatro meses o en etapas críticas de producción y el uso de bolos retenidos en el rumen que liberan selenio durante un período de meses.

Las muestras de hígado son la forma ideal de determinar una deficiencia, con 0,25 a 0,5 ppm consideradas normales y 0,1 a 0,15 ppm consideradas deficientes. La sangre también se puede utilizar como indicador, siendo los niveles normales de 0,08 a 0,3 ppm con deficiencias consideradas de 0,002 a 0,025 ppm.

# Cobre

Las deficiencias de cobre pueden causar una reproducción deficiente, huesos rotos, terneros débiles y cabello de color claro. La decoloración normalmente ocurre primero alrededor de los ojos y las puntas de las orejas. A veces, los cambios en el color del cabello no se notan y el efecto de una deficiencia de cobre simplemente se presenta como problemas reproductivos, diarrea o terneros mayores de cuatro meses que dejan de rendir. Las vacas Simmental y Charolais y sus terneros fueron más susceptibles a la deficiencia de cobre que las vacas Angus alimentadas con la misma dieta en un estudio.

El estado del cobre en el ganado es susceptible a una serie de antagonistas, incluidos el molibdeno, el azufre, el hierro y el zinc. El forraje puede contener niveles adecuados de cobre (aproximadamente 10 ppm) , pero si la dieta contiene niveles altos de molibdeno (2 ppm) y azufre (0,25), pueden trabajar juntos para retener el cobre, lo que genera una deficiencia. Para que el molibdeno ejerza una influencia sobre el cobre, es esencial que se disponga de un nivel adecuado de azufre en la dieta. Cuando los niveles de azufre total en la dieta caen por debajo del 0,25%, incluso los niveles altos de molibdeno pueden no ser un problema con la absorción de cobre. Una regla general común es que si las proporciones de cobre:molibdeno son inferiores a 4-5:1 y el azufre total de la dieta es superior al 0,25 %, es probable que exista una posible deficiencia de Cu inducida por Mo. Otra forma de verlo es para cada 1

ppm de Mo en una ración total (base MS), se debe descontar la cantidad de Cu disponible

por 8 ppm. Así, si la ración total tiene 1 ppm de Mo y 20 ppm de Cu, el Cu disponible es

considerado como 12 ppm. Se culpó a las leguminosas de aumentar los niveles de molibdeno en los terrenos recuperados en Montana. Las dietas que contienen más del 0,35% de azufre y el agua que contiene una alta concentración de azufre se han implicado en el inicio de la deficiencia de cobre en el ganado. La proporción de cobre a molibdeno en la dieta debe mantenerse entre 4:1 y 10:1 para minimizar el riesgo de deficiencia de cobre inducida por molibdeno.

El cobre y el zinc se absorben a través de vías similares, lo que indica una competencia por los sitios de absorción. Por lo tanto, los suplementos minerales deben formularse con una proporción de cobre: zinc de alrededor de 1:2 o 1:3.

Las dietas basadas en forrajes que contienen 250 ppm de hierro y más pueden reducir el estado de cobre en el ganado, la deficiencia de cobre inducida por hierro ha resultado en daño pancreático y deterioro de la función de los neutrófilos, lo que sugiere una función reducida del sistema inmunológico.

Las fuentes de cobre generalmente disponibles son sulfato de cobre, carbonato de cobre, proteinato de cobre y formas orgánicas de lisina de cobre. Se han administrado formas inyectables de cobre como glicinato de cobre o EDTA de cobre en intervalos de tres a seis meses para prevenir la deficiencia de cobre. Aunque el óxido de cobre de calidad alimentaria no está disponible en gran medida, las agujas de óxido de cobre, que permanecen en el tracto gastrointestinal y liberan cobre lentamente durante un período de meses, se han utilizado como fuente de cobre para el ganado.

Al formular suplementos minerales para ganado Simmental, Limousin, Charolais o Maine-Anjou y sus cruces, es importante recordar que su requerimiento de cobre es 1,5 veces mayor que el requerimiento base (10 ppm). De manera similar, el ganado Jersey y Brahman es más susceptible a la toxicidad por Cu.

Las recomendaciones aquí pueden no aplicarse a otros rumiantes. Por ejemplo, las ovejas son más sensibles a niveles más altos de cobre que el ganado.

# Yodo

El yodo es fundamental para el mantenimiento de la función tiroidea adecuada. El requerimiento de yodo es de 0,2 a 0,3 ppm en la dieta total. Las sustancias bociógenas en el alimento pueden aumentar sustancialmente el requerimiento (de dos a cuatro veces), dependiendo de la cantidad y el tipo de bociógenos presentes. Las fuentes vegetales que pueden aumentar el requerimiento de yodo son el trébol blanco y algunos forrajes de Brassica como la col rizada, los nabos y la colza. Deterioran la absorción de yodo, pero pueden superarse aumentando el yodo en la dieta.

