

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



SUPLEMENTACION MINERAL DE LOS  
ANIMALES EN PASTOREO

S E M I N A R I O  
(OPCION II - A)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

LUIS GUSTAVO MARQUEZ MALDONADO

MARZO DE 1983

T  
SF95  
MC  
C.1

040.636  
FA 7  
1983  
C.5

2

T  
SF95  
M3  
C.1

36





1080063922



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



SUPLEMENTACION MINERAL DE LOS  
ANIMALES EN PASTOREO

S E M I N A R I O  
(OPCION II - A)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

LUIS GUSTAVO MARQUEZ MALDONADO

MARIN, N.L.

MARZO DE 1983.

2357

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.



T  
SF95  
M3

040.636

FA7

1983



Biblioteca Central  
Maana Solidaridad

F. Tesis





## I N D I C E

|        |  | Página |
|--------|--|--------|
| 1.     | INTRODUCCION   | 1      |
| 2.     | REVISION DE LITERATURA   | 3      |
| 2.1.   | Generalidades  | 3      |
| 2.2.   | Deficiencias minerales   | 5      |
| 2.2.1. | Deficiencias minerales más comunes en los pastos.                    | 6      |
| 2.2.2. | Deficiencias minerales raras en los pastos                           | 13     |
| 2.2.3. | Identificación de deficiencias minerales.                            | 14     |
| 2.2.4. | Corrección de las deficiencias minerales en los pastos               | 15     |
| 2.3.   | Características de un suplemento mineral                             | 17     |
| 2.3.1. | Evaluación de un suplemento mineral.                                 | 18     |
| 2.3.2. | Problemas de la suplementación mineral.                              | 20     |
| 2.4.   | Contenido de sal en el agua  | 20     |
| 2.4.1. | Ayuda de la sal como regulador del consumo de suplementos proteícos. | 21     |
| 2.5.   | Asociaciones con gramíneas   | 22     |
| 2.5.1. | Asociaciones de gramíneas y leguminosas                              | 23     |
| 2.6.   | Los minerales en el manejo de pastizales                             | 24     |
| 2.7.   | Factores afectando el contenido mineral del forraje                  | 26     |



## 1. INTRODUCCION

Página

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.7.1. | Factores que afectan el consumo de mezclas minerales. | 27 |
| 3.     | CONCLUSIONES  | 30 |
| 4.     | RESUMEN   | 31 |
| 5.     | BIBLIOGRAFIA  | 33 |

El ganado en pastoreo depende exclusivamente de los pastos que consume. El valor nutritivo de éstos pastos está determinado por su composición química que a su vez depende de ciertos factores como el tipo, calidad y textura del suelo; clima, composición botánica de los potreros y las medidas tomadas por el ganadero. Un consumo bajo o desbalanceado de los elementos minerales en el forraje pueden afectar adversamente la fertilidad, ganancia de peso, producción de leche y en general la salud del animal.

Con la excepción de la sal común, el ganado en pastoreo frecuentemente no recibe la suplementación mineral necesaria y depende grandemente de los forrajes para suplir sus necesidades, sin embargo como en muy pocas ocasiones los forrajes pueden satisfacer completamente todos los requerimientos minerales.

Por lo tanto es importante determinar la capacidad de los forrajes y suplementar para suplir al ganado con los niveles adecuados de minerales que necesita. Cuando se efectúa esta suplementación en forma correcta, siempre será una práctica lucrativa, además de ser una solución práctica y a corto plazo al problema de la escasez del forraje.

El objetivo del presente trabajo es presentar algunas



## 1. INTRODUCCION

La suplementación de bovinos en pastoreo durante el -- invierno y en la época de sequía, es una práctica común de la ganadería extensiva del norte de México, ésta consiste -- en suplir los nutrientes necesarios cuando la calidad del -- forraje es inadecuada para llenar los requerimientos nutri-- cionales.

El ganado en pastoreo depende exclusivamente de los -- pastos que consume. El valor nutritivo de éstos pastos es-- tá determinado por su composición química que a su vez de-- pende de ciertos factores como el tipo, calidad y textura -- del suelo, clima, composición botánica de los potreros y -- las medidas tomadas por el ganadero. Un consumo bajo o des-- balanceado de los elementos minerales en el forraje pueden-- afectar adversamente la fertilidad, ganancia de peso, pro-- ducción de leche y en general la salud del animal.

Con la excepción de la sal común, el ganado en pasto-- reo frecuentemente no recibe la suplementación mineral nece-- saria y depende grandemente de los forrajes para suplir sus necesidades, sin embargo solo en muy contadas ocasiones los forrajes pueden satisfacer completamente todos los requeri-- mientos minerales.

Por lo tanto es importante determinar la composición -- de los forrajes y suplementar para suplir al ganado con los niveles adecuados de minerales que necesita. Cuando se -- efectúa esta suplementación en forma correcta, siempre será una práctica lucrativa, además de ser una solución práctica y a corto plazo al problema de la escasez del forraje.

El objetivo del presente trabajo es presentar algunas--



evidencias sobre éste particular, así como presentar formas de cómo llevar a cabo éste tipo de suplementación mineral.

INVENTARIADO  
AUDITORIA  
U.A.N.L.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades

Deficiencias nutricionales pueden ocurrir en casi cualquier área del mundo y resultar en una producción animal -- ineficiente. La industria ganadera en muchas regiones de América Latina está restringida por deficiencias, desbalances y toxicidades minerales. Esto es cierto, particularmente para aquellos minerales de los cuáles a veces se encuentran deficiencias severas o marginales en áreas extensas y dispersas.

El ganado depende casi exclusivamente del forraje para obtener los elementos minerales. Un consumo bajo o desbalanceado de los elementos minerales en el forraje puede -- afectar adversamente la fertilidad, ganancia de peso, producción de leche y en general la salud del animal. A pesar de que las respuestas en el crecimiento de los animales a la suplementación mineral es importante, el resultado económico más devastador de la deficiencia de minerales es el bajo nivel reproductivo, pudiendo la suplementación aumentar dramáticamente los niveles de fertilidad del ganado en pastoreo en muchas partes del mundo (Mc Dowell, 1976).

Con la excepción de sal común, el ganado en pastoreo -- frecuentemente no recibe la suplementación mineral necesaria y depende grandemente de los forrajes para suplir sus -- necesidades. Sin embargo, sólo en muy contadas ocasiones -- los forrajes pueden satisfacer completamente los requerimientos minerales. Por lo tanto, es importante determinar la -- composición química de los forrajes y suplementar minerales para suplir al ganado con los niveles adecuados de minera--



los que necesitan. Cuando se efectúa en forma científica y basándose en la información correcta acerca de los forrajes y requerimientos de los animales, ésta suplementación siempre será una práctica lucrativa, además de que contribuye al uso apropiado del agostadero ayudando a una mejor distribución del pastoreo.

