

Determinación de Deficiencia y / o Toxicidad de Minerales
en Tres Municipios Ganaderos del Estado de Coahuila II

Ignacio Mejía Haro

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

T e s i s



Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Grado de **BIBLIOTECA**

Maestro en Ciencias
en la Especialidad de Nutrición Animal



Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"

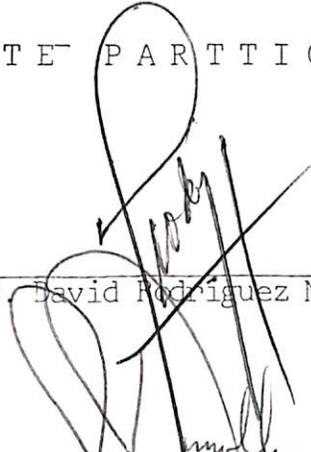
Programa de Graduados
Buena Vista, Saltillo, Coah. Octubre de 1986

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

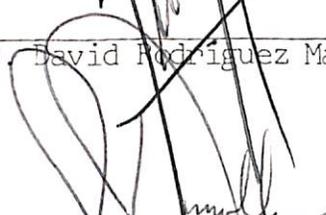
MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD DE
NUTRICION ANIMAL.

COMITE PARTICULAR.

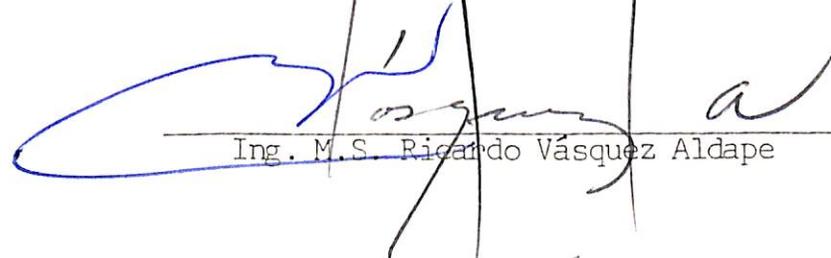
Asesor principal:

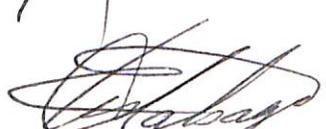

Dr. David Rodríguez Maltos.

Asesor


Dr. Jesús Torralba Esguezabal.

Asesor.


Ing. M.S. Ricardo Vásquez Aldape


M.C. Luis E. Rábago Virgen.

DIRECTOR ACADEMICO.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Octubre de 1986.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y al personal docente por su colaboración en mi formación académica y realización de este trabajo.

Al Dr. David Rodríguez Maltos por su valioso asesoramiento en investigación y docencia y por su gran seguridad y decisión que me hizo tomarlo como ejemplo para mi trayectoria.

Al Dr. Jesús Torralba Elguezabal por haberme dado todas las facilidades y ayudas para realizar el estudio de Postgrado, y por su asesoría en la docencia y la redacción del trabajo.

Al Ing. M.S. Ricardo Vásquez Aldape por colaborar en la identificación de los forrajes muestreados y por su asesoría en la redacción del trabajo.

Al personal de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de Múzquiz, Zaragoza y Acuña por haber ayudado en el muestreo.

Al Director del Instituto de Investigaciones Siderúrgicas de Saltillo Ing. Arturo Lascano y a las laboratoristas María Magdalena Frías y Silvia Solís. Por haber colaborado en las lecturas de los minerales.

Al Jefe del laboratorio de Nutrición Animal Ing. M.C. Ramón García y al personal del mismo laboratorio y de Ciencias básicas por haberme dado todas las facilidades para la realización de esta investigación.

Al Dr. Lee McDowell y al Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Florida, por habernos ayudado con literatura y especial asesoramiento.

A los alumnos Juan Carlos Pérez H, y Carlos Villalobos por haber contribuido en la realización de esta investigación.

A los ganaderos que nos facilitaron su rancho y ganado para llevar a cabo esta investigación.

Al estudiante José Mejía Haro por haber realizado el trabajo de mecanografía.

DEDICATORIA

Con mucho amor a mis padres:

Rosa Haro de Mejía
y
Antonio Mejía Iñiguez

A mis hermanos:

Bertha
José
Antonio
Horacio

Con amor y cariño a mi esposa:

Luz María Dévora de Mejía

Con amor a mi hijo:

Iván

A mis maestros y condiscípulos

A mis alumnos

14618

C O M P E N D I O

Determinación de Deficiencia y/o Toxicidad de
Minerales en Tres Municipios Ganaderos del
Estado de Coahuila. II.

P O R

IGNACIO MEJIA HARO

MAESTRIA

NUTRICION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, AGOSTO DE 1985

Dr. David Rodríguez M. — Asesor —

Palabras clave: Minerales, Deficiencia, Toxicidad.

El presente estudio fué conducido con el objetivo de determinar la existencia de problemas de deficiencia y/o toxicidad de minerales, en las regiones ganaderas de los municipios de Múzquiz, Zaragoza y Acuña -- del Estado de Coahuila en el período de sequía de 1984, mediante el análisis químico del suelo, agua, forraje y animal (suero sanguíneo, hueso y pelo de bovinos y caprinos).

Se muestrearon 23 localidades en las cuales se tomaron las diversas muestras que posteriormente fueron analizadas por espectrofotometría de absorción atómica de acuerdo a la técnica de Perkin-Elmer Corp. (1976) excepto para la determinación de fósforo, para la cual se siguió la técnica colorimétrica de Fiske y Subbarow (1925). Y los minerales determinados fueron: calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, hierro, cobre, -- cinc, manganeso y cobalto.

Se encontraron niveles deficientes de fósforo, cobre, hierro y cinc en los suelos de los tres municipios. En los forrajes para bovinos se encontraron niveles de deficientes a marginales de fósforo, sodio y cobre en los tres municipios y de cinc en Zaragoza y Acuña; y niveles altos de calcio, hierro y cobalto en los tres municipios.

En los forrajes para caprinos se encontraron niveles de deficientes a marginales de fósforo, sodio, cobre y cinc en los tres municipios y de manganeso en Zaragoza y Acuña y niveles altos de calcio, hierro y cobalto en los tres municipios.

En el suero sanguíneo se encontraron niveles de deficientes a -- marginales de fósforo en los bovinos y caprinos de los tres municipios y

niveles marginales de cobre en los bovinos de Múzquiz y Zaragoza.

Los datos obtenidos del presente estudio muestran que en las tres regiones ganaderas, existen problemas de minerales, provocando éstos una baja en la producción.

ABSTRACT

Determination of Deficiency and/or Toxicity of minerals in three Regions of the State of Coahuila, II.

BY

IGNACIO MEJIA HARO

MASTER OF SCIENCE

ANIMAL NUTRITION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGROPECUARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. OCTUBRE 1986

Dr. David Rodríguez M. — Advisor

Key words: mineral, deficiency, toxicity.

The present research was carried out in the Muzquiz, Zaragoza -- and Acuña livestock regions of the State of Coahuila, Mexico. Soil, wa-- ter, forage and animal tissues (serum, bone and hair) samples were collec-- ted during the dry season (April- July, 1984). The objetive of the pre-- sent study was to determine the mineral status of grazing beef cattle - and goats,

Samples were collected from 23 localities and later analysed by atomic absorption spectrophotometry according to Perkin-Elmer Corp. Techniques (1976) except for phosphorus determination whereon was used -- the colorimetric technique of Fiske and Subbarow (1925).

The minerals determined were: calcium, phosphorus, magnesium, potassium, sodium, iron, copper, zinc, manganese and cobalt.

There were found deficient levels of phosphorus, copper, iron and zinc in the soils of the three regions. In the forages for bovines were found phosphorus, sodium and copper levels that ranged from deficient to marginal in the regions. Same levels of zinc were found in Zaragoza and Acuña and high levels of calcium, iron and cobalt were found in the three regions.

In forage for goats were found levels of phosphorus, sodium, copper and zinc that ranged from deficient to marginal in the three regions. Also low levels of manganese were found in Zaragoza and Acuña; and high levels of calcium, iron and cobalt were found in the three regions.

In the serum samples of bovine and caprine were found levels of phosphorus that ranged from deficient to marginal in the three regions, and marginal levels of copper in bovines from Muzquiz and Zaragoza regions.

The three sampled livestock regions have shown mineral problems.

INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE CUADROS.	xi
INDICE DE FIGURAS.	xiii
I. INTRODUCCION.	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
III. MATERIALES Y METODOS.	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	38
V. CONCLUSIONES.	73
VI. RESUMEN.	79
VII. LITERATURA CITADA	81
APENDICE A	87

INDICE DE CUADROS

TEXTO	PAGINA
CUADRO 1. LOCALIZACION GEOGRAFICA Y ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA DEL ESTADO DE COAHUILA.	22
CUADRO 2. TEMPERATURA, PRECIPITACION Y TIPO DE CLIMA DE -- LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA DEL- ESTADO DE COAHUILA.	24
CUADRO 3. MUNICIPIO, LOCALIDAD Y ESPECIE ANIMAL MUESTREADA EN EL PRESENTE ESTUDIO.	29
CUADRO 4. MINERALES DETERMINADOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA,- SUELO, FORRAJE Y ANIMAL.	32
CUADRO 5. CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN LOS SUE- LOS DE PASTIZALES PARA BOVINOS DE LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA.	44
CUADRO 6. CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN EL FO-- RRAJE PARA BOVINOS DE LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA.	49

CUADRO 7,	CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN SUERO-- SANGUINEO DE BOVINOS EN LOS MUNICIPIOS DE MUZ--- QUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA,	53
CUADRO 8,	CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MENERALES DEL FORRA- JE, SUERO SANGUINEO, HUESO DE BOVINOS Y SUELO DE LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA, . . .	56
CUADRO 9,	CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN SUELOS- DE PASTIZALES PARA CAPRINOS EN LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA,	59
CUADRO 10,	CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN EL FO-- RRAJE PARA CAPRINOS EN LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ ZARAGOZA Y ACUÑA,	63
CUADRO 11,	CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN SUERO - SANGUINEO DE CAPRINOS EN LOS MUNICIPIOS DE MUZ-- QUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA,	68
CUADRO 12,	CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES DEL FORRA- JE, SUERO SANGUINEO, HUESO DE CAPRINOS Y SUELO - DE LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA - DEL ESTADO DE COAHUILA,	71