El dihidroyoduro de etilendiamina (EDDI), que a menudo se proporciona en los suplementos de minerales traza como preventivo de la podredumbre del pie, proporciona una fuente de calidad de yodo disponible. Además, la inclusión de sal yodada en la mezcla mineral base debería proporcionar un suplemento de yodo adecuado en la mayoría de los casos. Algunos signos de deficiencia de yodo incluyen fertilidad reducida, tiroides agrandada (bocio) y terneros nacidos muertos, débiles y/o sin pelo.

# Zinc

Una deficiencia de zinc puede afectar la reproducción, la piel y los problemas de las pezuñas y causar inflamación de las articulaciones de los huesos o una cicatrización lenta de las heridas. Las deficiencias de zinc tienden a afectar la producción y la calidad del esperma en los toros. La mayoría de los forrajes tienen una concentración marginal o baja de zinc en comparación con el requerimiento sugerido. Las vacas requieren de 30 a 40 ppm de zinc y las dietas que contienen de 2 a 10 ppm se consideran deficientes. Las legumbres son generalmente más altas en zinc que las gramíneas.

El cobre y el zinc se absorben a través de vías similares, lo que indica una competencia por los sitios de absorción. Por lo tanto, los suplementos minerales deben formularse con una proporción de cobre: zinc de alrededor de 1:2 o 1:3. El sulfato de zinc, el óxido de zinc y las formas orgánicas de zinc son fuentes comunes de suplementos.

# Hierro

En general, la deficiencia de hierro es poco probable a menos que exista una infestación de parásitos o una enfermedad que provoque una pérdida crónica de sangre. La disponibilidad de hierro del forraje parece ser menor que la de la mayoría de las fuentes de hierro suplementarias. El hierro normalmente se complementa en la dieta como sulfato ferroso, carbonato ferroso u óxido férrico. Sin embargo, el óxido férrico básicamente no está disponible y se usa simplemente como agente colorante.

El impacto antagónico del hierro dietético en la absorción de cobre es a menudo un problema más importante cuando se intenta equilibrar los nutrientes minerales traza. Además, muchas fuentes de ingredientes de otros nutrientes traza están naturalmente contaminados con hierro. En conjunto, la suplementación adicional de hierro para el ganado en pastoreo probablemente no sea una preocupación. Aunque el óxido férrico se usa comúnmente como agente colorante en suplementos minerales y no está fácilmente disponible para el ganado como fuente de hierro, puede exacerbar un estado de Cu ya bajo en el ganado. El alto consumo de hierro también se ha implicado en la reducción de la absorción de manganeso en el ganado.

# Manganeso

Aunque la absorción y retención de manganeso en la dieta en el ganado es baja (20%), la deficiencia de manganeso en el ganado de pastoreo es poco común. Los requisitos de manganeso son de aproximadamente 40 ppm. A veces se ha observado una deficiencia en la alimentación con dietas de ensilado de maíz. El manganeso puede causar infertilidad, color de pelo claro y terneros con cuartillas débiles. Teniendo en cuenta la importancia del manganeso en la fertilidad de las vacas y el desarrollo de los terneros jóvenes, lo más importante es centrarse en una nutrición óptima con manganeso antes y después del parto. El sulfato de manganeso es la forma de manganeso más disponible, pero a menudo es difícil de encontrar comercialmente. Como alternativa, el óxido de manganeso es una fuente aceptable y ampliamente utilizada de suplementos de manganeso. El consumo elevado de fósforo, calcio y hierro reduce la absorción de manganeso.

# Cobalto

El cobalto es esencial para los rumiantes a través de su participación en la síntesis ruminal de vitamina B-12. Este proceso metabólico, exclusivo de los rumiantes, nos permite prácticamente ignorar la suplementación dietética de vitaminas B en el ganado. El cobalto se almacena poco en los tejidos corporales, por lo que el estado del cobalto en los rumiantes se evalúa comúnmente mediante mediciones de las concentraciones de vitamina B-12 en la sangre (200 ng/mL o más se considera adecuado). El cobalto afecta la reproducción, el crecimiento y causa palidez en la piel (anemia). Los suplementos de cobalto más una inyección de vitamina B-12 deberían aliviar los síntomas. El ganado joven de crecimiento rápido parece más susceptible a la deficiencia de cobalto que el ganado maduro.