Beneficios concretos del uso de sales mineralizadas pueden ser: reducción de abortos, incremento en el peso de las vacas, reducción de la muerte, redestete de crías e incremento en el porcentaje de pariciones y aumento del peso de los becerros al destete.

Son quince elementos minerales indispensables en la dieta animal que desempeñan funciones muy importantes en la nutrición y fisiología del ganado. Estos elementos los dividen en elementos mayores y menores de acuerdo a las cantidades requeridas.

Los elementos mayores de gran importancia nutricional son: calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro y magnesio. Los elementos menores o microelementos son: hierro, magnesio, zinc, cobre, cobalto y yodo.

La probabilidad de deficiencia de minerales en los pastos es variable y depende de la calidad del suelo y de las exigencias de los animales. Hay deficiencias raras que se encuentran en los pastos (potasio, magnesio, hierro, azufre, manganeso y zinc), cuya deficiencia existe sólo en áreas muy limitadas. Por otra parte hay minerales que faltan más frecuentemente en los pastos. En el caso de los bovinos las deficiencias más comunes en los pastos son la de sodio, cloro y fósforo, habiendo áreas donde existen a la vez deficiencias de yodo, cobre, cobalto (López, 1976).

La función fisiológica de los minerales es múltiple, - pero se puede resumir del siguiente modo: participan en la constitución de todos los órganos y tejidos de la sangre y de otros líquidos, formando el 43-50% en peso del esqueleto, que debe sus propiedades mecánicas a la riqueza en fosfato y en carbonato de calcio; regulan la presión osmótica, el equilibrio ácido-básico de la sangre y el pH del plasma; bajo forma de iones, controla la permeabilidad y los potenciales eléctricos celulares, regulando por ello varias actividades fundamentales, y en particular la excitabilidad del tejido muscular, del miocardio y del tejido nervioso; participan en la composición de varias coenzimas que regulan los fenómenos del metabolismo y la respiración celular.

Hoy más que nunca, se está dando mucho énfasis a la -- fortificación de la dieta con minerales. Algunos de los -- principales factores que han indicado la necesidad de aumentar la fortificación con minerales en las dietas de los animales son: el aumento en los niveles de producción del ganado de leche; la presencia de alimentos altos en energía; el gran potencial genético de los animales de hoy en día; el mayor uso de ingredientes sintéticos y el menor uso de subproductos animales, los cuáles son buenas fuentes de elementos minerales; las prácticas de fertilización en los cultivos y las interacciones complejas de varios elementos minerales.

## 2.2. Deficiencias Minerales

Mc Dowell (1976) recientemente recopiló una lista de los países con deficiencias de minerales en ganado. En la lista menciona a México con deficiencias en fósforo y cobre.

Mc Dowell et al (1975) sumaron las concentraciones minerales de 2 615 forrajes de América Latina. En mu--



chos forrajes fueron encontrados niveles marginales o deficientes de los siguientes elementos: Co, 43%; Cu, 47%; P, 73%; Na, 60%; y Zn, 75%.

### 2.2.1. Deficiencias minerales mas comunes en los pastos.

La suplementación de minerales en el ganado de carne es muy importante para incrementar su productividad. Las necesidades de minerales pueden variar considerablemente dependiendo de muchos factores. Investigaciones realizadas indican que hay un cierto número de minerales esenciales cuyas deficiencias son comunes en los bovinos en pastoreo. Determinadas zonas son esencialmente deficientes en fósforo, calcio, sodio, cloro, cobalto, yodo y cobre (López, 1976).

Calcio: el calcio es el elemento mineral que se encuentra en mayor abundancia en el cuerpo del animal. Cerca del 99% del calcio se encuentra en los huesos y los dientes y el 1% restante es distribuido extensivamente en varios tejidos blandos del cuerpo (Beeson, 1975).

El calcio juega un papel muy importante en una gran variedad de funciones esenciales en el metabolismo del cuerpo. Los síntomas clínicos de una deficiencia de calcio son el raquitismo y osteomalacia.

Los forrajes tienden a tener altas concentraciones, de calcio y bajas de fósforo, mientras que los granos, generalmente, tienen bajas concentraciones de calcio y altas en fósforo. Deficiencias de calcio no ocurren muy frecuentemente en el ganado, debido al largo período en que los terneros están consumiendo leche y a las dietas altas en materiales fibrosos. Una deficiencia de calcio ocurre más frecuentemente en animales de carne alimentados con racio--

nes hechas de granos con contenidos altos en energía y se manifiestan con una reducción en las ganancias, baja digestibilidad de nutrientes, niveles bajos de calcio en la sangre, huesos frágiles y en algunos casos tetania.

La deficiencia de calcio es rara en el ganado en pastoreo, con la excepción de vacas que producen grandes cantidades de leche o las que pastorean en suelos ácidos, arenosos y orgánicos en áreas húmedas donde el consumo consiste principalmente de pasto de rápido crecimiento y exento de especies leguminosas (Underwood, 1966). Esta deficiencia no ha sido reportada en ganado de carne en pastoreo, ni siquiera durante el período de lactación (Loosli, 1978).

**Fósforo:** el fósforo constituye un 1% del peso total -- del cuerpo del animal, pero a diferencia del calcio, solo -- 80% de la cantidad total se encuentra en los huesos. El -- 20% restante está distribuido por todo el cuerpo en cada -- célula y desempeña una gran variedad de funciones (Church, -- 1971). Los síntomas clínicos de una deficiencia de fósforo son huesos frágiles y apetito depravado (pica). Con el suministro de harina de hueso en cantidades suficientes para proveer 9 gramos de fósforo para vacas en crecimiento o secas ó aproximadamente 15 gramos para vacas en reproducción, la "pica" puede ser controlada.

Los problemas asociados con una deficiencia de fósforo en el ganado criado extensivamente incluyen: baja tasa de concepción y baja producción de terneros; mayor dificultad al parto, baja producción de leche y como consecuencia pesos bajos de los terneros al destete; reducción del crecimiento y tamaño a una determinada edad; pobre apariencia.

Generalmente, la primera evidencia de una deficiencia



es la reducción del fósforo inorgánico del plasma por debajo de los niveles normales (4-6 mg/100 ml en adultos; 6-8 mg/100 ml en jóvenes).

En el ganado la más común de las deficiencias minerales en el mundo es la falta de fósforo. De 1 129 muestras de forrajes en las Tablas de Composición de Alimentos de América Latina de 1974, el 72.8% de los valores de fósforo fueron de marginales a deficientes, pues contenían menos de un 0.30%. Muchos forrajes que contienen cerca de 0.30% de P durante su crecimiento están disponibles para el ganado sólo por corto tiempo. En la mayor parte del año, los forrajes maduros contienen menos de 0.15% de P.

