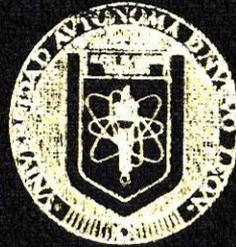


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



SUPLEMENTACION MINERAL
EN LA GANADERIA

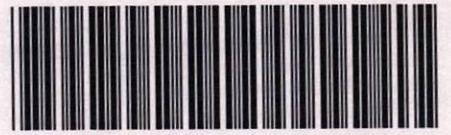
1. ASPECTOS GENERALES

CASO PRACTICO

EMILIO VELAZQUEZ REYES

1980

T
SF95
V4
C.1



1080063140

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



SUPLEMENTACION MINERAL

EN LA GANADERIA

1. ASPECTOS GENERALES

CASO PRACTICO

(OPCION V)

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

POR

EMILIO VELAZQUEZ REYES

MARIN, N.L.

SEPTIEMBRE DE 1980

T
SF95
V4

040.636
FA 28
1980



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. 1011



UANL
FONDO
TRANS LICENCIATURA

A MIS PADRES

Sr. Emilio Velázquez Sanvicente

Sra. Concepción Reyes de Velázquez

A MI HERMANA

Srita. Rosa Elena Velázquez Reyes

Quienes con su apoyo y sacrificio
han logrado que triunfe en una de
las etapas más importantes de mi-
vida.

A MI ASESOR:

DR. JAVIER COLIN NEGRETE

Con sumo agradecimiento por sus-
atenciones y ayuda prestada para
la realización de este trabajo.

A mis maestros, compañeros,
amigos que en una forma u -
otra me han ayudado y que -
siempre recordaré.

I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
FUNCIONES GENERALES.....	5
FACTORES QUE AFECTAN LA ABSORCION DE LOS <u>MINE</u> RALES.....	5
MACROMINERALES.....	6
CALCIO.....	7
FOSFORO.....	12
SODIO.....	16
CLORO.....	19
MAGNESIO.....	21
POTASIO.....	25
AZUFRE.....	28
MICROMINERALES.....	30
HIERRO.....	31
COBRE.....	34
COBALTO.....	37
MANGANESO.....	39
ZINC.....	43
FLUOR.....	45

	PAGINA
YODO.....	47
SELENIO.....	50
MOLIBDENO.....	52
LOS MINERALES EN EL MERCADO.....	55
ENCUESTA.....	66
DISCUSION.....	67
CONCLUSIONES.....	70
BIBLIOGRAFIA.....	74

INDICE DE TABLAS

<u>TABLA No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Contenido Medio de Minerales en el <u>Or</u> ganismo animal.....	4
2	Necesidades de calcio y fósforo de - los animales domésticos.....	10
3	Disponibilidad Biológica de varias - fuentes de calcio en terneros Jovenes y Adultos.....	11
4	Recomendaciones de fósforo según NRC.	15
5	Requerimientos diarios de Sodio.....	19
6	Requerimientos diarios de Magnesio...	24
7	Requerimientos diarios de Potasio....	27
8	Requerimientos diarios de Azufre.....	30
9	Requerimientos diarios de Hierro.....	34
10	Requerimientos diarios de Cobre.....	37
11	Requerimientos diarios de Manganeso..	42

TABLA No.

PAGINA

12	Recomendaciones de los Niveles de <u>Yo-</u> do en la dieta de los Rumiantes.....	49
13	Niveles Recomendados de Selenio en la Dieta.....	52
14	Porcentaje de Elemento Mineral en Com puestos comunmente usados en Suplemen tos Minerales.....	57-62
15	Mezclas Minerales vendidas en Monte - rrey y la cantidad aproximada que su plen en la dieta.....	64-65

I N T R O D U C C I O N

El organismo animal requiere un aporte constante de sustancias inorgánicas (Minerales), para poder atender - al mantenimiento de su metabolismo, de su crecimiento, - reproducción y lactancia. Estas sustancias se encuentran en diversos tipos de suelos, forrajes y alimentos, pero en forma directamente absorbible solo se hallan en pequeña proporción.

Para lograr un alto rendimiento en los diferentes - tipos de alimentación, es importante el consumo diario - de minerales esenciales como calcio, fósforo, sodio, cloro y otros, en cantidades apropiadas para evitar defi - ciencias en su organismo, que pueden resultar en enferme - dades innecesarias y aún la muerte.

Para cubrir las deficiencias de minerales en el ganado, es necesario la compra en el mercado de mezclas minerales, que se pueden obtener en forma granulada, en -- polvo o en bloques, conteniendo los minerales más impor - tantes y en proporción justa a los requerimientos de los animales. El costo de las mezclas es bajo en relación -- con la ración total que se administra a los animales, re

presentando aproximadamente el dos por ciento y sus beneficios potenciales son mayores.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fué investigar los minerales esenciales, que los animales requieren con respecto a su distribución en los tejidos, - funciones específicas, metabolismo, síntomas de deficiencia, fuentes y sus requerimientos en las diferentes especies de animales domésticos de importancia zootécnica. - Además conocer su disponibilidad en el mercado y que -- aportación tienen de cada elemento mineral.

REVISION DE LITERATURA

Los minerales (cenizas) constituyen aproximadamente el 5% del peso del cuerpo animal. Los elementos minerales pueden clasificarse en Macroelementos y Microelementos de acuerdo con las necesidades cuantitativas de cada uno. Las cantidades muy pequeñas pueden expresarse en partes por millón p.p.m o en miligramos por kilogramo de alimento, mientras que las necesidades de macroelementos se expresan en tanto por ciento % de la ración (8).

TABLA 1.- Contenido Medio de Minerales en el Organismo - animal (38).

	Contenido		Contenido
Macrominerales	(en %)	Microminerales	(en p.p.m)
Calcio	1.6	Hierro	20-80
Fósforo	1.0	Zinc	10-50
Potasio	0.2	Cobre	1-5
Sodio	0.16	Molibdeno	1-4
Azufre	0.15	Selenio	1-3
Cloro	0.11	Manganeso	0.2-0.5
Magnesio	0.04	Yodo	0.3-0.6
		Cobalto	0.02-0.1

FUNCIONES GENERALES

Los elementos esenciales sirven al organismo de muchos modos, como componentes de los huesos y dientes, dan rigidez y fortaleza al esqueleto. Entran en proteínas y lípidos que componen los músculos, órganos, células sanguíneas, tejidos blandos del organismo y en los sistemas enzimáticos. Además sirven para diversas funciones como sales disueltas en la sangre y demás líquidos del organismo, ahí tienen a su cargo el mantenimiento de las relaciones de osmosis y del equilibrio ácido-básico e influyen en la excitabilidad de músculos y nervios. Muchas de sus funciones vitales se deben a una interrelación de tipo iónico que se manifiesta en acción y solución equilibrada (41).

FACTORES QUE AFECTAN LA ABSORCION DE LOS MINERALES

Hafez (35) señala que la absorción de los minerales depende de muchos factores, incluyendo la cantidad digerida del alimento, edad del animal y PH del contenido intestinal. Los casos agudos de enfermedades por carencias de minerales son raros y la pérdida por muerte son esporádicas. Estas carencias pueden estar originadas por:

- a) Una cantidad subóptima de un determinado elemento.
- b) Desequilibrio de otro mineral o nutriente que reduce la absorción.
- c) Cualquier alteración que incremente la tasa de eliminación del elemento en el intestino.
- d) Un antagonismo metabólico que determine una necesidad superior del elemento en el animal.

A continuación se revisarán cada uno de los minerales más importantes en la ganadería en base a su distribución en los tejidos, funciones específicas, absorción, excreción, deficiencias, requerimientos y fuentes.

MACROMINERALES

Los macrominerales son elementos principales cuya necesidad para el cuerpo animal es importante, debido a que forman parte del material estructural de los huesos, dientes, tejidos, y además muchos procesos vitales. Los macrominerales son: Calcio, Fósforo, Sodio, Cloro, Magnesio, Potasio y Azufre (15,16,39).

CALCIO

DISTRIBUCION EN LOS TEJIDOS.- El calcio es el elemento mineral más abundante en el organismo animal, el calcio constituye el 2% del peso total del cuerpo de un animal. Del aporte orgánico total del calcio se afirma que el 99% es contenido en la estructura esquelética, estando el otro 1% distribuido en la sangre y en los tejidos (2,16,50).

La relación calcio y fósforo que debe ofrecerse a ser posible en la alimentación es en proporción de 1:1 a 2:1 (15,23,34).

FUNCIONES ESPECIFICAS.- Es importante para el crecimiento y mantenimiento de los huesos y de los dientes. Es también importante en la coagulación de la sangre y en la lactación, capacita el funcionamiento del corazón, nervios y músculos, afecta a la eficiencia del fósforo y del zinc (7).

Gaztambide (34) informa que el calcio influye sobre la permeabilidad de los nervios y músculos, así como sobre la irritabilidad de las membranas biológicas y coagulación de la sangre. Pero la función más importante cuando

titativamente es que participa en la formación de la ma-
triz (5).

ABSORCION.- Se lleva a cabo principalmente en la región-
proximal del intestino delgado. La absorción del calcio-
se ve favorecida por una situación de acidez, cantidad a
propia de vitamina D y niveles bajos de filfato, oxalaa
to, grasa y fosfato (35).