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
FIGURA 1. MAPA DEL ESTADO DE COAHUILA INDICANDO LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA Y LA UBICACION DE LAS LOCALIDADES MUESTREADAS.	23

APENDICE A

CUADRO A 1. CONCENTRACIONES DE MINERALES Y pH EN SUELOS DE -- PASTIZALES PARA BOVINOS EN LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA DEL ESTADO DE COAHUILA. .	88
CUADRO A 2. CONCENTRACIONES DE MINERALES EN FORRAJE PARA BOVINOS EN EL MUNICIPIO DE MUZQUIZ COAHUILA.	89
CUADRO A 3. CONCENTRACIONES DE MINERALES EN FORRAJE PARA BOVINOS EN EL MUNICIPIO DE ZARAGOZA COAHUILA.	90
CUADRO A 4. CONCENTRACIONES DE MINERALES EN FORRAJE PARA BOVINOS EN EL MUNICIPIO DE ACUÑA COAHUILA.	91
CUADRO A 5. CONCENTRACIONES DE MINERALES EN EL SUERO SANGUINEO DE BOVINOS EN EL MUNICIPIO DE MUZQUIZ COAHUILA.	92

CUADRO A 6.	CONCENTRACIONES DE MINERALES EN EL SUERO SANGUI- NEO DE BOVINOS EN EL MUNICIPIO DE ZARAGOZA COA- HUILA.	93
CUADRO A 7.	CONCENTRACIONES DE MINERALES EN EL SUERO SANGUI- NEO DE BOVINOS EN EL MUNICIPIO DE ACUÑA COAHUI- LA.	94
CUADRO A 8.	CONCENTRACIONES DE MINERALES Y pH EN LOS SUELOS DE PASTIZALES PARA CAPRINOS EN LOS MUNICIPIOS - DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA DEL ESTADO DE COA- HUILA.	96
CUADRO A 9.	CONCENTRACIONES DE MINERALES EN FORRAJE PARA CA- PRINOS EN EL MUNICIPIO DE MUZQUIZ COAHUILA, . . .	97
CUADRO A 10.	CONCENTRACIONES DE MINERALES EN FORRAJE PARA CA- PRINOS EN EL MUNICIPIO DE ZARAGOZA COAHUILA, . . .	98
CUADRO A 11.	CONCENTRACIONES DE MINERALES EN FORRAJE PARA CA- PRINOS EN EL MUNICIPIO DE ACUÑA COAHUILA, . . .	99
CUADRO A 12.	CONCENTRACIONES DE MINERALES EN SUERO SANGUINEO DE CAPRINOS EN EL MUNICIPIO DE MUZQUIZ COAHUILA.	100
CUADRO A 13.	CONCENTRACIONES DE MINERALES EN SUERO SANGUINEO DE CAPRINOS EN EL MUNICIPIO DE ZARAGOZA COAHUILA	101

CUADRO A 14. CONCENTRACIONES DE MINERALES EN SUERO SANGUINEO DE CAPRINOS EN EL MUNICIPIO DE ACUÑA COAHUILA. 103

CUADRO A 15. CONCENTRACIONES DE MINERALES DEL AGUA DISPONIBLE PARA BOVINOS Y CAPRINOS DE LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA DEL ESTADO DE COAHUILA. 104

I. INTRODUCCION

La producción animal en sistemas extensivos está limitada principalmente por la nutrición deficiente del ganado, ya que este depende casi exclusivamente de los pastizales naturales para satisfacer sus requerimientos de energía, proteínas, vitaminas y minerales. Este problema es más marcado durante el período de sequía ya que el valor nutritivo de los forrajes se reduce grandemente; y es en este mismo período cuando la deficiencia, desbalance o toxicidad de minerales se presenta más, teniendo así una baja en la producción. Estos tipos de problemas se presentan alrededor del mundo y año con año. McDowell (1976) en sus estudios realizados observó deficiencias de minerales en algunos países así como problemas de toxicidad en otros.

Deficiencia de fósforo en 38 países, de calcio en 15, de magnesio en 17, de potasio en 5, de sodio en 14, de cobre en 20, de cinc en 10, de manganeso en 7, de cobalto en 21 y de selenio en 12. Problemas de toxicidad fueron reportados en 21 países para selenio, 10 para fluor y 4 para magnesio.

Nuestro país no se escapa a este tipo de problemas, donde las regiones más afectadas son las tropicales; sin embargo en el Norte de México donde se produce ganado de buena calidad el cual se dedica principalmente a la exportación, también existen estos problemas. En el estado de

Coahuila existen regiones como los municipios de Muzquiz, Zaragoza y Acuña que cuentan aproximadamente con 175,000 cabezas de bovinos y 176,200-cabezas de caprinos (Dirección General de estadística, 1975), ganado que puede estar sufriendo las consecuencias de un desbalance mineral tanto - en períodos de lluvia como de sequía.

El sistema de explotación que prevalece en éstas regiones es el-extensivo, en el cual la producción ganadera depende grandemente de la - frecuencia y distribución de lluvias durante el año. Bajo estas circuns-tancias el ganado sufre en los períodos largos de sequía, donde el valor nutritivo de los forrajes es bajo, especialmente en la proteína y el fósforo. En estas regiones es poco común la suplementación mineral (excepto sal común), y los ganaderos que suplementan, lo hacen con mezclas minera-les generales sin considerar los requerimientos del ganado ni la aporta-ción de minerales ofrecida por los forrajes.

Es muy común oír a los ganaderos hablar de bajo porcentaje de pa-riciones, edad tardía al primer parto, intervalo entre partos prolonga--do, becerros livianos al destete y apetito depravado de los animales. - Sin embargo jamás se imaginan que estos problemas pudieran deberse a de-ficiencias y/o toxicidad de algún mineral que pudiera trastornar el meta-bolismo normal del animal.

La potencialidad ganadera de estas regiones, la dependencia eco-nómica sobre la ganadería de gran parte de la población y los problemas-reportados, justifican un estudio exhaustivo de los problemas nutriciona-les del ganado en pastoreo.

Es importante dar a conocer que esta investigación es de las primeras realizadas en nuestro país, por lo que se le puede considerar como un trabajo pionero en el área de la Nutrición mineral de ganado en pastoreo.

El objetivo de esta investigación fue determinar la existencia de problemas de deficiencia y/o toxicidad de minerales en las regiones ganaderas de los municipios de Múzquiz, Zaragoza y Acuña del Estado de Coahuila a través del análisis químico del agua, suelo, forraje y animal (suero sanguíneo y hueso).

II. REVISION DE LITERATURA

Minerales Esenciales en el Ganado

El organismo animal contiene un gran número de minerales, pero sólo 15 se han identificado como esenciales en la nutrición de los ruminantes. De ellos hay 7 macroelementos: calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, cloro y azufre; y 8 microelementos: hierro, cobre, cinc, molibdeno, manganeso, iodo, selenio y cobalto (Underwood, 1969).

Fuentes de Minerales Para el Ganado en Pastoreo

Las principales fuentes de minerales para el ganado en pastoreo son las plantas y los compuestos inorgánicos de origen geológico o industrial que se utilizan como suplementos de los alimentos (Underwood, 1976), sin embargo, también lo son el agua y el suelo, este último puede ir contaminando al forraje o simplemente puede ser consumido sólo (McDowell, 1977 y Shirley y Montésinos, 1978).

Factores que Influyen en el Contenido Mineral de los Forrajes

El contenido mineral de las plantas depende de la interacción de un gran número de factores, entre los que se encuentran: el suelo, la --

especie vegetal, la fenología de la planta, el manejo del pastizal y el clima (McDowell, 1977).

Suelo

El suelo juega un papel importante en el contenido mineral de las plantas; entre sus características principales están: el pH, la textura, el contenido de humedad y su capacidad de drenaje. En suelos alcalinos es plenamente conocido que la disponibilidad de hierro, cobre, cinc, manganeso y cobalto se disminuye, mientras que la disponibilidad de molibdeno y selenio se aumentan. Sin embargo en suelos ácidos se producen con frecuencia forrajes pobres en calcio y molibdeno y ricos en cobalto y manganeso (Underwood, 1969).

Clima

Entre los factores climáticos que más influyen en el contenido mineral de las plantas están: la temperatura, la precipitación y la luz (Gomide y Zometa, 1978). Según Underwood (1969) un clima cálido y seco puede acelerar la maduración de las plantas y entorpecer la producción de rebrotes, los cuales tienen mayor contenido mineral que el resto de la planta. Pfander (1971) menciona que en regiones tropicales con temperaturas y precipitaciones altas se lleva a cabo una lixiviación muy fuerte en el suelo, acarreando problemas de deficiencia de minerales en las plantas que crecen en estos lugares.

Especie Vegetal

Según Underwood (1969) las diferencias mejor conocidas en el contenido mineral de las plantas son las existentes entre gramíneas y leguminosas. Las leguminosas son más ricas en calcio, magnesio, potasio, --

hierro, cobre, cinc y cobalto que las gramíneas.

Fenología

Conforme las plantas van madurando, el contenido de fósforo, potasio y sodio disminuyen; ésto se debe a que se cambia la relación tallo--hoja y a que las plantas disminuyen su capacidad de absorción. Algunos minerales como el fósforo, potasio y sodio se translocan fácilmente de los órganos maduros a los rebrotes, mientras que otros como el calcio, magnesio, hierro y cinc son relativamente estáticos (Comide y Zometa, 1978).

Manejo del Pastizal

El tipo de pastoreo que se le dé al pastizal influye grandemente sobre el valor nutritivo de las plantas, ya que con el manejo se cambia la relación tallo-hoja y debido a ésto se mantiene una relación en el --contenido mineral del pastizal, ya que en las hojas se mantienen mayores concentraciones de minerales que en los tallos (McDowell, 1977). Malechek y Dwyer (1983) sugieren el sistema de pastoreo de corta duración --"Savory", el cual muestra que se puede doblar la carga animal con respecto al sistema de pastoreo continuo, debido a una mejor utilización del pastizal y a un mayor aporte de nutrientes.