Se ha determinado que ninguno de los zacates clave de los pastizales del norte contienen suficiente fósforo, ni en estado verde los meses de verano, debido a la deficiencia característica de fósforo en los suelos propios de las zonas áridas. Por ésto, es indispensable proporcionar una suplementación adecuada de fósforo durante todo el año. La suplementación de fósforos fué estimada en 7.7 gramos diarios para vacas gestantes y de 10 gramos para vacas lactantes, aunque en la práctica se recomienda que los animales tengan libre acceso todo el año (Fierro, 1977).

En análisis de forraje realizados en el Municipio de China, Nuevo León, México, el fósforo del forraje fué bajo variando de 0.04 a 0.22% en tanto que el 43.8% de los animales tuvo una baja concentración de fósforo en el plasma (Noguera, 1976).

El resultado económico más desbastador que una deficiencia de fósforo tiene en el ganado es la falla reproduc-

tiva, lo cuál es demostrado por el incremento de los niveles de fertilidad cuando se suplementa fósforo al ganado en pastoreo en muchas partes del mundo (Mc Dowell, 1976).

**Cobalto:** el cobalto es requerido por los microorganismos del rumen para la síntesis de la vitamina B-12. Si éste elemento es deficiente en la dieta, la vitamina no puede ser producida en el rumen en suficientes cantidades para satisfacer los requerimientos de los protozoarios en el rumen.

Además de la importancia del cobalto como un componente de la vitamina B-12, se cree que tiene otras funciones en el cuerpo como un ión activador de ciertas enzimas.

Los síntomas de la deficiencia aguda de cobalto son falta de apetito, apariencia áspera del pelaje, anemia, pérdida de peso y eventualmente muerte si los animales no son removidos o si suplementos de cobalto no son puestos a disposición de los mismos.

La evidencia de las necesidades cuantitativas de cobalto se basa en estudios de su contenido en pastos con o sin deficiencia de este elemento. Se ha demostrado que la materia seca de las gramíneas de áreas sin deficiencia contienen aproximadamente .1 ppm de cobalto en promedio en comparación con .004 a .07 ppm para áreas deficientes. Cuando se sospecha una deficiencia de cobalto, la forma más sencilla de prevenirla consiste en proveer un suplemento de cobalto al bovino. Un nivel de 150 g de sulfato de cobalto por 100 Kg de sal, ofrecida libremente puede ser adecuada.

Mc Dowell (1975) reportó que de 2,615 forrajes analizados para minerales, solamente 5.4% presentaron valores de cobalto y el 43.1 tenían concentraciones de cobalto de - -



.10 ppm o menos. Con la excepción de fósforo y posiblemente cobre, el cobalto es la más severa limitación mineral del ganado en pastoreo en países tropicales. En Colombia, la suplementación con cobalto aumentó significativamente el consumo de forraje y la producción de leche (Esteves, 1960). Vargas (1964), en México, suplemento cobalto al ganado y obtuvo aumentos de pesos pero no fueron significativos estadísticamente.

**Cobre:** el cobre es un componente esencial de los glóbulos rojos y un mínimo de cobre debe estar disponible para la producción de glóbulos rojos, como para el mantenimiento de su integridad en la circulación. Una enorme variedad de problemas y disturbios en los animales han sido asociados con una deficiencia dietética de cobre. Dentro de ellos se incluyen anemia, reducción en el crecimiento, problemas óseos, despigmentación de pelos y lana, reducción en el rendimiento reproductivo.

La falta de cobre es la más severa limitación mineral para el ganado en pastoreo en Latinoamérica con excepción de fósforo y posiblemente cobalto (Mc Dowell, 1976). La deficiencia de cobre es inducida por una baja concentración de cobre en los forrajes. Nueve y cinco por ciento del total de los forrajes de Latinoamérica fueron analizados para cobre y molibdeno respectivamente. Los promedios de las concentraciones de cobre resultaron de marginales a deficientes en 46.6 por ciento de los forrajes y 13.6 por ciento de los 133 forrajes analizados tenían concentraciones mayores de 3 ppm de molibdeno. La mayoría de los reportes conciernen deficiencias de cobre condicionado que usualmente ocurren cuando el contenido de molibdeno en el forraje excede de 3 ppm y el nivel de cobre es menos de 5 ppm (Cunha, 1973).

Signos clínicos de toxicidad de molibdeno son similares a los que ocurren en una deficiencia de cobre, pues - - tanto la toxicidad de molibdeno como la deficiencia de cobre son corregidos generalmente con la suplementación de cobre. Los requisitos de cobre en el ganado no son conocidos, pero la adición de 1% de sulfato de cobre a la sal se recomienda en áreas deficientes (López, 1976).

Sodio y Cloro: el sodio y cloro funcionan en el mantenimiento de la presión osmótica, regulando el equilibrio -- ácido-base y controlando el metabolismo del agua en los tejidos del cuerpo. Estos ayudan a controlar el paso de los nutrientes en las células y también para la eliminación de los productos de desecho en la célula.

Los animales necesitan recibir un abastecimiento regular en las dietas porque la capacidad de almacenaje en el - cuerpo es limitada, cualquier exceso consumido es rápida -- mente excretado en la orina. La sal también es perdida en la transpiración.

Los consumos bajos de sodio en los alimentos naturales causan una intensa ansiedad por la sal, consumos de alimento reducidos, deprimen la velocidad de crecimiento, disminuyen la productividad de la leche, y en algunos casos producen la muerte de animales en lactancia. La deficiencia de cloro no es muy bien conocida que ocurra en animales en - - pastoreo (Underwood, 1966).

Animales en lactancia tienen los requerimientos más -- altos de sodio, 0.1 - 0.15% de la dieta seca. El ganado -- en crecimiento necesita 0.02 a 0.08% de sodio en la materia seca. En la mayoría de los casos, todo el ganado ya sea -- en pastoreo o en corrales de engorda requiere suplementa --



ción de sodio en la dieta. Aproximadamente el 60% de 146 forrajes que tenían valores de sodio en las Tablas de Composición de Alimentos de América Latina (Mc Dowell et al, 1975) contenían concentraciones promedio de .1% o menos.

Murphy y Flasto (1973), reportaron que el ganado Hereford resultó deficiente cuando pastoreaban forraje nativo en Australia. Al suplementar NaCl al libre albedrío se aumentaron las ganancias de peso de las vacas desde 0.14 a 0.35 Kg por día y el aumento de los terneros amamantando desde 0.62 para el grupo deficiente a 0.77 Kg/día para el grupo suplementado con sal.

La deficiencia de sodio es más probable que ocurra: -- 1) Durante la lactancia, debido a una excreción de Na en la leche; 2) En animales con crecimiento rápido; 3) Bajo condiciones tropicales o calientes semi-áridas, donde hay grandes pérdidas de agua y Na en el sudor y donde los pastos son bajos en contenido de sodio; y 4) En animales pastando en zonas que son fuertemente fertilizadas con K, lo que decrece los niveles de Na en los pastos (Loosli, 1978).