#### Suplementación Mineral

La suplementación de minerales puede ocurrir a través de una variedad de medios, que incluyen mezclas de minerales sueltos de libre elección, bloques de minerales traza y suplementos energéticos y/o proteicos fortificados. La fertilización mineral del forraje no es tan eficiente como la suplementación directa del animal. Los forrajes deben fertilizarse para cumplir con las características de crecimiento de la planta.

# Suplementos minerales sueltos de libre elección

En la mayoría de los casos, los suplementos minerales sueltos son un medio eficaz y rentable de administrar suplementos minerales adecuados. Aunque las formulaciones varían mucho, la mezcla de base común debe contener aproximadamente de 20 a 25 % de sal. La ingesta "promedio" a menudo se dirige a dos a cuatro onzas por cabeza por día. Algunos bovinos no consumen suplementos, mientras que otros pueden consumir hasta cuatro o cinco veces la cantidad diaria prevista. Esta variación se puede reducir cuando los minerales se incorporan a los suplementos de proteína/energía (discutidos a continuación).

**Variación Estacional del Consumo** .

Las reservas minerales del cuerpo se pueden movilizar en momentos de necesidad y las deficiencias pueden tardar largos períodos en desarrollarse. Durante los meses de verano, el ganado puede consumir fácilmente suplementos minerales a base de sal. En los meses de invierno, la ingesta de libre elección puede reducirse en un 15% o más. Para evitar un consumo excesivo en el verano, ofrezca minerales cada 10 a 14 días a un nivel que exceda ligeramente la ingesta objetivo. Es aceptable que el alimentador permanezca vacío durante unos días antes del siguiente día programado de oferta de mineral. En el invierno y garantizado, puede mezclar su mineral con su suplemento de invierno (consulte los suplementos energéticos y proteicos a continuación).

# Bloques de minerales traza

Los bloques de sal pueden no proporcionar suficiente ingesta de minerales traza en situaciones marginales o deficientes debido a que el bloque es tan duro que puede ser difícil para los rumiantes consumir lo suficiente para cumplir con los requisitos. Cuando los productores de ganado son físicamente incapaces de proporcionar minerales sueltos o suplementos fortificados de manera regular, los bloques de sal fortificados con minerales traza brindan la oportunidad de ofrecer suplementos minerales a largo plazo, lo que reduce el potencial de deficiencia de minerales traza.

# Suplementos energéticos y proteicos

Si el consumo de niveles adecuados de minerales es un problema, una solución puede ser incorporar su suplemento de minerales traza de libre elección con un suplemento de proteína y energía.

**Palatabilidad (el deseo de consumir/gustar)**

# Monitorear y registrar la ingesta diaria promedio de suplementos de libre elección para que la fórmula del suplemento pueda ajustarse si es necesario para aumentar o reducir la ingesta. El ganado no tiene el deseo natural de consumir minerales traza. El ganado solo posee el deseo de consumir sal al nivel de su requerimiento. En consecuencia, al alterar la inclusión de sal en las mezclas de minerales, podemos fomentar y desalentar la ingesta de minerales. Si bien se necesitan niveles adecuados de oligoelementos, el consumo superior al requerido nutricionalmente por el animal se excreta en la orina y las heces.

Si el ganado consume minerales en exceso, considere agregar sal blanca simple directamente a la mezcla de minerales traza. Una vez que la ingesta de minerales se haya normalizado, retire la sal adicional. Las fuentes de fósforo y magnesio son desagradables y pueden reducir el consumo de suplementos minerales. No proporcione sal blanca simple y suplementos de minerales traza por separado.

Una regla general es que los tipos más ácidos (sabor agrio) son más sabrosos que los alcalinos (sabor amargo). Excesivo ph en ambos lados y reduce la potencia de medicamentos, vitaminas y aditivos. Los ingredientes alcalinos (pH alto) pueden provocar una liberación de amoníaco gaseoso de algunos ingredientes a base de amonio (piedra caliza + sulfato de amonio).

# Análisis del estado de los minerales traza del rebaño

Si se sospecha una deficiencia de minerales traza, un productor puede desear realizar una evaluación del estado de minerales traza del rebaño. El primer paso para identificar las deficiencias de minerales traza es intentar descartar otros factores contribuyentes. Por ejemplo, si el puntaje promedio de la condición corporal de la vaca es inferior a 4-4.5, es probable que las disminuciones en el rendimiento reproductivo y/o la función inmunológica sean el resultado de una deficiencia de energía/proteína versus una deficiencia de oligoelementos.

Otras cosas a evaluar son: ¿Está el suplemento mineral en un lugar de fácil acceso? ¿El producto proporciona un perfil mineral equilibrado utilizando ingredientes de calidad? ¿Se le proporciona al ganado un suministro constante de minerales frescos y secos? ¿Está el ganado consumiendo el mineral en un nivel adecuado?