EXCRECION.- La excreción se realiza principalmente por -
las heces orina y sudor, donde la producción total de --
las heces incluye una absorción de calcio en forma endó-
gena. La porción mayor del calcio endógeno proviene de -
la secreción de la mucosa intestinal, en donde es proba-
ble que una porción sea reabsorbida, por eso el calcio -
endógeno representa cerca del 20-30% del calcio total de
las heces (24).

DEFICIENCIAS.- Los síntomas clínicos del calcio son ca -
racterizados por Raquitismo y Osteomalacia. Las deficiena
cias de calcio ocurren más frecuentemente en ganado en -
corrales que recibe raciones a base de granos con altos-
niveles de energía: ésta deficiencia se manifiesta en el

deŕcenso de los aumentos de peso, digestibilidad pobre -
de los nutrientes, bajos niveles de calcio en la sangre,
huesos quebradizos y en algunos casos tetania (47).

TABLA 2.- Necesidades de calcio y fósforo de los animales domésticos (38).

	(gramos por día)	
	Calcio	Fósforo
Ternera	10-18	6-12
Vacuno joven	20-40	10-30
Vacuno de engorde adulto	20-25	15-20
Vaca lechera:		
Período seco, o bien		
producción diaria de leche de 10kg.	50-60	30-40
de 15kg.	60-70	40-50
de 20kg.	70-80	50-65
de 30kg.	100-110	70-85
Cerdo:		
Cerda gestante	15-18	12-15
Cerda lactante	25-30	20-25
Cerdos en crecimiento:		
Peso vivo en kilos: 20kg.	8-9	6
40kg.	10-12	8
60kg.	12-15	10
80kg.	13-16	11
100kg.	15-18	12
Aves: Porcentaje del pienso total		
Polluelos y gallinas jóvenes	1'0	0'6
Ponedoras y reproductoras	2'5-2'9	0'7

FUENTES.- Las principales fuentes de calcio son, la le -
che, forrajes especialmente leguminosas, harina de hue -
so, harina de carne, harina de pescado, caliza molida, -
 fosfato dicálcico, carbonato de calcio y fosfato defluo-
 rado (7,23,45).

TABLA 3.- Disponibilidad Biológica de varias fuentes de-
 calcio en terneros Jovenes y Adultos (51).

Fuente de Calcio	<u>Digestibilidad</u> <u>Verdadera</u>		<u>Digestibilidad</u> <u>Biológica</u>	
	Adulto %	Joven %	Adulto %	Joven %
Carbonato de Calcio C.P.	40	51	100	100
Harina de Hueso	55	68	138	133
Cloruro de Calcio C.P.	53	60	132	120
Fosfato Dicálcico C.P.	50	64	125	126
Fosfato Monocálcico	56	61	140	120
Fosfato Dicálcico (A)	49	58	122	114
Fosfato Dicálcico (B)	38	56	95	110
Fosfato Dicálcico (C)	56	60	140	120
Fosfato Dicálcico (D)	51	60	127	120
Fosfato Dicálcico (E)	55	58	138	114
Fosfato Defluorado	40	55	100	108
Piedra Caliza	37	45	93	88
Heno de Alfalfa	31	41	78	80
Heno de Lespedeza	36	50	90	98
Heno de Capín Orchard	39	51	98	100

FOSFORO

Distribución en los tejidos.- El 80% aproximadamente de fósforo se encuentra en el tejido óseo y representa el 16.5% de las cenizas de hueso o aproximadamente el 4.5% del tejido óseo fresco en las distintas especies. El 20% restante se encuentra en los tejidos blandos (35).

Funciones específicas.- El fósforo tiene funciones múltiples pues interviene en la fosforilación de todas las fuentes de energía en el cuerpo. Además forma parte integral de muchas de las proteínas y es de especial importancia su papel en el ácido Ribonucléico de los elementos en la herencia (5).

Thompson (47) señala como principales funciones del fósforo las siguientes:

- 1.- Formación y mantenimiento de la rigidez del esqueleto.
- 2.- Constituyente esencial de tejidos blandos.
- 3.- Absorción y metabolismo de energía.
- 4.- Trasmisión genética.
- 5.- Balance ácido-básico.

Absorción.- La absorción del fósforo se lleva a cabo -

principalmente en la porción distal del duodeno, se ve favorecida por los medios ácidos y por concentraciones de varios elementos. La absorción depende de varios factores dietéticos, incluida la forma en que es ingerido, el PH de los fluídos intestinales, el cociente de calcio: fósforo y la cantidad de vitamina D presente (35).

Excreción.- La mayor parte de la excreción del fósforo se produce a través de los riñones, y la excreción renal parece ser el principal regulador de la concentración de fósforo en la sangre. Cuando es baja la absorción intestinal, el contenido de fósforo en la orina desciende a un nivel bajo, ya que la reabsorción en los tubulos renales se aproxima al 99% (25).

Deficiencias.- Cuando no hay aporte suficiente de fósforo, la carencia se compensa reabsorbiendo el fósforo de los huesos, con lo que estos se reblandecen y se tornan más flácidos o se deforman, como sucede en el raquitismo y en la osteofibrosis (29).

La falta de fósforo puede hacerse patente en la pérdida de apetito, en la cojera y en problemas tales como-

la fiebre de la leche y la placenta retenida; así como -
problemas de la reproducción (8).

Tillman et al (46), señalan que las deficiencias me-
nos drásticas están caracterizadas por una apariencia --
deslucida, pelo escaso y seco. Puede interferir con la -
utilización de los depósitos hepáticos de vitamina A.

Las deficiencias de fósforo son las más extendidas-
y más importantes de todos los trastornos de la nutri --
ción mineral que aparecen en los animales domésticos ali-
mentados con pastos (47,51).

TABLA 4.- Recomendaciones de fósforo según NRC (5).

	% de la dieta o grs. por día
Ganado vacuno de Leche	
Ternero a los 25 kgs.	0.38%
Vaca adulta a los 300 kgs.	0.19%
Vacas mantenimiento	0.19-0.21%
Vacas reproducción + mantenimiento	0.20-0.23%
Vacas produciendo	
35 kgs. o más de leche/día.	2 grs.
20-34 kgs. de leche	1.8 grs.
menos de 20 kgs. de leche	1.6 grs.
Toros adultos	0.14-0.16%
Ganado Vacuno de Carne	
Terneros en engorda a los 180 kgs.	0.28%
a los 450 kgs.	0.20%
Novillas en crecimiento	0.21-0.15%
Vacas Adultas	0.15%
Toros	0.21-0.15%
Ovinos	
Cordero de engorda	0.4%
Ovejas preñadas	0.21-0.16%
Ovejas al principio de la Lactación	0.22-0.20%
Ovejas al final de la Lactación	0.22-0.20%

Fuentes.- Cuando se emplea algún alimento proveedor de fósforo en la alimentación, conviene asegurarse de que no contenga flúor en proporciones que lo haga peligroso (5).

El fósforo se encuentra en abundancia en el trigo y sus subproductos, harina de semillas de lino y algodón, tortas de semillas de oleaginosas en general, y también en la mayoría de los granos de cereales en proporción algo menor. Las raíces, tuberculos, pulpa de remolacha y melazas, contienen cantidades muy bajas de este mineral (29).

Ammerman y Valdivia citados por Siller (46), señalan que las principales fuentes de suplementación de fósforo son el fosfato defluorado, fosfato dicálcico, harina de huesos, roca fosforica y fosfato blando.

SODIO

Distribución en los tejidos.- El sodio representa el 0.2% del peso total del organismo (35,41). Forma parte de la contextura mineral del hueso, donde se encuentra presente en concentraciones de 4.0 grs. de sodio/kg. de-

hueso, en segundo lugar el sodio es un ion extracelular - y las concentraciones en los tejidos blandos son bajas. - El músculo contiene unos 750 mg. de sodio/kg. y el tejido nervioso aproximadamente la misma cantidad; el contenido en sodio de los fluidos corporales es de unos 3.5grs./kg. y el tejido graso contiene cantidades despreciables de so dio (3).

Funciones específicas.- El sodio interviene en el manteni miento de la presión osmótica de las células (constituyen do así al traslado de los principios nutricos hacia las - células y a la remoción de las sustancias de deshecho) y - además es uno de los principales reguladores de la acidez y alcalinidad del organismo y un importante constituyente de la bilis que participa en la digestión de las grasas e hidratos de carbono (7,13,30). Por tal efecto el sodio se encuentra principalmente en los líquidos extracelulares - (38,51).

Absorción.- El sodio se absorbe rápidamente en el intesti no delgado, aunque se absorbe parte en el estómago.

La mayor parte del sodio se ingiere en forma de sales de-

sodio tales como cloruro, bicarbonato, lactato, fosfato y proteína, que después se disocian y es absorbido como ion sodio (35).

Excreción.- El sodio se excreta con rapidez por los riñones, gracias a una excreción selectiva, las concentraciones se mantienen perfectamente constantes en los tejidos y fluidos del organismo. La orina constituye la principal vía de excreción y normalmente más del 99% se elimina por los riñones y el resto con la respiración (33).