Yodo: el yodo es el único entre los elementos trazas requerido para formar el constituyente de la hormona tiroxina. La tiroxina regula la tasa metabólica en los animales, de esta manera, el yodo, a través de éste mecanismo tiene una fuerte influencia sobre el crecimiento y la producción del ganado.

Underwood (1971) señala que una deficiencia de las hormonas de la tiroides puede ser el resultado de una absoluta deficiencia dietética de yodo, una deficiencia de yodo condicionada por la presencia de goitrógenos o el resultado de un defecto metabólico en la síntesis de las hormonas de-

la tiroides. Se asume que en rumiantes las dos primeras -- causas originan la mayoría de los problemas relacionados -- con yodo.

La deficiencia de yodo se manifiesta como debilidad general, crecimiento retardado o animales con bocio nacidos muertos. El método más efectivo para prevenir el bocio es proveer yodo en la mezcla mineral. Es común aplicar 17 gr de yoduro de potasio por tonelada de sal. Los requisitos de yodo son de 0.05 a 0.06 ppm; el yoduro de potasio inestabilizado es menos efectivo bajo condiciones húmedas tropicales, debido a que el yodo en ésta forma es rápidamente volatilizado o lixiviado. El yodato de calcio o de potasio, y el yoduro de potasio estabilizado son formas mucho más estables del yodo (Mc Dowell, 1976).

#### 2.2.2. Deficiencias minerales raras en los pastos

Hay deficiencias raras que se encuentran en los pastos (potasio, magnesio, hierro, azufre, manganeso y zinc) cuya deficiencia existe sólo en áreas muy limitadas.

**Magnesio:** el magnesio toma parte, directa o indirectamente, en aproximadamente 80 reacciones enzimáticas conocidas, es particularmente esencial en el metabolismo de los azúcares (Ciclo de Krebs).

La condición que se ha observado en ganado que se conoce por tetania de los pastos y tal vez por otros nombres se ha relacionado al metabolismo anormal del magnesio. Los síntomas de la tetania de los pastos producido por deficiencia de magnesio son: anorexia, irritabilidad, convulsiones (tetania) y abundante saliva.

Una deficiencia de magnesio es muy rara debido a que -



la mayoría de los forrajes contienen dos veces (0.1 por ciento de magnesio en base seca) la concentración de magnesio exigido por los bovinos (0.06 por ciento de la ración total) (López, 1976).

Aún cuando esta deficiencia no es común en ganado en pastoreo, los requisitos de magnesio se suplen fácilmente con harina de hueso (0.64% de magnesio), suplemento que comúnmente proporcionan los ganaderos.

Manganeso, Zinc, Hierro, Potasio y Azufre: las concentraciones de manganeso, zinc, hierro, potasio y azufre disponible en los forrajes, generalmente son suficientes para suplir los requerimientos del ganado en pastoreo. Sin embargo, se han reportado niveles bajos en forrajes y deficiencias en ganado para algunos de éstos elementos en áreas específicas de América Latina (Mc Dowell, 1976).

De los 2 515 forrajes de América Latina que se analizaron para minerales, solamente 11.2, 6.8, 9.8 y 7.6% presentaron análisis de manganeso, zinc, hierro y potasio, respectivamente. Se encontraron marginales o deficientes de manganeso, zinc, hierro y potasio en 21.0, 74.6, 24.1 y 15.1% del total de los forrajes de América Latina analizados para éstos elementos, respectivamente.

### 2.2.3. Identificación de deficiencias minerales

La identificación de las deficiencias minerales es un procedimiento relativamente fácil en áreas donde tales deficiencias son agudas con síntomas clínicos identificables. Sin embargo, la mayoría de las deficiencias minerales, principalmente los de marginales a deficientes, no muestran signos específicos de solamente un determinado mineral.

Solamente las deficiencias severas de I, Mg y Cu se caracterizan usualmente por síntomas clínicos específicos. Por lo tanto, se hace necesario, a veces, hacer análisis químicos.

El procedimiento general es el hacer análisis químicos de los pastos y/o de los tejidos de los animales de las áreas problemáticas, seguido de pruebas de alimentación o de dosificación de los minerales, para probar la existencia de la deficiencia mineral de la que se sospecha.

#### 2.2.4. Corrección de las deficiencias minerales en los pastos.

Como los forrajes sólo en muy contadas ocasiones pueden satisfacer los requerimientos minerales, originadas éstas por las carencias de los suelos en los que los animales pastan, las deficiencias severas no tardan en presentar síntomas de carencias. No acontece lo mismo con las deficiencias parciales o ligeras que solo se manifiestan en la baja productividad del ganado. La corrección de las deficiencias puede hacerse con la fertilización de los pastos o por la administración directa de un suplemento mineral.

**Fertilización:** la fertilización de los pastos es una práctica capaz de incrementar los niveles de minerales en las plantas. Sin embargo, la fertilización tiene la desventaja que en los pastizales naturales de zonas áridas y semiáridas donde la precipitación es escasa y errática la fertilización no es muy redituable, porque en la mayoría de las ocasiones el agua que cae no es suficiente para que el fertilizante pueda ser aprovechado. Otra desventaja es que nuestra ganadería no está bien desarrollada para la aplicación de éste método en gran escala.

**Suplementación mineral:** el primer objetivo de la su-

plementación de los animales en pastoreo debe ser el obtener una ganancia máxima de los pastos con una inversión mínima en suplemento. Para lograr ésto es necesario determinar en qué nutriente el zacate es deficiente y cuál es la mejor forma de corregir esta deficiencia.

La administración directa de los minerales al ganado es una solución práctica, económica y a corto plazo para corregir esta deficiencia. Cunha (1971) indicó que la suplementación de sales minerales con elementos trazas de manera que los animales consuman voluntariamente, es un seguro de bajo costo contra las deficiencias.

Una mezcla mineral "completa" usualmente incluye sal, una fuente de fósforo y elementos trazas cuya deficiencia es conocida en bovinos (yodo, cobalto y cobre).

Entre 40 y 50 gramos por cabeza por día se usan comúnmente como un estimado del consumo de suplemento mineral (50% sal; 50% fósforo y microelementos).

Ríos (1974), midió el consumo de minerales en vaquillas, toros de un año, vacas gestantes y vacas sin preñar en condiciones de pastoreo. El consumo promedio fué de 27, 35, 36 y 44 gramos por animal por día, respectivamente. La harina de hueso es uno de los suplementos que más se utiliza. Rigs (1958) recomienda que el consumo diario de harina de hueso debe ser de 70 gramos.

La suplementación de bovinos en pastoreo durante el invierno en el norte de México que dió los mejores resultados en términos de aumento de peso total en animales adultos fué la harinolina de algodón fortificada con sal, harina de hueso y minerales traza (Fierro, 1977).