# Concentraciones de minerales forrajeros

El ganado en pastoreo consume selectivamente forraje de mayor calidad (Na, P, Zn y Co) que los recortes manuales del mismo pasto. El pastoreo rotativo intensivo puede reducir estas diferencias. Incluso con esta variación, las muestras de forraje cortadas a mano siguen siendo una herramienta útil en la evaluación del estado mineral. Aunque la disponibilidad de minerales forrajeros varía con el mineral específico, las concentraciones de minerales en el suelo y la madurez y la intemperie del forraje, la mayoría de los datos indican que los minerales de origen forrajero están disponibles entre el 50 y el 90 % para los animales rumiantes. La excepción a estos valores de absorción más altos es el manganeso, que puede ser considerablemente más bajo. Sin embargo, existe una falta general de datos disponibles para predecir la disponibilidad biológica de minerales de los forrajes.

Recolecte muestras de forraje de pasto donde se observe ganado pastando durante la tarde y la mañana durante un período de varios días. Tenga cuidado de no contaminar su muestra con malas hierbas o suciedad. Las muestras deben combinarse y colocarse en un recipiente limpio y enfriarse hasta que se puedan realizar los análisis de minerales. Antes de la recolección, encuentre un laboratorio que analice el forraje para los minerales que desea considerar. Los laboratorios comerciales ofrecen un paquete de análisis que contiene un grupo de minerales por $15 a $30 por muestra. El laboratorio puede proporcionar instrucciones para la recolección, el manejo y el envío. De la discusión anterior, los minerales "traza" sugeridos para probar son cobre, zinc, selenio, cobalto y manganeso. Tres minerales comúnmente antagónicos en los forrajes son molibdeno, hierro y azufre.

# Estado mineral animal

En algunos casos, puede ser necesario examinar la sangre del animal y/o el estado mineral del hígado. La medición directa del estado mineral de los animales puede ser costosa y llevar mucho tiempo.

Por lo tanto, esta táctica se puede usar si el rendimiento del animal está por debajo de lo esperado y no hay otras explicaciones aparentes para el problema. Las concentraciones en el hígado de cobre, manganeso, selenio y zinc proporcionan la mejor indicación del estado de los minerales traza. Las concentraciones de yodo y hierro en el hígado no son indicativas del estado nutricional. Las biopsias de hígado deben ser realizadas por un veterinario. Idealmente, las muestras de biopsia se toman antes y después de los tratamientos para medir la eficacia del tratamiento.

|  |
| --- |
| Estado de minerales en bovinos usando concentraciones de minerales en el hígado |
|  | Deficiente | Marginal | Adecuado | Alto | Tóxico |
| Cobalto | <0.005 |  | 0.020-0.085 | 0.085-8.70 | 5.0-300 |
| Cobre | <33 | 33-125 | 125-300 | 600-1250 | >1250 |
| Yodo | <0.094 |  | 0.094-2.0 |  | >0.781 |
| Hierro | <40 |  | 45-300 | 53-700 |  |
| Magnesio | <40-200 |  | 100-250 |  |  |
| Manganeso | <5 | 5-10 | 10-15 | 15-25 |  |
| Fósforo | 6-14 |  | 6-14 |  |  |
| Potasio |  |  |  |  |  |
| Selenio | <0.5 | 0,6-1,25 | 1,25-2,50 | >2.5 |  |
| Zinc | <20 | 20-40 | 25-200 | 300-600 | >1000 |
| Fuente: Puls (1988) y Kincaid (1999) |

Las muestras de sangre pueden ser un enfoque poco confiable para medir los niveles de minerales a menos que el ganado tenga una deficiencia severa. La sangre o los componentes sanguíneos se pueden usar como una herramienta de detección preliminar para la deficiencia de minerales. El análisis de sangre a veces se usa para cobre, yodo, hierro, selenio y zinc.

|  |
| --- |
| Estado de trazas de minerales en el ganado utilizando concentraciones de sangre, plasma o suero |
|  | Deficiente | Marginal | Adecuado | Alto | Tóxico |
| Cobre, plasma, microgramos/mL | <0.5 | 0.5-0.7 | 0.7-0.9 | 0.9-1.1 | >1.2 |
| Yodo, suero, microgramos/100 mL | <5 |  | 10-40 | 70-300 |  |
| Hierro, suero, microgramos/100 mL | <120 |  | 130-150 | 400-600 |  |
| Manganeso, sangre entera, ng/mL | <20 | 20-60 | 70-200 |  |  |
| Manganeso, suero, ng/ML | <5 | 5-6 |  |  |  |
| Selenio, sangre total, ng/mL | <60 | 60-200 | 210-1200 | >1200 |  |
| Zinc, plasma, microgramos/mL | <0.4 | 0.5-0.8 | 0.8-1.4 | 2-5 | 3-15 |
| Fuente: Puls (1988) y Kincaid (1999) |

Las enzimas sanguíneas y los metabolitos también se utilizan como indicadores del estado mineral en el ganado. La glutatión peroxidasa es un indicador del estado del selenio, la fosfatasa alcalina, la superóxido dismutasa y la metalotioneína son indicadores del estado del zinc. La ceruloplasmina, la superóxido dismutasa y la metalotioneína son indicadores del estado del cobre. La vitamina B12 y el ácido metilmalónico son indicadores del estado del cobalto.

