

MINERALES Y VITAMINAS EN BOVINOS DE CARNE.

CAPÍTULO 4

Dennis Bauer*, Iván Rush y Rick Rasby**, 2009. Univ. de Nebraska, EE.UU.

*Extension Educ. Univ. de Nebraska.

**Beef Specialist Univ. de Nebraska.

Traducción y envío: Med. Vet. Alfredo del Olmo

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Minerales](#)

INTRODUCCIÓN

Los programas de suplementación mineral varían desde muy elaborados, formulas mágicas a simple suplementación con bloques de sal suministrados periódicamente por los productores. La razón de esta variedad de programas, es porque el productor agropecuario NO está usando el material disponible sobre investigaciones en programas de suplementación mineral.

Investigadores de la Univ. de Nebraska vienen trabajando en esto desde hace 20 años. Estas investigaciones nos demuestran y explican el uso del mineral, la disponibilidad en el forraje y su efecto en la performance.

Estimar la consecuencia de una deficiencia mineral en una vaca, ternero o un animal joven sometido a engorde, no es fácil porque la disminución de peso o baja en la producción de leche puede ocurrir si signos visibles y así la deficiencia pasar inadvertida. Así como el exceso de consumo de un determinado mineral puede reducir la performance de la vaca o ternero sin signos de toxicidad y por lo tanto sin que nos demos cuenta.

Potencialmente estos problemas pueden ocurrir en un rodeo con deficiente suplementación mineral, los productores necesitan suficiente información para establecer un método económico de suplementación mineral.

Requerimientos y máxima tolerancia para algunos minerales se muestra en la Tabla 1, por lo menos 17 minerales son los requeridos por el ganado de carne. Requerimientos para algunos minerales no figuran porque la información adquirida en las investigaciones no han sido adecuadas para determinarlos.

Mineral	Unit	Requirement Cows		Maximum Tolerable Concentration
		Gestating	Early Lactating	
Calcium ^b	%	.21	.30	—
Chlorine	%	—	—	—
Chromium	mg/kg	—	—	1,000.00
Cobalt	mg/kg	0.10	0.10	10.00
Copper	mg/kg	10.00	10.00	100.00
Iodine	mg/kg	0.50	0.50	50.00
Iron	mg/kg	50.00	50.00	1,000.00
Magnesium	%	0.12	0.20	0.40
Manganese	mg/kg	40.00	40.00	1,000.00
Molybdenum	mg/kg	—	—	5.00
Nickel	mg/kg	—	—	50.00
Phosphorus ^b	%	.15	.19	—
Potassium	%	0.60	0.70	3.00
Selenium	mg/kg	0.10	0.10	2.00
Sodium	%	0.06-0.08	0.10	—
Sulfur	%	0.15	0.15	0.40
Zinc	mg/kg	30.00	30.00	500.00

^aNutrient Requirements of Beef Cattle, 7th Revised Edition, 2000.
^bBeef cow 1,200 lb mature weight producing 20 lb milk per day during lactation. Refer to Nutrient Requirements of Beef Cattle, 7th Revised Edition, 2000 for more detail on requirements.

Los macrominerales requeridos por el ganado de carne son: calcio Ca, magnesio Mg, fósforo P, potasio K, sodio Na, cloro Cl, azufre S. Los Microminerales requeridos son cromo Cr, cobalto Co, cobre Cu, iodo I, hierro Fe, manganeso Mn, selenio Se y zinc Zn.

Muchos minerales esenciales normalmente se encuentran en concentraciones adecuadas en la dieta, pero otros son frecuentemente insuficientes y necesitan ser suplementados

La máxima tolerancia a una concentración mineral ha sido definida como 'La concentración de un mineral en la dieta que cuando esta se suministra por un periodo de tiempo, no afecta la performance del animal y no deja residuos en productos o sub-productos para consumo humano'

Suplementar con dietas que tengan concentraciones en exceso con respecto a los requerimientos del animal, no solo incrementa el costo del alimento sino que aumenta los minerales excretados al suelo, aguas, efluentes etc.

Los requerimientos minerales que aparecen en las tablas son estimaciones de experiencias donde el total de mineral ingerido se conoce de antemano, así todo se sabe que no toda la cantidad del determinado mineral en la dieta está disponible para el uso del animal que lo ingiere.

FUNCIÓN DE LOS MINERALES

La función de los minerales puede dividirse en cuatro áreas principales: 1) Formación del esqueleto y mantenimiento, incluyendo la formación de huesos y dientes, 2) Energía, incluyendo las minerales que forman parte de enzimas y otros componentes del cuerpo, esenciales para producción de energía y para otras actividades necesarias para el normal crecimiento y reproducción, 3) Producción de leche y 4) funciones básicas del cuerpo como por ejemplo sistema nervioso.

Tabla 2-. Función de Macro y Micro minerales.

	Skeletal Development and Maintenance	Energy	Milk	Basic Body Functions
Macromineral				
Ca	X	X	X	X
P	X	X	X	X
Mg				
Na	X	X		X
Cl				X
K		X	X	
S		X		
Micromineral				
Cr		X		
Co		X		
Cu				
I		X	X	X
Fe				X
Mn		X	X	
Mo				X
Se				X
Zn		X		X

MACROMINERALES

Los Macrominerales requeridos por el Bovino son Ca, P, Mg, Na, Cl, K y S. En las tablas de requerimientos, estos nutrientes se expresan en porcentaje % del la ración (en materia seca).

SAL (Cloruro de Sodio) En la práctica le provee sal continuamente.

CALCIO es el mineral más abundante en el cuerpo, aproximadamente el 98 % forma parte como componente de huesos y dientes. El calcio contenido en los forrajes varia con las Sp., partes de la planta (tallos /hojas), estado vegetativo de la planta o grado de madurez, cantidad del mineral en el suelo y clima. Forrajes son, normalmente, una buena fuente de calcio, granos de cereal NO. El calcio a suplementar se encuentra como Carbonato de calcio o ground Lime Stone, carne de cerdo y hueso (harinas), fosfato mono cálcico, fosfato dicálcico, sulfuro de calcio.

Las carencias de calcio se observan en animales alimentados con altos % de granos y bajos % en fibra.

Deficiencias: Dependiendo de la edad, el bovino puede ser alimentado con dietas deficientes en el contenido de calcio por un periodo extenso, si mostrar signos de deficiencia. En animales jóvenes se ve afectado el crecimiento óseo normal, esto causa retardo en el crecimiento y desarrollo, Raquitismo.

FOSFORO, llamado también "master mineral" por estar involucrado en la mayoría de los procesos metabólicos. Fósforo está almacenado en huesos y dientes, muchas veces se lo relaciona con el calcio. Investigaciones demuestran el efecto de la relación Ca/P en la performance del rumiante ha sido exagerada. Ca/P dietario con variaciones de relación 1:1 a 1:7 tuvieron una performance similar. Generalmente se recomienda que el fósforo

total ingerido diariamente no supere al total de calcio ingerido, porque provocaría cálculos urinarios en animales jóvenes productores de carne.

Durante la época de crecimiento, fósforo esta en concentraciones adecuadas en la mayoría de los forrajes, hay épocas, como por ejemplo de sequía, donde el fósforo suele ser carente. Granos de cereal y comidas elaboradas con semillas/aceite, contienen niveles moderados a altos. Como fuentes de suplementación incluimos: fosfato dicálcico, fosfato monoamónico y fosfato defluorinated.

La deficiencia de fósforo, es la más frecuente entre los animales que pastorean en el campo. Produce una disminución en el crecimiento y eficiencia para alimentarse, disminución del apetito, de la capacidad reproductiva, disminución también en la producción de leche, huesos frágiles.

MAGNESIO está muy relacionado con el calcio y el fósforo, tanto en las funciones como en la distribución en el cuerpo. La mayor cantidad se encuentra en músculo y huesos. La tetania de los pastos, que se caracteriza por baja cantidad de magnesio en plasma y en fluido cerebroespinal, ocurre normalmente en animales lactando que están pastoreando pasturas exuberantes, pasturas de primavera con alto contenido de potasio, bajos contenidos de calcio y magnesio. Aparece acá la deficiencia en forma de tetania la cual aumenta en pasturas tratadas con nitrógeno y potasio (fertilizantes)

Casi todos los forrajes contienen el doble de magnesio que los granos. El contenido depende de: especie de planta, estado de crecimiento, magnesio en el suelo, estación y medio ambiente. Como fuente de suplementación podemos nombrar Oxido de magnesio y sulfato de magnesio.

La deficiencia de magnesio en terneros se manifiesta con excitabilidad, anorexia, hiperemia, convulsiones, espuma en la boca, salivación y calcificación de tejidos blandos.

Tetania de los pastos o tetania hipomagnesémica es realmente un problema del ganado en periodo de lactación.