Stoddart et al. (1955) mencionan que un pastizal sobrepastoreado trae como consecuencia la formación de sistemas radiculares reducidos y poco profundos, trayendo como consecuencia que la raíz de la planta guarde pocas reservas de agua, haciendo a la planta poco resistente a un largo período de sequía.

Bowns y Matthews (1983) mencionan que el pastoreo de bovinos con ovinos es más eficiente que con una sólo especie, pues esta combinación regula la composición de zacates y arbustos del pastizal.

Kalmbacher et al. (1984) al realizar un estudio sobre el comportamiento de los minerales en verano e invierno en pastizales nativos, en contraron que el contenido de fósforo, potasio, magnesio y manganeso declinó de verano a invierno, mientras que los niveles de calcio y hierro se comportaron en igual concentración en las dos estaciones.

Factores que Influyen en el Requerimiento Mineral del Ganado

Entre los factores que influyen sobre los requerimientos minerales en el ganado están, el nivel de producción, edad, raza, adaptación, forma química de los elementos y las interrelaciones con otros nutrientes (McDowell et al., 1984). McDowell (1977) menciona que una vaca durante su primer lactancia tendrá mayores requerimientos de minerales que -- una vaca seca adulta, ya que aún está en crecimiento; y que a medida que se aumenta la producción los requerimientos de minerales son mayores. Entre las interrelaciones minerales más importantes están la de calcio-fósforo, calcio-cinc, cobre-molibdeno, cobre-hierro, hierro-fósforo y magnesio-potasio.

Disponibilidad Biológica de los Minerales

Thompson y López (1978) definieron este término como una medida-

de disponibilidad de un elemento determinado para realizar procesos fisiológicos determinados. Mencionan que es de gran valor el conocer el análisis químico de los alimentos o suplementos minerales; porque es muy importante conocer su disponibilidad biológica en el animal; ya que ningún alimento es cien por ciento disponible, y en ocasiones ciertos minerales se encuentran en forma de compuestos de baja disponibilidad biológica.

Importancia de los Minerales en la Producción Animal

Los minerales son nutrientes esenciales para todos los animales e influyen en la eficiencia de la producción del ganado. Por tal razón debe de darseles igual importancia que a otros nutrientes ya que con tan sólo la deficiencia de alguno de ellos es suficiente para causar trastornos en el metabolismo animal y causar mermas en la producción.

Calcio y Fósforo

Ambos tienen funciones vitales en casi todos los tejidos del cuerpo y constituyen más del 70 por ciento del total de minerales en éste. -- Son muy importantes en la formación y mantenimiento de huesos y dientes. -- El calcio también es requerido para la coagulación normal de la sangre y la contracción normal muscular. El fósforo está involucrado en casi todas las reacciones del metabolismo animal, ya que es necesario para la síntesis del trifosfato de adenosina y transferencia de energía (Thompson y -- Campabadal, 1978).

En la alimentación de los rumiantes en pastoreo la deficiencia mineral más común es la de fósforo, mientras que la deficiencia de calcio no es frecuente, excepto en vacas altas productoras de leche, en ganado pastoreando forrajes de crecimiento rápido o en pastizales escasos en leguminosas (Fick et al., 1978).

McDowell et al. (1978) mencionan que la mayoría de las gramíneas contienen más del 0.30 por ciento de fósforo sólo en etapas tempranas de crecimiento y que la mayor parte del tiempo los forrajes maduros contienen menos del 0.15 por ciento.

La deficiencia de fósforo está distribuida por todo el mundo, en Latinoamérica McDowell et al. (1977) reportaron que de 1129 muestras de forraje analizadas, el 31 y 73 por ciento contenían menos del 0.3 por ciento de calcio y fósforo respectivamente, porcentajes considerados entre deficientes y marginales.

En Florida, U.S.A., Kiatoko et al. (1982) reportaron que de los forrajes analizados el 57 y 90 por ciento fueron deficientes (0.25 por ciento) en fósforo en los períodos de lluvia y sequía.

En Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila, Mejía (1984) encontró niveles altos de calcio en suelo (>0.20 por ciento), suero sanguíneo de bovinos (>120 ppm) y forrajes (>0.30 por ciento). Por el contrario en Ocampo y Sierra Mojada se encontraron deficiencias de fósforo en suelo (<25 ppm) y forrajes (<0.25 por ciento) y niveles marginales (50-65 ppm) en suero sanguíneo de bovinos.

Es ampliamente conocido que al suplementar fósforo se debe considerar la relación calcio-fósforo, ya que el exceso de uno puede provocar la deficiencia del otro. La literatura mundial generalmente recomienda una relación calcio-fósforo que va de 1:1 a 2:1; sin embargo en algunas circunstancias relaciones más amplias utilizadas no han tenido efectos negativos en el animal.

Magnesio

Es un macroelemento que está relacionado con las funciones del calcio y fósforo. Además es constituyente especial de los huesos y dientes, participa en muchas reacciones enzimáticas; forma parte de la clorofila en las plantas, la cual es esencial para el proceso de la fotosíntesis (Viana y Zometa, 1978).

Problemas de deficiencia de magnesio (tetania de los pastos) son más frecuentes en rumiantes pastoreando zacates de crecimiento rápido y en animales viejos, ya que en estos últimos se disminuye la habilidad de remover magnesio de los huesos (Chicco et al., 1973) causando aún una baja en las reservas disponibles de este elemento para otras funciones en el organismo.

McDowell et al. (1977) reportaron que de 290 forrajes provenientes de Latinoamérica el 35 por ciento presentaron niveles de magnesio -- que fueron indicadores de deficiencia (<0.20 por ciento).

En Florida, U.S.A., Kiatoko et al. (1982) encontraron que los -- forrajes analizados tuvieron concentraciones adecuadas de magnesio durante el período de lluvias, no obstante durante el período de sequía el 80 por ciento de ellos fueron deficientes en este elemento.

En Ciénega de Flores, Nuevo León, Mejía (1977) encontró concentraciones de magnesio altas en forraje (0.37 y 0.75 por ciento) y suero-sanguíneo (61 ppm).

La N.C.M.N. (1973). (Comité en Nutrición de las Tierras Bajas) reporta que la absorción de magnesio por el animal es afectada por otros -- minerales contenidos en la dieta. Al existir concentraciones altas de -- calcio y potasio en el alimento se disminuye la absorción del magnesio.

Greené et al. (1983) al ofrecer a bovinos raciones con dos niveles de magnesio (0.1 y 0.2 por ciento) y tres niveles de potasio (0.6, - 2.4 y 4.8 por ciento) observaron que la excreción fecal del magnesio aumentó a medida que se aumentaron los niveles de potasio en la ración.

Potasio

El potasio es el tercer elemento mineral más abundante en la composición corporal del animal; interviene en el mantenimiento del equilibrio ácido-básico, en la regulación de la presión osmótica y en el balance hídrico del cuerpo (Thompson y Villalba, 1978).

La deficiencia de potasio bajo condiciones de pastoreo no es frecuente, sin embargo, ha sido reportada en países tropicales en períodos -

de sequía prolongada, ya que al madurar el forraje baja la concentración de este mineral (McDowell, 1976). La deficiencia de potasio en los animales puede ser causada por consumo insuficiente, pérdidas causadas por -- diarreas o por consumo excesivo de sal (Na Cl). Este elemento debe ser -- suministrado diariamente ya que el organismo carece de grandes reservas-- (Ammerman y Goodrich, 1983).

En un estudio realizado por Kiatako et al. (1982) en nueve ran-- chos ganaderos localizados en diferentes regiones de Florida, U.S.A. en-- contraron en las muestras de suelo analizadas niveles de potasio extrac-- table de deficientes a marginales (<65 ppm). Esta deficiencia también se -- presentó casi en el total de las muestras de forraje analizadas en el pe-- ríodo de sequía (<0.60 por ciento).

Respuestas positivas a la suplementación de potasio han sido re-- portadas por Roberts y Omer (1965) al suplementar novillos con cuatro -- concentraciones de potasio (0.50, 0.69, 0.93 y 1.05 por ciento). Estos -- autores observaron mayores aumentos de peso (1.31 Kg/día) en los novi--- llos suplementados con 0.93 por ciento comparados con los aumentos de pe-- so de 1.12, 1.10 y 1.15 Kg/día obtenidos en los novillos suplementados -- con 0.50, 0.69 y 1.05 por ciento de potasio respectivamente.

Telle et al. (1964) al alimentar ovinos con una dieta semipurifi-- cada utilizando seis niveles de potasio (0.10, 0.20, 0.30, 0.38, 0.42 y-- 0.62 por ciento) observaron signos de deficiencia manifestados por ano-- rexia, rigidez de las extremidades, y muerte de algunos animales en los-- tratamientos con niveles de 0.10 y 0.20 por ciento. Las mejores ----

ganancias de peso fueron obtenidas al consumir dietas con el 0.62 por ciento de potasio.

Sodio y Cloro

El sodio y el cloro conjuntamente con el potasio regulan la presión osmótica, mantienen el equilibrio ácido-básico y controlan el metabolismo del agua en los tejidos corporales (Loosli y Zometa, 1978).

No existen evidencias de una deficiencia de cloro en la dieta del ganado, sin embargo, la deficiencia de sodio es muy común, siendo más probable que ocurra ésta durante la lactancia, en animales de crecimiento rápido, en animales alimentados con pasturas altamente fertilizadas con potasio, en regiones tropicales donde los animales sudan mucho perdiendo bastante sodio y en pasturas pobres en sodio (Underwood, 1969).

McDowell et al. (1977) reportaron que de 146 forrajes de Latinoamérica analizados, aproximadamente el 60 por ciento contenían niveles de sodio de deficientes a marginales (<0.1 por ciento). Miles y McDowell (1983) al analizar forrajes de Colombia encontraron que éstos sólo contenían del 10 al 20 por ciento de los requerimientos de sodio del ganado. Kiatoko et al. (1982) encontraron en Florida, U.S.A. que el 80 por ciento de los forrajes analizados de nueve ranchos ganaderos contenían concentraciones deficientes de sodio tanto en el período de sequía como en el de lluvias. En Bolivia McDowell et al. (1982) encontraron concentraciones medias de 0.03 por ciento de sodio en los forrajes durante todo el año, considerándose éstas como deficientes.

