

CAPÍTULO XXIV

SUPLEMENTACIÓN MINERAL EN LA GANADERÍA BOVINA DE REGIONES TROPICALES

- I INTRODUCCIÓN
- II FUENTES MINERALES PARA EL GANADO BOVINO
EN PASTOREO
- III FACTORES QUE AFECTAN EL CONTENIDO MINERAL
DE LAS PLANTAS
- IV REQUERIMIENTOS MINERALES
- V DESORDENES METABÓLICOS EN LA NUTRICION MINERAL
DEL GANADO BOVINO
- VI DEFICIENCIAS MINERALES Y TOXICIDAD
- VII DIAGNÓSTICO DE DESBALANCES Y DEFICIENCIAS
MINERALES
- VIII PROBLEMAS METABÓLICOS CAUSADOS POR PRACTICAS
DE ALIMENTACION INADECUADA
- IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- X LITERATURA CITADA

I. INTRODUCCIÓN

Según la definición geográfica los trópicos son "la parte del mundo situada entre los 23.5 grados norte y sur del Ecuador". Los trópicos comprenden el 38 por ciento de la superficie terrestre (aproximadamente 5 billones de hectáreas) y el 45% de la población del mundo (alrededor 1.800 mil millones de habitantes en 1975). Los trópicos no son uniformes, existe una variabilidad en los regímenes de temperatura y pluviosidad; sin embargo, las temperaturas altas y constantes durante todo el año caracterizan a las tierras bajas tropicales, que constituyen el 87% del área. Esta ausencia de limitaciones de temperatura da a los trópicos un potencial agrícola-pecuario mucho más alto para una producción durante todo el año que el que existe en la zona templada. Gran parte de la población lechera mundial se producen en regiones de clima templado con raza especializadas, predominando el *Bos Taurus*. Debido a que la tasa de crecimiento de la población en los trópicos son dos veces más altas que en la zona templada, es de suma importancia que esta significativa región del mundo comience a producir la leche que necesita para mantener bien nutrida a su población y no seguir dependiendo de la importación de los países desarrollados ubicados en clima templados (Sánchez, 1981).

La mayor parte de los sistemas de alimentación en los bovinos en las regiones tropicales se basan casi exclusivamente en los pastos y forrajes nativos o mejorados (gramíneas y leguminosas); existiendo una variabilidad en disponibilidad y calidad de pasto a lo largo del año, producto de las diferencias climáticas estacionales, lo cual se refleja en el comportamiento productivo de los animales. Sin embargo, la gramíneas tropicales tienen un potencial extraordinario para la producción de biomasa forrajera, incluso bajo condiciones de alta humedad y fertilización pueden producir seis veces más biomasa que las gramíneas de zonas templadas. Como ejemplo de referencia mencionaremos que una vaca de 500 Kg. de peso y con una producción de 10 Kg. de leche, requiere para su mantenimiento y producción de leche de 2500 KG. de materia seca/año, cuando el pasto contiene 3.0 Mcal EM/Kg. MS y de 5300 Kg. de materia seca/año, cuando el valor energético del pasto es de 1.8 Mcal EM/Kg. MS; en el primer caso se trataría de un forraje típico de la zona templada, mientras que en el segundo de uno de la zona tropical (Sánchez, 1981).

La insuficiencia de energía y proteína es generalmente responsable de la baja producción leche de las vacas de climas tropicales, sin embargo a

través de muchas investigaciones en América tropical se ha observado deterioro en la producción del ganado a pesar de la abundancia de alimentos. Los desbalances de minerales (deficiencia o excesos) en los suelos o forrajes han sido considerados como responsables de la baja producción y problemas reproductivos de los rumiantes en pastoreo en los trópicos. Es así como se presentan diferente signos clínicos de deficiencia de minerales como son los siguientes: Enfermedades de extenuación, pérdida de peso, pérdida del pelo, despigmentación del pelo, desórdenes de la piel, aborto no infeccioso, diarrea, anemia, pérdida del apetito, anormalidades del sistema óseo, tetania, poca y baja fertilidad (McDowell *et al*, 1984).

II. FUENTES DE MINERALES PARA EL GANADO BOVINO EN PASTOREO

Los minerales son nutrientes esenciales para todos los animales e influyen en la eficiencia de la producción del ganado. En realidad, el peso corporal de los animales contiene cinco % de minerales. Se ha identificado, como mínimo, 15 minerales como esenciales para las vacas lecheras. De ellos, hay siete macrominerales - calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), sodio (Na), cloro (CL), magnesio (Mg), y azufre (S); y ocho microminerales - cobalto (Co), cobre (Cu), yodo (I), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), selenio (Se), y zinc (Zn). En ciertas regiones, las concentraciones tóxicas de Cu, flúor, Mn, Mo, o Se pueden limitar la producción del ganado en pastoreo. En adición, elementos tóxicos - aluminio (Al), arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) - para rumiantes, así como también la posible significancia de elementos esenciales recién descubiertos - As, Cr, F, Ni, Si, Sn, y vanadio (V).

El ganado bovino requiere una adecuada suplementación mineral para optimizar una máxima producción lechera. Los pastos tropicales generalmente no proveen completamente los requerimientos de minerales de los animales; sin embargo los suplementos proteícos y energéticos suplirían en parte los minerales, pero no completamente, de ahí la necesidad de incorporar mezclas minerales bien balanceadas en las raciones diarias del ganado bovino. El Consejo Nacional de Investigación de los E.E.U.U. (NRC, 1984), a través del análisis de una infinidad de experimentos controlados en el ganado lechero publica las recomendaciones de los minerales para las diferentes clases de animales desde becerros en crecimiento hasta vacas en

lactación. Estas recomendaciones son necesarias para realizar fórmulas alimenticias para el ganado lechero donde exista una adecuada nutrición animal.