POTASIO, es el tercer mineral más abundante en el cuerpo y el mayor catión en el fluido intracelular. Los requerimientos de potasio por parte del Bovino de Carne no están bien definidos, pero por el alto contenido de potasio en la leche (1,5 g/Kg) suponemos que los requerimientos pueden subir en época de lactación. Forrajes son una fuente excelente de potasio contienen de un 1% - 4%. En los problemas de tetanias se lo asocia con el alto contenido de potasio en las pasturas exuberante y de primavera.

El contenido de potasio decrece en pasturas maduras, los granos y las dietas concentradas son normalmente deficientes en potasio, los aceites de semillas son una buena fuente de potasio, a este mineral se lo puede suplementar también como potasio clorhídrico, bicarbonato de potasio, sulfato de potasio y carbonato de potasio.

La deficiencia produce una disminución en la ingesta de alimento y en la ganancia de peso diario, pica, manto de cobertura afectado, decolorado y de mal aspecto, debilidad muscular. En el ganado productor de carne esta deficiencia no es nada común

AZUFRE es el componente de aminoácidos (bases azufradas) Metionina, cistina y cisteína, vitamina B, tiamina y biotina, también como parte de componentes orgánicos. Sulfatos, un compuesto de mucopolisacáridos sulfatados, también interviene en ciertas reacciones de detoxificación. Todos los compuestos que contienen azufre, a excepción de biotina y tiamina, pueden ser sintetizados desde la metionina. La flora ruminal es capaz de sintetizar todos los componentes azufrados orgánicos requeridos desde el azufre inorgánico. Azufre también es necesitado por la microflora ruminal para su crecimiento y metabolismo celular normal.

La mayoría de las bacterias ruminales pueden sintetizar el azufre contenido en aminoácidos a sulfuro, el cual puede ser absorbido en el rumen y oxidado por los tejidos a sulfatos que es menos tóxico que el sulfuro, el cual es un componente predominante en la composición de las proteínas de la ración. Los requerimientos de azufre dietario pueden ser altos en dietas que contengan alta proporción de proteína que by pass el rumen, así el azufre será una limitante para una óptima fermentación ruminal. Azufre puede ser necesitado en animales alimentados con dietas, donde, con contenidos de urea o de otro nitrógeno no proteico, reemplaza la proteína natural. Forrajes maduros o crecidos en suelos con deficiencia de azufre, silo de maíz y sorgo, Sudan Grass, suelen ser deficientes en azufre, sorgo forrajero es realmente bajo en azufre, comparado con otros forrajes.

Azufre puede ser suplementado en la dieta del rumiante como sulfato de sodio, sulfato de amonio, sulfato de calcio, sulfato de potasio, sulfato de magnesio o azufre como elemento.

Basado en síntesis de proteína microbiana, in-Vitro, La disponibilidad de azufre para las bacterias ruminales ha sido catalogada como la menos probable, las fuentes son L-metionina, sulfato de calcio, sulfato de amoníaco, DL-metionina, sulfato de sodio, sulfuro de sodio, azufre como elemento (elemental), análogos de hidroximetionina.

Deficiencia: La síntesis de proteína decrece por disminución en la actividad ruminal, bajo consumo, digestibilidad, reducción de la tasa de crecimiento.

Toxicidad: La máxima tolerancia se ha establecido a una concentración del 0,40 % (NRC 1960). Si valores mayores a 0,4 %, son consumidos, se verá afectado el consumo y tasa de crecimiento. Niveles elevados pueden llevar a pérdida de la estabilidad, espasmo muscular y diarrea.

MICROMINERALES

Normalmente se expresan en ppm, partes por millón o mg/Kg. (10 ppm = 10 mg/ kg de ración en materia seca.

CROMO funciona como componente del factor de tolerancia para la glucosa, el cual sirve para potenciar la acción de la insulina. Agregando bajas concentraciones (.02 a 1 mg/kg) de cromo en lotes de animales estresados provocó aumento de la respuesta inmune y tasa de crecimiento. Pero solo limitadas investigaciones demuestran esto, en algunas situaciones suplementar cromo puede ser necesario. Estudios conjuntos con humanos y laboratorios animales demostraron que la biodisponibilidad es mayor en el cromo orgánico que en el inorgánico. La máxima tolerancia de concentración de cromo trivalente en formas cloradas fue estimada en 1000 mg Cr/kg de dieta.

COBALTO funciona como componente de la vitamina B12 (cobalamina). El ganado no requiere de una fuente dietaria de Vit B12, porque los microorganismos ruminales pueden sintetizarla desde el cobalto dietario. En el rumen los rangos de Vit B12 van del 3 al 13 % de la ingesta.

COBRE, los requerimientos varían de 4 a 15 ppm, dependiendo en gran medida de la concentración de molibdeno y azufre. La concentración recomendada en la dieta es de diez 10 ppm, esta parece ser la concentración adecuada de Cu para mantener un 0.25 % de azufre y 2 miligramos de Mo. Puede ser que dietas con menos de 10 mg de Cu cubran los requerimientos del rodeo, las dietas concentradas poseen usualmente más cantidad de Cu que los forrajes. Los requerimientos de cobre podrían variar en diferentes razas, mas investigación se necesita en esta área. La acción antagónica del molibdeno con el cobre se ve potenciada cuando la concentración de azufre también es mayor. Se cree que reacciona con thiomolybdates en el rumen formando compuestos insolubles de poca absorción. Thiomolybdates resultan estar relacionados con el cobre, uniéndose a la albúmina plasmática y formando un compuesto que es indisponible para funciones bioquímicas. También se cree que inhibe algunas enzimas cobre dependientes.

El azufre reduce la absorción de cobre, por la formación en el rumen de sulfuro de cobre. Altas concentraciones de hierro y zinc también reducen el uso de cobre.

El cobre absorbido es excretado primariamente en orina, las mayores reservas están en el hígado. Deficiencia: El mayor efecto de la carencia de cobre es sobre sistemas enzimático reduciendo así la producción y actividades enzimáticas en todo el cuerpo.

La diagnosis de deficiencia en todos los Microminerales depende de un número de factores como por ejemplo síntomas de clínica general, análisis de sangre, de hígado, información de análisis de forraje. Si alguno de los síntomas clínicos aparece lo primero a hacer sería analizar el forraje. Tener en cuenta en este análisis los antagonismos con el molibdeno, azufre y hierro.

Toxicidad puede ocurrir en concentraciones de 200 a 800 ppm para vacas y 115 ppm para terneros Puede provocarse por exceso en la suplementación o como residuo por contaminación de la dieta con cobre agrícola o industrial

IODO, su función es esencial como componente de la hormona tiroidea Tiroxina (T4) y Triiodotiroxina (T3). Regulando los índices de energía metabólica, iodo absorbido es mayormente llevado a glándula tiroides para la síntesis de hormonas tiroideas, el iodo restante es excretado en orina.

Sustancias en la alimentación que inducen al agrandamiento de la glándula tiroides pueden incrementar los requerimientos de iodo, estas sustancias son el tiocianato derivado del cianhídrico en trébol blanco y glucocianatos encontrados en algunos forrajes del genero Brassica, como por ejemplo Kale, turnips y rape.

Las dietas con base de soja y semilla de algodón también inducen al agrandamiento de la glándula. El tiouracil goitrogenico se encuentra en las semillas de Brassica e inhibe la iodación de los residuos de tirosina en glándula tiroides. Estas sustancias dificultan la utilización tiroidea del iodo. Estos efectos pueden evitarse aumentando el iodo dietario, pero la acción del tiouracil goitrogenico es difícil revertirla con iodo dietario.

HIERRO, es esencial componente de proteínas transportadoras de oxígeno, estas son hemoglobina, mioglobina, gran numero de citocromo y proteínas con contenidos de hierro y azufre están involucradas en la cadena transportadora del electrón. Mucha enzimas de los mamíferos lo contienen o son activadas por el hierro. Más del 50 % del hierro corporal se encuentra en la hemoglobina, menos cantidades se encuentran conjugadas en otras proteínas y enzimas.

Normalmente las dietas contienen suficiente cantidad de hierro, y la deficiencia de hierro es rara, salvo que tengamos una infestación parasitaria considerable o estemos frente a enfermedades que provoquen perdida crónica de sangre, si no hay hemorragias, pequeñas cantidades de hierro son eliminadas por orina y heces.

Los granos de cereal contienen aproximadamente de 30 a 60 mg de Fe/Kg. Semillas de oleaginosas contienen de 100 a 200 mg de Fe/Kg. Con la excepción de la leche y subproductos, dietas que contienen productos y subproductos animales (carne y pescados) son altas en hierro de 400 a 500 mg/kg; dietas con sangre poseen hasta 3000 mg/kg.

La cantidad de hierro en los forrajes varía mucho, pero se mueven el orden de 70 a 500 mg/kg de Fe. Esta variación en la concentración de hierro se debe normalmente a contaminación del suelo y agua. Por lo tanto la ingesta de estos es de gran importancia en la fuente alimentaria de hierro.