Deficiencias.- La deficiencia de sal provoca una necesidad anormal de ella, que los animales manifiestan masti-cando y lamiendo diversos objetos. Si la deficiencia se prolonga el animal termina por perder el apetito, cobra un aspecto desmedrado y disminuye su producción (18).

TABLA 5.- Requerimientos diarios de sodio (38).

	(grs.)
Ternereras	5
Vacas con 10 kgs. de producción láctea	20
Vacas con 20 kgs. de producción láctea	30
Vacas con 30 kgs. de producción láctea	40
Lechones y cerdos juvenes	0.5-1.5
Cerdas gestantes	12-15

Fuentes.- Abrams (1) recomienda como fuentes de sodio la leche, carne y pescado, incluyendo sus subproductos. Pero la sal común es la más común utilizada en la alimentación.

CLORO

Distribución en los tejidos.- El cloruro aparece en los tejidos animales en forma de ion cloro principalmente. Este ion representa aproximadamente el 0.15% del peso total del organismo, se localiza sobre todo en fluidos ex

tracelulares, aunque también aparece una cierta cantidad de cloruro intracelular (35).

Funciones.- Interviene en la regulación de la presión osmótica en el metabolismo del agua, da lugar a la formación del ácido clorhídrico, del jugo gástrico e interviene en el equilibrio ácido-básico de la sangre, donde el cloro representa los dos tercios de la acidez de la sangre (17).

Absorción.- El ion cloro es absorbido en su mayor parte en la porción proximal del intestino delgado y pequeñas cantidades en la porción distal del intestino delgado e intestino grueso (24).

Excreción.- El cloro es excretado en las heces, sudor y orina, en forma de cloruro de sodio o de potasio; aunque puede ser acompañado por iones de amonio (28).

Deficiencias.- Una deficiencia de cloro, reduce la concentración del mismo en el músculo, riñón, cerebro y víscera que causa retraso en el crecimiento, lesiones en el riñón. Además en pollos se presenta un síndrome que mues

tra reacción nerviosa con el ruido y caída delantera con las piernas extendidas hacia atrás (24).

Requerimientos.- Du Toit y Col (1940) citados por Underwood (51), calcularon que las necesidades para el crecimiento de ganado vacuno podrían cubrirse mediante raciones con 0.02% de sodio y 0.07% de cloro en base a materia seca. Además indica que los requerimientos de una vaca produciendo 9 kgs. diarios de leche se alcanzan con raciones que contengan 0.15% de sodio y 0.19% de cloro en materia seca como mínimo.

Como sal los requerimientos para el ganado es de 0.5% de sal en la ración o 1% de sal al concentrado (20).

Fuentes.- La principal fuente de cloro para la mayor parte de los animales es la sal común, que en la dieta de las gallinas evita el canibalismo y el picaje. Otras fuentes de cloro son el pescado y las harinas de carne (5).

MAGNESIO

Distribución en los tejidos.- El magnesio constituye el 0.05% del peso vivo de los mamíferos. Esta Cantidad se

encuentra repartida del siguiente modo, 62% en el hueso, 37% en los demás órganos y 1% en el líquido extracelular (39).

El magnesio representa entre el 0.5 y 0.7% de las cenizas óseas. En los tejidos blandos el magnesio aparece concentrado en el interior de las células, la mayor concentración se halla en el líquido y en los músculos del esqueleto. En la sangre se distribuye, aproximadamente un 75% en los glóbulos rojos y un 25% en el suero -- (25).

Funciones específicas.- Las funciones biológicas del magnesio son: Acción moderada sobre la excitabilidad del tejido muscular y sobre la función de las sinapsis neuromusculares. Además el magnesio entra en la composición de las co-carboxilasas, de las fosforilasas y probablemente también de otras enzimas y ejerce una acción reguladora sobre la escisión del ATP (11).

Absorción.- Según Stewart y Moddie citados por Stevenson y Wilson (48), en el carnero la absorción de magnesio se realiza en el rumen, abomaso, así como en el intestino -

delgado, en el grueso y en el ciego.

Hafez (35) afirma que el magnesio ingerido se ab -
sorbe hasta el 30%, especialmente en el intestino delga
do. Al parecer, se absorbe principalmente en forma de -
sales solubles de magnesio.

Excreción.- El magnesio se excreta con las heces y ori-
na. La excreción urinaria representa sobre el 95% de --
las pérdidas del magnesio absorbido y la excreción fe -
cal constituye el resto, la excreción fecal endógena -
tiene lugar principalmente en la porción proximal del -
intestino delgado (24).

Deficiencias.- En rumiantes produce retracción de la ca
beza, en los terneros se nota que dirigen las orejas ha
cia atrás y hacia abajo. También se nota que son hiper-
sensibles a los estímulos tácticos y sonoros. Temblores
musculares, pataleo y violenta retracción de la cabeza.
La muerte puede aparecer durante las convulsiones.

También produce un cambio en la flora del rumen, -
una reducción del apetito y una reducción en la digesti

bilidad de la celulosa (5).

TABLA 6.- Requerimientos diarios de magnesio (6).

	(grs./día)
Vacas con 5 kg. de leche al día	15
10 kg.	17
15 kg.	20
20 kg.	25
25 kg.	30
30 kg.	30
Vaca seca	15
Ovejas lactantes	3
Ovejas gestantes la. mitad de la preñez	2
2a. mitad de la preñez	3
Cerdas lactantes	15
Cerdas gestantes	5

Para ganado vacuno de carne (18), los requerimientos son de 12 a 30 mg./kg. de peso vivo por día. En bo-

vinos jóvenes las necesidades diarias de magnesio son - 0.05% de la materia seca de la ración.

Fuentes.- Entre las principales fuentes de magnesio encontramos a la harina de carne, harina de hueso, concentrados proteicos de origen vegetal, especialmente las harinas de semillas oleaginosas como son las semillas de lino, algodón, palma, cacahuete, coco y soja (51).

Flores (32) cita como proveedores de magnesio los siguientes minerales: cloruro de magnesio, sulfato de magnesio, carbonato de magnesio, magnesia calcinada y magnesia monohidratada.

POTASIO

Distribución en los tejidos.- El potasio aparece bien distribuido en los tejidos animales, se presenta en forma de ion potasio. Representa sobre el 0.20 al 0.35% del peso vivo, dependiendo de las especies y del estado de nutrición del potasio (35).

En el animal rumiante, el valor normal para el potasio sérico es de 3.4 - 4.5 meq./lt, la saliva mixta -

de los rumiantes contiene de 16 a 46 mg/lt, el músculo contiene 3.32 grs./lt, el hueso 3.07 grs./kg. y el tracto gastrointestinal 2.71 grs./kgs (5).

Funciones específicas.- Las funciones del potasio de acuerdo con Church (25) son:

- 1.- Mantener el balance ácido-básico
- 2.- Actuar en reacciones de varias enzimas
- 3.- Facilitar la captación de aminoácidos neutros
- 4.- Influye en el metabolismo de los carbohidratos
- 5.- Contribuye en la síntesis de proteína
- 6.- Es necesario para la integración normal de los músculos.

Absorción.- El ion potasio al igual que las del sodio y cloro, se absorbe en gran cantidad del 90-99% en el canal gastrointestinal. En los rumiantes puede absorberse en gran cantidad a nivel de los preestómagos (38).

Excreción.- El potasio es excretado principalmente por los riñones en un 99%. También es excretado en cantidades muy pequeñas con el sudor y las heces (25,35,41,49)

Deficiencias.- El potasio es indispensable para el buen

cumplimiento de muchas funciones del organismo. La falta de este elemento provoca la aparición de síntomas no específicas tales como: retraso del crecimiento, disminución del consumo y aprovechamiento de las raciones, rigidez y emaciación (19).

La deficiencia de potasio en las gallinas, causa retraso del crecimiento, debilidad en las patas, excreción abundante de uratos y tetania poco antes de la muerte (32).

TABLA 7.- Requerimientos diarios de Potasio

	(% m.s de la ración)
Aves	0.2 - 0.24 (32)
Cerdos	0.15- 0.20 (32)
Ovinos	0.7 - 0.8 (51)
Ganado lechero	0.5 - 0.8 (19)
Novillos en engorde	0.6 - 0.8 (18,23)

Fuentes.- Heno de trébol, heno de prado, paja de cebada, guisante, paja de guisante, harina de pescado, alfalfa,-

raíces, salvado, coronas de remolacha, melaza y hierba-tierna (10,32,39).

AZUFRE

Distribución en los tejidos.- El contenido corporal de azufre es de 0.15% aproximadamente. Este elemento se -- presenta en forma orgánica principalmente y abunda en - los tejidos orgánicos, sobre todo en los aminoácidos metionina, cisteína y cistina; también se encuentra en la insulina y en las vitaminas tiamina y biotina (3,21,35)

Funciones específicas.- Tres funciones desempeña el azufre en el organismo: Plástica integrando formaciones - epidérmicas en las que abundan los aminoácidos con azufre, en los procesos de óxido reducción (glutación) y - como desintoxicante; ya que su ion SO_4 esterifica en el hígado cuerpos de función fenólica haciéndoles perder - su toxicidad (32).

Absorción.- La absorción del azufre tiene lugar principalmente en el intestino delgado. En los ruminantes los sulfatos, la cistina, metionina y el sulfuro de hidrógeno, constituyen las principales formas en que son absor

bidos (35).