El ganado bovino necesita minerales para las siguientes funciones:

- 1 Desarrollo y estructura de huesos y dientes,
- 2 Mantener el balance o equilibrio ácido-base de los fluidos corporales,
- 3 Secreción láctea,
- 4 Como co-factores en las diferentes reacciones enzimáticas del cuerpo,
- 5 Para formar Vitaminas B12 en el rumen.

Los forrajes de suelos tropicales son altamente deficientes en muchos macrominerales y microminerales esenciales para el ganado, por eso es necesario proveer estos elementos como suplementos minerales dietéticos con el objeto de promover una producción del ganado eficiente y rentable en las regiones de climas cálidos.

El ganado en pastoreo de los países tropicales a menudo no recibe suplementación mineral salvo sal común, y deben de depender casi exclusivamente de los forrajes para proveer sus requerimientos. Sin embargo, algunas veces los forrajes tropicales no pueden satisfacer todos los requerimientos de minerales. La tabla 1.- resume las concentraciones de 2615 forrajes de América Latina. En muchos análisis se encontró que los niveles de ciertos elementos variaban de marginales a deficientes: Co, 43%, Cu 47%, Mg 35%, P 73%, Na 60%, y Zn 75%.

III. FACTORES QUE AFECTAN EL CONTENIDO DE MINERALES DE LAS PLANTAS

Las concentraciones de minerales en forrajes dependen de la interacción de varios factores, entre los cuales se incluye el suelo, la especie de planta, el estado de madurez, el rendimiento, el manejo de pastura y el clima. Se revisó la influencia de la química del suelo y las características del suelo sobre la ocurrencia de problemas de minerales. La ocurrencia natural de la mayoría de las deficiencias minerales en hervíboros está asociada con regiones específicas y está directamente relacionada con las características del suelo. Las formaciones geológicas jóvenes y alcalinas contienen mayor

Tabla 1. DESDIBUJO Y CONCENTRACION DE MINERALES EN 2615 FARRAJES LATINOAMERICANOS EN 2615 FARRAJES LATINOAMERICANOS (BASE SECA)

Elemento	Porcentaje de farrajes analizados	Número de farrajes analizados	Requerimiento	Concentraciones, %	ads de 0.30	ads de 0.30
Calcio	42.9	1123	0.10-0.60%	% del total	31.1	50.9
				Concentraciones, ppm	0-0.10	ads de 0.10
				% del total	43.1	56.9
Cobalto	5.4	140	0.05-0.10 ppm	Concentraciones, ppm	0-10	53.4
				% del total	46.6	ads de 100
Cobre	9.0	236	4-10 ppm	Concentraciones, ppm	24.1	75.9
				% del total	0-0.20	ads de 0.20
Hierro	7.3	256	10-100 ppm	Concentraciones, %	35.2	64.8
				% del total	0-40	ads de 40
Magnesio	11.1	290	0.04-0.10 ppm	Concentraciones, ppm	21.0	79.0
				% del total	0-3	ads de 3.0
Manganeso	11.2	293	20-40 ppm	Concentraciones, %	36.4	13.6
				% del total	0-0.30	ads de 0.30
Niobio	5.1	133	0.01 ppm o menos	Concentraciones, ppm	72.8	27.2
				% del total	0-0.80	ads de 0.80
Fosforo	43.2	1129	0.10-0.43	Concentraciones, %	15.1	84.9
				% del total	0-0.10	ads de 0.10
Potasio	7.6	198	0.60-0.80%	Concentraciones, %	59.5	40.5
				% del total	0-50	ads de 50
Sodio	5.6	146	0.10%	Concentraciones, ppm	74.6	22.7
				% del total		
Zinc	6.9	177	10-50 ppm	Concentraciones, ppm		
				% del total		

a Tablas de Composición de Alimentos de América Latina McDowell et al. (1974); McDowell et al. (1977).

b Se determinaron las concentraciones de otros minerales sólo en menos de 1% de los 2615 farrajes analizados.

c Recomendaciones resumidas por McDowell et al. (1977).

cantidad de elementos trazas, que las formaciones más viejas, más ácidas, con mayor formaciones de arena gruesa. Existe una livixiación marcada y un desgaste del suelo en regiones tropicales bajo condiciones de alta precipitación pluvial y temperatura, haciéndola deficiente en minerales en la planta. Las condiciones de drenaje pobre a menudo incrementan los elementos trazas. resultando en un incremento correspondiente de la absorción de la planta. A medida que el pH del suelo se incrementa, la disponibilidad y la absorción del Fe, Mn, Zn, Cu y Co del forraje decrece mientras que el Mo y Se se incrementan.

IV REQUERIMIENTOS MINERALES

En la tabla 2.- se presentan los requerimientos aproximados y los niveles tóxicos de minerales para los diversos tipos de ganado lechero. Muchos factores afectan los requerimientos, entre ellos se incluyen tipo y nivel de producción, edad, nivel y forma química del elemento en el alimento, interrelación con los otros minerales, consumo de suplemento mineral, raza y adaptación del animal. Los requerimientos minerales dependen del nivel de productividad. El criterio del nivel adecuado se ilustra mejor con el hecho de que los requerimientos mínimos de Zn para el desarrollo testicular y para la espermatogénesis en ovinos son más altos que para el crecimiento; del mismo modo los requerimientos de Mn son más bajos para el crecimiento que para la fertilidad de ovinos (Underwood, 1981).