A continuación se mencionan algunos trabajos realizados con el uso de sales mineralizadas y sus efectos.

En Colombia, Salazar y Jaugh (1967) reportaron que los animales en el tratamiento control que no recibieron suplementación mineral tuvieron mejores ganancias diarias de peso que las vaquillas en pastoreo, suplementadas con sal. Sin embargo, las ganancias mayores se obtuvieron en los animales que recibieron una mezcla completa de minerales.

En las sábanas nativas de Colombia se obtuvieron muy buenas respuestas en crecimiento con la suplementación mineral, sin embargo, la mejora más dramática se obtuvo en la eficiencia reproductiva. El promedio de concepción en cuatro meses para los hatos que recibieron una mezcla mineral completa fué de 70%, y 24% en los hatos que no recibieron minerales (Anónimo, 1973).

El CIAT (1977) en su reporte anual resume los resultados de ensayos de cuatro años comparando sal sola y sal con minerales. La adición de minerales al suplemento redujo los abortos, incrementó el promedio de peso de las vacas, redujo la muerte pre-destete de crías, incrementó el porcentaje de pariciones y aumentó el peso de los becerros al destete.

En Perú, animales pastando forrajes nativos y suplementados con P tuvieron ganancias diarias de peso de 0.59 Kg vs. 0.27 Kg del grupo testigo (Zchavarría et al, 1977).

### 2.3. Características de un suplemento mineral

Un suplemento mineral aceptable para el ganado debe ser según Cunha (1973) como sigue:

- 1.- La mezcla final debe contener un mínimo de 6-8% de fósforo, en áreas donde los forrajes tienen concentraciones más bajas de .20%, los suplementos minerales preferidos son los del rango de 8-10% de P.
- 2.- La proporción calcio-fósforo no debe pasar substancialmente de 2:1
- 3.- Debe estar compuesta de sales minerales de alta calidad, las cuáles provean las formas biológicas disponibles de cada elemento mineral. Debe evitarse y/o incluirse el mínimo de sales minerales que contengan elementos tóxicos.
- 4.- Prover una proporción significativa de minerales traza (50% de los requerimientos en Co, Cu, I, Mn y Zn). En zonas de conocida deficiencia de minerales traza, debe proveer un 100% de minerales traza.
- 5.- Debe ser lo suficiente apetitosa para asegurar el consumo adecuado con relación a los requerimientos.
- 6.- Debe estar respaldado por un fabricante serio, con garantías de calidad en cuanto a exactitud del contenido en el suplemento.
- 7.- Debe ser de partículas con tamaño aceptable para permitir la correcta mezcla y evitar que las partículas demasiado pequeñas se caigan y no se mezclen adecuadamente.

#### 2.3.1. Evaluación de un suplemento mineral.

Una evaluación de la capacidad de cualquier suplemento para satisfacer los requerimientos minerales de una clase de animales presupone que aquellos sean conocidos. A fin de evaluar un suplemento mineral, por lo menos se debe tener --

cierta información de: Los requerimientos de elementos esenciales de la clase de animales en consideración; la disponibilidad biológica relativa de los elementos en los compuestos que serán utilizados para suplir el elemento, el consumo diario aproximado por cabeza de la mezcla mineral y materia seca total que puede esperarse por aquella clase de animales en consideración; y la concentración de elementos esenciales en la mezcla mineral.

A pesar que se desconocen las cifras de los requerimientos minerales de las diferentes clases de animales bajo diferentes condiciones, existe suficiente información obtenida a través de la investigación de la cual pueden obtenerse conclusiones generales acerca de los niveles dietéticos bajo los cuales el ganado usualmente prosperará (N.R.C., 1976).

Originalmente los requerimientos del animal fueron determinados usando compuestos que poseen una relativa alta disponibilidad. Si se usan compuestos con una menor disponibilidad en los suplementos minerales, será necesario agregar mayores cantidades de estas sustancias a fin de satisfacer los requerimientos del animal para aquel mineral en particular (Mc Dowell, 1976).

El consumo diario promedio de mezclas minerales por el ganado ofrecido libremente es sumamente variable, hay factores que afectan su consumo. Para la evaluación de una mezcla mineral cuyo consumo no es conocido, el investigador, frecuentemente comienza con un consumo de 50 gramos por día y ajusta esta cantidad de acuerdo a las condiciones locales.

Es prácticamente imposible conocer el consumo total diario de materia seca del ganado en pastoreo. La calidad-



de los pastos determinará en gran parte el consumo. A pesar que el 2% del peso corporal se considera como un estimado aproximado del consumo de materia seca del forraje, el ganado puede consumir mucho menos de la cantidad indicada - si es que el forraje es de pobre calidad o cuando la cantidad total del forraje es limitante.

### 2.3.2 Problemas de la suplementación mineral

Los problemas derivados de los programas de suplementación mineral en América Latina son: 1) Insuficiencia de análisis químicos y datos biológicos para poder determinar cuáles minerales son requeridos y en que cantidades, 2) Falta de datos relacionados con el consumo de minerales necesarios para poder formular los suplementos, 3) Información - inexacta y/o poco confiable del contenido de minerales en las etiquetas de los suplementos, 4) Suplementos que contienen cantidades inadecuadas o desbalanceadas de minerales, 5) Mezclas minerales estandarizadas, las cuales no ofrecen flexibilidad de acuerdo con las diversas regiones ecológicas, 6) Ganaderos que no suplementan a los animales siguiendo las instrucciones del fabricante y 7) Dificultades con el transporte, almacenamiento y costo de los suplementos minerales.

### 2.4. Contenido de sal en el agua

Becker (1965) menciona que el contenido de sal en el agua es importante para formular los suplementos minerales.

Con el contenido de sal en el agua, el ganado consume mucho menos de las mezclas minerales con alto contenido de sal. Si el contenido de sal en el agua es elevado, el nivel de sal en la mezcla mineral deberá ser disminuido. De lo contrario el ganado no consumirá suficiente de la mezcla para satisfacer sus requerimientos de fósforo y micromine-

rales.

La Academia Nacional de Ciencias (1974) recomienda el uso de agua hasta con 7 000 ppm de sales totales solubles - para ganado. Se indica que niveles tóxicos se esperan en - concentraciones de 10 000 ppm sin importar los tipos de sa- les que contenga.

#### 2.4.1. Ayuda de la sal como regulador del consumo de suple- mentos proteicos.

De acuerdo a las deficiencias de proteína cruda que -- existen en los pastizales de la zona árida y semi-árida de México y en relación a los requerimientos de las vacas en - lactancia, existe un déficit de proteína cruda de 307 y 400 gramos diarios por cabeza respectivamente coincidiendo di- - cha deficiencia con el período de latencia de los zacates.- En el caso de los becerros lactantes generalmente es reco- - mendable complementarlos con 150 a 200 gramos diarios de - proteína cruda para lograr aumentos de peso remunerativos.