Mejía (1984) encontró que aproximadamente el 90 por ciento de los forrajes analizados de tres municipios ganaderos de Coahuila contenían concentraciones deficientes de sodio (<0.1 por ciento).

En Nuevo León, Villarreal (1977) al analizar muestras de zacates y arbustos encontró promedios muestrales de sodio de 0.04 por ciento, los cuales fueron considerados deficientes.

Gartenberg (1982) encontró que el 97 por ciento de los forrajes analizados de la región Noreste de México contenían concentraciones deficientes de sodio (<0.1 por ciento).

Hierro

La importancia de este mineral principalmente radica en que forma parte de la hemoglobina y por lo cual interviene en el proceso de oxigenación de la célula (Underwood, 1969).

La deficiencia de hierro no es común en los rumiantes, ya que son raras las veces en que los forrajes no cubren los requerimientos de este mineral (10-100 ppm).

McDowell et al., (1978) recomiendan la suplementación de hierro sólo en casos cuando el forraje contenga menos de 100 ppm de este elemento.

McDowell et al. (1977) reportaron que de 256 forrajes analizados de Latinoamérica sólo el 25 por ciento tuvo concentraciones menores

que 100 ppm.

Mejía (1984) encontró que casi el 100 por ciento de los forrajes analizados de los municipios de Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila contenían más de 100 ppm de hierro. Resultados similares fueron obtenidos por Obeso (1977) y Mejía (1977) en los municipios de Ciénega de Flores y Cerralvo, Nuevo León.

No es común la toxicidad de hierro en ganado en pastoreo, ya que son raros los forrajes que alcanzan el nivel tóxico de 1000 ppm considerado por McDowell *et al.* (1982), sin embargo en un estudio posterior Miles y McDowell (1983) reportaron que niveles de 500 ppm pueden ser tóxicos por interferir con el metabolismo de otros minerales como el fósforo y el cinc formando complejos insolubles.

En Abasolo, Nuevo León, Villarreal (1977) encontró promedios muestrales de hierro de 751 y 586 ppm en las gramíneas y arbustos analizados.

Mejía (1977) al analizar muestras de arbustos en Cerralvo, N.L. encontró concentraciones medias de hierro de 543 ppm; nivel que se puede considerar tóxico.

Cobre y Molibdeno

El cobre es esencial en la síntesis de hemoglobina; también es componente de las enzimas citocromo oxidasa, tirosinasa y xantina

oxidasa. El molibdeno es un elemento importante para plantas y animales. Pequeñas cantidades de este elemento intensifican la actividad de las -- bacterias fijadoras de nitrógeno en las plantas.

En Latinoamérica, después del fósforo y probablemente el cobalto, el cobre es el mineral más limitante en el ganado en pastoreo (McDowell, 1977).

McDowell et al. (1984) mencionan que las deficiencias de cobre -- principalmente están condicionadas a que los forrajes contengan concen-- traciones altas de molibdeno (>3 ppm) y bajas de cobre (<5 ppm).

En el Noreste de México, Gartenberg (1982) encontró que el 86 -- por ciento de los forrajes analizados presentaron concentraciones defi-- cientes de cobre (<10 ppm) y el 54 por ciento concentraciones altas de -- molibdeno (>3 ppm).

En Nuevo León, Villarreal (1977), Obeso (1977) y Mejía (1977) en contraron concentraciones deficientes de cobre (0.5, 0.1 y 0.4 ppm res-- pectivamente) al analizar el suero sanguíneo de bovinos en pastoreo.

Cinc

El cinc está involucrado en diversos sistemas enzimáticos, el me tabolismo de los ácidos nucleicos, la síntesis de proteína y en el meta-- bolismo de los carbohidratos y la vitamina A (McDowell et al., 1978).

McDowell (1976) reportó que de 177 forrajes de Latinoamérica el 75 por ciento mostraron concentraciones que variaron de deficientes a -- marginales en este elemento (<50 ppm). En Florida, U.S.A. McDowell et al. (1982) reportaron que el 57 por ciento de las muestras de suelo analizadas, tuvieron niveles bajos de cinc extractable (<1.5 ppm) y el 85 por ciento de los forrajes analizados fueron deficientes (<30 ppm).

En Guyana, Leeg y Sears (1960) observaron signos de deficiencia de cinc (alopecia y paraqueratosis en diferentes partes del cuerpo) en el ganado que pastoreaba forrajes que contenían de 18 a 42 ppm de este elemento. Estos signos desaparecieron tres semanas después de haber suplementado dos gramos de sulfato de cinc por semana.

En un estudio realizado en el Noreste de México, Gartenberg --- (1982) reportó que el 81 por ciento de las muestras de forrajes analizados presentaron concentraciones indicadoras de deficiencia de cinc (40 ppm) y el 41 por ciento de las muestras de suero sanguíneo estuvieron -- por debajo del nivel crítico (0.8 ppm). Por otro lado Villarreal (1977)- en Abasco, Nuevo León encontró que el cien por ciento de los forrajes - analizados tuvieron concentraciones mayores de 50 ppm.

Aunque el ganado es bastante tolerante a niveles altos de cinc, la toxicidad debido a este mineral puede presentarse al suplementar concentraciones excesivas de este elemento (Georgievskii, 1982). McDowell et al. (1984) mencionan que niveles de cinc en la dieta por arriba de -- 500 ppm son suficientes para presentar efectos negativos en el ganado en pastoreo.

Manganeso

El manganeso es esencial para la formación de los huesos, es necesario para el crecimiento y funciones reproductivas de la hembra y el macho, interviniendo también como activador enzimático en el metabolismo de los carbohidratos y en la cadena de fosforilación oxidativa (Georgievskii, 1982).

La deficiencia de manganeso en los rumiantes causa estros irregulares, tasas de concepción bajas, reabsorción embrionaria y abortos. En el macho causa atrofia testicular, degeneración del epidídimo y frecuentemente disminución de la espermatogénesis, causando además malformación de los huesos (Hidiroglou, 1979).

McDowell (1976) reportó que de 293 forrajes provenientes de Latinoamérica el 21 por ciento tuvieron concentraciones de manganeso que variaron de deficientes a marginales (<40 ppm).

En un estudio realizado en Guanacaste, Costa Rica, por McDowell et al. (1978) encontraron que del total de muestras de hígado analizadas el 37 por ciento tuvieron niveles de manganeso bastante deficientes (6 ppm).

Los requerimientos de manganeso aún no están bien establecidos; el C.N.M.N. (1973) menciona que 25 ppm en la dieta fueron suficientes para mantener concentraciones normales de este elemento en sangre e hígado, además, que los forrajes generalmente contienen concentraciones ---

adecuadas de manganeso, teniendo el animal la capacidad de almacenarlo - durante meses. Por otro lado es difícil que ocurra toxicidad de este elemento ya que para ello es necesario consumir niveles de 1000 ppm.

Cobalto

El cobalto es requerido por los microorganismos del rúmen para sintetizar la vitamina B₁₂, la cual no es sintetizada en el tejido del cuerpo. Este elemento es necesario para el funcionamiento normal de varios sistemas enzimáticos y la utilización de la energía. Los rumiantes deficientes en vitamina B₁₂ no pueden convertir eficientemente el propio n^o a succinato realizar otras reacciones en el organismo ya que se inhibe el proceso de carboxilación.

La deficiencia de cobalto en el ganado en pastoreo es común. McDowell (1976) reportó que de 140 forrajes analizados de Latinoamérica el 43 por ciento fueron deficientes (≤ 0.1 ppm).

En Nueva Inglaterra, U.S.A., Kubota (1964) encontró deficiencias de cobalto en los suelos (≤ 5 ppm) y forrajes analizados (≤ 0.07 ppm). McDowell et al. (1982) en Florida U.S.A. encontraron que el 58 por ciento de las muestras de suelo analizadas fueron deficientes en cobalto (≤ 0.11 ppm); también se encontraron concentraciones deficientes (≤ 0.1 ppm) en el 63 y 40 por ciento de los forrajes analizados durante el período de lluvias y sequía respectivamente.

En Colombia, Miles y McDowell (1983) encontraron niveles deficientes de cobalto (≤ 0.1 ppm) en la mayoría de los forrajes analizados durante el período de lluvias.

Las posibilidades de que se presente toxicidad de este elemento son bajas, debido a que los forrajes no llegan a alcanzar concentraciones tóxicas; McDowell et al. (1984) mencionan que las ovejas llegan a tolerar niveles hasta de 150 ppm,

Selenio

Anteriormente se creía que el selenio sólo tenía efectos tóxicos en el ganado; siendo hasta 1951 cuando se demostró que este elemento es componente del factor #3 que previene la degeneración hepática en ratas. Años más tarde se demostró en pollos que previene la diatésis exudativa y la distrofia muscular nutricional en terneros y corderos (Ammerman et al., 1978).

En cuatro regiones de Florida, U.S.A., McDowell et al. (1982) encontraron deficiencia de selenio en el suelo (0,02-0,04 ppm), Según Cary et al. (1976) suelos con concentraciones de selenio menores que 0,5 ppm son encontrados donde hay problemas de deficiencia de selenio en el ganado. En los forrajes analizados también encontraron deficiencia de este elemento, y aproximadamente el 90 por ciento de las muestras analizadas fueron deficientes (0,1 ppm). Las muestras de pelo analizadas también tuvieron concentraciones bajas de este mineral (0,12 ppm) consideradas deficientes de acuerdo a Hidiroglou, 1965 citado por McDowell et al. (1982) quién encontró que vacas cuya concentración era de alrededor de 0,25 ppm de selenio en el pelo producían becerros con la enfermedad del músculo blanco.

Salih et al. (1983) al analizar los pastos de un rancho ganadero de Florida, U.S.A., encontraron que todos fueron deficientes en selenio (0.1 ppm). Esta deficiencia también se observó en el total de las muestras de suero sanguíneo obtenido de los animales muestreados (0.006 ppm), concentración que estuvo por debajo del nivel crítico (0.03 ppm).