Es difícil definir los requerimientos específicos de minerales ya que ellos dependen de la forma química y de varias interrelaciones minerales. Dicha forma varía mucho en la cantidad de minerales dietéticos administrada y en la disponibilidad biológica; por ejemplo, el Se elemental es poco disponible para pollos, sin embargo esta forma de Se es muy efectiva para la protección de ovinos y vacunos contra la deficiencia de este mineral (Underwood, 1981).

tabla 2 a

Tabla 2. LOS REQUERIMIENTOS SUGERIDOS DE MINERALES Y TOXICIDADES PARA RUMIANTES (BASE SECA)

Elementos Requeridos	Ganado Vacuno de Carne a		Vacas Lecheras en Lactación b		c Sanado Ovino		d, f Sanado Caprino	
	Valor Sugerido	Rango	Valor Sugerido	Rango	Valor Sugerido	Rango	Valor Sugerido	Rango
Macroelementos								
Calcio, %	(Tabla 4)	---	(Tabla 5)	0.43-0.60	---	0.21-0.52	---	---
Fósforo, %	(Tabla 4)	---	(Tabla 5)	0.31-0.40	---	0.16-0.37	---	---
Magnesio, %	0.10	.05-.25	0.20	---	---	0.04-0.08	---	---
Potasio, %	0.65	.5-.7	.5-.7	0.80-1.20	0.50	---	---	0.5-0.8
Sodio, %	0.08	.06-.10	.06-.10	---	---	0.04-0.1	---	---
Cloro, %	0.10	.08-.15	.08-.15	---	---	0.14-0.26	---	0.16-0.32
Microelementos								
Cobalto, ppm	0.10	.07-.11	0.1	---	0.1	---	0.1	---
Cobre, ppm	8.0	4-10	10.0	---	5.0	---	---	---
Yodo, ppm	0.50	.2-2.0	0.5	---	---	0.1-0.8	---	---
Hierro, ppm	20.0	10-50	50	---	---	30-50	---	---
Manganeso, ppm	20.0	10-40	40	---	---	20-40	>5.5	---
Molibdeno, ppm	0.01	---	---	---	>0.5	---	---	---
Selenio, ppm	0.20	.05-.30	0.1	---	0.1	---	---	---
Zinc, ppm	30.0	20-40	40	---	---	35-50	---	>10.0
e								
Elementos Tóxicos								
Cobre, ppm	115	---	80	8-25	---	---	?	---
Fluor, ppm	30-100	---	30	60-200	---	---	?	---
Níquel, ppm	6	---	6	5-20	---	---	?	---
Selenio, ppm	5	---	5	>2.0	---	---	?	---
Zinc, ppm	500	---	500	1000	---	---	---	1000

Al enunciar un rango debemos reconocer que los requerimientos de la mayoría de minerales son afectados por una variedad de factores relacionados a la dieta y al animal.

a b c d

e f

MRC (1984), MRC (1978), MRC (1975), MRC (1981), MRC (1981), MRC (1980).

Los requerimientos minerales del ganado caprino no se han estudiado en detalle. El ganado caprino lechero en lactación tiene requerimientos similares al ganado vacuno lechero. El resto del ganado caprino tiene requerimientos minerales similares al ganado ovino (Haenlin, 1980).

Cont. Tabla 2.

REQUERIMIENTOS DE CALCIO Y FOSFORO PARA EL GANADO VACUNO^a

Peso kg	Ganancia diaria kg	Mínimo diario		Calcio		Fósforo		En dieta MS %
		MS kg	g	Diaria g	%	Diaria g	%	
En crecimiento - terneros en fase de acabado y ganado vacuno de un año cumplido								
200	0.0	3.5	15	0.18	0.18	9	0.18	
200	0.5	5.8	19	0.24	0.24	11	0.22	
200	1.0	4.9	31	0.47	0.47	15	0.37	
300	0.0	4.7	16	0.18	0.18	12	0.18	
300	0.5	6.2	20	0.22	0.22	14	0.20	
300	1.0	7.6	29	0.27	0.27	16	0.23	
Ganado vacuno de un año cumplido - último tercio de gestión								
350	0.4	7.3	20	0.27	0.27	15	0.21	
400	0.4	8.0	22	0.28	0.28	16	0.20	
Vacas mamando terneros, capacidad de ordeño promedio, primeros 3-4 meses después del parto, 5.0 kg leche/día								
350	0.0	7.7	23	0.30	0.30	18	0.23	
450	0.0	9.2	20	0.28	0.28	21	0.23	
Vacas criando terneros, capacidad de ordeño superior, primeros 3-4 meses después del parto, 10 kg leche/día								
350	0.0	6.8	36	0.53	0.53	24	0.36	
450	0.0	9.0	39	0.43	0.43	26	0.29	

Cont. Tabla 7. REQUERIMIENTOS DE CALCIO Y FOSFORO PARA VACAS LECHERAS EN LACTACION^a

Como Por Ciento de la Ración		Raciones para Vacas en Lactación		Vacas	
	Vaca, peso, kg	Rendimientos Diarios de Leche, kg		Toros y Toros en Maduros	Novillas y Toros en Crecimiento
	(400	(8	8-13	13-18	>18
	500	(11	11-17	17-23	>23
	600	(14	14-21	21-29	>29
	>700	(18	18-26	26-35	>35
Calcio, %	0.43	0.48	0.54	0.60	0.37
Fósforo, %	0.31	0.34	0.38	0.40	0.26

^a

NRC (1978).