Excreción.- Fred (33) confirma que el azufre excretado, --
procede de proteínas, eliminandose por las vías urinaria -
y fecal. Apareciendo el azufre urinario en forma de sulfa-
tos inorgánicos, Azufre neutro y tioéteres.

Deficiencias.- La deficiencia de azufre no se presenta en-
condiciones dietéticas normales, ya que las proteínas con-
tienen abundante azufre. En los rumiantes sólo se puede --
presentar la deficiencia si la proteína es sustituida por-
nitrogeno no proteico (35).

Las deficiencias de azufre se manifiestan con pérdida
de apetito, de peso y de rendimiento lechero, estro irregu-
lar o retardado y a veces la muerte prematura (23).

TABLA 8.- Requerimientos diarios de Azufre

	(grs)	
Vacas lecheras con 20 kgs. de leche diario	27	(38)
Vacas lecheras con 30 kgs. de leche diario	33	
	(% de la ración)	
Vacas	0.2	(23)
Animales en desarrollo	0.1	

Cunha (23) recomienda que a las raciones con bajo contenido de azufre deben suplementarse con tres gramos de azufre inorgánico por cada quince partes de nitrógeno no proteico.

Fuentes.- El azufre es disponible para los animales en forma de sulfato de calcio, sulfato de sodio, H.L. metionina, hidroximetionina y azufre elemental (46).

MICROMINERALES

Los microminerales u oligoelementos son minerales --

que ejercen una acción biológica en dosis muy pequeñas y que ligándose a moléculas orgánicas complicadas, forman complejos biologicamente activos, necesarios para el desarrollo de los fenómenos vitales. Este grupo incluye: Hierro, Cobre, Cobalto, Manganeso, Zinc, Flúor, Yodo, Selenio y Molebdeno (4,7,15,16,25,39).

HIERRO

Distribución en los tejidos.- El cuerpo contiene alrededor del 0.04% de hierro, pero es de vital importancia, siendo esencial para el funcionamiento de todo órgano y tejido del cuerpo (50). Alrededor del 70% del hierro total del organismo, se encuentra contenido en la hemoglobina y el 9% en la mioglobina (8). En el hígado, en el bazo, y en ciertas enzimas óxido-reductoras se encuentra en pequeñas cantidades (15,17).

Funciones específicas.- Las principales funciones del hierro en el organismo de acuerdo con Fread (33) son:

- 1.- Transporte de oxígeno a los tejidos por medio del pigmento ferroso "hemoglobina de la san -

gre.

2.- Acción tampón de las globinas de la sangre y -
músculos.

3.- Oxidación de metabolitos en los tejidos por me
dio de compuestos ferrosos, tales como los ci-
tocromos.

4.- Actúa sobre ciertos números de enzimas.

Absorción.- La absorción del hierro se realiza en la mu
cosa intestinal, combinandose con una proteína que da -
lugar a un compuesto ferro-proteico, denominado Ferriti
na, que se acumula en el hígado. La presencia de fitina
obstaculiza la absorción del hierro, ya que ésta se com
bina con el fósforo dando fosfato insoluble (11,49).

Excreción.- El hierro se excreta en pequeñas cantidades
con la bilis y las células de la mucosa intestinal, de
bido a que el hierro es retenido con tenacidad por el -
organismo. La pérdida de hierro en la orina tiene lugar
cuando se administra hierro parenteral, en cantidades -
mayores a la capacidad de unión del plasma o cuando se-

suministran agentes quelantes (24).

Deficiencias.- Las deficiencias de hierro pueden causar anemia que va acompañadas de síntomas clínicos como retraso en el crecimiento, ataxia, palidez de las mucosas visibles externas, aumento de la actividad cardíaca y respiratoria, disminución de las defensas contra infecciones y en casos graves alta mortalidad (47).

TABLA 9.- Requerimientos diarios de hierro (38).

	mg/kg de m.s.
Ternera	25-30
Novilla	40-60
Vaca lechera	50-60
Vaca gestante	60-80
Oveja	10-15
Lechón	15-20
Cerdo en engorde	30-40
Cerda lactante	40-60
Gallina (no ponedora)	1-2
Gallina (ponedora)	2-3

Fuentes.- Las semillas de leguminosas y las harinas de semillas oleaginosas, como harina de semilla de algodón coco, cacahuete y soja. Los alimentos de origen animal, a excepción de la leche y productos lácteos, son fuentes ricas en hierro (51).

Distribución en los tejidos.- En la mayoría de las especies la mayor concentración de cobre aparece en hígado, cerebro, riñones, corazón, porción pigmentada del ojo, pelo, lana, el contenido es intermedio en páncreas, bazo, músculos, piel y huesos. La cantidad es mínima en tiroides, pituitaria, próstata y timo. El 90% de cobre de la sangre aparece asociado con la α_2 globulina ceruloplasmina y el 10% se encuentra en los glóbulos rojos como eritrocupreína (25).

Funciones específicas.- El papel fisiológico esencial del cobre fué mostrado por primera vez en 1928 cuando los investigadores Hart, et al citados por Worden (52), demostraron que era necesario para la formación de la hemoglobina en la rata.

Es indispensable para la síntesis de la hemoglobina y para la movilización de las reservas férricas existentes en el hígado y en el bazo (15). Para Esminger (30), es esencial el cobre en los sistemas de enzimas, desarrollo del pelo y pigmentación, desarrollo de los huesos; reproducción y lactancia.

Absorción.- La absorción del cobre tiene lugar preferentemente en el intestino delgado. La tasa de cobre absorbido depende principalmente del compuesto cuproso, de la cantidad de molibdeno, sulfato y calcio presente en el alimento y de las necesidades de cobre. El cobre absorbido, se deposita en gran parte en el hígado y principalmente en el citoplasma de las células, unido a la proteína (38).

Excreción.- La principal vía de excreción es la bilis, debido a su contenido de cobre, además los animales excretan una pequeña porción del cobre de los alimentos por las heces. El cobre es eliminado en mayor cantidad por medio de las hemorragias (36).

Deficiencias.- La carencia de cobre provoca síntomas a cargo del sistema nervioso, como falta de coordinación en los movimientos, incapacidad de permanecer en posición recta, anemia hipocrónica (15). El NRC (19) distingue los siguientes síntomas: Apetito pervertido, aspecto desmedrado, crecimiento atrofiado, pelaje áspero, despigmentación del pelo y muerte súbita.

TABLA 10.- Requerimientos diarios de Cobre.

	(mg/kg de m.s.)	
Ternero	8	
Bóvido	8	
Lechón	10	(38)
Cerdo	5	
Pollitos	10	
Gallina ponedora	3	
Ganado bovino de carne	4	(18)

Fuentes.- Las fuentes de cobre más comunes son: Semi -
llas de leguminosas, harina de semillas oleaginosas, ha-
rina de hígado, harina de pescado, y el calostro (51).-
Houser (47), recomienda los siguientes minerales en la-
alimentación del ganado: Carbonato cúprico, cloruro cú-
prico, oxido cúprico y sulfato cúprico.

COBALTO

Distribución en los tejidos.- Las mayores concentracion
es de cobalto aparecen en hígado, riñones, adrenales y-

tejido óseo (51). Askew y Watson citados por Church (25) encontraron 150 ppb de cobalto en el hígado desecado de ovejas normales, mientras solo aparecían 20 ppb en el hígado de ovejas con deficiencias de cobalto. El bazo, riñón y corazón desecados de ovejas normales contienen mayor cantidad de cobalto.

Funciones específicas.- Estimula la vida microbiana de la panza de los rumiantes y con ella la síntesis de vitamina B12 (3,9,15,35,39,45).

Absorción.- La absorción del cobalto se realiza en la región proximal del tracto digestivo de los rumiantes. Se ve favorecida por diversas circunstancias como presencia del factor intrínseco compuestos tales como sorbital, cantidades apropiadas de hierro y de piridoxina, deficien-cia de ácido fólico y bajas temperaturas (35).

Excreción.- La mayor parte del cobalto se excreta por la orina, y por las heces se excreta la fracción de cobalto no absorbida por el intestino y una pequeña porción procede de la bilis. (36).

Deficiencias.- La deficiencia de cobalto en la ración -
procede en los animales un estado de extenuación, pérdi
da de apetito, el pelaje y la piel pierden lucidez, no-
renuevan el pelaje, anemia, ausencia reproductiva, dis-
minución de peso y se reduce la producción láctea (26).

Requerimientos.- Las investigaciones realizadas por Ca-
selli (15), NRC (18) y Kolb (38), indican proporcionan-
do 0.1 mg. de cobalto por hilogramo de alimento seco --
por día en la dieta, se cubren las necesidades de los -
rumiantes. La NRC (20) recomienda 0.02 mg/kg de alimen-
to seco por día.

Fuentes.- Levaduras, hojas de remolacha, melazas, heno-
de alfalfa, heno de trébol rojo, harina de carne, hari-
na de pescado, leche descremada en polvo (38).

MANGANESO

Distribución en los tejidos.- Aparece distribuido por -
todo el cuerpo en cantidades mínimas. Entre los tejidos
que presentan concentraciones más altas de manganeso, -
se incluyen los siguientes: hueso con 3.5 ppm en base -

a materia seca, la glándula pituitaria con 2.5 ppm, el hígado 2.1 ppm, páncreas, riñón, cerebro y corazón con cantidades que van disminuyendo según el orden indicado (35,38).