McDowell (1976) reportó problemas de toxicidad de selenio en 21 países incluyendo a México. Byers, 1937 citado por De Alba (1974) diagnosticó en vacas una intoxicación por selenio en Guanajuato. Al analizar el forraje que consumieron los animales encontró niveles tóxicos de selenio (15 ppm). En concepción del Oro, Zacatecas, Gartenberg (1982) - encontró concentraciones altas de selenio (8 ppm) al analizar pelo de los animales muestreados. Estas concentraciones pueden ser tóxicas de acuerdo a Hogue (1970) quien reportó que concentraciones de 5 a 10 ppm en el pelo son indicadoras de una posible toxicidad de este elemento.

III. MATERIALES Y METODOS

Localización Geográfica

La presente investigación se realizó en 23 localidades ganaderas comprendidas en los municipios de Múzquiz, Zaragoza y Acuña del estado de Coahuila. En la figura 1 se muestran los municipios y localidades muestreadas. La localización geográfica y altitud de cada municipio se muestran en el cuadro 1.

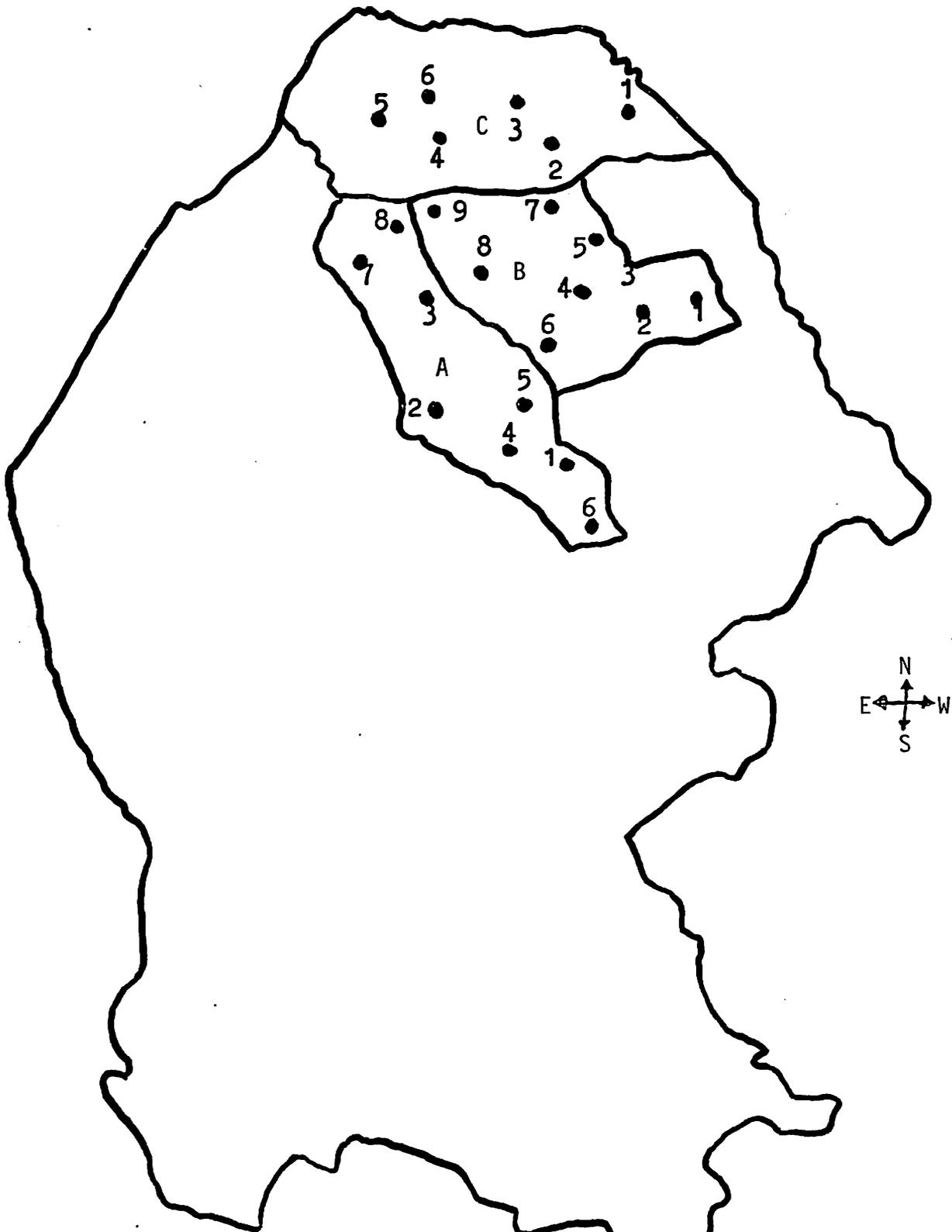
CUADRO 1. LOCALIZACION GEOGRAFICA Y ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA DEL ESTADO DE COAHUILA.

MUNICIPIO	LONGITUD (W)	LATITUD (N)	ALTITUD (msnm)
MUZQUIZ	101° 31'	27° 52'	468
ZARAGOZA	100° 55'	28° 29'	355
ACUÑA	100° 57'	29° 18'	300

(W) oeste (N) norte (msnm) metros sobre el nivel del mar

García (1973)

En el cuadro 2 se presentan los tipos de clima de cada uno de los municipios en estudio de acuerdo a la clasificación de Kooppen modificada por García (1973).



A=MUZQUIZ

- 1. Palaú
- 2. El Puerto
- 3. San Javier
- 4. Morelos
- 5. El Pavo
- 6. Barroterán
- 7. Los Venados
- 8. San Rafael

B=ZARAGOZA

- 1. La Maroma
- 2. San Juan
- 3. La Salada
- 4. El Pobre
- 5. El Caballo
- 6. Chipinque
- 7. Santa Eulalia 1
- 8. " " 2
- 9. Lagunitas

C=ACUÑA

- 1. Las Cuevas
- 2. El Seco
- 3. Corrales
- 4. Escobedo
- 5. Pico Etereo
- 6. Morelos

FIGURA I. MAPA DEL ESTADO DE COAHUILA, INDICANDO LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA Y LA UBICACION DE LAS LOCALIDADES MUESTREADAS.

CUADRO 2. TEMPERATURA, PRECIPITACION Y TIPO DE CLIMA DE LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA DEL ESTADO DE COAHUILA.

MUNICIPIO	**	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
TEMPERATURA	MUZQUIZ	21	13.4	15.9	18.6	22.8	25.2	27.9	28.5	28.9	26.2	23.1	17.5	13.9	21.8
	ZARAGOZA	7	10.2	15.0	17.7	23.3	26.2	29.8	30.8	30.0	27.9	22.3	18.8	12.1	22.0
(°C) *	ACUÑA	10	11.2	13.7	17.9	22.7	26.4	30.4	31.6	31.7	28.3	22.4	14.7	11.2	21.9
	MUZQUIZ	23	24.1	11.3	25.1	25.5	87.8	88.1	51.7	77.6	121.0	58.5	34.4	29.0	634.1
PRECIPITACION	ZARAGOZA	12	20.8	17.7	8.0	24.8	41.8	38.1	35.3	39.4	87.2	44.8	15.0	9.7	382.6
	ACUÑA	10	15.0	18.2	26.0	36.9	71.7	61.2	22.4	32.1	68.0	58.2	12.7	14.2	436.6

PO DE CLIMA	MUZQUIZ	ZARAGOZA	ACUÑA	BS ₁ hw" (e')	BS ₀ hw" (x') (e')	BS ₀ hx' (e')	Clima seco y semicálido

García (1973).

* Promedio de temperaturas y precipitaciones mensuales y anuales

** Años en observación

Composición Botánica de la Dieta de Bovinos y Caprinos

Debido a que el período de sequía es muy prolongado (octubre-junio) la escasez de forraje es muy marcada encontrándose principalmente - arbustos y hierbas, entre los más disponibles están: Chapote, (Diospyros texana); Cenizo, (Leucophyllum texanum); Huajillo, (Acacia berlandieri); Mezquite, (Prosopis glandulosa); Chaparro Prieto, (Acacia rigidula); Sotol, (Dasyllirion texanum); Vara Dulce, (Eysenhardtia polistachya); Quebradora, (Lippia spp.); Retama, (Parkinsonia aculeata); Hojasén (Flourensia cernua); Oreganillo, (Salvia ballotaeflora) y Huizache, (Acacia farnesiana).

Entre los zacates que en forma natural más disponibles están: Boreguero, (Dasyochloa pulchella); Navajita Azul (Bouteloua gracilis); - Tres Barbas (Aristida divaricata); Banderita', (Bouteloua curtipendula); - Popotillo (Boutriochloa saccharoides), y Buffel, (Cenchrus ciliaris).

Prácticas de Manejo del Ganado

El manejo del ganado es diferente entre pequeños propietarios y ejidatarios. Los primeros llevan a cabo vacunaciones contra carbón sintomático, edema maligno y septicemia hemorrágica; desparasitaciones internas y externas; suplementación con sal común y algunas veces con sales minerales; cruzamientos de su ganado con razas mejoradas, empadres controlados y venta de becerros al destete para exportación; además cuentan con corrales de manejo con manga; chute, baño de inmersión y algunos con prensa.

Por otro lado los ejidatarios generalmente no utilizan desparasitantes internos, pero si utilizan externos y vacunas. La suplementación que llevan a cabo es con sal común y raras veces con sales minerales. Por lo que concierne a corrales de manejo estos son muy rústicos; los empadres son continuos y su principal negocio es la venta de la leche de cabra y venta del cabrito.

Las prácticas de manejo del pastizal más comunes son pastoreo continuo con sobrecarga de animales; arbustos poco utilizables por tener alturas poco accesibles para el ganado; reducido número de aguajes y saladeros, y mal distribuidos.

Muestreo de Campo

El muestreo de campo se llevó a cabo al final del período de sequía y comienzo del período de lluvia, comprendiendo de abril a julio, haciendo notar que este período puede ser considerado de sequía ya que al inicio de las lluvias aún no existía forraje verde. Se tomaron muestras de agua, suelo, forraje, suero sanguíneo, hueso y pelo según las técnicas recomendadas por Fick et al. (1979) y Chapman y Pratt (1981). Dado a que la composición botánica de la dieta y hábitos alimenticios de los bovinos y caprinos es diferente, se tomaron muestras de forraje por separado en las diferentes localidades. En el cuadro 3 se muestran las especies en explotación que se muestrearon en las localidades de los municipios en estudio; en algunas de ellas sólo se explota una especie.