Los análisis de minerales en la leche y la orina rara vez son útiles en la evaluación de minerales. Sin embargo, el molibdeno y el yodo en la leche son excepciones y reflejan la ingesta dietética. los niveles de selenio y yodo en la leche y la orina podrían desempeñar un papel en la indicación de ingestas excesivas si alguna vez se establecieran valores de referencia. El contenido mineral del pelo, la lana y las pezuñas carece de estándares de referencia, responde demasiado lentamente a las ingestas y puede contaminarse fácilmente.

¿Cuántos animales necesitan ser probados? Un ejemplo podría ser el cobre. Para estimar la concentración promedio de Cu en plasma en un rebaño de 200 vacas, con un 95 % de confianza y dentro de una desviación estándar de 0,5 de la media, se debe analizar aproximadamente el 8 % del ganado. Para determinar la proporción de una población que podría ser deficiente en Cu, y si el

Si se sospecha que la proporción es inferior al 25 %, es posible que sea necesario muestrear el 60 %.

#### vitaminas

Las vitaminas se clasifican como solubles en grasa (A, D, E y K) o solubles en agua (B, tiamina, niacina y colina) según su estructura y función. liposoluble

Las vitaminas contienen solo carbono, hidrógeno y oxígeno, mientras que las vitaminas B solubles en agua contienen estos elementos y nitrógeno, azufre o cobalto. Las vitaminas liposolubles pueden encontrarse en los tejidos vegetales como provitamina (un precursor de la vitamina). Un buen ejemplo es el caroteno en los forrajes, que los animales rumiantes convierten en vitamina A. No se sabe que existan provitaminas para las vitaminas solubles en agua. Sin embargo, los microorganismos del rumen tienen la capacidad de sintetizar vitaminas hidrosolubles. Por lo tanto, la suplementación con vitaminas hidrosolubles generalmente no es necesaria en los rumiantes.

**vitamina a**

Muchos consideran que la vitamina A es la vitamina más importante con respecto a la necesidad de suplementos. La vitamina A es necesaria para la formación adecuada de los huesos, el crecimiento, la visión, el mantenimiento de los tejidos de la piel y las pezuñas y el metabolismo energético (síntesis de glucosa).

El forraje de hojas verdes, el heno verde, los ensilajes, la harina de alfalfa deshidratada, el maíz amarillo y la leche entera son buenas fuentes de caroteno. En el ganado, 1 mg de betacaroteno se convierte en el equivalente de unas 400 unidades internacionales (UI) de vitamina A. El caroteno puede destruirse a medida que la planta madura y se expone a la luz solar, el aire y las altas temperaturas.

El hígado almacena vitamina A. En general, se cree que las reservas de vitamina A pueden durar solo de 2 a 4 meses si existe una deficiencia dietética grave. Las situaciones en las que el ganado es susceptible a la deficiencia de vitamina A son cuando consumen dietas ricas en concentrados o pastos de invierno, residuos de cultivos o heno cultivado durante condiciones de sequía o heno que se ha almacenado durante mucho tiempo. La vitamina A puede ser destruida con el tiempo por otros minerales en una mezcla de minerales.

# tiamina

Una deficiencia de tiamina produce trastornos del sistema nervioso central, porque la tiamina es un componente importante de las reacciones bioquímicas que descomponen la glucosa que suministra energía al cerebro. Otros signos de deficiencia de tiamina incluyen debilidad, cabeza retraída y arritmia cardíaca. Al igual que con otras vitaminas solubles en agua, las deficiencias pueden provocar un crecimiento lento, anorexia y diarrea.

# Vitamina B12

Las vitaminas B son abundantes en la leche y otros alimentos. La deficiencia de vitamina B es limitada

a situaciones en las que está presente un antagonista o el rumen carece de los precursores para producir la vitamina. El contenido de cobalto de la dieta es el factor limitante para los microorganismos ruminales

síntesis de vitamina B-12. Una deficiencia de vitamina B-12 es difícil de distinguir de una deficiencia de cobalto.