La deficiencia provoca disminución del crecimiento, anorexia y anemia. Pero siempre y cuando no tengamos enfermedades parasitarias o enfermedades hemorrágicas, esta deficiencia es rara y poco común.

Efectos tóxicos de altas ingestas de hierro producen disminución de ganancia de peso y pérdida de la eficiencia de utilización del alimento, esta tendencia se ha observado en niveles de hierro de 500 ppm.

MANGANESO, componente de enzimas piruvato carboxilasa, arginas, superóxido dismutasa y también actúa como activador enzimático. Enzimas activadas por Mn incluyen a las hidrolizas, quinazas, transferasas y descarboxilasa. De todas, glicotransferasas son las únicas requeridas específicamente, los requerimientos de Mn para reproducción son mayores que para crecimiento y desarrollo del esqueleto. La concentración recomendada en rodeos reproductivos de cruzamiento es de 40 mg/Kg.

La concentración de manganeso en los forrajes varía en forma marcada dependiendo de la especie, pH y drenaje del suelo, los forrajes normalmente cubren los requerimientos, ensilaje de maíz suele ser carente o estar en el límite de su mínima concentración. Granos de cereales contienen entre 5 a 40 mg/Kg. Otras fuentes de proteínas de origen vegetal contienen 30 a 50 mg/Kg. De origen animal 5 a 15 mg/Kg.

Diagnostico, una dieta se considera deficiente cuando tiene menos de 20 a 40 ppm. Niveles sanguíneos menores a 0,05 ppm y niveles de manganeso en hígado de 9 a 15 ppm son usualmente como indicadores de diagnosis en deficiencias.

Toxicidad, como la mayoría de microminerales excesivas concentraciones pueden ser toxicas, pero generalmente no se presentan problemas de toxicidad.

MOLIBDENO, es componente de las enzimas: xantinas oxidasa, sulfito oxidasa y aldehído oxidasa, los requerimientos de este mineral no están establecidos pero pueden estar relacionados con la actividad microbiana del rumen, no se tienen datos de su deficiencia. Su metabolismo se ve afectado por el cobre y el azufre, estos interactúan en el rumen para formar tiomolibdatos que dificultan la absorción y alteran el metabolismo del molibdeno, los sulfatos comparten transportadores con el molibdeno en intestino y riñón, disminuyendo su absorción intestinal y aumentando su excreción por orina. Está bien documentado que dietas relativamente bajas en molibdeno puede causar deficiencia de cobre y aumentando el cobre dietario puede sobrevenir una toxicidad por molibdeno.

La concentración de molibdeno en los forrajes varía considerablemente según tipo de suelo y pH. Suelos neutrales y alcalinos traen aparejado alta humedad y materia orgánica aumentando la concentración de molibdeno en los forrajes. Los granos de cereal y suplementos proteicos tienen un comportamiento similar a los forrajes en cuanto a su concentración. La toxicidad puede ocurrir en forma aguda en vacas de 1era parición y lactando, siempre y cuando las concentraciones sean de aproximadamente 20 ppm. Esto resulta en diarrea severa y decoloración del manto.

SELENIO, la primer selenio-métalo-enzima identificada fue la glutanione-peroxidasa, esta cataliza la reducción de hidrogeno-peroxidasa previniendo daños de tejidos corporales por oxidación. Una segunda selenio-métalo enzima fue identificada, es al iodotronina 5 de-iodinasa, esta enzima cataliza la de ionización de Tiroxina (t4) a Tri-iodo tiroxina (t3) la cual es más activa metabólicamente.

Los factores que afectan el requerimiento de selenio no están bien definidos. Como la función de la vitamina E y el selenio están interrelacionados, una dieta baja en vitamina E puede aumentar los requerimientos de selenio necesitados para prevenir ciertas animalidades así como la enfermedad del músculo blanco (distrofia muscular). Alta concentración de azufre dietario a incrementado la incidencia de esta enfermedad. (No en todos los casos, solo en algunos estudios).

Deficiencia, está relacionada con la aparición de la enfermedad mencionada. Esta afecta al esqueleto y al músculo cardiaco de vaquillonas jóvenes y animales de 1 año.

Diagnostico es por análisis de hígado, el nivel adecuado es de 8-10 ppm, deficiencia es cuando los niveles son de 2 ppm.

Toxicidad, desafortunadamente Selenio se comporta muy parecido al Cobre y dietas sobre 80 ppm son consideradas toxicas.

ZINC es componente esencial de un número importante de enzimas y activador de varios procesos relacionados al metabolismo de carbohidratos proteínas y ácidos nucleicos, también zinc se lo requiere en el desarrollo y funcionamiento del sistema inmune normal. Las dietas deberían tener 30 mg/Kg. Es una concentración segura y que cubre los requerimientos.

Deficiencia, está comprobado que se disminuye la función inmune, sobre todo en ganado estresado, En el rol reproductivo, los machos se ven más afectados en sus funciones. Hay evidencias en investigaciones que el zinc provoca infertilidad con alteraciones en el ultimo estadio de formación de espermatozoides.

Diagnostico, como todos los microminerales, análisis de sangre nos indicara una deficiencia, también análisis o biopsia de hígado, muestras de tejidos con niveles menores a 80-100 ppm son marginal o deficiente, el nivel dietario va de 30-40 ppm a 75-100 ppm en periodos de stress.

La toxicidad en adultos rumiantes no es común pero se sabe que concentraciones dietarias mayores a 500 ppm pueden mostrar efectos tóxicos.

FUENTES DE MICROMINERALES

Hay dos grandes grupos Orgánicos e Inorgánicos, el tabla 3 se muestra una relativa disponibilidad de elementos traza en varias fuentes inorgánicas

Table 3. Percent of mineral element in some sources commonly used in mineral supplements and relative bioavailability.

Element	Source Compound	Percent of Element in Compound	Bioavailability
Cobalt	Cobalt carbonate	46.0-55.0	Critical tests not done but compound effective
	Cobalt sulfate	21.0	
	Cobalt chloride	24.7	
Copper	Cupric sulfate	25.0	High
	Cupric carbonate	53.0	Intermediate
	Cupric chloride	37.2	High
	Cupric oxide	80.0	Low
	Cupric nitrate	33.9	Intermediate
Iodine	Calcium iodate	63.5	Available but unstable
	EDDI	80.0	
	Potassium iodide, stabilized	69.0	
Iron	Pentacalcium orthoperiodate		
	Iron oxide	46.0-60.0	Unavailable
	Ferrous sulfate	20.0-30.0	High
Manganese	Ferrous carbonate	36.0-42.0	Low
	Manganous sulfate	27.0	High
	Manganous oxide	52.0-62.0	High
Selenium	Sodium selenate	40.0	High
	Sodium selenite	45.6	High
Zinc	Zinc carbonate	52.0	High
	Zinc chloride	48.0	Intermediate
	Zinc sulfate	22.0-36.0	High
	Zinc oxide	46.0-73.0	High

© 2005. The Board of Regents of the University of Nebraska. 45

El reporte 2000 del NRC nos provee un rango de concentración mineral en varios forrajes. Granos y forrajes pueden ser analizados para contenido mineral, es importante contar con una muestra significativa y representante de calidad. Efectos climáticos pueden causar lavado mineral del forraje cosechado, por ejemplo los niveles de potasio se verán muy afectados en lluvia o exposición, ya que este es muy soluble en agua. El contenido mineral en los forrajes se ve influenciado por la cantidad y disponibilidad de elementos en el suelo. La disponibilidad en suelo es una importante consideración solo una pequeña porción de este mineral es tomado por la planta, también el pH va a influenciar en el contenido mineral. El análisis de suelo es muy valorado y útil para conocer las concentraciones minerales del campo. Fertilizar el campo para aumentar los niveles minerales NO es recomendado.

DISPONIBILIDAD MINERAL

Datos nos demuestran que mientras las plantas maduran la digestibilidad mineral disminuye. Investigaciones en Nebraska indicaron disminución en las concentraciones de Cobre, Hierro, Manganese, Molibdeno y Zinc.

También ocurren interacciones a lo largo del sistema digestivo, El exceso dietario de uno o más minerales puede interferir en la utilización o función de otro mineral. En el cuerpo del rumiante ocurren muchas interacciones complejas y es muy difícil determinar con exactitud el requerimiento de un único mineral en un determinado momento fisiológico.

Si podemos medir un mineral particular en la dieta, no quiere decir que es el 100 % aprovechable por el animal o absorbido al torrente sanguíneo. Generalmente en forrajes y granos, lo aprovechable de P, K, Mn y Fe es del 85- 92 % para Ca 50- 65 % para Zn 40-70 % y para Cu un 50-60 % será disponible para uso animal. Estos estimados se basan en animales que se alimentan con raciones donde los minerales están en un rango típico de concentración.

