



Dr. Jorge R. Kawa
MSc. M.A. Gilberto Jimenez
MSc. M.Sc. Jose J. Kawa

- 1. Introducción.
- 2. Elementos minerales esenciales.
- 3. Necesidades de sal común.
- 4. Fósforo y relación calcio:fósforo.
- 5. Otros Macrominerales.
- 6. Minerales Traza.
 - 6.1. Molibdeno y cobre.
 - 6.2. Cobalto.
 - 6.3. Iodo.
 - 6.4. Zinc.
 - 6.5. Selenio.
 - 6.6. Hierro y Manganeso.
- 7. Perfil mineral de forrajes y tejidos del ganado en regiones semi-áridas y tropicales.
- 8. Suplementación en relación con Deficiencias y Excesos.
- 9. Bibliografía.



1. Introducción.

Deficiencias e intoxicaciones con minerales son más frecuentemente observadas con rumiantes en pastoreo. El consumo inadecuado de forraje por el ganado en pastoreo, que ocurre como resultado de un contenido bajo de proteína, y aumento en la lignificación y en el contenido de fibra, consecuentemente puede reducir el consumo total de minerales.

Por otro lado, durante la época húmeda, una abundancia de forraje que proporcione cantidades adecuadas de energía y proteína para los rumiantes en pastoreo, puede permitir un crecimiento rápido de los animales. En estas condiciones, los requerimientos de elementos minerales aumentan y las deficiencias son más frecuentes.

Las concentraciones de elementos minerales en forrajes dependen de las interacciones entre factores como el tipo de suelo, la especie y el estado de madurez de los forrajes, el manejo de los pastizales y agostaderos, el clima, y otros factores ambientales (McDowell et al., 1983). Las áreas donde existen deficiencias o excesos de minerales, existe una asociación geográfica con los niveles correspondientes de minerales y su disponibilidad en el suelo.

En las regiones subtropicales y tropicales de México, la mayoría de los rumiantes dependen principalmente del forraje para satisfacer sus requerimientos de minerales. Además, por lo general el ganado no recibe suplementación mineral, o en algunos casos solamente sal común. El propósito de este

trabajo sera para presentar informacion disponible en la literatura sobre el estado nutricional del ganado en regiones semi-aridas y tropicales con énfasis en las deficiencias y excesos de los minerales esenciales, a través de la evaluación de los perfiles de suelo, forraje, y tejidos del ganado.

2. Elementos minerales esenciales.

Cuando menos 15 elementos minerales son nutricionalmente esenciales para el ganado (NRC, 1984). Los nutrientes minerales mayores (macrominerales) son, calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl), magnesio (Mg), potasio (K), y azufre (S). Los nutrientes minerales menores o trazas (microminerales) son, yodo (I), hierro (Fe), molibdeno (Mo), cobre (Cu), cobalto (Co), manganeso (Mn), zinc (Zn), y selenio (Zn). Varios factores que afectan los requerimientos de estos minerales por el ganado incluyen, tipo y nivel de producción, edad del ganado, nivel y forma química de los minerales en los suplementos o ingredientes alimenticios, interrelaciones entre elementos minerales y con otros nutrientes, consumo de suplemento mineral, raza y adaptación del ganado (McDowell et al., 1983; Kavas y Huston, 1989).

3. Necesidades de sal común.

Los forrajes generalmente contienen cantidades inadecuadas de sodio y cloro para satisfacer los requerimientos de los rumiantes (McDowell et al., 1983). La

sal (cloruro de sodio) es el suplemento mineral más comúnmente proporcionado a los animales en pastoreo. Las necesidades de sal del ganado pueden ser satisfechas con mezclas minerales que contengan de 20 a 35% de sal. El consumo de sal debe ser aproximadamente de 40 a 50 gramos/cabeza/día. En el ambiente natural, cantidades significativas de cloruro de sodio y de azufre pueden ser obtenidas de otras fuentes como el agua y el suelo.

4. Fósforo y relación calcio:fósforo.

El fósforo tiene una participación extremadamente importante en diversas funciones bioquímicas y fisiológicas en los organismos (NRC, 1984). El fósforo participa junto con el calcio en el desarrollo y el mantenimiento del sistema esquelético. El fósforo también participa en la transferencia de energía a nivel celular, y es extremadamente importante para un adecuado desempeño reproductivo del ganado (McDowell et al., 1983; NRC, 1984). Se puede aseverar con seguridad que, mundialmente, el fósforo es el mineral más comúnmente deficiente en forrajes pastoreados por el ganado (McDowell et al., 1983). Esto es especialmente cierto en áreas tropicales y subtropicales, y para la mayor parte de América Latina. En condiciones de pastoreo, ya sea en agostaderos o praderas sin fertilización, los niveles de fósforo de las gramíneas se encuentran muy por debajo de los requerimientos del animal. Los forrajes maduros por lo general contienen menos de 0.15% P, mientras que los

trabajo se presenta para proporcionar información disponible en la literatura sobre el estado nutricional del ganado en regiones semi-áridas y tropicales con énfasis en las deficiencias y excesos de los minerales esenciales, a través de la evaluación de los perfiles de suelo, forraje, y tejidos del ganado.