El uso de mezclas de concentrados y sal se ha hecho - popular en agostaderos. Permiten dejar el suplemento a li- bre acceso, evitando que algunos animales que llegan prime- ro al pesebre coman más que otros. Riggs et al. (1953) in- vestigaron el consumo de mezclas con 20 a 35% de sal y el- resto de harinolina. Con un 25, 30 y 35% de sal en la mez- cla se consumía un 75, 50 y 25% de harinolina en la mez- - cla respectivamente. En épocas críticas una mezcla de 75- partes de harinolina 15 a 20 partes de sal y 5 a 10 partes de una mezcla mineral completa dió buenos resultados. En- esta mezcla, la sal regula el consumo de proteína y la mez- cla de minerales asegura que los animales obtengan sufi -- cientes fósforo, calcio y elementos menores (López, 1976).



## 2.5. Asociaciones con gramíneas

Los agostaderos deben ser lo suficientemente apropiados para cubrir las necesidades nutricionales del ganado. La dieta, del ganado en los agostaderos áridos esta compuesta por gramíneas, hierbas y un gran número de especies arbustivas importantes de esta zona. Es generalmente aceptado el punto de vista de que las hierbas y leguminosas son mas ricas en número de elementos minerales que los zacates.

El conocimiento de la composición botánica y el valor nutricional de la dieta, es básico en el manejo de los pastizales y el ganado, la dieta de los animales en pastoreo es compleja debido a la selectividad de los animales por ciertas especies, consumo de diferentes partes de una planta, contenido nutricional o bien por la heterogeneidad natural de la vegetación disponible en el pastizal.

Chávez (1979) estudio la composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en pastoreo, con el objetivo de detectar deficiencias nutricionales, con la finalidad de elaborar programas que permitan una utilización más eficiente del pastizal. Los resultados fueron que las gramíneas constituyeron la mayor parte de la dieta siendo un 78.3% para el período de julio, 76.6% agosto-septiembre, 52.9% septiembre-octubre y un 72.4% para el período de diciembre, lo cual señala que el consumo de gramíneas decreció a medida que avanzaba la madurez, incrementandose a su vez los consumos de herbáceas y arbustivas. El valor nutricional de proteína, energía, fósforo y carotenos fueron mayores durante el período de julio y los mínimos en el período de diciembre. Sin embargo durante el período septiembre octubre, los valores de proteína, fósforo y caroteno fueron similares a los obtenidos durante el mes de julio. El incremento de estos nutrientes obedece a que durante este - -



período las herbáceas constituyeron un 42.7% de la dieta. - Rosiere et al. (1975), en un pastizal semidesértico en el sur de Nuevo México, encontraron resultados similares donde el porcentaje de herbáceas en la dieta fué mayor en el otoño que en la primavera.

### 2.5.1. Asociaciones de gramíneas y leguminosas

Es bien conocido en el mundo la baja productividad y calidad de los pastizales naturales. Como consecuencia de esto, la fertilización a los pastos, la adición de suplementos a la dieta animal y la búsqueda de nuevas especies entre otros han sido usados como vías para tratar de resolver estas deficiencias. Una alternativa se ha basado en la búsqueda de nuevas especies que sean de mayor rendimiento, calidad nutritiva, longitud del período de crecimiento y soporten mayor capacidad de carga aumentando la producción animal.

Muchos países han desarrollado programas de investigación para estudiar el uso de las leguminosas como un componente del pasto y el empleo de asociaciones de gramíneas y leguminosas. Los efectos beneficiosos que pueden ser esperados al introducir leguminosas en un pastizal pueden ser aumentos en los rendimientos de materia seca y nitrógeno; mejor consumo y digestibilidad; aumentos en el nitrógeno del suelo y mejor comportamiento animal. Sin embargo, todos estos beneficios son obtenidos solamente cuando existe un balance apropiado entre las gramíneas y leguminosas. El pastoreo puede afectar este balance de acuerdo con el tipo de manejo y las especies que se trate. La competencia entre especies de diferente estructura, ritmos de crecimiento, característica fisiológica y genética juega un papel fundamental en el mantenimiento de este balance. Es importan

tes hacer estudios detallados de introducción, mejoramiento y nutrición vegetal en unión a pruebas de pastoreo para una mejor explotación de las leguminosas.

En países en vías de desarrollo son necesarios experimentos que estudien el manejo más adecuado de forma que las especies asociadas sean complementarias y no competitivas.- Así, Myers (1966) ha desarrollado un método para integrar 2 o más tipos de pastos con ritmo de crecimiento complementarios. Una concepción similar ha sido aplicada en algunas regiones de Australia donde se producen simultáneamente pastos naturales, asociaciones de gramíneas y leguminosas pudiendo representar una forma de atenuar la falta de nutrientes en los pastos durante períodos críticos del año.

#### 2.5. Los minerales en el manejo de pastizales

Una de las principales causas del sobre pastoreo es debido a la mala distribución del ganado dentro del pastizal. Esta mala distribución del ganado puede deberse a una tendencia natural del ganado por congregarse en áreas accesibles o cercanas a ciertas facilidades, pero, también a una mala ubicación de los aguajes y saladeros que ocasionan que haya una acumulación del ganado alrededor de estas, trayendo como consecuencia, que ciertas áreas del terreno queden sin utilizar.

Una buena distribución de aguajes y saladeros mejora la cobertura del terreno por el ganado y por lo tanto se hace una mejor utilización del agostadero. El poner la sal sola ó con minerales donde se desee el uso más intenso del pastoreo es uno de los métodos más fáciles y económicos, si este se emplea para mejorar la distribución del ganado. - - Ares (1936) observó que el colocar la sal lejos del agua reducía el tiempo que el ganado permanecía cerca del agua, -

aumentando el área del pastizal que recibía uso adecuado y disminuía los porcentajes de uso intensivo y ligero en el pastizal.

Tal parece que la cantidad consumida de la mezcla (sal-alimento) está influenciado por la distancia del suplemento al aguaje. Martin y Jard (1972) en un estudio llevado a cabo en Tucson, Arizona, determinaron que cuando la mezcla fue consumida junto al agua, el ganado consumió alrededor de .908 Kg/día por animal. Por el contrario cuando la mezcla se localizó a 1 600 mts. ó más, el promedio de consumo de todo el ganado en el pastizal fue menos de .227 Kg/día.

Elsen (1970), menciona que los bloques, como la sal, -- pueden distribuirse en un potrero para obtener una mejor distribución del pastoreo. El ganado tiende a pastorear en las áreas cercanas a donde se colocan los bloques.