Funciones específicas.- Interviene como biocatalizador, en los procesos enzimáticos, así como en la elaboración y utilización de las hormonas especialmente las de la hipófisis. Además juega un papel importante en la síntesis del ácido ascórbico (44).

Absorción.- El manganeso es absorbido principalmente en el intestino delgado. Su absorción disminuye cuando existen cantidades excesivas de calcio, fósforo o hierro. Pasa mal a la circulación general al haber una deficiencia de este elemento en los tejidos, cuando no existen deficiencias el manganeso puede absorberse y pasar al hígado, de donde retorna al intestino con la bilis (35).

Excreción.- El manganeso es excretado en su mayor parte con las heces y en menor cantidad por las secreciones pancreáticas. Cuando la dieta contiene altos niveles de manganeso una pequeña porción es eliminada en la orina,-

la cual puede aumentar por la administración de quel -
tros en la ración (28).

Deficiencias.- Entre los primeros síntomas de deficien -
cia de manganeso están los trastornos de la reproducción
en vacas adultas: Estro retrasado, disminución de la fe -
cundidad, abortos y crías deformes. Los terneros nacidos
de vacas con deficiencias de manganeso han presentado pa
tas deformes, huesos débiles y cortos, disminución de la
fosfatasa del suero, bajos niveles de manganeso en los -
tejidos y crecimiento deficiente (19).

Church (25) investigando en aves domésticas y de la
boratorio señala un retraso del celo, defectos en la con
cepción, descenso del tamaño de la parvada y de la viabi
lidad, así como menor producción de huevo y descenso de
la incubabilidad en aves privadas de manganeso.

TABLA 11.- Requerimientos diarios de Manganeso (38).

Especies	(mg/kg de materia seca)
Terneros	30
Bóvidos jóvenes, reproducción	40
Novillos de cebo	30
Vacas de leche	50
Corderos	30
Ovejas lactantes	40
Lechones	30
Cerdos de cebo	20
Cerdos lactantes	30
Pollitos	55
Aves de cebo	50
Aves reproductoras	40
Pavipollos	55
Pavos reproductores	50
Pavos de cebo	50

Fuentes.- Heuser (37) nombra las siguientes plantas como portadoras de manganeso: Trigo, salvado de trigo, harina de trigo, desecados de destilación solubles, harina de torta de linaza, harina de alfalfa, centeno y avena.

ZINC

Distribución en los tejidos.- El zinc aparece ampliamente distribuido en los tejidos corporales, aunque su mayor concentración aparece en el hígado, huesos, riñones, músculo, páncreas, ojo, próstata, piel, pelo y lana. La concentración de zinc en la sangre aparece dividida entre las células y el plasma según cociente 9:1. El zinc presente en el plasma aparece unido laxamente a las albúminas (1/3) y más firmemente a las globulinas (2/3) y responde a los niveles de la dieta. La mayor parte del zinc en los glóbulos rojos es componente de la carbónico-anhídridasa (25).

Funciones específicas.- Es un componente molecular del anhídrido-carbónico, partícipe en los intercambios gaseosos de los tejidos y es parte operante del mecanismo que regula la calcificación de los huesos. Entra en la acti-

vidad de las fosfatasas, en las amilasas páncreaticas y en la síntesis para la elaboración de la insulina (15). Underwood (51) cita que el zinc interviene principalmente en la síntesis de proteína, ácidos nucleicos y en el mantenimiento de la función cutánea.

Absorción.- La absorción del zinc tiene lugar principalmente en el intestino delgado, influyendo para su aprovechamiento numerosos factores. La cuantía del aprovechamiento oscila entre el 10 y el 40% según la composición de la ración (38).

Excreción.- El zinc se elimina principalmente con las heces. Una parte del zinc absorbido revierte al intestino a través del conducto páncreatico, junto con una pequeña cantidad que se excreta con la bilis (35).

Deficiencias.- Los animales propensos a la deficiencia de zinc pierden el apetito, presentan malos aumentos de peso, muestran una sed inmensa, diarrea y un engrosamiento de la piel que puede llegar a sangrar con facilidad, sobre todo en la parte inguinal y extremidades; el pelo es escaso y corto (4).

En cerdos se producen trastornos cutáneos en forma de dermatosis con exudación serosa y formación de cos -- tras oscuras en placas, primero en zonas sin pelo y lue -- go en todo el cuerpo, finalmente la piel se espesa y -- arruga (29).

Requerimientos.- Los requerimientos de zinc en los animal -- les son de 10 - 50 ppm (18). Pero existe un rango de - - 50-100 mg/kg de materia seca para animales mayores y pa -- ra animales menores es de 30-50 mg/kg de materia seca -- (8,15,39).

Fuentes.- Underwood (51) señala como fuentes de zinc a - los pastos de leguminosas, especies forrajeras, trigo, - avena, cebada, maíz, mijo, harina de soja, harina de car -- ne, harina de hígado, harina de pescado y harina de ba -- llena.

FLUOR

Distribución en los tejidos.- Es componente de la estructu -- ra ósea y de los dientes, en los cuales se halla en -- una concentración de 0.02 a 0.05% de los minerales - -

óseos (8,17).

Funciones específicas.- Las funciones principales del flúor, como nutriente esencial son en la síntesis de esmalte dentario y en la formación de los huesos (15).

Absorción.- La absorción del flúor se lleva a cabo principalmente en el intestino delgado, absorbiéndose en forma de compuestos solubles de fluoruro de sodio (35).

Excreción.- La eliminación del flúor se realiza por dos vías, gran cantidad por las heces en forma de fluoruros insolubles y por los riñones como fluoruros solubles, - cuya cantidad total en la mayoría de las especies no debe exceder de 5 ppm (42).

Deficiencias.- Las deficiencias de fluoruro más comunes son dos: retraso en el crecimiento y lesiones en el tejido blando (28).

Requerimientos.- Morrison (43) recomienda que el flúor no debe de exceder del 0.01% en la materia seca de la ración total para el ganado vacuno, ganado lanar y los cerdos, y de 0.035% para las gallinas. El NRC (18) acon

seja administrar 100 mg/kg de dieta para ganado destinado al matadero y de 30 mg/kg de dieta para animales que se conservan para pie de cría.

Fuentes.- Por lo general el flúor se encuentra combinado con otros elementos. Los principales son la fluorita, la creolita y el apatita, además se halla con frecuencia en aguas subterráneas en terrenos donde existe fosforita (42). Otras fuentes de flúor son las plantas de té, camelias y principalmente las harinas de hueso y harinas de carne (51).

YODO

Distribución en los tejidos.- El yodo aparece distribuido por todo el organismo. Una parte del mismo se encuentra en todos los tejidos; aunque el tiroides retiene la mayor parte del yodo que penetra en el organismo. El tiroides representa aproximadamente el 0.2% del peso corporal y el 75% del yodo se encuentra en esta glándula - (35).

Funciones específicas.- Constituyente esencial de las -

hormonas tiroides, controla los procesos óxido-reductores del organismo a nivel celular y además la actividad de otras glándulas endocrinas (Hipófisis, Gónadas, Páncreas) (15).

Absorción.- Los animales absorben por vía oral, los yoduros sódicos y potásicos con gran rapidez. Pudiendose absorber el yodo también por la piel y los pulmones (36).

Excreción.- La excreción del yodo es principalmente por la glándula tiroides y por los riñones (52).

Deficiencias.- La deficiencia de yodo causa el engarrotamiento de la glándula tiroides (Bocio), que ocasiona en el hombre y animales enanismo, trastornos metabólicos, - falta de resistencia frente a las enfermedades (8,39). - Además produce irregularidad del estro, así como la desaparición del celo, su manifestación mayor durante la gestación que se traduce en nacimientos prematuros, mortalidad neonatal, deficiencias en los recién nacidos y nacimientos de individuos con bocio (27).

TABLA 12.- Recomendaciones de los niveles de Yodo en la dieta de los Rumiantes (47).

Animal	ppm en m.s. total	
	NRC	IMC
Bovinos lecheros:		
Becerras	0.1	0.5
Novillos crecimiento	0.1	0.5
Vacas secas	0.6	0.8
Vacas en lactación	0.6	0.8
Bovinos de carne:		
Novillos (as)		0.5
Vacas preñadas	0.05 - 0.1	0.5
Vacas en lactación	0.05 - 0.1	0.5
Ovinos:		
Corderos	0.1	0.5
Animales en reproducción	0.8	1.0

NRC. National Research Council

IMC. International Mineral Corporation

Fuentes.- Harina de pescado, leche y subproductos láct -

teos, alimentos groseros (henos y pajas), harina de se- milla de oleaginosas, nitrato sódico (51). Cunha, et al (22) recomienda el uso de yodato de sodio, yodato de po tasio, yodato de calcio, ácido 3-5 diyodosalícilico y - Orto periodato de pentacalcio como fuentes de yodo en - las mezclas minerales.

SELENIO

Distribución en los tejidos.- El selenio se encuentra - presente en todas las células del organismo, aunque la - concentración generalmente es menor que una parte por - millón. El hígado, riñón y músculo generalmente contie- nen altas concentraciones de selenio y el valor para - esos y otros tejidos son afectados por la dieta tomada - (24).