Agua

Se tomaron muestras de agua provenientes de pozos profundos, papalotes y manantiales en cada una de las localidades muestreadas. Se utilizaron recipientes de plástico de 1000 ml de capacidad previo enjuagado con el agua a muestrear. Posteriormente las muestras se almacenaron protegiéndolas de la luz hasta que se les realizó el análisis de Ca, Mg, Na, Fe y Cu por técnicas de espectrofotometría de absorción atómica según Chapman y Pratt (1981).

Suelo

Dentro de cada explotación se tomaron diez muestras de suelo. Para esto, primeramente se eliminó la materia orgánica existente en la superficie del suelo, procediéndose luego a trazar un cuadrado de 20 cm y excabándose a una profundidad de 20 cm, y utilizando una pala especial para toma de muestras de suelo, se extrajo el perfil de un lado de la perforación, colocándose la muestra en bolsas de polietileno previamente identificadas, las cuales fueron posteriormente almacenadas para su análisis en el laboratorio. Ya en el laboratorio las muestras fueron secadas a temperatura ambiente, desmoronadas y posteriormente pasadas por un tamiz con malla de acero inoxidable de dos mm de diámetro. Finalmente se homogenizaron todas las muestras de la misma localidad haciendo una sola, la cual fué almacenada en una bolsa de polietileno previamente identificada para realizar los análisis de Ca, P, Mg, Na, K, Cu, Fe, Zn, Mn y Co utilizando las técnicas de Chapman y Pratt (1981), y Olsen y Dean (1954).

Forraje

Se colectaron las principales especies forrajeras consumidas por bovinos y/o caprinos, previa observación a los animales en pastoreo, y en cuesta al pastor o vaquero de cada localidad. Las muestras fueron tomadas en diferentes sitios del pastizal utilizando tijeras de acero inoxidable. El corte del forraje se hizo a la misma altura y en forma semejante a la que realiza el animal. En algunas ocasiones se tomó la muestra en forma manual efectuando la defoliación de la planta, como en el caso del granjeno (Celtis pallida) y guayacán (Porlieria angustifolia). La cantidad de muestra colectada fué aproximadamente 500 gramos, la cual fué depositada en bolsas de manta debidamente identificadas.

En el laboratorio las muestras fueron secadas en una estufa a 60 °C durante el tiempo requerido para perder la humedad (24-72 horas), ya secas las muestras se procesaron en un molino marca Wiley con criba de acero inoxidable de 1 mm de diámetro. Posteriormente las muestras se homogenizaron mediante movimientos rotatorios y se almacenaron en bolsas de polietileno debidamente etiquetadas para su posterior análisis de Ca, P, Mg, Na, K, Cu, Fe, Zn, Mn, y Co utilizando las técnicas de espectrofotometría de absorción atómica según Perkin-Elmer Corporation (1976).

Suero Sanguíneo

Dentro de cada localidad, se tomaron muestras de sangre a diez animales (Bovinos y/o caprinos). Las muestras fueron tomadas de hembras adultas sin signos aparentes de gestación y que hayan tenido cuando menos-

CUADRO 3. MUNICIPIO, LOCALIDAD Y ESPECIE ANIMAL
MUESTREADA EN EL PRESENTE ESTUDIO

MUNICIPIO	LOCALIDAD	ESPECIE	
		BOVINO	CAPRINO
MUZQUIZ	Palaú**		X
	El Puerto*	X	
	San Javier*	X	
	Morelos**		X
	El Pavo*	X	
	Barroterán**		X
	Los Venados*	X	
	San Rafael*	X	
ZARAGOZA	La Maroma**		X
	San Juan*	X	X
	La Salada*	X	X
	El Pobre*	X	
	El Caballo**		X
	Chipinque*	X	
	Santa Eulalia 1**		X
	Santa Eulalia 2**		X
	Lagunitas*	X	
ACUÑA	Las Cuevas**	X	X
	El Seco*	X	
	Corrales*	X	
	Escobedo**	X	X
	Pico Eterio*	X	
	Morelos**	X	

* = Pequeña propiedad

** = Ejido

un año pastoreando en la localidad, para que manifestaran el estatus mineral de la misma.

Las muestras de sangre fueron tomadas de la vena yugular utilizando agujas hipodérmicas No 16 y colectándose en tubos de ensayo de 15 ml. La cantidad de sangre obtenida de cada animal fué aproximadamente 40 ml,- la muestra inmediatamente se centrifugó a 3000 revoluciones por minuto -- (rpm) durante 30 minutos utilizando una centrífuga portatil accionada por una planta eléctrica. De esta manera se obtuvo el suero sanguíneo el cual se virtió en tubos de ensayo, los cuales fueron colocados en una hielera- con el propósito de conservar el suero en buen estado. Ya en el laborato- rio las muestras se colocaron en un congelador, y de ahí las muestras se- fueron tomando para realizarles los análisis de Ca, P, Mg, Na, K, Cu, Fe, y Zn utilizando la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, según Perkin-Elmer Corp. (1976).

Hueso

Las muestras de hueso fueron obtenidas de animales recientemente- muertos, previa anamnesis de cada caso. Las muestras fueron depositadas - en bolsas de polietileno previamente identificadas.

En el laboratorio las muestras de hueso fueron lavadas con agua - destilada y secadas en la estufa. Cada muestra fué sometida a la extrac- ción de grasa utilizando hexano y el aparato de Goldfish durante 36 horas. Posteriormente las muestras fueron secadas en la estufa a 104 °C durante- 24 horas, obteniéndose así la materia seca de las muestras libres de gra- sa. Finalmente las muestras se incineraron en una mufla a 600 °C durante-

12 horas, obteniéndose las cenizas las cuales se molieron en un mortero y se depositaron en bolsas de polietileno previamente identificadas. Cada muestra fué analizada para Ca, P y Mg utilizando las técnicas de Perkin-Elmer Corporation (1976) y Fiske y Subbarow (1925).

Pelo

Las muestras de pelo fueron tomadas de la cola y dorso de los mismos animales utilizados en la obtención de suero sanguíneo. Se tomaron aproximadamente cinco gramos de muestra, depositandose ésta en bolsas de polietileno previamente identificadas. Ya en el laboratorio el pelo fué lavado con agua destilada y shampoo Breck y posteriormente secado en una estufa, finalmente se almacenaron en bolsas de polietileno previamente identificadas. Las muestras de pelo se someterán al análisis de selenio utilizando las técnicas de espectrofotometría de absorción atómica según Perkin-Elmer Corporation (1976).

Análisis de Laboratorio

En el cuadro 4 se presentan los minerales determinados en las muestras de agua, suelo, forrajes, suero sanguíneo, hueso y pelo.

CUADRO 4. MINERALES DETERMINADOS EN LAS MUESTRAS
DE AGUA, SUELO, FORRAJE Y ANIMAL.

MINERAL	AGUA	SUELO	FORRAJE	ANIMAL		
				SUERO	HUESO	PELO
Calcio	-	-	-	-	-	-
Fósforo		-	-	-	-	-
Magnesio	-	-	-	-	-	-
Potasio		-	-	-		
Sodio	-	-	-	-		
Hierro	-	-	-	-		
Cobre	-	-	-	-		
Cinc		-	-	-		
Manganeso		-	-			
Cobalto		-	-			

Agua

La determinación de los minerales en las muestras de agua se realizó por espectrofotometría de absorción atómica. Para la lectura del calcio y magnesio se hicieron diluciones con bicarbonato de sodio al 0.02%;- y para el sodio, fierro y cobre se leyeron directamente o se hicieron diluciones con agua deionizada, según se fuera requiriendo.

Suelo

La determinación de todos los minerales analizados en el suelo se hizo por absorción atómica, excepto el fósforo que fué determinado colorimétricamente por el método de Olsen y Dean (1965).

Se pesaron 5 gramos de suelo seco y se depositaron en un matrâz - de 125 ml, se les agregaron 20 ml de solución extractora (50 ml de HCl 1N + 25 ml de H₂SO₄ 1N, aforado a 1000 ml con agua destilada), posteriormente se colocaron los matraces en un agitador mecánico "Eberbach" por 5 minutos para la determinación de los macroelementos y por 45 minutos para los microelementos, haciéndose por separado; luego se filtraron en matraces de 50 ml utilizando papel filtro Whatman No. 42, se lavó el matrâz y papel filtro con la solución extractora y se llevó hasta la marca del matrâz, obteniéndose de esta manera la solución "madre", de la cual se leyeron directamente las concentraciones extractables de cobre, hierro, cinc, cobalto y manganeso. Posteriormente se hicieron diluciones con solución de lantano al 1 por ciento para determinar las concentraciones extractables de calcio, magnesio, potasio y sodio.

Forraje

Se pesaron 5 gramos de muestra en crisoles de porcelana para la determinación de cobre, cinc, potasio y cobalto, y un gramo para calcio, magnesio, fósforo, sodio, hierro y manganeso; luego se colocaron en la estufa a 104 °C durante 12 horas para obtener el porcentaje de materia seca total. Posteriormente se incineraron en la mufla a 580 °C durante 6 horas y de esta forma se obtuvieron las cenizas.

Las cenizas se disolvieron con 5 ml de solución de HCl al 20 por ciento en vasos de precipitado de 100 ml; se calentaron hasta antes de la ebullición en una placa eléctrica de calentamiento, luego se filtraron en matraces volumétricos de 50 ml utilizando papel filtro Whatman No. 41, lavando el vaso y papel filtro con agua deionizada caliente hasta llegar a la marca del matrâz, de esta forma obteniéndose la solución "madre", en la cual se leyeron directamente la concentración de cobalto, cobre, hierro, cinc y manganeso y se hicieron las diluciones necesarias con agua destilada para la lectura de sodio, y diluciones con bicarbonato de sodio al 0.02 por ciento para las lecturas de calcio, magnesio y potasio. Estos elementos se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica de acuerdo a las técnicas de Perkin-Elmer Corp. (1976). La determinación de fósforo se hizo por la técnica de colorimetría de Fiske y Subbarow (1925).