2. Elementos minerales esenciales.

Cuando menos 15 elementos minerales son nutricionalmente esenciales para el ganado (NRC, 1984). Los nutrientes minerales mayores (macrominerales) son calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl), magnesio (Mg), potasio (K), y azufre (S). Los nutrientes minerales menores o trazas (microminerales) son yodo (I), hierro (Fe), cobalto (Co), y cobre (Cu), cobalto (Co), manganeso (Mn), zinc (Zn), y selenio (Se). Varios factores que afectan los requerimientos de estos minerales por el ganado incluyen, tipo y nivel de producción, edad del ganado, nivel y forma química de los minerales en los suplementos o ingredientes alimenticios, interrelaciones entre elementos minerales y con otros nutrientes, consumo de suplemento mineral, raza y adaptación del ganado (McDowell et al., 1983; Kawa y Huston, 1983).

3. Necesidades de sal común.

Los forrajes generalmente contienen cantidades inadecuadas de sodio y cloro para satisfacer los requerimientos de los rumiantes (McDowell et al., 1983). La

requerimientos de los bovinos de carne son por lo general superior a 0.20 % (NRC, 1984).

Los signos de deficiencia de fósforo no son facilmente distinguidos excepto en los casos severos cuando se notan huesos frágiles, debilidad general, pérdida de peso, emaciación, rigidez, reducción en la producción de leche, y masticación de madera, rocas, huesos y otros objetos. Sin embargo, la masticación anormal de objetos también ocurre con otras deficiencias nutricionales (NRC, 1984). Bajo condiciones de deficiencia extrema, el ganado puede permanecer sin producir un becerro durante dos o tres años, o puede no presentar estro. Si una vaca con una deficiencia de fósforo, produce un becerro, ésta puede permanecer sin presentar estro hasta que los niveles de fósforo del cuerpo se recuperen nuevamente (McDowell et al., 1983).

La suplementación adicional de fósforo para satisfacer los requerimientos del ganado en pastoreo, puede llevarse a cabo suministrando suplementos comerciales que contienen, además del fósforo, microminerales, macrominerales y sal común. La cantidad de fósforo absorbida (disponibilidad) por el animal depende de la fuente de fósforo, la cantidad de consumo, la relación calcio:fósforo, el pH intestinal, la edad del animal, y los niveles en la dieta de calcio, hierro, aluminio, manganeso, potasio, magnesio, y grasa (Irving, 1964). En una revisión sobre la disponibilidad de las fuentes de fósforo más comunes, Peeler (1972) situó las disponibilidades de las fuentes de fósforo de mayor a menor,

de la siguiente manera: fosfatos de sodio, ácido fosfórico, fosfato monocálcico, fosfato dicálcico, fosfato tricálcico, fosfato defluorinado, harina de hueso, y por último, roca fosfórica. Los fosfatos de sodio y amonio son aproximadamente equivalentes al fosfato dicálcico en cuanto a disponibilidad del fósforo. El mantenimiento de la excitabilidad normal de los músculos. La mayoría de las fuentes de fósforo también contienen niveles altos de flúor, elemento aparentemente esencial en cantidades trazas para la mayoría de las especies animales (NRC, 1984). Sin embargo, solamente sus efectos tóxicos son de importancia para el ganado en condiciones de pastoreo (McDowell et al., 1983; NRC, 1980). En condiciones de pastoreo, los bovinos son menos tolerantes a una toxicidad por flúor que otras especies de ganado. Una fluorosis crónica puede observarse mediante el consumo continuo de suplementos fosforados altos en flúor. Las fuentes de fósforo producidas mediante el método de horneo contienen solamente cantidades trazas de flúor. Aquellas fuentes producidas a partir de ácido fosfórico defluorinado contienen cantidades aceptables, si la relación flúor:fósforo no es superior a 1:100 (0.2% de flúor en una fuente que contiene 20 % de fósforo). Con algunas excepciones, la roca fosfórica contiene, por lo general, más de diez veces el nivel de flúor que otras fuentes de fósforo. Algunas fuentes orgánicas como la harina de hueso también pueden tener concentraciones altas de flúor. El uso de fuentes como la roca fosfórica es recomendado porque esta es la relación de los dos minerales en el hueso. Los