Los requerimientos minerales establecidos en el reporte 2000 de NRC se basan en experimentos donde el mineral dietario se conoce por los ingredientes de la dieta.

RESOLVIENDO EL MISTERIO DE MINERALES EN EL GANADO DE CARNE

Iván G. Rush, Beef Specialist.

En la mayoría de pasturas y forrajes usados en la alimentación del rodeo, el único macro mineral que deberíamos preocuparnos es el Fósforo. La mayoría de los forrajes son altos en Calcio y Potasio y normalmente no es necesario suplementarlos. En años donde las lluvias de otoño e invierno son elevadas puede ser que se pierda mucho del potasio por lavado y en algunos casos se podría llegar a suplementar, afortunadamente la mayoría de las raciones con suplementos de aceites naturales y altas calidades de heno contienen altas concentraciones de potasio.

Los requerimientos de Fósforo bajaron notoriamente en las publicaciones de los reportes de 1984 y 2000 del NRC. Esto sorprendió a algunos y en una revisión de una investigación en Utah se encontró que los niveles de P bajaron un .09 % (Aproximadamente la mitad de lo que expresa la publicación). Adicionales investigaciones por Junkins et al. en New México reporto que el Fósforo suplementado es solo beneficioso en 1 (uno) de 5 (cinco) años de severa seca o falta de lluvias. El reporte 2000 de NRC muestra que los requerimientos de fósforo son mayores en el ganado de carne 60 días después del parto, de .09 % se incrementa al .15 % después del destete. Muchos forrajes excederán este nivel de fósforo durante el periodo de crecimiento donde la planta es aun verde. Luego el forraje se vuelve inactivo y parece que los niveles de fósforo bajan los .15 % y aquí será necesario suplementar. Esto sugiere que en primavera y mitad del verano no es necesaria la suplementación con fósforo. Karns compara animales de 2 años sin suplementación de fósforo con vaquillonas de 1era parición, en North Dakota con .14-.28 Oz de fósforo. (Tabla 4). En el primer estudio se vio una pequeña disminución en los índices de concepción en el lote sin suplementación de P. En el segundo ensayo no se vio diferencias reproductivas. El fósforo se suplementó a los terneros destetados más grandes en los dos ensayos. El se dio cuenta que el análisis de forraje es el mejor método para determinar el estatus del fósforo en el animal. En suero el fósforo no ha sido un buen indicador, los niveles en suero suelen ser más bajos en otoño e invierno.

	Control	Supplement Phosphorus .14-.28 oz
1982		
Conception Rate, %	94	100
Weight Gain of Cow, lb (cumulative gain)	65	53
Adj. Weaning Weight, lb	410	427
1985		
Conception Rate, %	94	95
Weight Gain of Cow, lb (cumulative gain)	137	137
Adj. Weaning Weight, lb	475	492

MINERALES TRAZA

La recomendación de suplementar con minerales traza o Microminerales causa controversia cuando analizamos las distintas fuentes y su concentración, pero repetimos que el análisis del forraje nos da una buena idea sobre el nivel de suplementación necesitado. Algunas de las preguntas que surgieron cuando se rasuran muestras de forrajes disponibles fueron: si el nivel de minerales trazas consumidos por el animal era adecuado. (O mejor dicho si las muestras tomadas eran representativas de lo que el animal consume). Pero se cree que es lo suficientemente

cercana como para diseñar un programa de suplementación. Corah reviso información sobre análisis de forrajes y encontró en muchas ocasiones que el nivel de Zinc y Cobre era bajo en pastos de potrero o planicies altas. Informaciones personales demuestran que en el centro y oeste de Nebraska las pasturas contienen aproximadamente 12-20 ppm de Zinc y 4-8 ppm de Cobre.

Los requerimientos de Zn según el NRC 2000 son de 30 ppm y para Cu de 10 ppm esto demuestra que solo en esta región los forrajes suplen el 50 % de los requerimientos.

Pero no debemos olvidar que pueden existir antagonismos minerales como: Mo, Fe, S, nitratos, etc. mas posibles otros Microminerales que se encuentran en altas concentraciones, se sabe que esto Microminerales con el nitrato interfieren en la absorción del Cobre por formar complejos en el rumen y también en algunos casos como catalizador de reacciones metabólicas. Por lo tanto NRC 2000 definió que: si los niveles de Molibdeno son mayores de 2 ppm (relación 5:1) de Azufre mayores del .25 %. Los requerimientos de Cobre serán mayores de 10 ppm. Muy limitada información sugiere que los requerimientos de cobre son mayores para la raza Charolais y Simmental que para razas Británicas. Esto está aparentemente relacionado con la alta excreción de minerales traza. Muchos nutricionistas creen que los niveles de requerimiento de Zn deberían incrementarse de 30 a 40 ppm y en algunos casos más como por ejemplo en animales jóvenes con stress.

FUENTES Y NIVELES DE COBRE Y ZINC EN REPRODUCCIÓN

Muchas investigaciones han sido conducidas entre Deutscher, Brink y estudiantes graduados de la Universidad del Instituto de Agricultura y Recursos Naturales de Nebraska. Ellos compararon ambos niveles de cobre primario y fuentes. Minerales traza como el Cu se encuentran en forma orgánica e inorgánica. La forma inorgánica se encuentra normalmente como sulfatos u óxidos (sulfato de cobre u oxido de cobre).

El oxido de cobre tiene limitada disponibilidad por parte del animal y por lo tanto no debe ser suministrado en la ración. La mayoría de las industrias dietarias usan el sulfato de cobre. Las formas orgánicas de minerales traza están usualmente unidas a sustancias orgánicas como aminoácidos, péptidos o pequeñas cadenas proteicas, como por ejemplo "quelatos" estos tienen alta digestibilidad y absorción y por lo tanto un mayor nivel biológico respecto a los sulfatos. En otras palabras los quelatos son utilizables más eficientemente que los sulfatos. La desventaja es que son más caros y esto eleva el costo de suplementación dramáticamente.

Investigaciones realizadas por Olson (Centro de investigación y extensión del centro-oeste de North Platte) evaluó la performance reproductiva de vaquillonas de 2 años que nunca fueron suplementados con Microminerales, frente a otros con elevados (el doble de lo que refiere el NRC 2000) niveles de formas orgánicas e inorgánicas de Cu, Co, Mn y Zn. Sobre un numero de 236 cabezas los No suplementados mostraron mayores índices de preñez.

Lesson 4 – Minerals and Vitamins for Beef Cows

Table 5. Effect of Complex Organic Trace (Cu, Zn, Mn and Co) on Conception Rate and Weaning Weight-University of Nebraska.

	Control No Traces	Organic Complex	Inorganic ¹
Conception Rate, % (94-95) ²	100	86	86
Conception Rate, % (97-98) ³	93	90	89
Adj. Weaning Weight ² , lb	447	442	447

¹Second trial (Muehlenbein) inorganic was supplemented at twice the level of organic.

²Olsen et al.

³Muehlenbein et al.

El peso del ternero y la condición corporal de las vaquillonas no se vio afectada por la suplementación. Severe ataques de picazón se vieron en los 2 años que duro la experiencia. Los niveles de Cu en hígado de los suplementados fueron más elevados. De todos modos todo los animales presentaron niveles adecuados de elementos traza en el hígado por lo tanto el exceso fue limitado, o sea no tuvo valor. También es evaluó el Cu en suero, que no mostró ninguna variación. Los niveles de Cu en suero tienen un limitado valor y su concentración en poco y nada representativa de los niveles de cobre en el cuerpo del animal, no vale la pena ni realizar un análisis.

Luego una experiencia conducida por Muehlenbein en el Centro de investigación y extensión del centro oeste de North Platte, con vaquillonas de 2 años donde se evaluaron las fuentes y niveles de cobre. Sulfato de cobre (cobre inorgánico) fue suplementado en aproximadamente 3 veces más a lo recomendado por NRC 2000 y la forma orgánica fue suministrada en 1+ ½ veces lo recomendado por NRC. Esta investigación no solo evaluaba aspectos reproductivos sino también el traspaso de Cu por placenta al feto y su concentración en la leche. También se evaluó la respuesta inmune del ternero midiendo inmunoglobulina G en el calostro de la madre. Un lote control sin suplementación de minerales traza fue alimentado con altos niveles de hierro y molibdeno con el objeto de utilizar y movilizar las reservas de cobre en hígado y causar una deficiencia. Las madres fueron suplementadas con una variada cantidad de diferentes suplementos por lo menos los últimos 45 antes del parto. Como se esperaba los niveles de cobre en hígado 10 días después del parto fueron los menores en el lote no suplementado (23 ppm peso seco) y los animales suplementados con sulfatos (inorgánico) presentaron niveles más altos (88 ppm) que los suplementados con la forma orgánica (46 ppm) casi el doble. No se encontró diferencias en los niveles de cobre en hígados de los terneros recién nacidos, en el calostro de las vacas. No se encontraron diferencias en la performance reproductiva.