Funciones específicas.- La función más importante del - selenio, es en su relación con la vitamina E, debido a - que actúa en el metabolismo de los lípidos no saturados impidiendo su oxidación en los tejidos que lo contienen (14).

Absorción.- El selenio se absorbe con facilidad, especialmente en la porción anterior del duodeno y es transportado por el plasma a todas las partes del organismo. Este elemento se almacena principalmente en hígado y riñones (35).

Excreción.- La excreción del selenio ocurre principalmente en la orina. Cantidades más pequeñas se eliminan en las heces, en el aliento, en el sudor y en la leche de animales lactantes (42).

Deficiencias.- Las principales síntomas de deficiencia son: Reducción del crecimiento, distrofia muscular, falla cardíaca, parálisis y baja fertilidad (19,33,46).

TABLA 13.- Niveles Recomendados de Selenio en la Dieta-
(51).

Especies	mg/kg de materia seca
Ganado lechero	0.1
Ganado de carne	0.05 - 0.1
Ovejas	0.1
Cerdos	0.1
Pollos (0-8 semanas)	0.1
Pavos (0-8 semanas)	0.2

Fuentes.- Son fuentes naturales de selenio las plantas- que se desarrollan en suelos donde abunda este elemen- to. También en sales como selenito de sodio y selenato- de sodio (51).

MOLIBDENO

Distribución en los tejidos.- El molibdeno está concen- trado en el esqueleto, piel, músculo e hígado. Además - es parte integral de las xantinas, aldehído-oxilasas y- otras flavoenzimas (46).

Funciones específicas.- Hasta el momento no se conocen funciones específicas del molibdeno, suponiéndose que puede estimular el crecimiento bacteriano del rumen -- (20).

Absorción.- El molibdeno hexavalente es fácilmente absorbido por el tracto digestivo, que lo distribuye en concentraciones altas en los riñones y huesos (12).

Excreción.- En muchos animales, el molibdeno se excreta en la orina. En la oveja y posiblemente en otros animales, la eliminación de molibdeno se afecta notablemente por el contenido de sulfatos de la ración. Cuando ésta contiene poca cantidad de sulfatos se excreta poco molibdeno, que en su mayor parte se halla en las heces. Si el nivel de sulfatos de la ración es alto, el molibdeno se excreta fácilmente, la mayor parte en la orina (42).

Deficiencias.- Un nivel bajo de molibdeno en la dieta de los animales puede causar los siguientes síntomas: diarrea, desmejoramiento general, pelambre áspero, pér-

dida de color del pelo, deshidratación, arqueamiento - del dorso, languidez y debilidad; huesos frágiles, ema-nación y en casos graves muerte (19).

Requerimientos.- Estudios realizados hasta la fecha -- (51), demuestran que las necesidades diarias de molibdeno son de 0.01 mg/kg de materia seca.

Fuentes.- Siendo el molibdeno necesario para la reprou-ducción de las bacterias fijadoras de nitrógeno, son -- fuentes naturales las leguminosas (42).

LOS MINERALES EN EL MERCADO

Los minerales ocupan un lugar importante en el mercado, debido que apartan los elementos necesarios que ayudan a corregir deficiencias que puedan existir en el alimento consumido.

De acuerdo con Houser, et al (47) las mezclas minerales para su evaluación deben proporcionar la siguiente información:

- 1.- Los requerimientos de elementos esenciales de la clase de animales en consideración.
- 2.- La disponibilidad biológica relativa de los elementos en los compuestos que serán utilizados para suplir el elemento.
- 3.- El consumo diario aproximado por cabeza, de la mezcla mineral y materia seca total que puede esperarse por aquella clase de animales en consideración.
- 4.- La concentración de elementos esenciales en la mezcla.

El ganadero para realizar la mejor compra debe tomar en consideración los factores que Esminger (31), --- considera esenciales.

- 1.- Reputación del fabricante.
- 2.- Determinar las necesidades de sus animales.
- 3.- Elija el método para suministrar los minerales.
- 4.- Observar que dice el rótulo.
- 5.- Determinar la mejor compra.

Las fuentes de muchos minerales usados en suplementación, son minerales naturales o subproductos industriales que generalmente contienen muchos elementos minerales. Algunos son potencialmente tóxicos y los niveles a los cuales pueden ser perjudiciales deben ser considerados. Otros factores de importancia en la selección de -- una fuente incluyen facilidades en su manejo y capacidad de mezclarse, seguridad y uniformidad del abastecimiento y el costo relativo por unidad de elemento biologicamente disponible.

TABLA 14.- Porcentaje de Elemento Mineral en Compuestos Comunmente Usados en Suple -
mentos Minerales.

<u>Elemento</u>	<u>Compuesto Base</u>	<u>% del Elemento en el Compuesto puro o Fuente</u>	<u>% del Elemento en Compuesto Grado A-limenticio</u>
Calcio:	Harina de hueso cocida	29.0 (23-37)	24.0
	Roca Fosfática Defluorinada	29.2 (20-36)	-
	Fosfato Blando	18.0	-
	Carbonato de Calcio	40.0	-
	Piedra Calisa Molida	38.5	38.0
	Piedra Calisa Dolomítica	22.3	-
	Fosfato Monocálcico	15.9	-
	Fosfato Tricálcico	38.6	31.5
	Fosfato Dicálcico	23.3	22.0
	Sulfato de Calcio	29.4	20.00
Cobalto:	Carbonato Cobaltoso	49.5	20,55,46

Continuación de TABLA 14.

Elemento	Compuesto Base	% del Elemento en el Compuesto puro o Fuente	% del Elemento en Compuesto Grado A-limenticio
	Cloruro Cobaltoso	24.7	-
	Sulfato Cobaltoso	24.8	21.0
	Oxido Cobáltico (cobaltoso)	73.4	-
Cobre:	Carbonato Cúprico	53.0	-
	Cloruro Cúprico	37.2	-
	Oxido Cúprico	80.0	75.0
	Sulfato Cúprico	25.5	25.0
Yodo:	Yodato de Calcio	65.1	62.0
	Yoduro de Potasio	76.4	69.0
Hierro:	Oxido Rojo de Hierro	69.9	46,60,56

Continuación de TABLA 14.

Elemento	Compuesto Base	% del Elemento en el Compuesto puro o Fuente	% del Elemento en Compuesto Grado A- limenticio
	Sulfato Ferroso	20.1	-
	Sulfato Ferroso NH ₄	14.2	-
	Carbonato Ferroso	41.7	35,41.7
Magnesio:	Carbonato de Magnesio	28.8	-
	Cloruro de Magnesio	12.0	-
	Oxido de Magnesio	60.3	50,54,58.5
	Sulfato de Magnesio	19.9	19.0
Manganeso:	Carbonato Manganeso	47.8	-
	Cloruro Manganeso	27.8	-
	Sulfato Manganeso	32.5	27.0
	Oxido Manganeso	77.4	56,60,62

Continuación de TABLA 14.

<u>Elemento</u>	<u>Compuesto Base</u>	<u>% del Elemento en el Compuesto puro o Fuente</u>	<u>% del Elemento en Compuesto Grado A- Limenticio</u>
Fósforo:	Harina de Hueso Cocida	13.6 (8-18)	12.0, 13.0
	Roca Fosfática Defluorinada	13.3 (9-21)	18.0
	Fosfato Cálcico	24.6	21.0
	Fosfato Dicálcico	18.0	-
	Fosfato Tricálcico	20.0	19.0
	Acido Fosfórico	31.6	23.7
	Fosfato Diamónico	23.5	20.0
	Fosfato Monoamónico	27.0	24.0
	Fosfato Disódico	21.8	-
	Fosfato Monosódico	22.4	-
	Polifosfato Triple de Sodio	25.3	25.00
	Fosfato Potásico	22.8	-

Continuación de TABLA 14.

Elemento	Compuesto Base	% del Elemento en el Compuesto puro o Fuente	% del Elemento en Compuesto Grado A-limenticio
	Fosfato Tripotásico	14.6	-
	Fosfato Blando	9.0	-
Potasio:	Cloruro de Potasio	52.4	50.00
	Sulfato de Potasio	44.9	41.00
Selenio:	Selenito de Sodio	45.6	-
Azufre:	Flor de Azufre	96.00	-
	Sulfato de Potasio	18.4	17.0
	Sulfato de Magnesio	13.0	11.6
	Sulfato de Sodio	22.6	-
	Sulfato de Amonio	24.3	24.00

Continuación de TABLA 14.

Elemento	Compuesto Base	% del Elemento en el Compuesto puro o Fuente	% del Elemento en Compuesto Grado A-limenticio
	Sulfato de Calcio	29.4	18.00
Zinc:	Carbonato de Zinc	52.1	"
	Cloruro de zinc	48.0	-
	Sulfato de Zinc	22.7	34.5
	Oxido de Zinc	80.3	73.70

La concentración en la dieta total de cada elemen-
to indicado en la mezcla mineral puede compararse con -
 los requerimientos para ese elemento a fin de determi -
 nar si el suplemento aporta una cantidad significativa -
 en el elemento.

El cálculo se realiza como sigue:

<u>(% del elemento en la mezcla)</u>	Consumo diario
Consumo total diario de m.s. (g) de la mezcla mineral.	
% del elemento en la dieta total.	