Basado en los requerimientos diarios.

Calcio

Las necesidades de mantenimiento de Ca es 1.6 g/100 kg de peso corporal. Los requerimientos de lactación son de 2.7 de Ca por kg de leche. Esto está basado en que un kg de leche contiene un promedio de 1.23 kg de Ca. La disponibilidad del Ca se estima que es un 45%.

Fósforo

Las necesidades de mantenimiento de P son de 1.6 g/100 kg de peso corporal. Los requerimientos de lactación son de 1.8 g de P por kg de leche. Esto está basado en que un kg de leche contiene un promedio de 1.00 g de P. La disponibilidad del P se estima en un 55%.

Las diferencias importantes en el metabolismo mineral pueden ser atribuidas a la raza y al tipo de adaptación. Se ha observado el efecto de las diferencias en las razas sobre los requerimientos minerales en los rumiantes. La variación marcada dentro razas de los rumiantes en la eficiencia de absorción mineral de la dieta ha sido reportado ser de 5 a 35% para Mg, 40-80% para P y 2-10% para Cu. Normalmente el ganado vacuno introducido en una área muestra signos deficientes mientras que las razas nativas de crecimiento lento y madurez tardía no los exhibe en el mismo grado. El ganado vacuno que no está aclimatado de climas tropicales suda copiosamente, y pierde relativamente grandes cantidades de saliva y mucus de la boca, sobre todo en los trópicos áridos.

Puesto que los forrajes tropicales contienen menos minerales durante la época seca, es lógico que el ganado que pastorea sufre deficiencias en dicha época. Al contrario, numerosos estudios, incluyendo los de Kenia, Brasil, y Sudáfrica, muestran que las deficiencias de minerales son más frecuentes en la época lluviosa. El ganado en pastoreo es más propenso a tener deficiencias de P y Co, y los signos clínicos son más severos después de las lluvias cuando el pasto es verde y exhuberante. Durante esta época húmeda, el incremento de las deficiencias minerales está menos relacionada a las concentraciones minerales en los forrajes que a los requerimientos grandemente incrementados de los animales en pastoreo. Durante la época húmeda cuando las fuentes de proteína y energía son suficientes, el ganado rápidamente gana peso, y los requerimientos minerales son altos. Durante la época seca, cuando ellas son suficientes, los animales pierden peso, y disminuyen dichos requerimientos.

Se encuentran excepciones notables debido a la estación del año cuando la suplementación mineral está en punto crítico. En los llanos húmedos de Venezuela, Colombia, y Bolivia, al ver que el agua retrocede durante la época seca, el ganado penetra en la tierra baja para pastorear una gran variedad de especies de plantas. Bajo estas condiciones, no se esperaría que fuera más prevalente la incidencia de deficiencias minerales durante la época húmeda.

V DESORDENES METABOLICOS EN LA NUTRICION MINERAL DEL GANADO BOVINO

De acuerdo a estudios realizados en Venezuela por Godoy y Chicco (1987) se registran deficiencias generalizadas y graves de fósforo y sodio,

frecuentes de calcio y cobre y ocasionalmente de zinc y cobalto. Existen pocos reportes en relación a la deficiencia de cobalto y selenio, pero de acuerdo con diferentes estudios realizados en áreas tropicales del mundo, estos dos microelementos producen graves trastornos metabólicos carenciales en los bovinos, particularmente alimentados con pastos tropicales (Underwood, 1981).

Indiscutiblemente, el mineral con mayor frecuencia de deficiencia en el ganado a pastoreo es el fósforo, seguido por el sodio, calcio, cobre y cobalto, de acuerdo con reportes de McDowell (1984) para el trópico en general. En término de exceso el hierro se encuentra en concentraciones muy elevadas en los suelos y pasturas tropicales, lógicamente esto complica las interrelaciones minerales, particularmente en relación a la disponibilidad del fósforo. En Venezuela en los últimos años se han venido realizando diferentes estudios e investigaciones con el objeto de zonificar el país en sus diferentes regiones deficitarias y de toxicidad por animales, a través de la utilización del "mapeo sistemático", donde se toman muestras representativas del suelo, pasto y varios tejidos del animal (suero, hígado, hueso, heces, orina, saliva, etc.), con el objeto de analizar los diferentes minerales ya sea macro o trazas en este importante ecosistema. De manera que a través de estos estudios sistemáticos integrados podemos dilucidar las causas de algunos desórdenes metabólicos de la ganadería bovina, como es el caso específico del síndrome parapléjico bovino que ha perjudicado grandemente la población ganadera de los Llanos Venezolanos.

VI DEFICIENCIAS MINERALES Y TOXICIDADES

1.- Causas de Deficiencias Minerales:

Las deficiencias minerales son más frecuentes en animales a pastoreo, particularmente bajo sistemas de producción extensiva, en dependencia completa del forraje como fuente de nutrientes:

Según Underwood (1981), las deficiencias pueden ser causadas por las siguientes condiciones:

- Cantidades subóptimas del elemento de la dieta.
- Imbalance causado por un(os) elemento (s), que limita(n) la absorción del mineral.