# Vitamina D

La vitamina D es esencial para el crecimiento y mantenimiento de los huesos porque está directamente involucrada en la absorción de calcio y fósforo. El heno curado al sol contiene un alto

concentraciones de vitamina D. Sin embargo, debido a que la vitamina D es sintetizada por el ganado vacuno cuando se expone a la luz solar o se alimenta con forrajes curados al sol, rara vez requieren suplementos de vitamina D.

Los ejemplos de situaciones que conducen a una deficiencia moderada de vitamina D incluirían ganado alojado en el interior durante largos períodos de tiempo y alimentado con una ración alta en concentrado (poco o nada de forraje curado al sol), y ganado que consume forraje de muy baja calidad durante largos períodos con poca o ninguna luz solar. . La deficiencia grave de vitamina D provoca una enfermedad conocida como raquitismo y otras anomalías óseas.

# vitamina e

La vitamina E se encuentra naturalmente en los alimentos como alfa tocoferol. La vitamina E no se almacena en el cuerpo en grandes concentraciones. Esta vitamina cumple varias funciones, incluido un papel como antioxidante. La vitamina E es importante en el crecimiento y la estructura muscular.

El requerimiento de vitamina E para el ganado no ha sido firmemente establecido. Para el ganado joven en crecimiento, el requerimiento se estima entre 7 y 27 UI/lb de materia seca de alimento. Sin embargo, se ha sugerido de 50 a 100 UI por cabeza por día para ganado mayor en crecimiento y finalización.

Las deficiencias de vitamina E pueden iniciarse por la ingesta de grasas no saturadas. Los ejemplos de fuentes comunes de grasas insaturadas incluyen semillas de algodón y soja enteras.

Los signos de deficiencias en los terneros jóvenes son característicos de la enfermedad de los músculos blancos, incluida la distrofia muscular general, los músculos débiles de las piernas, la marcha cruzada, la capacidad de succión dañada causada por la distrofia de los músculos de la lengua, la insuficiencia cardíaca, la parálisis y la necrosis hepática.

#### Enfoque de alimentación de coproductos

Los coproductos se alimentan y son fuentes de proteína y energía económicamente competitivas en comparación con las fuentes tradicionales como el maíz y la harina de soya. Sin embargo, los alimentos de coproductos pueden no tener perfiles minerales similares al maíz y la harina de soya. La producción de coproductos puede eliminar algunos nutrientes mientras concentra otros. La harina de trigo, los piensos de gluten de maíz y los productos de granos de destilería tienen proporciones de calcio a fósforo sustancialmente inferiores a 1,2:1. Es posible que sea necesario diseñar proporciones de calcio a fósforo superiores a 18:1 para alimentarse junto con estos subproductos.

Los piensos de gluten de maíz y los productos de granos de destilería pueden tener altas concentraciones de azufre. Como se indicó anteriormente, el azufre es un antagonista potencial del cobre. La toxicidad del azufre también puede ser una preocupación si se alimenta con niveles relativamente altos de estos alimentos. La ingesta dietética de azufre de moderada a alta tiene el potencial de causar polioencefalomalacia (PEM) en rumiantes. Los signos clínicos y patológicos son similares a los de la deficiencia de tiamina y la PEM suele ir acompañada de deficiencia de tiamina. En muchos casos, la actividad de la tiamina no se alteró en presencia de una alta ingesta de azufre, aunque los síntomas de PEM estaban presentes. Por lo tanto, el azufre puede causar PEM directamente. Los microbios del rumen normalmente producen sulfuro de hidrógeno. En condiciones de alto consumo de azufre en la dieta, aumenta la capacidad de producción microbiana de sulfuro de hidrógeno. El sulfuro de hidrógeno es altamente tóxico y cuando está presente en el gas del rumen que se eructa e inhala, puede causar lesiones cerebrales que provoquen síntomas de PEM. Por lo tanto, los niveles de azufre deben verificarse cuando se alimenta con alimentos como el gluten de maíz y los productos de granos de destilería para no exceder la concentración máxima tolerable de azufre en la dieta completa.

Las cáscaras de soja, la harina de trigo, los piensos de gluten de maíz, el salvado de arroz y los granos de destilería son

típicamente alto en minerales traza en relación con la mayoría de los forrajes (por ejemplo: Cu, Se, Fe y Zn). La ingesta de minerales traza requiere un equilibrio cuidadoso cuando las dietas contienen altas proporciones de estos subproductos.

#### biodisponibilidad

El contenido total de un elemento mineral tiene poca importancia a menos que esté calificado por biodisponibilidad. Antes de utilizar un nutriente, debe consumirse, digerirse, absorberse y transportarse a donde sea necesario en el cuerpo.