TABLA 15.- Mezclas Minerales Vendidas en Monterrey y la cantidad aproximada que su -
 plen en la dieta.

Elemento	Mezcla 1		Mezcla 2		Mezcla 3		
	Provisión Dietética	Contiene	Provee	Contiene	Provee	Contiene	Provee
Cloruro de sodio	.50	20	.10	30.9	.1545	-	-
Calcio %	.30	-	-	13	.065	-	-
Fósforo %	.25	10	.05	5	.025	3	0150
Magnesio %	.20	-	-	.333	.0016	.775	.00377
Azufre %	.20	2	.01	.300	.0015	11.703	.0585
Potasio %	-	-	-	-	-	.257	.0013
Hierro mg/kg.	40	4200	21	4300	21.5	2.337%	.01168%
Cobre mg/kg.	5	50	.25	80	.4	0.720%	.0036%
Manganeso	40	100	.50	200	1	7.020%	.0351%
Cobalto	.1	50	.25	666	.33	0.266	.00133%
Yodo mg/kg.	.4	100	.05	4	.02	0.810%	.00405%
Zinc mg/kg.	50	100	.50	80	.4	0.340%	.0017%
Molibdeno mg/kg.	.01	10	.05	-	-	-	-

Continuación TABLA 15.

Elemento	Mezcla 4		Mezcla 5		Mezcla 6	
	Contiene	Provee	Contiene	Provee	Contiene	Provee
Cloruro de sodio	96.000	.48	96.068	.48034 (Sodio)	12.9	.0645
Calcio %	3.070	.01535	-	-	5.6	.028
Fósforo %	-	-	-	-	17.5	.0875
Magnesio %	.020	.0001	1.100	.0055	3.4	.0170
Azufre %	.028	.00014	2,000	.01	-	-
Potasio %	-	-	-	-	-	-
Hierro mg/kg.	4,000	20	1,500	7.5	-	-
Cobre mg/kg.	.400	2	.300	1.5	-	-
Manganeso	.4000	20	1600	8	-	-
Cobalto mg/kg.	.40	.2	.100	.5	-	-
Yodo mg/kg.	.100	.5	.70	.35	-	-
Zinc mg/kg.	280	1.4	.50	.25	-	-

Molibdeno mg/kg.

Basado en un consumo de 0.5% del total de la ración. Asumiendo un consumo estimado - de 50 grs. de la mezcla mineral y 10 kg. de materia seca por cabeza diariamente.

ENCUESTA

Con el objetivo de conocer que información tienen los ganaderos sobre la suplementación mineral, se llevo a cabo una encuesta en los municipios de Zuazua, Marín y Dr. González, Nuevo León.

En Zuazua y Marín se encuestaron 15 ganaderos, que en su totalidad se dedican a la venta de leche como principal negocio, de los cuales el 20% tiene su ganado estabulado y los demás conducen a su ganado a potreros o pastas de bu - ffel después de la ordeña de la mañana y las traen antes de la ordeña de la tarde, permaneciendo el resto del tiem - po en el corral. El total de los ganaderos no proporciona una suplementación mineral completa por carecer de informa - ción sobre la misma, el 70% solamente proporciona sal, pe - ro en forma esporádica y en cantidad reducida.

En Dr. González se encuestaron 10 ranchos ganaderos - que en su totalidad suplementan unicamente sal, pero que - en ellos se llevó a cabo un estudio para determinar nive - les minerales en el suero, suelo, forraje y arbustos. Por - lo que gracias a ese estudio, ya conocen los beneficios de la suplementación mineral y esperan la elaboración de una - mezcla mineral ideal para su zona.

DISCUSION

Uno de los objetivos de este trabajo práctico fué el - determinar los requerimientos de minerales para las espe -- cies animales más importantes, con los cuales se trataría - de comparar con las mezclas minerales que se venden en el - mercado.

Al observar los requerimientos minerales para las di - versas especies obtenidas a través de investigaciones, se - demuestra que los minerales investigados son los esenciales exceptuando el flúor, selenio y molibdeno que aún son consi - derados tóxicos, pero que pueden suministrarse en cantida - des mínimas en la ración y/o mezclas minerales cuando se -- sospecha de una deficiencia.

La tabla 15 presenta ejemplos de algunas mezclas mine - rales que se venden en Nuevo León y las cantidades aproxima - das de elementos que ellos proveen en la dieta. Una ciudad - sa evaluación de estas mezclas minerales nos indicará que - se pueden hacer mejor, debido a que una mezcla mineral debe proveer por lo menos del 25 al 50% del requerimiento de un - mineral.

Asumiendo que el consumo mineral promediará aproximada

mente .5% del consumo total diario, basado en un consumo es
timado de 50 grs de la mezcla mineral y 10kg de materia se
ca por cabeza diariamente. Se concluyó que la mezcla No.3 a
porta mayor cantidad de azufre, zinc, hierro, cobre, manga-
neso, cobalto y yodo que las demás mezclas, teniendo el in-
conveniente que su precio es elevado, el cual puede reducir
se considerablemente si se combina con sal. Las mezclas No.
2 y 3 proveen cantidades relativamente insignificantes de -
fósforo y las mezclas No. 4 y 5 no proveen fósforo. Si este
elemento se considera necesario en Nuevo León, debe agregar
se a un nivel alto, como en la mezcla No.6.

Debe prestarse atención a la mezcla No. 1. Esta mezcla
contiene molibdeno que es un mineral tóxico y que debe u-
sarse solamente cuando se sospecha de una deficiencia. Si -
esta mezcla es usada en áreas donde el contenido de molibde-
no en los forrajes es alto,ésto solamente agravará el pro-
blema.

El contenido de magnesio de las mezclas No.2,3,4 y 5 -
es necesario discutirlo, debido a que el forraje contiene -
cantidades suficientes de magnesio. Sin embargo la deficien-
cia

cia de magnesio, durante esta época constituye un problema, porque son necesarias grandes cantidades para prevenir la tetania de los pastos. Por lo que pequeñas cantidades de magnesio suministradas rutinariamente en una mezcla mineral carecen de valor.

Cunha, et al (22) recomiendan utilizar para el ganado de carne 0.0076% de yodo combinado con sal, pudiendo variar según la estabilidad de la fuente de yodo utilizada junto con la sal. Debido a lo anterior los bloques yodados que existen en el mercado si aportan los requerimientos necesarios.

Al evaluar los bloques azufrados, que contienen 3% de azufre con los consumos utilizados en este trabajo práctico estos no aportan los requerimientos mínimos.

Después de que todos los cálculos fueron hechos con relación a labondad de las mezclas minerales, es importante tener en mente que si el ganadero no provee la mezcla en la forma recomendada por el fabricante, todos los cálculos son en vano.

CONCLUSIONES

Los minerales son elementos indispensables en la alimentación, desempeñando importantes papeles en el conocimiento, metabolismo, reproducción y lactancia,

Los macroelementos están formados por calcio, fósforo, sodio, cloro, magnesio, potasio y azufre, cuya necesidad es importante en el crecimiento de los huesos, dientes, tejidos y demás procesos vitales.

Los microelementos son constituidos por hierro, cobre, cobalto, manganeso, zinc, yodo y por elementos que están considerados tóxicos como el flúor, selenio y molibdeno.

Los minerales se encuentran distribuidos en todo el organismo animal, principalmente en los huesos, órganos y líquidos celulares.

Las funciones generales en las que intervienen los minerales son:

- 1.- Componentes estructurales del cuerpo.
- 2.- Equilibrio ácido-básico.
- 3.- Equilibrio del agua en líquidos corporales.
- 4.- Activadores de sistemas enzimáticos.

- 5.- Relaciones vitaminas - sales minerales.
- 6.- Hormonas.
- 7.- Mecanismos biológicos de óxido - reducción.

La absorción de los elementos inorgánicos se realiza principalmente en el intestino delgado, la cual se ve afectada por la cantidad digerida del alimento, edad del animal PH intestinal y forma en que son absorbidos.

La mayoría de los minerales esenciales son eliminados con las heces, orina, sudor, bilis, leche y en caso especial el yodo se elimina por la glándula tiroides.

Cuando el aporte de minerales en cualquier tipo de alimentación es nulo o insuficiente, causa deficiencias cuyos síntomas generales son: Retraso en el crecimiento, pérdida de peso, disminución en la conversión alimenticia, nerviosidad, diarrea, trastornos reproductivos y reducción en la producción láctea.

En la alimentación animal, los requerimientos de minerales están influenciados por la fertilidad del suelo, la cantidad existente en los forrajes, la clase y nivel de ali

mentación. La cantidad que debe suministrarse está relacionada con la especie animal, edad del animal, actividad que desarrollan y estado reproductivo.

Los requerimientos minerales deben expresarse en unidades de por ciento para los elementos que son requeridos en cantidades relativamente grandes y en partes por millón o miligramos por kilogramo para aquellas que son requeridas en cantidades muy pequeñas.

Las fuentes naturales de los minerales son los minerales naturales, subproductos animales, leguminosas y forrajes tiernos. Para seleccionar las mejores fuentes se deben considerar los siguientes factores que incluyen facilidad en su manejo y capacidad de mezclarse, seguridad y uniformidad del abastecimiento y el costo relativo por unidad de elemento biológicamente disponible.