Otros estudios concretados por Story et al. analizaron el efecto en la función ovárica, al suministrar Cu, Co, Mn y Zn en niveles mayores a los recomendados por NRC. Vaquillonas fueron alimentadas ad limitum e individualmente se controló la suplementación de Microminerales por el término de 109 días. Materia seca ingerida, ganancia de peso diaria, comienzo de fase luteal (formación de cuerpo lúteo) o sea producción diaria de progesterona, fase folicular (producción de estradiol) y primera ola de folículos dominantes. En toda esta evaluación ninguna se vio afectadas por la suplementación mineral. De todos modos en el grupo en tratamiento se vieron unos pocos folículos de mayor tamaño en el inicio del ciclo estral.

MICROMINERALES Y SISTEMA INMUNE

Muchos estudios se han realizados analizando el efecto de la suplementación de Zn y Cu. Se sabe que el Zn y el Cu juegan un rol importante en como el sistema inmune responde a cambios de enfermedades. Por lo tanto la pregunta sería: ¿Tienen los forrajes suficientes microminerales para cubrir las necesidades del animal en situaciones de stress o con determinadas enfermedades? Investigadores del estado de Colorado y Montana han usado el método de medir el nivel inmune midiendo el grosor de los pliegues de la piel en el lugar aplicado el virus inductor. (Se inyecta virus vivo modificado con bajos niveles de phyto-hemoaglutininas). Mientras más gruesa sea la piel en el lugar de la aplicación mayor será la respuesta del sistema inmune. En la experiencia en Colorado se utilizaron terneros recién destetados. No se encontró diferencia en la respuesta inmune, ya sea en la suplementación con forma orgánica o inorgánica, de todos modos cuando la forma orgánica se suministro 3 veces más del nivel sugerido se observó mayor engrosamiento del pliegue de la piel en el lugar de aplicación indicando mayor respuesta inmune. En dos experiencias en Colorado donde se evaluó la performance en terneros destetados no se notó diferencia en ganancia de peso o ingestión de alimento durante un periodo de 42 días. Si bien no fueron muchos los animales, cuando se los suplementó con 3 tres veces más que los requerimientos de minerales traza, unos pocos animales fueron tratados por infecciones respiratorias.

Grotelueschen et al. condujo un campo de estudio con una operación comercial de cría en el oeste de Nebraska, donde no se comparó la suplementación con minerales traza, ya sea fuente inorgánica o la mitad del nivel de fuentes orgánicas de Zn, Cu, Mn, y Co.

El mineral fue suplementado en verano sobre vacas y terneros pastoreando forrajes nativos. Biopsias de hígado revelaron altos niveles de Cu y Zn en los animales suplementados con minerales traza. Los minerales orgánicos dieron mayores niveles de Cu y Zn en hígado que las fuentes inorgánicas (Tabla 6).

	Control No Traces	Inorganic 2 times Level of Organic	Organic
Cow Liver Stores Change (Spring-Fall)			
Cu, ppm	50	148	142
Zn, ppm	113	227	261
Calf Liver Level, Weaning			
Cu, ppm	61	106	216
Zn, ppm	268	294	405
Calf Sickness, 28 days (Incidence/Head)	.29	.48	.24
Total Feeding Period (Incidence/Head)	.76	.80	.51

Después del destete, mortalidad de terneros fue monitoreada en feedlot. Terneros provenientes de madres con suplementación orgánica, presentaron la misma incidencia de enfermedades que aquellos que no fueron suplementados con minerales traza los primeros 28 días.

Observaciones indican que no se mejora la performance del ternero con la suplementación de minerales traza.

MEZCLA MINERAL RECOMENDADA

Hay muchas mezclas minerales comerciales que cubrirán las necesidades del ganado, estas compañías han colectado y analizado muestras de forrajes a lo largo de todo el país (USA). Incluso la Universidad de Nebraska ha estado involucrada en la evaluación de estos forrajes. Como se espera los resultados de estos análisis varían con la región, estado vegetativo e incluso el laboratorio que realiza en análisis. Pero en general podríamos decir que los forrajes evaluados presentan deficiencia de Cu y Zn, cuando el forraje es maduro el P puede ser deficientes. Es común ver un análisis que de 12 a 20 ppm de Zn (requerimiento mínimo 30 ppm) Cu 4 a 8 ppm (requerimiento 10 ppm) y P en forraje diferido .07 a .1 % (requerimiento 15 a 19 %).

Un estudio de 3 años (de 2001 al 2003) se realizó en 11 departamentos de la zona central Norte de Nebraska, se analizaron más de 800 muestras de forraje encontrando que el mineral contenido en los forrajes no varía de un año al otro o de una área a otra (tabla 7).

	Ca %	P %	K %	Mg %	Zn ppm	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	S ppm
NRC Requirements	.30	15	.6	.12	30	50	40	10	.15
*320 Samples Meadow and Prairie Hay	94	34	98	93	2	100	96	0	83
*223 Samples Alfalfa Hay	100	100	100	100	19	100	99	2	98
*52 Samples Oat Hay	71	97	100	100	15	100	97	0	91
*78 Samples Millet Hay	91	91	100	100	54	100	92	0	79
*72 Samples Alfalfa/Grass Hay	100	100	100	100	9	100	98	0	90

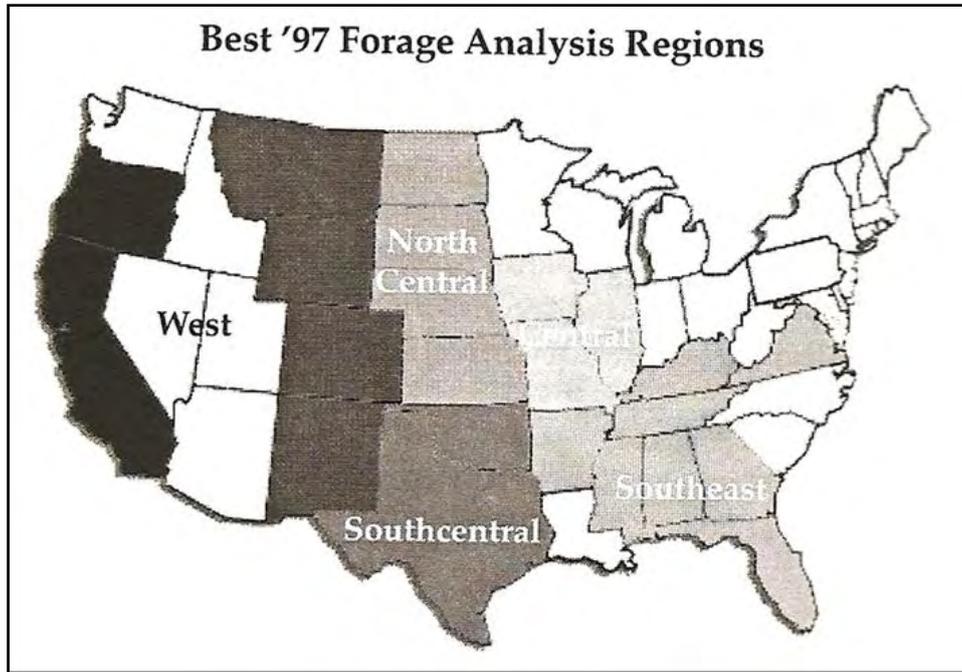
* The numbers represent the percent of samples of each forage type testing equal to or greater than the NRC requirements. For example, out of the 320 Meadow and Prairie Hay Samples, 94% tested over the NRC requirement for Ca, 34% for P, 98% tested over the requirement for K, etc.

De este estudio se observó que 2 minerales traza se encontraron en niveles más bajos con respecto a los indicados por NRC. Y estos fueron el Cu y el Zn. El P fue encontrado en niveles adecuados .15 % (NRC). Todos los demás minerales se encontraron sobre el nivel de requerimiento.

En otro estudio (tabla 8) se realizó un trabajo en 23 estados también en rodeos de cría con análisis de forrajes y arrojó resultados similares a estos de Nebraska.

Number-Sample / Forage Type NRC Requirement	Zn ppm	Cu ppm	SE ppb 200
196 - Alfalfa / Alfalfa Grass Mix	86.2%	58.7%	24.0%
20 - Brome Grass	80.0%	75.0%	70.0%
73 - Fescue	85.0%	72.6%	78.1%
34 - Orchard / Orchard Grass Mix	88.2%	88.2%	94.1%
61 - Sudan	73.8%	50.0%	77.1%
38 - Native Grasses	76.2%	81.5%	76.2%

En un estudio conducido por la NAHMS- 1999 (National Animal Health Monitoring System) se declaró al Cu Zn y Se como los minerales marginales, deficientes.