El costo es un factor importante, pero el producto más barato por tonelada no siempre es el producto más barato por nutriente(s) deseado(s).

Por ejemplo:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Fuente | $/lb de ingrediente | Contenido nutritivo | Dividir⏩ | Costo/lb Nutriente | biodisponibilidad(LICENCIADO EN LETRAS) | Dividir⏩ | Costo.lb de Disponibilidad. Nutritivo |
| Producto X | 15 ¢ | 21% | $/lb de ingrediente por contenido de nutrientes | 71.42 ¢ | 95% | Costo/lb Nutriente por BA | 75.18 ¢ |
| Producto Y | 13 ¢ | 18,5% |  | 70.27 ¢ | 93% |  | 75.56 ¢ |
| Producto Z | 13 ¢ | 18,0% |  | 72.22 ¢ | 85% |  | 84.97 ¢ |
| Conclusión: el producto Z es el más caro |

*Quizás más importante para las empresas de alimentos que para los ganaderos es el tamaño de las partículas. Las partículas más grandes y gruesas fluyen más fácilmente y reducen la cantidad de polvo y el potencial de problemas de salud de los empleados causados por el polvo. Sin embargo. En las dietas de rumiantes, el óxido de magnesio de partículas más pequeñas es más soluble en el rumen.*

Los productores (e investigadores) suelen estar interesados en las diferencias de rendimiento en respuesta a diversas fuentes de minerales (orgánicos frente a inorgánicos). Las fuentes de minerales orgánicos han mejorado el crecimiento y el rendimiento reproductivo en algunos estudios en los que se esperaban altos niveles de rendimiento (transferencia de embriones o respuesta a la sincronización del celo e inseminación artificial).

|  |
| --- |
| BIODISPONIBILIDAD |
| Fuentes de calcio inorgánico | Biodisponibilidad aproximada |
|  | Calcio (CA)% | Hierro (Fe)% |  |
| Carbonato de calcio | 95-100 | 50 |  |
| caliza molida | 90-95 | 50 |  |
| caliza magnesiana | 80 | 50 |  |
| Caliza dolomítica/magnesiana | 52 | 34 |  |
| Polvo de mármol | 95-100 |  |  |
| harina de concha de ostra | 95-100 |  |  |
| Aragonito | 95-100 |  |  |
| Sulfato de calcio | 99 |  |  |
| Harina de Pescado – Orgánica | 95 |  |  |
| Harina de huesos, al vapor – Orgánica | 95 |  |  |
| Harina de carne y huesos – Orgánica | 95 |  |  |
| Fosfatos de calcio (moncal, dical, deflour) |  |  |  |
| Cloruro de calcio | 100 |  |  |
| Fuentes de fósforo inorgánico | Biodisponibilidad aproximada |
|  | Fósforo (P)% | Hierro (Fe)% | Sodio (Na)% |
| Ácido fosfórico | 100 |  |  |
| Solución de polifosfato de amonio | 95-100 |  |  |
| Fosfato monocálcico | 95-98 | 60 | 80 |
| Fosfato dicálcico | 93-95 | 50 | 80 |
| Fosfato desflorado | 78-90 | 40 | 80 |
| Harina de huesos, al vapor – Orgánica | 80-92 |  |  |
| Fosfato de roca - blando | 25-35 |  |  |
| Fosfato de roca – bajo en flúor | 50-60 |  |  |
| Fosfato monosódico | 95-100 |  |  |
| Fosfato de monoamonio | 95-100 |  |  |
| Tripolifosfato de sodio | 95-100 |  |  |
| Fosfato diamónico | 95-100 |  |  |
| Fuentes de potasio | Biodisponibilidad aproximada |
|  | Potasio (K)% |  |  |
| Cloruro de potasio | 100 |  |  |
| Sulfato doble de potasio y magnesio | 100 |  |  |
| sulfato de potasio | 100 |  |  |
| **Fuentes de azufre** | Biodisponibilidad aproximada |
|  | Azufre (S)% |  |  |
| Sulfato de calcio | 94 |  |  |
| Sulfato de amonio | 93 |  |  |
| Sulfato doble de potasio y magnesio | 90-95 |  |  |
| Sulfato de magnesio | 90-95 |  |  |
| Sulfato de sodio | 90 |  |  |
| sulfato de potasio | 90-95 |  |  |
| Azufre | 36 |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Fuentes de sodio y cloruro** | Biodisponibilidad aproximada |
|  | Sodio (Na)% | Cloruro (CL)% |  |
| Sal | 100 | 100 |  |
| Bicarbonato de sodio | 100 |  |  |
| sesquicarbonato de sodio | 100 |  |  |
| Cloruro de potasio |  | 100 |  |
| Cloruro de calcio |  | 100 |  |
| Cloruro amónico |  | 95-100 |  |
| Cloruro de magnesio |  | 95-100 |  |
| Fuentes de magnesio | Biodisponibilidad aproximada |
|  | Magnesio (Mg)% |  |  |
| Óxido de magnesio | 100 |  |  |
| Sulfato de magnesio | 90-95 |  |  |
| Sulfato doble de potasio y magnesio | 90-95 |  |  |
| Caliza dolomítica | 28 |  |  |
| Cloruro de magnesio | 95-100 |  |  |
| Fuente: D. Hacha y G. Morris. Guía de macrominerales. Compañía de piedra caliza de Iowa |