- Factores que aumentan la tasa de pasaje de la digesta en el tracto gastro-intestinal.
- Presencia de metabolitos antagonistas que determinan un requerimiento mayor del elemento.

A los factores señalados, se puede considerar, adicionalmente, la baja disponibilidad y consumo de las especies forrajeras por efecto del clima o manejo.

2.- Síntomas de Deficiencias Minerales:

Las deficiencias minerales están asociadas a manifestaciones clínicas y patológicas, que permiten identificar al ente causante de la alteración. Sin embargo, a excepción de muy pocos elementos minerales, como el yodo, los síntomas de deficiencias presentan características comunes a más de un estado carencial. Así, por ejemplo, las alteraciones óseas pueden producirse a causa de una deficiencia de fósforo, calcio, cobre o zinc, o intoxicación por molibdeno.

Godoy y Chicco (1987), sumaron las características más dominantes en el cuadro carencial:

Calcio y fósforo: Disminución y depravación del apetito; disminución de la producción de leche; alteraciones óseas (raquitismo en los animales jóvenes, osteomalecia en los adultos, fragilidad); disminución de la fertilidad, particularmente la deficiencia de fósforo, que causa alteraciones del ciclo estral hasta la suspensión del mismo.

Magnesio: Disminución del apetito y tetania.

Potasio: Signos no específicos, relacionados con crecimiento lento, baja eficiencia, debilidad muscular y desórdenes nerviosos.

Sodio y Cloro: Depravación y pérdida del apetito; reducción en el crecimiento y producción de leche; pérdida de peso.

Azufre: Pérdida de peso; debilidad; lacrimación y muerte.

Manganeso: Alteraciones reproductivas en ambos sexos; malformaciones de los huesos y ataxia; alteraciones del sistema nervioso central.

Zinc: Disminución del consumo y de la tasa de crecimiento; alteraciones de la piel y pérdida de pelo; trastornos reproductivos graves en machos y hembras.

Cobre: Anemia; aspereza y decoloración del pelo; crecimiento lento y pérdida de peso; fragilidad de los huesos; muerte súbita bajo condiciones de

estrés. No todos los síntomas se presentan en todos los animales con deficiencia de cobre.

Iodo: Sintomatología no específica, similar a condiciones graves de desnutrición, con pérdida del apetito.

Fluor: Aumento de la incidencia de las caries dentales.

Selenio: Distrofia muscular (músculo blanco); disminución de la fertilidad y retenciones placentarias.

3.- Toxicidades Minerales:

Todos los elementos minerales que son considerados esenciales o potenciales tóxicos, pueden tener un efecto adverso sobre el animal, cuando se encuentran presentes en el pastizal en altos niveles.

Entre los minerales esenciales, merece particular atención el cobre, selenio, molibdeno y fluor que, cuando son consumidos en altos niveles durante períodos relativamente prolongados producen trastornos patológicos específicos que, en casos graves, conllevan la muerte de los animales.

Entre los minerales que son definitivamente tóxicos, se incluyen el plomo, níquel, mercurio, cadmio y vanadio. Normalmente, la presencia de estos elementos es el resultado de procesos de contaminación de suelos, plantas y aguas.

Las deficiencias minerales y los desbalances en herbívoros se reportan desde casi todas las regiones tropicales del mundo. Se reportan deficiencias o toxicidades en los países tropicales de África, América Latina y Asia.

Los elementos minerales que tienen más probabilidad de faltar en condiciones tropicales son: Ca, P, Co, Cu, I, Se y Zn. En algunas regiones, bajo condiciones específicas, Mg, K, Fe y Mn pueden estar deficientes y los excesos de F, Mo y Se son extremadamente perjudiciales.

VII DIAGNOSTICO DE DESBALANCES Y DEFICIENCIAS MINERALES

Los desórdenes de nutrición mineral van desde deficiencias minerales agudas o toxicidades caracterizadas por signos clínicos bien marcados y cambios patológicos hasta una mala condición general o un crecimiento y una producción inferior. Estas últimas condiciones tienen gran importancia porque ocurren sobre áreas vastas y afectan un gran número de animales,

además de que pueden ser confundidas con deficiencias de energía y proteína y varios tipos del parasitismo (Underwood, 1981).

Los signos clínicos de deficiencias minerales, los exámenes patológicos y bioquímicos, y los análisis de agua, suelo, plantas y tejidos animales, todos han sido utilizados con diferentes grados de éxito para establecer deficiencias y excesos minerales. El método más confiable para confirmar deficiencias minerales es la respuesta obtenida a través de la suplementación de minerales específicos. Sin embargo, tales estudios son costosos en cuanto a tiempo y recursos si son realizados con controles y evaluaciones adecuados. La mayoría de desequilibrios minerales, especialmente las condiciones marginales, no presentan manifestaciones patológicas muchas veces son necesarios los análisis químicos y ensayos biológicos.