exclusivamente durante cortos períodos de tiempo, como en el caso de ganado de engorda en corral. nivel de vitamina D del ganado. Por otro lado, el calcio es el mineral más abundante del cuerpo, siendo necesario para la formación de los huesos, el desarrollo de los dientes, la transmisión de los impulsos nerviosos, el mantenimiento de la excitabilidad normal de los músculos (junto con el sodio y el potasio), la regulación de latido del corazón, el movimiento de los músculos, la coagulación de la sangre y en la activación y estabilización de enzimas (ejemplo: amilasa pancreática) (NRC, 1984).

El contenido de calcio de las gramíneas está generalmente por debajo de los requerimientos del animal, mientras que aquel de las leguminosas y muchas de las dicotiledoneas es relativamente alto. La mayoría de los suplementos fosforados también proporcionan cantidades considerables de calcio. Gartenberg et al. (1989) reportó que el contenido de calcio (de 1.29 a 1.66 %) de forrajes de agostaderos del noreste de México, fue mucho mayor al requerido por el ganado (de 0.16 a 0.30 %).

La nutrición adecuada de calcio y fósforo no dependen solamente de la cantidad o concentración en los suplementos o alimento, sino también de la forma química en la que están presente y de la disponibilidad de estos macroelementos. La relación calcio:fósforo también ha sido considerada de importancia. Una relación calcio:fósforo entre 1:1 y 2:1 se asume es ideal para la formación ósea y el crecimiento, ya que esta es la relación de los dos minerales en el hueso. Los

rumiantes pueden tolerar mayores rangos de relaciones calcio:fósforo, especialmente si el nivel de vitamina D del ganado es alto. Con relaciones de calcio:fósforo menores de 1:1 y mayores de 7:1, el crecimiento del ganado y la eficiencia alimenticia no se reduce significativamente si el ganado consume suficiente fósforo para satisfacer los requerimientos (NRC, 1984). Sin embargo, cantidades excesivas de calcio o fósforo en la ración puede disminuir la disponibilidad de ciertos minerales traza (McDowell et al., 1983), lo que puede ser perjudicial, especialmente con pastoreo (McDowell et al., 1983). Por lo tanto, la importancia de considerar al molibdeno en la formulación de suplementos minerales para la región norte de México, se los forrajes de la zona noreste de México.

El requerimiento de molibdeno del ganado en pastoreo se estima en 0.1 ppm (partes por millón) o menos, no habiéndose reportado o identificado deficiencias en los rumiantes en pastoreo (McDowell et al., 1983). Por lo tanto, la deficiencias marginales de estos elementos. Gartenberg et al. (1989) reportó relaciones de calcio:fósforo de hasta 10:1 en suplementos minerales para la región norte de México, se los forrajes de la zona noreste de México. La relación con su toxicidad (Gartenberg et al., 1989).

5. Otros Macroelementos. el fósforo, una deficiencia de cobre

es la limitante más severa, en cuanto a minerales, para los rumiantes en pastoreo de las regiones tropicales y subtropicales (McDowell et al., 1983). Los requerimientos de cobre son poderosamente influenciados por las interacciones (McDowell et al., 1983). Los requerimientos de potasio varían con otros minerales, especialmente, molibdeno y azufre, de 0.5 a 0.7 %. En regiones tropicales y subtropicales, una deficiencia de potasio es más prevalente durante los períodos de sequía, debido a una reducción en la concentración de este mineral conforme avanza la madurez de los forrajes. La necesidad de potasio y azufre en los suplementos minerales (NRC, 1980; Ward, 1967). En regiones donde las concentraciones de molibdeno se consideran tóxicas (más de 3 ppm) y las concentraciones de cobre se consideran deficientes (menos de 5 ppm), se recomienda la administración de suplementos minerales cuando la mayor parte de la proteína cruda de la dieta es proporcionada por una fuente de nitrógeno no (0.04 a 0.08 % de cobre). De esta manera, se reduce el efecto protéico, como la urea, la cual no contiene ninguno de estos

elementos. La suplementación con azufre también es necesaria para satisfacer los requerimientos de rumiantes consumiendo forrajes de baja calidad en suelos deficientes en azufre.