|  |
| --- |
| Valores minerales forrajeros para proyecto de demostración de pastoreo de invierno. 1 |
| Metálico | CA 2 | PAGS | k | magnesio | S | Minnesota | Fe | cobre | zinc | N / A |
|  | (%) | (ppm) |
| Puntero | 0.47 | 0.24 | 1.6 | 0.22 | 0.2 | 66 | 117 | 3 | 22 | 38 |
| Fez-RC-A | 0,62 | 0.18 | 1.4 | 0.29 | 0.2 | 57 | 106 | 4 | 20 | 58 |
| Fez-RC-OG | 0.54 | 0.18 | 1.6 | 0.24 | 0.2 | 83 | 74 | 3 | 22 | 24 |
| Fez-OG | 0.29 | 0.26 | 2.4 | 0.19 | 0.2 | 147 | 73 | 5 | 29 | 15 |
| RC-Fez | 0.44 | 0.28 | 2.2 | 0.33 | 0.2 | 86 | 55 | 4 | 23 | 21 |
| RC-OG | 0.77 | 0.30 | 2.3 | 0.28 | 0.2 | 102 | 170 | 8 | 42 | 230 |
| OG-BG | 0.54 | 0.19 | 1.4 | 0.21 | 0.2 | 122 | 385 | 6 | 32 | 87 |
| BG | 0.48 | 0.24 | 1.7 | 0.22 | 0.2 | 184 | 101 | 6 | 29 | 9 |
| OG | 0,60 | 0.22 | 1.4 | 0.18 | 0.2 | 104 | 198 | 5 | 33 | 4 |
| Estándar desarrollo 3 | 0.163 | 0.064 | 0,45 | 0.073 | . . . | 6.9 | 119 | 1.7 | 9.2 | 76,6 |
| PAG 4 | 0.11 | 0.44 | 0.09 | 0.36 | . . . | 0.04 | 0.09 | 0.01 | 0.05 | 0.02 |
| 1 Fes = Festuca, RC = Trébol rojo, A = Alfalfa, OG = Orchardgrass, BG = Bluegrass. 2 Ca = calcio, P = fósforo, K = potasio, Mg = magnesio, S = azufre, Mn = manganeso, Fe = hierro, Cu = cobre, Zn = zinc, Na = sodio. 3 Desviación estándar de las medias de mínimos cuadrados. 4 Nivel de probabilidad.Fuente: Boyles et al. 1996. |

Fuentes:

Axe, D.E y GP Morris. Guía de Macrominerales. Compañía de piedra caliza de Iowa.

Desmoines, IA.

Boyles, SL, HM Bartholomew y RM Sulc. 1996. Pastoreo de invierno sostenible y calidad del forraje latente. Investigación y Reseñas. Departamento de OSU Anim. ciencia OARDC Circular Especial No. 156. pp. 37-44.

Boyles, S., E. Vollborn, C. Penrose, H. Bartholomew y RL Hendershot. 1998. Maximización del pastoreo de otoño e invierno de vacas de carne y ganado bovino. Extensión de la OSU. Boletín 872.

Hale, C. y KC Olson. 2001. Suplementos minerales para bovinos de carne. **Universidad MO Ext. G2081**

Kincaid, RL (1999) Evaluación del estado de minerales traza de los rumiantes: a

 revisión. proc. Soy. Soc. Animación ciencia,

[http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0930.pdf.](http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/%200930.pdf.) Visto el 17/03/08/

Lalman, D. 2004. Nutrición vitamínica y mineral para bovinos en pastoreo. Unviv del Estado de Oklahoma. E-861

Olson, KC Programas rentables de suplementación mineral para ganado vacuno

<http://www.extension.iastate.edu/feci/4StBeef/Olson.pdf>Consultado el 16/3/08

Puls, R. (1988) Niveles de minerales en salud animal. Sherpa Internacional. Clearbrook, BC, Canadá.

Compilado por: SL Boyles, Especialista en Carne de Extensión de OSU, boyles.4@osu.edu