A veces los análisis para determinar las formas minerales disponibles en el suelo pueden proveer indicios de deficiencias en el ganado, pero más a menudo son difíciles de interpretar y no son confiables. Los datos de Brasil, Bolivia y Florida han indicado que las correlaciones minerales entre los suelos, plantas y tejidos animales son altamente variables entre localizaciones y frecuentemente bajas o no existentes. Las correlaciones típicas entre forrajes y suelos reportadas en Brasil fueron: Fe ($r= 0,12$), Mn ($r= -0,12$) y Zn ($r= 0,30$) (Conrad et al., 1980). Las desventajas de los análisis forrajeros para evaluar la suficiencia mineral para el ganado en pastoreo incluyen:

- 1 Incertidumbre de que las muestras sean respectivas de lo que el ganado consume.
- 2 Dificultad de estimar el consumo de forraje.
- 3 Variaciones en la disponibilidad de elementos forrajeros.
- 4 Posibilidad de que las muestras forrajeras sean contaminadas con el suelo. Sin embargo, los análisis de forrajes son preferibles a los de suelos, mientras que análisis apropiados de tejidos y fluidos animales han mostrado ser más precisos para evaluar la contribución de la dieta total (forraje, suelo, agua, etc.) en satisfacer los requerimientos minerales del ganado.

Los niveles de minerales en los tejidos y fluidos animales, además de las concentraciones de enzimas, metabolitos o compuestos orgánicos específicos con los cuales el mineral considerado está funcionalmente asociado, son importantes indicadores del estado mineral. El tejido hepático es espe-

cialmente útil para evaluar el estado del animal en relación con el Co, Cu, Mn y Se.

Ya que los análisis minerales son complicados y costosos, es importante seleccionar y analizar el número mínimo de plantas y tejidos animales que sean los más indicadores del estado mineral del animal. La tabla 3.- presenta análisis de gran valor para evaluar deficiencias y toxicidades de minerales específicos.

tabla 3 DIAGNOSTICO DE DEFICIENCIAS O TOXICIDADES DE MINERALES ESPECIFICAS EN EL GANADO VACUNO

Elemento	Vaca de Leche	Requerimiento del Animal Ganado Vacuno de Carne	Ganado Ovino	Tejido	Niveles Criticos a,b,c,d
<u>Deficiencia</u> Calcio, %	0.54	0.18-0.53	0.21-0.52	Hueso (sin grasa) Ceniza de hueso Plasma	24.5% 37.6% 8 mg/100 ml
Magnesio, %	0.20	0.05-0.25	0.04-0.08	Suero Orina	1-2 mg/100 ml 2-10 mg/100 ml
Fósforo, %	0.38	0.18-0.37	0.16-0.37	Hueso (sin grasa) Ceniza de hueso Plasma	11.5% 17.6% 4.5 mg/100 ml
Potasio, %	0.80	0.5-0.7	0.50		
Sodio, %	0.18	0.06-0.10	0.04-0.10	Saliva	100-200 mg/ml
Azufre, %	0.20	0.08-0.15	0.14-0.26		
Cobalto, ppm	0.10	0.07-0.1	0.1	Higado	100-200 mg/ml
Cobre, ppm	10	4-10	5.0	Higado Suero	25-75 ppm 0.65 g/ml
Yodo, ppm	0.50	0.2-2.0	0.1-0.8	Leche	300 g/day
Hierro, ppm	50	20	30-50	Hemoglobina Transferrina	10 g/100 ml 13-15% saturación
Manganeso, ppm	40	20	20-40	Higado	6 ppm
Selenio, ppm	0.1	0.2	0.1	Higado Suero Pelo o lana	0.25 ppm 0.03 g/ml 0.25 ppm
Zinc	40	20-40	35-50	Suero	0.6-0.8 g/ml

(Tabla 3 continuado)

Elemento	e	Requerimiento del Animal		Tejido	a,b,c,d
		Vaca de Leche	Ganado Vacuno de Carne		
<u>Toxicidad</u>					
Cobre, ppm	80	115	8-25	Higado	700 ppm
Fluor, ppm	30	30-100	60-200	Hueso	4.500-5.500 ppm
Manganeso, ppm	1000	150		Pelo	70 ppm
Molibdeno, ppm	6	⁹ 6	5-20	Higado	4 ppm
Selenio, ppm	5	5	>2.0	Higado Pelo	5-15 ppm
Zinc, ppm	500	500	1000		10 ppm

a Referencias para niveles críticos son encontrados en las siguiente revisiones: McDowell (1976); Mtiauni (1982); McDowell et al. (1983).

b Valores basados en materia seca.

c Ensayos no minerales para los siguientes elementos son técnicas de diagnóstico muy sensitivas: E1 Co (vitamina B₁₂), I (tiroxina libre), Cu (ceruloplasmina), y Aw (peroxidasa glutatione).

d Concentraciones de minerales en el suelo que sugieren deficiencias son: Ca (0.35 meq/100 g), K (0.15 meq/100 g), Mg (0.07 meq/100 g), P (10 ppm), Cu (0.6 ppm), Mn (19 ppm) y Zn (2 ppm).

e Recomendaciones para vacas lactantes (500 kg) dando entre 17 y 23 kg de leche (NRC, 1978).

f Recomendaciones para etapas de crecimiento y engorde de novillos y novillas (NRC, 1976).

g NRC (1980).

VIII PROBLEMAS METABÓLICOS CAUSADOS POR PRACTICAS DE ALIMENTACION INADECUADA

El término "Enfermedad Metabólica" o alteración metabólica se define como un disturbio de la homeostasis interna del organismo ocasionada por cambios en la proporción de uno o más procesos metabólicos críticos del animal. Los desórdenes o alteraciones del metabolismo mineral son atribuibles, en general, a un desequilibrio entre las tasas de entrada y de salida de los elementos que causan cambios cualitativos y cuantitativos en el metabolismo celular. Estos desórdenes metabólicos son más frecuentes en la vaca gestante y lactante y generalmente están asociados a un manejo nutricional inadecuado durante el período seco. (Harris y García, 1991). La vaca lechera debe ser mantenida en buenas condiciones durante el período seco y es aquí donde las vacas delgadas necesitan mejorar su estado de carnes; sin embargo, todos los esfuerzos deben estar enfocados a mantener a la vaca seca en buena "condición corporal" pero sin engordarla, ya que aquellas vacas que se les permita engordar excesivamente tienen problemas al parto, particularmente fiebre de leche (hipocalcemia), edema de la ubre, síndrome de la vaca gorda, cetosis, desplazamiento del abomaso y retención de placenta (Beede, 1990; Harris, 1990).