RESUMINADO, las muestras recopiladas en el Sur-Este de Estados Unidos, generalmente tenían mayor concentración de todos los minerales excepto Selenio, el cual se presenta en la más baja concentración comparando otras regiones. Cobre, Zinc y Manganese presentan las más altas concentraciones en esta zona y la concentración de sus antagonistas hierro y molibdeno tiende a ser baja. Lo contrario se presentó en la región Central-Norte y región Central, donde las concentraciones de molibdeno aumentaron levemente y las de selenio lo hicieron considerablemente hasta considerarlo alto.

CONTENIDO DE FÓSFORO EN LAS PROTEÍNAS SUPLEMENTADAS

Sin lugar a duda el fósforo es el mineral más caro, en algunos casos o regiones la manera más económica de suministrar este mineral es suministrar simplemente el mineral de acuerdo al requerimiento del animal y de la concentración del mineral en forraje y suplemento proteico suministrado. En otros casos o regiones la suplementación de fósforo no es necesaria.

La tabla 9 contiene la concentración de fósforo y contenido en diferentes fuentes proteicas

NRC Requirements lbs of Supplement per head/day	Phosphorus Content	Dry Cow Requirements .15% or 16.2 grams/day		Lactating Cow Requirements .19% or 20.5 grams/day	
		2 lbs	3 lbs	4 lbs	5 lbs
Canola Meal	1.20%	10.80 g	16.2 g	21.6 g	27.0 g
Corn Gluten Feed	.95%	8.55	12.8	17.1	21.3
Cottonseed Meal	.76%	6.84	10.3	13.7	17.1
Dried Brewers Grains	.70%	6.30	9.5	12.6	15.8
Dried Distillers Grains	.83%	7.50	11.2	14.9	18.7
Soybean Meal	.71%	6.39	9.6	12.8	16.0
Whole Soybeans	.65%	5.85	8.8	11.7	14.6
Sunflower Meal	1.02%	9.18	13.8	18.4	22.9
Wheat Middling	1.00%	9.00	13.5	18.0	22.5

En esta tabla se evidencia que cuando se alimenta al ganado con variados y diferentes suplementos proteicos, estos en su mayoría, reducen o incluso eliminan la necesidad de suplementar fósforo durante el programa de suplementación mineral.

Por ejemplo 1 kilo/cab. De cualquier variada suplementación proteica suple del 36% al 66% de las necesidades de fósforo (vaca seca de 550 Kg.)

1.5 Kg. Por día, el rango será de 54 % a 100 %

2 Kg. Por día, el rango será de 72 % a 133 %

2.5 Kg. Por día, el rango será de 90 % a 166 %

Para vacas lactando de 550 Kg. Con dietas que contienen .19% de fósforo o 20,5 gramos / día / cabeza el porcentaje de cubrir los requerimientos esta en estos rangos:

1 Kg./cab/día	29 %-53 %
1,5 Kg./cab/día	43 %-79 %
2 Kg./cab/día	57 %-105 %
2,5 Kg./cab/día	71 %-131 %

Es importante recordar que no hemos considerado el fósforo contenido en el resto de la ración forrajera.

Por ejemplo una vaca seca de 550 Kg. requiere .15 % comiendo el 2 % de su peso lo que equivale a 16.2 gramos de fósforo por día. ¿Cuanto fósforo requiere para cubrir las necesidades si se está alimentando con 1 Kg. de grano seco destilado? Estará recibiendo 7.5 gramos de fósforo del grano seco destilado, su requerimiento es de 16.2 gramos. Por lo tanto 8.7 gramos necesita ser suplido por el resto de la ración forrajera, asumiendo que come 11 kilos de materia seca/día sacando 1 kilo de de lo suplementado con grano seco destilado, estará consumiendo 10 kilos de materia seca, (22 lbs X .001 fósforo contenido en el forraje) = 9.9 gramos de fósforo del forraje mas los 7.5 gramos del grano destilado serian 17.4 gramos de fósforo/cab/día. Lo que corresponde a un 107 % de su requerimiento diario.

El punto de todo esto es que cuando se alimenta con suplemento proteico listados en la Tabla 9 la necesidad de suplementar fósforo en una mezcla mineral es raramente recomendado. Es importante recordar que estos resultados no deben usarse para realizar cambios o ajustes en vuestros sistemas. Porque la única fuente valida seria testear el forraje regularmente por unos años hasta crear una información confiable.

MUESTRAS DE SILO Y FORRAJE SECO PARA CONTENIDO MINERAL

Como los requerimientos minerales de NRC se basan en el mineral contenido en la dieta, es relativamente fácil crear una base de datos propia durante un periodo de 3 a 5 años, y así lograr conseguir una mezcla mineral propia. El nivel de consumo de suplemento mineral es de tenerse en cuenta y conocer el valor nutritivo de esos minerales.

En algunas áreas donde el contenido de Sodio es elevado en los forrajes es difícil que el ganado consuma adecuadas cantidades del suplemento mineral, mientras que en otras áreas se sobreconsume el suplemento mineral, en estas últimas creeríamos que se debería a agente que mejoran la palatabilidad, saborizantes, que estimulan el consumo de la mezcla.

Muchas mezclas comerciales contienen levaduras que promoverán el consumo, y esto será necesario en áreas donde loa animales consumen poco y nada minerales.

Una información reciente nos dice que el costo anual de suplementación mineral fue de 2 a 45 dólares/cab. Parece un rango demasiado amplio, pero de todas maneras se dieron cuenta que un animal consumía 3 onzas (.1875 libras) de sal por día, el costo anual estará alrededor de 2 dólares. La información recopilada nos dice que ningún programa de suplementación mineral con un costo de \$ 42.75/cab/año, puede ser sostenido económicamente. Aunque se debería evaluar el obvio aumento en la performance productiva.

La tabla 10 demuestra como el costo de un programa de suplementación mineral varia considerablemente dependiendo de lo consumido diariamente y el costo por tonelada de la mezcla mineral. En esta tabla se asume que el animal consume 2,3 o 4 onzas/cab/día.

Ustedes podrán ver que dependiendo del costo y consumo, fácilmente te puede gastar 20 a 30 dólares por cab/año.

Dollars/Ton	2 oz/day	3 oz/day	4 oz/day
\$ 250.00	\$ 5.62	\$ 8.50	\$11.24
\$ 450.00	\$10.12	\$15.30	\$20.24
\$ 650.00	\$14.62	\$22.10	\$29.24
\$ 850.00	\$19.13	\$28.90	\$38.29
\$1,050.00	\$23.62	\$35.70	\$47.24

Algunos señalarán situaciones donde la performance productiva es muy alta y demuestra un programa de suplementación mineral caro, pero es al que se atribuye la gran performance. Es muy bien sabido que todo productor ganadero de punta, ha tenido que suplementar con sales durante toda su vida.

La mayoría de los Laboratorios ofrecen posibilidades de realizar análisis de muestras los cuales varían de 15 a 30 dólares. Lo bueno de estos análisis enviados para Proteína y TDN (total nutrientes digestibles) también pueden ser usados para testear minerales, el costo de colectar estas muestras es mínimo comparado con los costos que pueden significar sobrealimentar al ganado o disminuir su performance.

SOBREALIMENTACIÓN DE SUPLEMENTOS MINERALES

Como la mayoría de los minerales se guardan como reservas en distintas partes de cuerpo, es posible minimizar la sobrealimentación.

Por ejemplo, si debiera consumir 3 Oz (80 gramos aprox.) o 21 Oz por semana (600 gramos) pueden suministrarse 1 vez a la semana, si el animal se toma más tiempo para consumirla está bien. El animal no necesita consumir el mineral cada día.

Ahora si el problema es bajo consumo del suplemento mineral, pueden agregarse saborizantes, productos de soja, gluten de maíz, granos secos destilados, etc.

Pero lo más importante en sobrealimentación o sobre suplementación de mezclas minerales, es controlar la mezcla de grandes cantidades de sal con el suplemento comercial sin ajustar las concentraciones minerales del suplemento, esto puede reducir un 50 % de la necesidad mineral a consumir.

¿SE PUEDE CONFECCIONAR UNA MEZCLA PROPIA?

¿Es posible diseñar una mezcla mineral económica, que se ajuste a tus propias necesidades y que el fabricante de la Mezcla te lo ofrezca?

Por ejemplo: asumamos que el forraje base analizado posee .15% de fósforo, 5 ppm de cobre y 15 ppm de zinc. Los niveles de todos los demás minerales estaban por encima de las necesidades requeridas. También suponemos que el costo de la sal es de U\$ 75 /tonelada. El precio del fosfato dicálcico es de U\$ 350 /ton. Sulfato de Zinc U\$ 50 y sulfato de Cobre U\$ 80. También suponemos que un animal come 25 lbs (12 Kg.) de materia seca y 3 Oz de minerales/día. Como ordenarías una orden de suplemento mineral y cual sería el costo de dicha mezcla? (Tabla 11) Algunos preferirían solo agregarle un poco de Cobre y Zinc. Si 20 libras de sulfato de Zinc y 10 libras de sulfato de Cobre se agrega por tonelada de suplemento, se suplirá la necesidad de cobre y zinc. Esto podría agregar U\$ 18 a la tonelada de suplemento y si se consume 3 Oz diarias, serían U\$.63/cab/año.