Suero Sanguíneo

Para la determinación de calcio, magnesio y potasio se tomó un ml de suero, se depositó en un matrâz de 50 ml, y se llevó a la marca con una solución de lantano al 0.1 por ciento; de aquí se tomó un ml para la determinación de sodio y se vertió a un matrâz volumétrico de 50 ml diluyéndose con agua deionizada hasta la marca; luego se procedió a hacer las lecturas en el aparato de absorción atómica según técnicas de Perkin-Elmer Corp. (1976). Para la determinación de hierro, cobre y cinc se tomaron 2 ml de suero y se depositaron en un tubo de centrifuga, se agregaron 2 ml de solución de ácido tricloroacético al 20 por ciento y se homogenizó con una varilla de vidrio, luego se colocaron los tubos en un baño María a 90 °C durante 15 minutos; se dejaron enfriar y luego se -----

centrifugaron a 3000 revoluciones por minuto durante diez minutos, y se obtuvo un sobrenadante en el cual se leyeron los diferentes minerales.

La determinación de fósforo se realizó por colorimetría usando la técnica de Fiske y Subbarow (1925). Para ello se tomó un ml de suero y se depositó en un tubo de ensayo, se agregaron 9 ml de ácido tricloroacético al 5 por ciento, se centrifugaron a 3000 revoluciones por minuto durante 15 minutos; luego se tomaron 3 ml del sobrenadante y se depositaron en otro tubo de ensayo, se agregaron medio ml de solución de molibdato de amonio al 2.5 por ciento, medio ml de solución de ácido 1 amino-naftol-4 sulfónico y 4 ml de agua destilada. Se agitaron y se colocaron en la oscuridad por 10 minutos; luego se leyó la transmitancia usando los tubos colorimétricos de un colorímetro de Perkin-Elmer a una longitud de onda de 660 nanómetros utilizando el filtro rojo.

Hueso

En las muestras de hueso se determinaron las concentraciones de calcio, magnesio y fósforo. Se pesaron 2 gramos de cenizas y se depositaron en un vaso de precipitado de 100 ml, se humedecieron con agua destilada y se adicionaron 10 ml de HCl concentrado, luego se colocaron los vasos en una placa de calentamiento; a los 10 minutos de ebullición se agregaron 70 ml de HCl al 10 por ciento y se dejó evaporar hasta antes de la formación de cristales de fosfato de calcio. Se adicionó el agua deionizada necesaria durante las 5 horas que duró el proceso de la digestión.

Una vez realizada la digestión se procedió a filtrar la solución en matraces volumétricos de 50 ml, utilizando papel filtro Whatman No. 42

lavando el vaso y papel filtro con agua deionizada caliente hasta llevar a la marca del matr az, obteniéndose así la solución "madre" de la cual se hicieron las diluciones necesarias para la lectura de los elementos.- Las concentraciones de calcio y magnesio se leyeron por absorción atómica, de acuerdo a la técnica de Perkin-Elmer Corp. (1976). Para la lectura de fósforo se us  la técnica de colorimetría de Fiske y Subbarow -- (1925).

Pelo

Las muestras de pelo se analizarán posteriormente en el Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Florida, Estados Unidos, en las cuales se determinarán las concentraciones de selenio.

Análisis Estadístico

Para la interpretación de los resultados se compararon los niveles de minerales muestrales de las diferentes variables medidas con los niveles considerados como normales en la literatura, mediante el uso de la prueba de "t" de Student siguiendo los siguientes pasos:

- 1.- Planteamiento de la hipótesis.
- 2.- Determinación del nivel de significancia,
- 3.- Obtención del estadístico muestral (\bar{X}),
- 4.- Cálculo del estadístico de prueba en base a la distribución de "t" de Student cuya expresión es:

$$t_c = \frac{\bar{X} - M}{s/\sqrt{n}} \quad t_{\alpha/2, n-1} \text{ g.l.}$$

5.- Obtención de t de tablas.

6.- Regla de decisión.

7.- Conclusión.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados y discusión serán divididos en la sección de bovinos y la sección de caprinos, debido a que el muestreo de cada una de las variables en estudio se realizó por separado, ya que existen ciertas diferencias entre las dos especies.

Los promedios de los minerales en suelo, forraje y suero sanguíneo de bovinos se muestran en los cuadros 5, 6, y 7, y de los caprinos en los cuadros 9, 10 y 11.

En los cuadros 8 y 12 se presenta un resumen de los resultados de las concentraciones promedio de minerales en las diferentes variables medidas en bovinos y caprinos.

En el apéndice se presentan los cuadros A 1 al A 15 en los cuales se muestran las concentraciones de minerales de todas las muestras analizadas en cada una de las variables en estudio.

Considerando que este estudio es de caracter preliminar, dado que son pocas las investigaciones de esta naturaleza realizadas en el país, se procedió a dividir el muestreo y análisis por municipio, ya que es más importante caracterizar a éstos a través de puntos muestrales (localidades) que estudiar a cada una de las localidades que integran el municipio.

BOVINOS

Calcio

De las muestras de forraje analizadas de los tres municipios casi el total de ellas satisfacían el requerimiento de 0.30 por ciento de calcio recomendado por la NRC (1976).

El promedio de calcio en los forrajes por municipio fué de 1.45,- 1.08 y 1.03 por ciento en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Estos valores comparados con el requerimiento de los bovinos de 0.30 por ciento fueron significativamente ($P \leq .05$) más altos que dicho requerimiento, sin embargo, estos valores no llegaron al nivel tóxico de 2 por ciento señalado por Ammerman y Goodrich (1983). Igualmente Siller (1977) también encontró altas concentraciones de calcio en gramíneas (1.57 por ciento) y arbustos (1.62 por ciento) en el municipio de Sabinas, Coahuila.

Respecto al contenido de calcio en el suero sanguíneo de bovinos, los promedios por municipio fueron de 141 ppm en Múzquiz, 168 ppm en Zaragoza y 138 ppm en Acuña. Estos valores son más altos ($P \leq .05$) que el nivel de 90-120 ppm considerado normal por Underwood (1969). En algunas regiones del Norte de México se han reportado valores más altos que 90-120 ppm, Villarreal (1977) y Mejía (1977) en Nuevo León encontraron promedios de 143 y 215 ppm respectivamente; y Mejía (1984) encontró promedios de 142,- 165 y 163 ppm en Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila,

Los resultados del contenido de minerales en las muestras de hueso no se sometieron a análisis estadístico, debido al limitado número de

muestras. Sin embargo se reportan los valores promedio obtenidos en los municipios donde se colectaron muestras (cuadro 8).

Los valores promedio de calcio en las cenizas de los huesos fueron 41.3 por ciento en Múzquiz y 36.9 por ciento en Zaragoza. Estos valores son considerados adecuados, de acuerdo al nivel de 36 por ciento recomendado normal por Fick et al. (1979).

Como era de esperarse en suelos del semidesierto, ya que éstos normalmente son cálidos en ellos se encontraron concentraciones altas de calcio extractable, siendo los promedios por municipio de 0.64, 1.10 y 1.38 por ciento para Múzquiz, Zaragoza y Acuña respectivamente, estos valores son superiores al rango de 0.04 a 0.17 por ciento encontrado por Kiatoko et al. (1982) en suelos de Florida, U.S.A. donde crecieron forrajes con contenidos normales en este elemento. Mejía (1984) encontró concentraciones de 1.60, 1.70 y 1.80 por ciento de calcio en los suelos de Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila; y Gartenberg (1982) obtuvo promedios de 0.7 a 0.8 por ciento en suelos de Navidad, Nuevo León; Concepción del Oro, Zacatecas y Paila, Coahuila.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis de suelo, forraje y suero sanguíneo no existe deficiencia o toxicidad de calcio en ninguno de los municipios, sin embargo, se encontraron niveles altos tanto en suelo como en forraje y animal; viendose una alta correlación positiva entre las tres variables, lo cual debe ser considerado cuando se piense en la suplementación de minerales.

Fósforo

De los forrajes analizados en los municipios de Múzquiz, Zaragoza y Acuña el 92, 100 y 100 por ciento de ellos, respectivamente fueron deficientes en fósforo (≤ 0.25 por ciento).

Los promedios muestrales por municipio fueron de 0.16 por ciento en Múzquiz, 0.09 en Zaragoza y 0.10 en Acuña. Al comparar estos valores con el requerimiento de 0.25 por ciento recomendado por la NRC (1984) resultaron ser deficientes ($P \leq 0.05$) en los tres municipios.

Los resultados de este estudio concuerdan con González (1966) en que los forrajes del Norte de México no contienen el suficiente fósforo para cubrir los requerimientos del ganado en pastoreo.

En el suero sanguíneo se encontraron concentraciones de fósforo de 51, 35 y 39 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Al comparar estos valores con el valor de 50-65 ppm considerado normal por Underwood (1969) se observaron deficiencias de fósforo en Zaragoza y Acuña y niveles marginales en Múzquiz;

En las cenizas de los huesos se encontraron concentraciones de fósforo de 15.7 por ciento en Zaragoza y 15.2 por ciento en Acuña. Al comparar estos valores con el nivel de 18 por ciento considerado normal por Fick et al. (1979) resultaron ser deficientes. Igualmente Mejía (1984) encontró promedios de 15.2, 15.8 y 14.6 por ciento en Ocampo, Cuatrocié--gas y Sierra Mojada, Coahuila. Resultados similares fueron obtenidos por

Sousa et al. (1979) en el Norte de Mato Grosso, Brasil y Peducassé et al. (1983) quienes reportaron concentraciones de 15.5 y 17.1 por ciento, respectivamente.

En los suelos también se encontraron concentraciones deficientes de fósforo inorgánico en relación al valor normal de 25 ppm considerado normal por Breland (1976) citado por Peducassé et al. (1983). Las concentraciones encontradas fueron 8.7, 11.4 y 7.8 ppm para Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Concentraciones similares fueron encontradas por Gartenberg (1982) y Peducassé et al. (1983) quienes encontraron promedios de 1.9 a 3.9 y 1.2 ppm respectivamente.