1.- Fiebre de Leche:

La fiebre de leche es un problema que se presenta con mayor frecuencia en vacas de alta producción con el repentino inicio de la lactancia. La razón es, que la vaca no puede movilizar el calcio de sus reservas corporales lo suficientemente rápido para cubrir la demanda debido a la secreción de leche. Es por eso que las concentraciones sanguíneas de calcio caen del valor normal de aproximadamente 10 mg/100 ml a niveles tan bajos entre 3 y 7 mg/100 ml.

Este problema está relacionado a desequilibrios minerales durante el período seco. La causa principal de la fiebre de leche en la vaca productora es un consumo excesivo de calcio aunado a una deficiencia de fósforo; esto es, que la relación entre el calcio y fósforo en la ración no guarda a proporción correcta. Complementando lo anterior, bajas concentraciones de magnesio en la dieta parecen agravar aun más este problema. Por lo tanto, el proveer a los animales durante el período seco con cantidades adecuadas de calcio y fósforo en la proporción requerida (Ca:P de 1:2 a 1.5:1) es la mejor forma

de prevenir la presentación de fiebre de leche. En los casos diagnosticados, el tratamiento en las etapas tempranas de presentación es muy importante.

2.- Edema de la Ubre:

El edema de la ubre es un problema que frecuentemente se presenta en ciertos hatos y durante ciertas épocas en el año. Se ha demostrado que la cantidad del concentrado en la ración tiene un efecto menor en la severidad del edema de la ubre que el nivel de producción de leche. Algunas vacas tienden a presentar edema de la ubre cada año independientemente del programa de alimentación con que se cuenta. Sin embargo, investigadores de la Universidad de Maryland ha reportado que la severidad del edema de la ubre está íntimamente relacionado al consumo de sodio (sal) y posiblemente de potasio durante el período seco. Se puede mencionar que la presentación de edema de la ubre se incrementa con la adición de sodio, potasio o ambos.

3.- Síndrome de la Vaca Gorda:

El síndrome de la vaca gorda están asociado con el inicio de la lactancia, siendo más común en aquellas vacas exclusivamente gordas o que tuvieron un período seco muy largo. Algunos estudios de la Universidad de Ohio han demostrado una relación entre el consumo excesivo de proteína durante el período seco y la incidencia del síndrome de la vaca gorda. Este síndrome está asociado con una combinación de diversos problemas metabólicos. Los signos propios de esta condición son pérdida del apetito, depresión, una caída drástica en la producción de leche, pérdida progresiva de peso, cetosis crónica, signos nerviosos y una elevación de la temperatura corporal. Este problema puede ser corregido utilizando una dieta baja en proteína pero bien balanceada en los otros nutrientes y con cantidades adecuadas de forrajes durante el período seco.

4.- Cetosis:

La cetosis o acetonemia está causada por un desbalance o falta de energía. A medida que la vaca pasa de un estado no productivo a un pico de producción entre 70 lbs y 100 lb de leche al día, las necesidades nutricionales de la vaca se ven incrementadas entre un 300% a 700% como resultado directo de los requerimientos de la glándula mamaria

para la producción láctea. Por lo tanto, si la vaca no es capaz de aumentar su consumo de energía lo suficientemente rápido durante el inicio del período postparto, la grasa y la proteína de las reservas corporales serán movilizadas para su utilización a partir de estas reservas corporales lo que da como resultado una elevación de los cuerpos cetónicos en la sangre y en la orina, causando con esto que la vaca sea potencialmente susceptible a cetosis.

Los animales más susceptibles a desarrollar una cetosis son las vacas excesivamente gordas al momento del parto y aquellas subalimentadas después del parto. Por lo tanto, el consumo de grandes cantidades de melaza (de 3 a 6 lbs./animal/día) muy cercano al parto y cambios bruscos en la composición del alimento tienden a incrementar la incidencia de cetosis en el ganado lechero.

5.- Desplazamiento de Abomaso:

Desplazamiento de abomaso (DA) es el término usado para referirse a la relocalización del abomaso (el cuarto compartimiento o "estómago verdadero" de los rumiantes) fuera de su posición normal. Esto sucede cuando el abomaso se dilata debido a fluidos o gas y subsecuentemente migra a una posición anormal, ya sea sobre el lado derecho o el izquierdo de la cavidad abdominal.

En la mayoría de las vacas con desplazamiento de abomaso, se observa un apetito pobre combinado con algunos signos de cetosis. Otros signos también relacionados a este problema son: Reducción de los movimientos, algún grado de deshidratación, y frecuentemente (en alrededor de la mitad de los casos) la presencia de infecciones uterinas. La forma más fácil de prevenir esta condición es el suministro adecuado de heno entero durante el período preparto y las dos o tres primeras semanas después del parto.