Table 11. Making Your Own Mineral Mix.	Phos	Zn	Cu
Forage Base	.15%	15 ppm	5 ppm
Requirement	.20%	30 ppm	10 ppm
Deficiency-need from supplement	.05%	15 ppm (.0015%)	5 ppm (.0005%)
Supp % of Ration .1875 lb (3 oz) - 25 lb DMI = .75%			
Amount of ingredient needed in supplement			
Deficiency ÷ .75%	(.05 ÷ .0075) = 6.7%	(.0015 ÷ .0075) = 0.2%	(.0005 ÷ .0075) = 0.067%
% Nutrient Needed in Supp ÷ % of Nutrient in Source = % of Mineral Source in Supplement**	(.067 ÷ .19) = (35.3% P)	(.002 ÷ .35) = (.57% Zn)	(.067 ÷ .25) = (.27% Cu)
% Mineral Source in Supp.	35.3% dical phosphate	.57% ZnSO ₄	.27% CuSO ₄
Pounds/ton (% of Mineral in Supplement x 2000)	(35.3% x 2000) = 706 lb dical P	(.57% x 2000) = 11.4 lb ZnSO ₄	(.27% x 2000) = 5.4 lb CuSO ₄
**dical = 19% P, ZnSO ₄ = 35% Zn, CuSO ₄ = 25% Cu			

Necesitaremos 706 lbs (320 Kg.) de fosfato dicálcico, 11.4 lbs (5,2 Kg.) de sulfato de Zinc (ZnSO₄) y 5,4 lbs (2,5 Kg.) de CuSO₄, Esto es igual a 706+11.4+5.4 o 722.8 lbs (330 Kg.) de toda la mezcla mineral. Luego a las 2000 lbs restarle estos 722.8 lbs quedarían 1277.2 lbs que será la cantidad de sal que podrás agregarle por tonelada. (Tabla 12)

Table 12. Final Mix.

	lb/ton x \$/lb	\$/ton
Salt	1277.2 x \$.0375 =	\$47.90
Dical Phos	706 x \$.175 =	\$123.55
Zn Sulfate	11.4 x \$.50 =	\$5.70
Cu Sulfate	5.4 x \$.80 =	\$4.32
Vit A ¹		
Total	2000 lb	\$181.47

¹During winter time add 150,000 IU Vitamin A per pound.

En las tablas 14, 15 y 16 nos muestra la cantidad de CuSO₄, ZnSO₄ y fosfato dicálcico necesitado por tonelada de mezcla mineral. La tabla 17 es una lista de factores de conversión que podría ser útil.

Dr. Cody L. Wright, Extensión Beef Specialist, South Dakota State University, agrega sugerencias sobre suplementación mineral en "Making Sense of Mineral Supplementation" en el 2003 Beef Cow Symposium XVIII en Nebraska:

Idealmente los productores deben trabajar con sus nutricionistas para crear programas modificados para su propio sistema productivo. Aunque esto muchas veces no es económicamente posible, se puede reducir bastante el gasto en suplementación mineral si se suplementa estratégicamente a lo largo del año. El único mineral que debe suplementarse a la largo de todo el año es Sal, blanca, regular. El ganado tiene una especial necesidad de consumir sal, y su ingesta la regulara con sus necesidades. Pero esto no lo hace con todos los minerales, el animal no tiene una "sabiduría nutricional" para identificar y consumir apropiadamente cada mineral. Exceptuando la sal común, cada mineral debe suministrarse de acuerdo a los requerimientos. Dependiendo de la concentración del mineral en la dieta, suplementación mineral se necesitara 45 días antes de la parición y toda la época de cruzamiento. Esta es la época donde el animal experimenta su mayor demanda nutricional combinada con el stress del parto. Durante este periodo, productores, deberían proveer del 75 % al 125 % de los requerimientos de NRC. La tabla 13 muestra la cantidad de cada micro mineral que debería estar presente en la suplementación, para proveer el 75 %, 100 % o 125 % del los requerimientos de NRC. Para animales que consumen el 2 % de su peso/día.

Table 13. Trace mineral inclusion rates for mineral supplements formulated to meet 75%, 100%, or 125% of the NRC requirements^{a,b}

Daily Intake (oz)	Mineral					
	Co	Cu	I	Mn	Se	Zn
----- ppm -----						
75% of NRC Requirement						
2	14.4	1440	72	576	14.4	4320
3	9.6	960	48	384	9.6	2880
100% of NRC Requirement						
2	19.2	1920	96	7680	19.2	5760
3	12.8	1280	64	5120	12.8	3840
125% of NRC Requirement						
2	24	2400	120	9600	24	7200
3	16	1600	80	6400	16	4800

^aCalculations are based on a 1200 lb cow consuming dry matter 2% of body weight.
^bAdapted from NRC, 2000.

Desarrollar el mejor programa en relación costos y eficiencia, no es la formula la misma para cada campo o sistema a lo largo de todo el país. Los productores deben evaluar sus sistemas, sus recursos, niveles de producción y aspectos desfavorables para lograr el mejor programa costo-beneficio para su propio sistema. No olvidarse, que no siempre, la mezcla mineral más cara, concuerda con el aumento de producción o mayor performance, pero todo

costo asociado a con cambios en el programa mineral deben estar acompañados con aumentos en la producción y performance (rango de destete, peso al destete, etc.) para justificar su costo.

Cantidades de CuSO₄ por tonelada para lograr distintos niveles de Cu en una dieta basada en un determinado forraje, asumiendo que se requieren y se consumen 3 Oz (.1875 lb) de mineral/día. CuSO₄ es 25 % o 250,000 ppm (asumiendo que se consumen 25 lbs (11.3 Kg) de Materia seca/cab/día. (Tabla 14)

Cantidades de oxido de Zn / tonelada de mineral para lograr diferente niveles, dependiendo de los niveles de Zn en el forraje. Oxido de Zn es 72 % o 720,000 ppm por libra de Zn. Asumiendo las 3 Oz de mineral/cab/día y el consumo de materia seca (25 lbs) (tabla 15)

Table 14. Forage Test.				
(Cu ppm)	Lbs of CuSO ₄ to Add Per Ton of Mineral (desired level of Cu ppm in ration)			
	10 ppm	15 ppm	20 ppm	25 ppm
2	8.5	13.9	19.2	24.6
4	6.4	11.6	17.1	22.4
6	4.3	9.6	15.0	20.3
8	2.1	7.5	12.8	18.2
10**	0.0	5.3	10.7	16.0

**10 ppm NRC recommended level.

Table 15. Forage Test.				
(Zn ppm)	Lbs of Zinc to Add Per Ton of Mineral (desired level of Zn ppm in ration)			
	30 ppm	35 ppm	40 ppm	45 ppm
10	7.4	9.3	11.1	13.0
15	5.6	7.4	9.3	11.1
20	3.7	5.6	7.4	9.3
25	1.9	3.7	5.6	7.4
30**	0.0	1.9	3.7	5.6

**30 ppm NRC recommended level.

Table 16. Percent Phosphorus in Ration Being Fed.		
Forage Test %P	Gestating	Lactating
	.15% NRC Recommended Level	.19% NRC Recommended Level
.08	980	1540
.10	702	1264
.12	421	963
.14	140	702
.16	0	42
.18	0	140
.19	0	0
Above .20	0	0

Table 17. Conversion, Abbreviation and Symbols.								
Conversion Factors								
Units	Multiplied by the factor below equals			Units	Multiplied by the factor below equals			Units
(a)	x	b	=	(c)	x	d	=	(e)
lb		453.6		g		.0022		lb
lb		4536		kg		2.205		lb
kg		1,000		g		.0001		kg
kg		1,000,000		mg		.000001		kg
g		1,000		mg		.001		g
g		1,000,000		mg		.000001		g
mg		1,000		mg		.001		mg
mg/kg		.00001		%		10,000		mg/kg
ppm		.0001		%		10,000		ppm
mg/g		453.6		mg/lb		.0022		mg/g
mg/lb		2.2		ppm		.4536		mg/lb
mg/lb		2		g/ton		.5		mg/lb
mg/g		1,000		ppm		.001		mg/g
mg/kg		1.0		ppm		1.0		mg/kg
g/ton		1.1		ppm		.907		g/ton
Mcal/lb		.000		kcal/lb		.001		Mcal/lb

Abbreviations and Symbols			
g	Grams	Mcal	Megacalorie
kcal	Kilocalorie	kg	Kilogram
mg	Microgram	ppm	Parts per Million
mg	Milligrams		

En tabla 16, cantidades de fosfato dicálcico (19 % de fósforo) que se necesitan en una suplementación mineral para cubrir requerimientos del NRC para vacas gestando y lactando. Asumiendo que consumen 25 Lbs de MS y 3 Oz de suplemento mineral/día/cab.