Para realizar una evaluación de las mezclas minerales, es necesario conocer los requerimientos de los elementos esenciales de los animales, la disponibilidad biológica relativa de los elementos en los compuestos que serán utilizados para suplir el elemento, el consumo diario por cabeza de la-

mezcla mineral y materia seca total que pueda esperarse por la clase animal considerada, la concentración de elementos-esenciales en la mezcla mineral. Pero al evaluar una mezcla mineral cuyo consumo no es conocido, se recomienda comenzar con un consumo de 50grs por día de la mezcla y 10 kgs de materia seca y ajustar estas cantidades de acuerdo a las con-dicciones locales.

Conociendo que la región noreste de Nuevo León es deficiente en fósforo, sodio, cobre, zinc, manganeso y potasio, la mezcla mineral No. 3, es la que aporta la mayor cantidad de estos minerales con excepción del fósforo que lo aporta en mínima cantidad. Para suplementar fósforo se recomienda utilizar la mezcla No. 6 que es la que provee ese elemento en mayor proporción; ambas mezclas están incluidas en la tabla No. 15.

La utilización de bloques yodados y azufrados debe ser únicamente en zonas con deficiencias marcadas de esos ele-mentos.

Brindar asistencia técnica a los ganaderos de la re--gión para que conozcan los beneficios de la suplementación-mineral.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ABRAMS, J.T. 1965. Nutrición Animal y Dietética Ve-
terinaria. 1a. Edición Editorial Acribia. Za--
ragoza, España. pp 183.
- 2.- ACKER, D. 1977. Zootécnia e Industria Ganadera. E--
ditorial Diana. México. pp 87.
- 3.- AGRICULTURAL, RESEARCH COUNCIL. 1967-69. Necesida--
des Nutritivas de los Animales Domésticos ---
No.2. Editorial Academia. España pp 114-155.
- 4.- ALBA, JORGE DE. 1973. La Alimentación del Ganado --
en América Latina. 3a. Edición. Editorial Pre-
sa Médica Mexicana. México.
- 5.- ANONIMO. Macronutrientes ITESM. Monterrey, México. -
pp 1-12.
- 6.- ANONIMO. Manual Práctico del Hacendado. Bayer de Mé-
xico. pp 106-107.
- 7.- BELANGER, J.D. 1978. Cría del Ganado Menor. 1a. Edi-
ción. Editorial Diana. México. pp 219-223.
- 8.- BERGNER, E. 1970. Elementos de Nutrición Animal. --

- la. Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp 63-73.
- 9.- BERMEJO, Z.A. 1971. Alimentación del Ganado. 5a. Edición. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. pp 53-56.
- 10.- BESSE, J. 1971. La Alimentación del Ganado. Ediciones Mundo. Prensa. pp 98-118.
- 11.- BORGIOLO, E. 1962. Alimentación del Ganado. Ediciones Gea. Barcelona, España.
- 12.- BREAZILE, J.E., et al. 1971. Textbook of Veterinary Physiology. Lea and Fibiger. Philadelphia, U.S.A. pp 459.
- 13.- BUCKETT, M. 1977. Introduction to Livestock Husbandry. 2th Edition. Pergamon International Library. Inglaterra pp 44-46.
- 14.- CAMARILLO, E.C. 1979. Interrelación Metabólica de la Vitamina E - Selenio y Vitamina A - Vitamina E. Veterinaria México. 10 (3) : 198-198.

- 15.- CASELLI, R. 1971. Piensos Compuestos. 1a. Edición. Ediciones Gea. Barcelona, España. pp 35-40.
- 16.- COLE, H.H. 1973. Producción Animal. 2a. Edición. - Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp 536- - 539.
- 17.- CONCELLON, M.A. 1967. Nutrición Animal Práctica en los Trópicos. 1a. Edición. Editorial Diana. México. pp 180-181.
- 18.- Consejo Nacional de Investigaciones. 1973. Necesidades Nutritivas del Ganado Vacuno de Carne. - 1a. Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos-Aires, Argentina. pp 13-20.
- 19.- Consejo Nacional de Investigaciones. 1973. Necesidades Nutritivas del Ganado Vacuno de Leche. - 1a. Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos-Aires, Argentina. pp 20-22.
- 20.- Consejo Nacional de Investigaciones. 1973. Necesidades Nutritivas de los Ovinos. 1a. Edición

Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp 13-16.

- 21.- CUNHA, T.J. 1966. Alimentación del Cerdo. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp 69-70.
- 22.- CUNHA, T.J., et al. 1976. Minerals for Beef Cattle in Florida. Bulletin 683. University of Florida, U.S.A.
- 23.- CUNHA, T.J. 1979. Los Minerales en la Ganadería de Carne. Agricultura de las Américas. 28(10) 22-60.
- 24.- CHURCH, D.C. y W.G. POND. 1976. Basic Animal Nutrition and Feeding. 4th Printing. O and B Books. Oregón, U.S.A. pp 99-131.
- 25.- CHURCH, D.C. 1977. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes. Vol.2. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp 161.
- 26.- DAVIS, G.K. 1955. Algunos Microelementos en la Nutrición Animal. Instituto Interamericano de -

Ciencias Agrícolas. 10-12 (4).

- 27.- DERIVAUX, J. 1976. Reproducción de los Animales Do
mésticos. 2a. Edición. Editorial Acribia. Za-
ragoza, España. pp 395-401.
- 28.- DUKES, H.H. 1970. Dukes' Physiology of Domestic A
nimals. 8th Edición. Cornell Univ Press. New-
York. pp 671-682.
- 29.- DYKSTRA, R.R. 1970. Higiene Animal y Prevención -
de Enfermedades. Editorial Labor, S.A. Barce-
lona, España. pp 49-55.
- 30.- ESMINGER, M.E. 1976. Zootécnia General. 2a. Edi --
ción. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Ar -
gentina. pp 73-76.
- 31.- ESMINGER, M.E. 1973. Manual del Ganadero. 4a. Edi-
ción. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Ar -
gentina. pp 80-91.
- 32.- FLORES, M.J. 1975. Bromatología Animal. Editorial
Limusa. México. pp 616-654.

- 33.- FREAD, D.E. 1956. Tratado de Química Agrícola. --
Vol 1. La Edición. Salvat Editores. Barcelona,
España. pp 721-740.
- 34.- GAZTAMBIDE, A.C. 1975. Alimentación del Ganado en-
los Trópicos. 1a. Edición. Editorial Diana. Mé-
xico. pp 180-181.
- 35.- HAFEZ, E.S. y I.A. DYER. 1972. Desarrollo y Nutri-
ción Animal. 1a. Edición. Editorial Acribia. -
Zaragoza, España. pp 383-402.
- 36.- HAMMOND, J. 1959. Avances en Fisiología Zootécni-
ca. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp --
177-227.
- 37.- HEUSER, G.F. La alimentación en Avicultura.
UTEHA. México. pp 61-62.
- 38.- KOLB, E. 1972. Microfactores en Nutrición Animal.-
Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp -
173-225.
- 39.- KOLB, E. 1975. Fisiología Veterinaria. 2a. Edición.

Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp 137 -
156.

40.- LEROY, A.M. 1974. Cría Racional del Ganado. 3a. E
dición. Ediciones Gea. Barcelona, España. pp-
94-98.

41.- MAYNARD, L.A. y J.K. LOSSLI. 1975. Nutrición Ani-
mal. 3a. Edición. UTEHA. México. pp 165-166.

42.- MEYER, JONES. L. 1959. Farmacología y Terapéutica
Veterinarias. 1a. Edición. UTEHA. México. pp-
762-788.

43.- MORRISON, F.B. 1977. Compendio de Alimentación --
del Ganado. UTEHA. México. pp 81.

44.- PICCIONI, M. 1970. Diccionario de Alimentación A-
nimal. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

45.- RISSIE, J. 1970. La Alimentación del Ganado. 1a.-
Edición. Editorial Blume. Barcelona, España.-
pp 59-66.

46.- SILLER, B.E. 1977. Deficiencias y Toxocidades de

Minerales en Ganado Bovino en Pastoreo. ITESM.
Tesis sin publicar.

- 47.- SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE INVESTIGACIONES EN -
NUTRICION ANIMAL DE LOS RUMIANTES EN PASTOREO.
1976. Univ. Federal de Minas Gerais.
- 48.- STEVENSON, D.E. y A.A. WILSON. 1966. Alteraciones -
Metabólicas de los Animales Domésticos. Edito-
rial Acribia. Zaragoza, España. pp 52-75.
- 49.- TEJADA DE H. I. y H. MERINO. 1971. Composición ---
Química de Rocas Fósforicas de México y su uti
lización como fuente de Minerales en Nutrición
Animal, TEC. PEC. MEXICO. 15-16 : 21-24.
- 50.- TYLER, C. 1964. Nutrición Animal. Editorial Hemisfe
rio Sur. Montevideo, Uruguay. pp 66-81.
- 51.- UNDERWOOD, E.S. 1969. Los minerales en la Alimenta
ción del Ganado. Editorial Acribia. Zaragoza,-
España.
- 52.- WORDEN, A.N. K.C. SELLERS Y D.E. TRIBE. 1977. Sa -
lud Animal. Producción y Pasturas. Universidad
de Buenos Aires. Argentina. pp 627-771.