6.- Retención de Placenta:

Dentro de los diversos factores que se han relacionado con placenta retenidas, enfermedades, estrés y nutrición son los que han identificado como los causantes primarios frecuentemente asociados con altas incidencias; la causa(s) necesitan ser identificadas y eliminadas. Dentro de éstas, las enfermedades deben ser controladas a través de un buen programa sanitario con la cooperación de un médico veterinario.

Las deficiencias nutricionales que están comunmente involucradas en la elevación de la incidencia de placentas retenidas incluyen las deficiencias de vitamina E, vitamina A, iodo, selenio y fósforo. Dentro de los desbalances nutricionales que se han reportado que incrementa esta incidencia es la relación de calcio y fósforo, la que se ha sugerido que debe ser de 1.25:1 en la materia seca de la ración total.

Otras condiciones también asociadas a retención de placentas son el sobrecondicionamiento de las vacas antes del parto, infecciones, dificultades al parto y desarreglos hormonales. Por otro lado, se ha visto que las retenciones placentarias son más frecuentes durante los meses fríos que durante los meses de calor. Por último, como es de suponer, las vacas de mayor producción tienden a ser más susceptibles que las vacas de baja producción.

Los niveles mínimos de selenio recomendados en la dieta de la vaca lechera durante el período seco es de 0.3 ppm, mientras que la recomendación para vitamina E es de 3.2 UI/KG. de materia seca en la ración. Dentro de las medidas preventivas, se debe incluir una nutrición adecuada y proveer a los animales con una buena mezcla mineral que contenga selenio, vitamina E, vitamina A y fósforo.

IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Uno de los factores que más limitan la producción ganadera bovina (leche, carne y doble propósito) es la deficiencia de minerales. Los forrajes tropicales frecuentemente contienen concentraciones inadecuadas de minerales requeridos. Indiscutiblemente, la deficiencia de fósforo es la condición predominante de las sabanas, reflejándose en los niveles de suelo, planta y animal. Esta afosforosis marcada repercute notablemente en la disminución de los parámetros reproductivos y productivos de los rebaños lecheros o doble propósito. La deficiencia de calcio no es muy frecuente en los suelos y pastizales tropicales, sin embargo, en un animal de mayor producción lechera este mineral podría considerarse marginal o deficiente. Los minerales que comúnmente son más deficientes en los trópicos son el Ca, P, Na, Cu, I, Se y Zn. En algunas regiones tropicales en determinada circunstancia el Mg, K, Fe y Mn pueden ser deficientes. Sin embargo, en el caso específico de las sabanas tropicales de Venezuela, el Fe es muy elevado, por encima de los requerimientos de las plantas y animales y constituye un factor limitante en

la absorción y utilización de otros minerales, particularmente el P y el Zn. El Zn, Cu y Mn presentan variaciones de acuerdo al tipo de sabanas, siendo limitantes, particularmente, en las sabanas bien drenadas, debido al efecto de pH del suelo.

Por lo tanto, la suplementación adecuada de minerales es esencial para aumentar la producción. Es necesario continuar las investigaciones, usando el sistema del "Mapeo Sistemático", para evaluar los niveles de minerales en el suelo, planta y tejido animal, con el objeto de conocer exactamente las áreas o regiones que presentan carencias o toxicidades de minerales; de esa manera, poder corregir estos desordenes nutricionales con la utilización de suplementos minerales específicos para cada especie, nivel de producción y región ecológica.

X LITERATURA CITADA

- Beede, D.K. 1990. Dietary electrolyte balance and anionic diets for dairy cows in gestation. Florida Ruminant Nutrition Symposium. Gainesville, Florida. pp.48.
- Conrad, J.C. Sousa, M.O. Mendes, W.G. Blue and L.R. McDowell. 1980. Iron, manganese, sodium and zinc interrelationships in tropical soil, plant and animal system. pp.48-53 in L.S. Verde and A.Fernández (Eds), IV World Conference on Animal Production, Buenos Aires, Argentina.
- Egan, A.R. 1975. The diagnosis of trace element deficiencies in the grazing ruminant. pp. 371-384 in Trace elements in soil-plant-animal systems, Academic Press, Inc., New York.
- Chicco, C. F. y C.F. Chicco. 1987. Nutrición Mineral de los bovinos a pastoreo en las sabanas de Venezuela. Maracay FONAIAP-CENIAP, Instituto de Investigaciones Zootecnistas. pp. 47. (Mimeo).
- Harris, Jr., B. 1990. Feeding for maximum milk production and reproductive performance. Florida Ruminant Nutrition Symposium. Gainesville, Florida. pp. 74.
- Harris, B y C. Garci'a-Bojalil. 1991. Programa de alimentación y manejo de la vaca seca. Conferencia Internacional sobre ganadería en los trópicos. University of Florida. Gainesville, Florida. pp c-29 -c-43.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad; G.L. Ellis y J.K. Loosli. 1984. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. University of Florida, Gainesville, Florida. U.S.A. pp.5-56.
- N.R.C. 1989. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrients Requirements of Dairy cattle. Sixth Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C.
- Sánchez, P. 1981. Suelos del trópico. Características y manejo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José. Costa Rica. pp.607-609.
- Toekania, C.H. and J. Dobereiner. 1973. Diseases caused by mineral deficiencies in cattle raised under range conditions in Brasil - A Review. Pesq. Agropec. Bras., Ser. Vet. 8:1.
- Underwood, E. J. 1981. The Mineral Nutrition of Livestock. Commonwealth Agricultural Bureau, London.