VITAMINAS

Son componentes dietarios únicos y vitales, son necesarias para poder usar eficientemente otros nutrientes. Muchos procesos metabólicos son iniciados y controlados por vitaminas. Son requeridas en específica edad, raza, estado fisiológico y productivo.

VITAMINAS LIPOSOLUBLES

Vitamina A: Es la más importante en la alimentación del ganado, es esencial para el crecimiento normal, reproducción, mantenimiento del tejido epitelial, y desarrollo de huesos.

La Vitamina A no existe como tal, las plantas poseen sus precursores: carotenos, los cuales son convertidos en el cuerpo a retinol. Este proceso en Rumiantes es más bajo que en No-rumiantes.

Deficiencia resulta en cambio de tejidos e intima relación con la visión, desarrollo óseo, estructura epitelial y mantenimiento. Los signos de deficiencia se presentan en las siguientes ocasiones: - Dietas de alta concentración

- ◆ Pasturas de invierno o rastrojos, Rollos o fardos producidos en época de sequía
- ◆ Alimentos muy expuestos a la luz solar, aire y altas temperaturas
- ◆ Alimentos altamente procesados o mezclados con oxidantes como son los minerales.
- ◆ Forrajes diferidos y guardados por largos periodos de tiempo.

La Vit A usa de reservorio al hígado. El ganado de carne en feedlot requiere 1000 UI / libra (450 gramos) de alimento seco. 1273 UI para gestación y vaquillonas en engorde. 1773 UI para vacas en lactación y toros en actividad. La Vit A puede ser suministrada con una inyección antes del invierno.

Vitamina D: En general forma parte del grupo relacionado a los componentes anti-Raquíticos. Existen 2 formas primaria de Vit D: Ergocalciferol o D2 que deriva del ergosterol y D3 o Colicalciferol que proviene del 7-dehidrocolesterol.

Se requiere para la absorción de calcio y fósforo, para una normal mineralización de los huesos, para movilizar calcio y para la regulación de función en células del sistema Inmunológico. La Vit D se absorbe en el tracto intestinal con lípidos y sales biliares, una vez en el hígado se forma un metabolito llamado 25-hidroxi-vitamina-D3.

El requerimiento es de 125 UI/libra/alimento seco. No hay reservorio en el cuerpo de esta Vitamina ya que esta se sintetiza cuando el animal se expone a la luz solar o se alimenta con forrajes curados al sol. Raramente se recomienda suplementarla, en terneros su deficiencia provoca Raquitismo, el cual es producido por no asimilar y no usar adecuadamente el calcio y fósforo. También pueden verse signos de disminución de calcio y fósforo inorgánico en sangre, agrandamiento y endurecimiento de articulaciones, anorexia, irritabilidad, tetania y convulsiones. En animales adultos o viejos pueden ocurrir fracturas y disminución de la función vertebral, parálisis y fracturas.

Vitamina E: En estado natural se encuentra como tocoferol, no se encuentran grandes reservas en el cuerpo, se encuentra en el hígado y en tejido adiposo, esta vitamina cumple numerosas funciones, incluyendo un rol como antioxidante ínter e intra-celular y en la formación de los componentes estructurales de las membranas biológicas. La cantidad requerida se estima en 7 a 27 UI/lb./m seca.

Las deficiencias de Vit E puede verse alterada por el consumo de grasas no-saturadas, la deficiencia en terneros se caracteriza por la enfermedad del músculo blanco, incluyendo distrofia muscular, debilidad en músculos de la pierna, camina con las piernas cruzadas, salivación excesiva (distrofia del músculo de la lengua), falla cardíaca, parálisis y necrosis hepática. Para prevenir deficiencias se recomienda aumentar el Selenio en dietas bajas en Vit E.

Vitamina K: El término Vit. K se utiliza para describir un grupo de quinonas-liposolubles con características anti-hemorrágicas. Dos fuentes naturales de Vit K son: "filo-quininas" (Vit K1) que se encuentra en plantas/pasturas y "mena-quinina" (Vit K2) producidas por la flora ruminal.

El único signo de deficiencia que se podría reportar es síndrome o enfermedad del trébol azucarado (sweet clover disease). Esto es un antagonismo metabólico del dicumarol y ocurre cuando el animal consume fardos o rollos de Trébol azucarado mal curado. Consumir Dicumarol lleva a hemorragias que pueden causar la muerte. Como el Dicumarol atraviesa placenta, el feto se puede ver comprometido.

VITAMINAS HIDROSOLUBLES

El grupo de Vitaminas B, es abundante en leche, son sintetizadas por los microorganismos en Rumen. Una deficiencia se limitaría a situaciones de antagonismo o ausencia de precursores en rumen.

Vitamina B12: Contiene el 4,5 % de Cobalto, las formas naturales son adenosincobalamina y metilcobalamina. Estos se encuentran en plantas y tejido animal.

Las funciones primarias de la Vit B12 es estar involucrada en el metabolismo de ácidos nucleicos, proteínas, grasas y carbohidratos. En la alimentación del rumiante es muy importante en el metabolismo del propiónico. Junto con esta vitamina se tiene que tener en cuenta al Cobalto, el cual es usado por los microorganismos del rumen para sintetizar B12.

Es muy difícil diferenciar deficiencia de cobalto o Vit B12. Los signos no son muy específicos pero incluyen: pérdida del apetito, disminución del crecimiento y condición pobre. En deficiencias severas puede verse debilidad muscular y desmielinización de nervios periféricos. En rumiantes jóvenes, la deficiencia puede ocurrir cuando la flora ruminal no alcanza la población suficiente, como por ejemplo en situaciones de stress.

Tiamina, es una co-enzima de la carboxilasa, interviene en los procesos de producción de energía en el cuerpo y metabolismo de la glucosa. Es muy difícil averiguar los requerimientos de Tiamina en el rumiante, pero generalmente la flora ruminal produce las cantidades necesarias. En todas las especies la deficiencia de Tiamina lleva a trastornos en el sistema nervioso central. La tiamina es un importante de reacciones bioquímicas en la génesis de glucosa para aportar energía al cerebro.

Otros signos de deficiencia son debilidad, retracción de la cabeza y arritmia cardíaca. Como en todas las deficiencias de vitaminas hidrosolubles habrá disminución del crecimiento, anorexia y diarrea.

Niacina, interviene en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos. Es un componente de co-enzimas: NAD nicotinamida adenina dinucleotide y NADP nicotinamida adenina dinucleotide fosfato. Niacina es muy importante en rumiantes porque es requerida en hígado para la detoxificación de la sangre portal, en el paso de amonio a Urea y metabolismo hepático de ketonas en ketosis. Tenemos tres fuentes primarias de niacina: dietaria, conversión del triptófano y síntesis ruminal. Normalmente es sintetizada en el rumen, muchos factores pueden actuar sobre los requerimientos de niacina, como por ejemplo, balance proteico (aminoácidos), Dieta energética en uso, rancidez del alimento, cantidad de niacina en la ración.

Rumiantes jóvenes son más susceptibles a deficiencias de niacina, y esta o triptófano es requerido hasta que se desarrolle completamente el rumen. El primer signo de su carencia, es la pérdida de apetito, disminución del crecimiento, debilidad muscular generalizada, desordenes digestivos y diarrea. Se puede ver afectada la piel con dermatitis escamosa. Estos signos normalmente conllevan a una anemia-micro lítica.

Colina, es esencial construcción y mantenimiento de la estructura celular y en la formación de acetilcolina, componente responsable de la transmisión del impulso nervioso. Mientras que todas las grasas naturalmente tienen colina, poca información está disponible sobre el contenido de colina en la dieta.

A diferencia de la mayoría de las vitaminas, colina puede ser sintetizada por casi todas las especies animales, de todas maneras es recomendado que a terneros en lactancia reciban una suplementación de 0.26 % de colina en el sustituto de la leche.

Terneros alimentados con dietas de leche sintética que contiene 15 % de caseína, demostraron signos de deficiencia de colina, en una semana los terneros demostraron extrema debilidad, dificultad para respirar y no se podían parar. Suplementación con 260 mg de colina/libra de sustituto de la leche alivio los signos de deficiencia.

Suplementación Mineral para el ganado de carne es un tema complicado, científicos de la extensión especialistas y educadores de la Universidad de Nebraska están haciendo lo mejor para brindar información sobre este tema. Como productor de carne me gustaría entusiasmarlos en mantenerlos al tanto de nuevos desarrollos en el área de nutrición animal y prestar especial atención a las investigaciones de la Universidad de Nebraska y otras.

Volver a: [Minerales](#)