La suplementación oportuna al ganado a base de minerales es otra forma de ayudar a un buen manejo de los recursos forrajeros naturales. Los suplementos de minerales pueden incrementar el consumo voluntario de forrajes de baja calidad, si la falta de dicho nutriente es el primer factor limitante. Frecuentemente cuando el forraje está en rápido crecimiento se observará un menor consumo mineral que durante aquellos períodos del año cuando el crecimiento de la planta es lento o se detiene. El ganado en pasturas de baja calidad o sobrepastoreadas consume más cantidad de la mezcla mineral. Los más notorios ejemplos de sobrepastoreo están asociados con una fuerte suplementación. Por eso es importante llevar una política conservadora de suplementación -- que contribuya al uso apropiado del agostadero (Knox, 1967).

El manejo del forraje y el rendimiento influyen en la --



composición mineral de la planta. La presión de pastoreo - del ganado influye también en las especies de forraje que predominan y cambia la relación de hoja-tallo radicalmente, produciendo por lo tanto un efecto directo en el contenido mineral de la cubierta vegetal. Un incremento en el rendimiento de la cosecha remueve minerales del suelo a una velocidad mayor, de manera que las deficiencias de minerales se encuentran frecuentemente en las explotaciones ganaderas -- mas progresistas (Schuttle, 1946). El sobre uso de nitrógeno y potasio como fertilizantes incrementa la incidencia de la tetania de los pastos (Kemp et al; 1961) y el potasio reduce dramáticamente el contenido de sodio del forraje - - (Underwood, 1966).

## 2.7 Factores afectando el contenido mineral de los forrajes.

Las plantas proveen los principales nutrientes minerales a los ruminantes en pastoreo. Las concentraciones de minerales en las plantas dependen de al menos cuatro factores básicos inter-relacionados. Estos son la diferencia genética dada por el género, especie o variedad de la planta; el tipo de suelo en el cual la planta ha crecido; el clima o condición estacional durante su crecimiento y el estado de madurez de la planta.

Las diferencias más consistentes y mejor conocidas en el contenido mineral de las plantas son las existentes entre las leguminosas y las gramíneas; así las leguminosas - suelen ser de tres o cuatro veces más ricas en calcio que las gramíneas en todas sus etapas de crecimiento y bajo condiciones ambientales similares (Underwood, 1968).

El suelo es la fuente de todos los elementos minerales encontrados en las plantas. El contenido de un elemento - en el suelo parecería ser el más importante. Sin embargo,-

factores tales como el pH del suelo, textura, contenido de humedad y materia orgánica son a menudo más limitantes que el contenido del suelo. A medida que el pH se incrementa, la disponibilidad y la captación de fierro, manganeso, zinc, cobre y cobalto disminuye, mientras que las concentraciones de molibdeno y selenio se incrementa (Williams, 1963).

Los cambios estacionales en la composición de los forrajes afectan las necesidades nutricionales del ganado en el agostadero. Los brotes tiernos de las plantas tienen un contenido muy alto en agua, su materia seca es baja en fibra y alta en todos los nutrientes digestivos. Sin embargo, estos brotes son normalmente tan ralos y acuosos que el ganado difícilmente puede obtener suficiente alimento para una producción alta. No obstante, son un excelente suplemento si son consumidos en conjunto con los zacates viejos por su alto contenido en proteínas, minerales y carotenos. Con las lluvias y el calor los zacates pasan más rápidamente a su etapa media de crecimiento, que es cuando su composición podría compararse con un buen heno de alfalfa.

Conforme los zacates alcanzan su madurez aumenta su contenido de materia seca, fibra y otros carbohidratos pero disminuye su proteína, minerales y vitaminas. Algunos zacates fibrosos se vuelven leñosos y poco apetecibles para el ganado. Estos deberán ser pastoreados cuando se encuentren tiernos. Al alcanzar su estadio completo de madurez los zacates se vuelven fibrosos y secos, con menos nutrientes digeribles. Posteriormente a la madurez, los zacates principian a secarse variando este secamiento según el zacate, el clima y el largo de la estación seca (Knox, 1967).

2.7.1. Factores que afectan el consumo de mezclas minerales (Cunha, 1979).

- 1.- Usualmente cuanto más alta es la fertilidad del suelo, - el consumo de minerales por el ganado es más bajo.
- 2.- Algunos forrajes ocasionan un incremento en el consumo - de minerales mientras que otros los disminuyen. El ga - nado en praderas nativas consume más suplemento mineral que aquellos en pasturas mejoradas.
- 3.- La clase y el nivel de alimentación suplementaria in - fluirá el consumo mineral.
- 4.- La tasa de crecimiento, el porcentaje de terneros los - grados y la producción de leche influyen las necesida - des minerales. Los requerimientos agregados por la - gestación y la lactación, incrementan las necesidades - minerales.
- 5.- La palatabilidad de la mezcla mineral afecta el consu - mo.
- 6.- Las cantidades de minerales presentes en el agua de be - bida influyen el consumo de minerales.
- 7.- Los saladores que protegen a los minerales de las llu - vias ayudan a incrementar el consumo de los mismos. No se debe permitir que los minerales se compacten en la - caja, ya que esto disminuye el consumo.
- 8.- Existe un menor consumo de minerales si es que el gana - do tiene que desplazarse grandes distancias para llegar a la caja que contiene los minerales.
- 9.- El crecimiento de hongos en las mezclas minerales dismi - nuirá su consumo. Usense mezclas minerales que no se - deterioren con la humedad, clima húmedo a que puedan -- ser arrastradas por el viento.

Considerando los múltiples factores que intervienen en el consumo de minerales, es difícil estimar su consumo en un rancho particular. El criterio final nos lo da el animal mismo por su comportamiento, crecimiento, reproducción y producción de leche. Si estamos obteniendo buena producti-

vidad eso nos indica que estamos suplementando adecuadamente nuestro ganado, pero si nuestro plan de suplementación mineral es bueno y la productividad es mala hay que pensar en revisar los demás aspectos de la explotación (López, - 1976).



## 7. CONCLUSIONES

- 1.- El ganado en pastoreo depende exclusivamente de los pastos que consume. Si los pastos son deficientes en minerales, los animales no desarrollan en forma adecuada. Las causas de deficiencias en los pastos depende de la calidad del suelo, el clima o condición estacional y el estado de madurez de la planta.
- 2.- Las deficiencias más comunes en los pastos son la de sodio y fósforo habiendo áreas con deficiencias combinadas de yodo, cobre y cobalto. Existen algunos minerales que por lo general no son deficientes en los pastos, estos son el hierro, magnesio, manganeso, potasio y zinc.
- 3.- La práctica común para proveer los minerales necesarios o asegurarse contra posibles deficiencias en ganado en pastoreo, es la suplementación mineral.

Se recomienda hacer estudios mas específicos. La investigación debe conducirse para definir necesidades específicas en varias localidades que sirvan de base para la toma de decisiones en el manejo.