6.2. Cobalto.

6. Minerales Traza.

El requerimiento de cobalto por el rumiante es único

6.1. Molibdeno y cobre. debido a que este elemento es usado y

requerido por los microbios del rumen que lo convierten en

El requerimiento de molibdeno del ganado en pastoreo se estima en 0.1 ppm (partes por millón) o menos, no habiéndose reportado o identificado deficiencias en los rumiantes en vitamina B₁₂ (cianocobalamina) y sus análogos. Sin embargo, el requerimiento del animal huésped es específicamente para vitamina B₁₂ (NRC, 1984). Una deficiencia de cobalto en pastoreo (McDowell et al., 1983). Por lo tanto, la rumiantes en condiciones de pastoreo depende geográficamente importancia de considerar al molibdeno en la formulación de y geológicamente. Se manifiesta por la apatía, indiferencia y suplementos minerales para la región norte de México, se emaciación del ganado en pastoreo. La falta de apetito es en relaciona con su toxicidad (Gartenberg et al., 1989).

parte responsable de una deficiencia de cobalto. La

Con la excepción del fósforo, una deficiencia de cobre suplementación de sales mineralizadas son la mejor manera de es la limitante más severa, en cuanto a minerales, para los proveer este elemento.

rumiantes en pastoreo de las regiones tropicales y subtropicales (McDowell et al., 1983). Los requerimientos de

cobre son poderosamente influenciados por las interacciones

Mientras que el yodo no tiene ninguna función conocida con otros minerales, especialmente, molibdeno y azufre,

en las plantas, la habilidad de varios forrajes de obtener mediante la formación de complejos indisponibles (NRC, 1980;

Ward, 1967). En regiones donde las concentraciones de yodo varía considerablemente y está aparentemente relacionado a la genética de la planta. La suplementación de yodo es

molibdeno se consideren tóxicas (mas de 3 ppm) y las requerida en regiones donde los animales presentan bajo

concentraciones de cobre se consideren deficientes (menos de debido a una deficiencia de este elemento. La deficiencia de

5 ppm), se recomienda la administración de suplementos este elemento es mas común en praderas de una sola especie minerales que contengan de 0.1 a 0.2 % de sulfato de cobre forrajera (McDowell et al., 1983).

(0.04 a 0.08 % de cobre). De esta manera, se reduce el efecto

tóxico del molibdeno, y se aumenta la cantidad de cobre disponible para satisfacer los requerimientos.

Una deficiencia de zinc (bajos niveles en el suelo, las 6.2. Cobalto. animales) ha sido reportada en la mayoría de

los países latinoamericanos (McDowell et al., 1983). Los

El requerimiento de cobalto por el rumiante es único efectos tempranos de una deficiencia de zinc incluyen una entre especies animales debido a que este elemento es usado y reducción en el consumo de alimento, la tasa de crecimiento y requerido por los microbios del rumen que lo convierten en la conversión alimenticia. Signos visuales de una deficiencia vitamina B₁₂ (cianocobalamina) y sus análogos. Sin embargo, severa incluyen, piel seca, escamosa, y partida. En los casos el requerimiento del animal huésped es específicamente para de una deficiencia marginal de zinc la función reproductiva vitamina B₁₂ (NRC, 1984). Una deficiencia de cobalto en de animales machos y hembras se ve afectada.

rumiantes en condiciones de pastoreo depende geográficamente

y geológicamente. Se manifiesta por la apatía, indiferencia y

emaciación del ganado en pastoreo. La falta de apetito es en

parte responsable de una deficiencia de cobalto. La incluyen una reducción en el crecimiento y distrofia muscular suplementación de sales mineralizadas son la mejor manera de de origen nutricional, conocida también como enfermedad del proveer este elemento.

músculo blanco en corderos y becerros, y un bajo desempeño

6.3. Iodo. vo en animales adultos. La suplementación de

cantidades adecuadas de selenio también reduce la incidencia

Mientras que el yodo no tiene ninguna función conocida de retenciones de piamenta (McDowell et al., 1983; NRC, en las plantas, la habilidad de varios forrajes de obtener 1984). Sin embargo, excesos de selenio en los forrajes a yodo varía considerablemente y está aparentemente relacionado intoxicación del ganado en algunas regiones de México a la genética de la planta. La suplementación de yodo es (Gartenberg et al., 1989) y Estados Unidos (Kubota et al., requerida en regiones donde los animales presentan bocio 1967), se relacionan con cantidades excesivas de selenio debido a una deficiencia de este elemento. La deficiencia de disponible en los suelos de origen calcáreo o alcalinos. este elemento es mas común en praderas de una sola especie Existen varios grados de toxicidad. La toxicidad crónica se forrajera (McDowell et al., 1983).

caracteriza por los siguientes signos generales: pérdida de apetito, adelgazamiento, torpeza, pelo áspero, pérdida de