#### 4. RESUMEN.

Dentro de la nutrición animal existen varios factores - que determinan la producción. Uno de estos factores que - - presenta importancia en la alimentación del ganado son los - minerales ya que las deficiencias, se traducen en pérdidas - de productividad del ganado.

El ganado en pastoreo depende de los pastos que consume y por lo tanto de su valor nutritivo, el valor nutricional - de estos, está determinado por varios factores como son el - género, naturaleza del suelo en que crece la planta, condi-- ciones climáticas, etapa de maduración del pasto y especies- asociadas. Un consumo bajo o un desbalance de los elementos minerales en el forraje afectan en general la salud del ani- mal. Las deficiencias más comunes en los pastos son la de - sodio, cloro y fósforo, habiendo áreas donde existen a la - vez deficiencias solas y combinadas con otras deficiencias - de yodo, cloro y cobalto. Existen algunos minerales que por lo general no son deficientes en los pastos, estos son el - hierro, magnesio, manganeso, potasio y zinc.

El ganadero puede tomar medidas para cubrir estas defi- ciencias en los pastos como son la fertilización y la suple- mentación mineral. La suplementación mineral es mas prácti- ca, económica y a corto plazo y cubre las deficiencias que - puede haber en los pastos. Los puntos básicos para lograr - una suplementación correcta del ganado radican en el conoci- miento de la composición de los forrajes disponibles en los- agostaderos y los requerimientos nutricionales del mismo ga- nado.

Un suplemento mineral completo debe estar disponible, - para el ganado. Una mezcla mineral completa usualmente in--

cluye sal, una fuente de fósforo y elementos traza cuya deficiencia es conocida en bovinos.

El consumo final de minerales por el ganado en pastoreo esta sujeto a varios factores y la probabilidad de deficiencias en los pastos es variable, el criterio final nos lo da el animal con su productividad.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- ANONIMO. 1973. Annual report. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia.
- ANONIMO. 1977. Annual report. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia.
- ARES, F.C. 1936. How the use of salt obtains better forage utilization on a cattle range. Cattleman 22(12): 1-3
- BECKER, R.S. 1965. Mineral malnutrition in cattle. Florida Agricultural Experiment Station Technical Bulletin - Gainesville, Florida.
- BEESON, J.M. 1975. Literature review on calcium in beef and dairy nutrition. National Feed Ingredients Association. Des Moines, Iowa.
- CHURCH, D.C. 1971. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Nutrition D.C. Church. Corvallis, Oregon.
- CUNHA, T.J. 1973. Recent developments in mineral nutrition. Feedstuffs 45(20):27
- CUNHA, T.J. 1971. The advisability of using trace mineralized salt. Feedstuffs 43(20):37
- ECHAVARRIA, M. 1977. ALPA proceedings. Habana, Cuba - pp. 53.
- ESTEVEZ, J.A. 1960. Influencia de la adición de fósforo y del cobalto a raciones comunes. Acta Agronómica 12:169



- FEBLES, G. 1973. Efecto del pastoreo y el corte en la composición botánica y los rendimientos de asociaciones de gramíneas y leguminosas. Revista Cubana Ciencias - Agrícolas 7:125.
- FIGERO, L.C. 1977. Suplementación de bovinos en pastoreo. Boletín de información Rancho Experimental La Campana. Chih, Méx.
- KRECK, H.J. 1967. La suplementación del ganado en los agostaderos. Trad. del inglés por Nayar Salván. Depto. de Servicios Técnicos. Envases Especializados de la Laguna, Coahuila, Méx.
- LOOSLI, J.K. 1978. Mineral problems as related to tropical climates. Proceeding Latin American Symposium on Mineral Nutrition. University of Florida, Gainesville.
- LOPEZ, D.U. 1976. Suplementación mineral al ganado en pastoreo. Investigación sobre Ganadería. Fac. Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- MARTIN, S.C. Y D.E., WARD, 1972. Ayuda de la sal y del alimento con sal en la distribución del uso de forraje por el ganado en un pastizal semidesértico. Selecc. - del Journal Range of Management 2(2): 45-48
- MC QUELL, L.R. 1974. Latin American tables of food composition. University of Florida, Gainesville. pp. 552.
- MC QUELL, L.R. 1975. Nutritional composition of Latin - American Forages. Journal Animal Science 2:273.
- MC QUELL, L.R. 1976. Mineral deficiencies and toxicities - and their effect on beef production in developing - -

countries. Beef Cattle Production in Developing - -  
Countries. University of Edinburgh, Scotland.

MURPHY, G.M. y A.M. FLASTO, 1973. Liveweight response - -  
following sodium chloride supplementation of beef - -  
cows and their calves grazing native pasture. Austra-  
lian Journal Experimental Agriculture Husbandry - -  
13:369

MYERS, L. 1967. Los minerales. Australian Journal of - -  
Agricultural Research 18:205.

NEGUEIDA, C.R. 1976. Deficiencia y toxicidad de minerales-  
de bovinos. Tesis. I.T.E.S.M. Monterrey, México.

OLSEN, R.H. 1970. La suplementación con bloques en el Ma-  
nejo de Pastizales. Boletín de información Rancho --  
Experimental La Campana. Chih, Méx.

PERIS, P.G. 1975. Principios de nutrición animal y progra-  
mas de suplementación al ganado bovino en pastoreo.-  
Seminario Técnico C.I.A.M.E. 1(8): 1-22

PIEPER, R., C.M. COOK y L.E. HARRIS 1959. Effect of inten-  
sity of grazing upon nutritive content. Journal Ani-  
mal Science 18:1031-1037

RIGGS, J.K. 1953. The effect of self feeding salt-cottono-  
ced meal mixture to beef cows. Journal Animal Scien-  
ce 12:379-393.

RIGGS, J.K. 1958. Fifty years of progress in beef cattle-  
nutrition. Journal of Animal Science 17(4): 981-1006

- RICE, J.E. 1974. Una nota sobre el consumo de sales minerales en bovinos de carne en pastoreo. *Agronomía tropical*. 24:27.
- ROBIERE, R.E. y R.F. DICK, 1975. Dietas de ganado en pastizales semidesérticos. *Selecciones del Journal Range Management* 4(3): 314-319.
- SALAZAR, J.D. y R.K. WAUGH 1967. Efecto de la sal y suplementos minerales en el desarrollo de novillos. *Revista del Instituto Colombiano Agropecuario* 2:41
- UNDERWOOD, E.J. 1966. *The mineral nutrition of livestock* - Central Press, Aberdeen, London.
- UNDERWOOD, E.J. 1971. *Trace elements in human and animal nutrition*. Academic Press, New York.
- VARCAS, E. 1964. Cobalto para ganado de carne de engorda. - PANAGRA, México 2:26.

J.M.A.U. sinopsis  
BIBLIOTECA Agronomía U.V.M.F.