Magnesio

El contenido de magnesio en los forrajes analizados de los tres municipios fué adecuado de acuerdo al requerimiento de 0.10- 0.20 por ciento sugerido por la NRC (1976). El promedio por municipio fué de 0.26 por ciento para Múzquiz, 0.20 por ciento en Zaragoza y 0.15 por ciento en Acuña; al comparar estos valores con el requerimiento de 0.10-0.20 por ciento no se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en Zaragoza y Acuña, mientras que en Múzquiz el promedio fué más alto que el requerimiento, pero sin llegar al nivel tóxico de 0.40 por ciento. Resultados similares fueron obtenidos por Mejía (1984) en Ocampo y Sierra Mojada, Coahuila.

La concentración de magnesio en el suero sanguíneo de los bovinos en los tres municipios se encontró dentro del rango normal, siendo los --

promedios de 27, 29 y 25 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Estos valores se consideran normales de acuerdo al rango de 20-30 ppm considerado por Underwood (1969). Resultados similares fueron obtenidos por Mejía (1984), quién encontró promedios de 24, 28 y 30 ppm en Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila, respectivamente; y por Villarreal (1977) que reportó un promedio de 29 ppm en Abasolo, Nuevo León.

En las cenizas de los huesos se encontraron niveles de magnesio normales (cuadro 8) de acuerdo a Fick et al., (1979) quienes consideran normal el nivel de 0.60 por ciento.

El contenido de magnesio extractable en los suelos de los tres municipios fué alto en relación con el valor de 9 ppm considerado como nivel crítico en suelos de Florida, U.S.A. por Breland (1976) citado por Peducassé et al. (1983). Los promedios muestrales fueron de 170, 130 y 64 ppm en los suelos de Múzquiz, Zaragoza y Acuña.

Resultados similares fueron obtenidos por Mejía (1984) quién encontró concentraciones de 202, 339 y 269 ppm en Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila; y Kiatoko et al. (1982) en Florida quienes encontraron promedios de 30 y 117 ppm.

Los resultados del presente trabajo indican que no existe deficiencia de magnesio en suelo, planta y animal.

CUADRO 5. CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN SUELOS DE PASTIZALES PARA BOVINOS EN LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA.

Mineral	Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	Co
Concentración	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Nivel normal	0.20	25	30-117	60	—	4.5	0.6	1.5	1	0.3
MUZQUIZ										
Prom. muestral	0.64	8.7	170	102	23	0.9	0.23	0.17	3.6	0.27
Criterio	A	D	A	A	N	D	D	D	N	N
ZARAGOZA										
Prom. muestral	1.10	11.4	130	81	34	0.9	0.26	0.27	1.0	0.26
Criterio	A	D	N	N	N	D	D	D	N	M
ACUÑA										
Prom. muestral	1.38	7.8	64	113	26	0.9	0.27	0.29	6.7	0.33
Criterio	A	D	N	A	N	D	D	D	A	N

D deficientes; M marginal; N normal; A alto.

Potasio

El contenido de potasio en los forrajes de los tres municipios se encontró por arriba del requerimiento de ganado (0.60-0.80 por ciento) - recomendado por la NRC (1976); siendo los promedios por municipio de 1.47, 0.92 y 0.82 por ciento en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Al comparar estos valores con el requerimiento de 0.60-0.80 por ciento no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los municipios de Zaragoza y Acuña, sin embargo, en Múzquiz se encontraron valores ligeramente altos.

En el suero sanguíneo de los tres municipios se encontraron concentraciones normales de potasio, de acuerdo al nivel de 200 ppm considerado por Fick et al. (1979) como normal. Los promedios por municipio fueron de 214, 200 y 219 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente; estos resultados concuerdan con el nivel adecuado encontrado en los forrajes. Mejía (1984) encontró resultados parecidos en Ocampo (206), Cuatrociénegas (221) y Sierra Mojada (217 ppm) Coahuila,

En los suelos de los tres municipios se encontraron concentraciones de potasio arriba del nivel crítico de 60 ppm, señalado por Bahía -- (1976), citado por McDowell et al. (1982).

Los resultados obtenidos en las diferentes variables medidas indican que no existen problemas de deficiencia o toxicidad de potasio en ninguno de los municipios muestreados.

Sodio

De las muestras de forraje analizadas en los municipios de Múzquiz Zaragoza y Acuña, el 92, 85 y 91 por ciento, respectivamente fueron deficientes en sodio (<0.10 por ciento). Los promedios muestrales por municipio fueron de 0.06, 0.05 y 0.06 por ciento respectivamente, estos valores al ser comparados con el requerimiento de 0.10 por ciento recomendado por la NRC (1984) fueron deficientes ($P \leq 0.05$).

A pesar que los forrajes fueron deficientes en sodio, los niveles de sodio en las muestras de suero sanguíneo fueron similares o más altos que 3000 ppm considerado como normal por Fick et al. (1979); siendo los promedios de 3541, 4089 y 3367 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. La explicación a esto probablemente sea que en todas las localidades muestreadas se suplementa sal común (Na Cl) al ganado, además que el agua también contribuye en la aportación de sodio en la dieta del ganado.

Resultados similares en forrajes y suero sanguíneo fueron obtenidos por Mejía (1984) en Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila.

Los promedios de sodio extractable por municipio fueron de 23, 34 y 26 ppm, en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Estos valores son similares a los promedios de 10-27 ppm reportados por Kiatoko et al. (1982) y de 33, 35 y 52 ppm encontrados por Mejía (1984) en Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila.

Los resultados de este trabajo indican que aunque los suelos son ricos en sodio, las plantas no son capaces de almacenar suficiente sodio -

para cubrir los requerimientos del ganado, por lo que se recomienda seguir suplementando cloruro de sodio al mismo,

Hierro

De las muestras de forraje de los municipios de Múzquiz, Zaragoza y Acuña, el 85, 93 y 91 por ciento respectivamente se encontraron por -- arriba del nivel de 100 ppm considerado seguro por McDowell (1976). Los - promedios muestrales fueron de 326, 231 y 231 ppm en Múzquiz, Zaragoza y - Acuña respectivamente, estos valores aunque se encuentran altos no llegan al nivel tóxico de 500 ppm, considerado por Miles y McDowell (1982), sin- embargo, ésto se debe considerar cuando se piense en formular una mezcla- mineral, ya que niveles altos de hierro pueden interferir con el metabo-- lismo de otros minerales como el fósforo y el cinc.

Al analizar el suero sanguíneo se encontraron concentraciones nor- males de hierro ($P \leq .05$) respecto al nivel de 1.5-3.0 ppm considerado como normal por Troncoso (1978). Los promedios por municipio fueron de 2.0, - 2.3 y 2.4 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente.

Mejía (1984) encontró valores de 1.8, 3.0 y 2.5 ppm en el suero - sanguíneo de bovinos de Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila, estos resultados concuerdan con los niveles adecuados de hierro encontra- dos en los forrajes.

En las muestras de suelo analizadas se encontraron niveles bajos- de hierro extractable, con respecto a la clasificación de Walsh y Beaton-

(1975) quienes consideran niveles marginales de 2,5 a 4.5 ppm, y aceptables, valores superiores a 4,5 ppm. En el presente trabajo se encontraron concentraciones ligeramente abajo de 1 ppm en los tres municipios, no obstante, fueron suficiente para que los forrajes contuvieran concentraciones altas de este elemento. Resultados similares fueron obtenidos por Gartenberg (1982) en Navidad, Nuevo León, Concepción del Oro, Zacatecas y Paila, Coahuila, quién encontró un promedio de 0,4 ppm en el suelo, y que al igual que en este trabajo los forrajes contenían concentraciones superiores al requerimiento del ganado. Esto se debe probablemente a que el hierro de los suelos de estas regiones es más disponible que el de los suelos donde se obtuvieron los niveles considerados como adecuados por Walsh y Beaton (1976).

Al analizar el agua de las diferentes localidades se encontraron concentraciones insignificantes, por lo que se observa que no es una fuente de fierro para el ganado.

Cobre

De las muestras de forraje analizadas en los tres municipios el 40 por ciento registraron niveles de cobre menores que 4 ppm, valor mínimo considerado por la NRC (1976) como el requerimiento del ganado en situaciones en que no existen concentraciones altas de molibdeno o sulfatos que puedan interferir con la utilización del cobre. Los promedios por municipio fueron de 7,0, 5.2 y 4.6 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Estos valores probablemente sean suficientes para cubrir con el requerimiento del ganado.

CUADRO 6: CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN EL FORRAJE PARA BOVINOS EN LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA.

MINERAL	CONCENTRACION a	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Fe (PPM)	Cu (PPM)	Zn (PPM)	Mn (PPM)	Co (PPM)
REQUERIMIENTO b											
		0.30	0.25	0.1-0.2	0.6-0.8	0.10	100	4-10	20-30	30	0.1
<u>MUZQUIZ</u>											
PROMEDIO		1.45	0.16	0.26	1.47	0.06	326	7.0	48	47	0.7
CRITERIO		A	D	A	A	D	A	M	N	N	A
<u>ZARAGOZA</u>											
PROMEDIO		1.08	0.09	0.20	0.92	0.05	231	5.2	22	49	0.8
CRITERIO		A	D	N	N	D	A	M	M	N	A
<u>ACUÑA</u>											
PROMEDIO		1.03	0.10	0.15	0.82	0.06	231	4.6	21	31	1.1
CRITERIO		A	D	N	N	D	A	M	M	N	A

CONCENTRACION:

a. EXPRESADA EN BASE MATERIA SECA.

b. CONCENTRACION DEL ELEMENTO REQUERIDO POR EL BOVINO ADULTO EN SU DIETA EN BASE SECA

En Abasolo, Nuevo León Villarreal (1977) encontró un promedio de 4.2 ppm de cobre en muestras de arbustos analizadas.

Al analizar las muestras de suero sanguíneo se encontraron valores promedio menores al rango de 1.0-1.5 ppm considerado como normal por Troncoso (1978), en los municipios de Múzquiz y Zaragoza, mientras, que en Acuña el promedio fué normal. Los promedios por municipio fueron 0.9, 0.9 y 1.1 ppm respectivamente. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) al comparar estos valores con el valor de 1.0-1.5 ppm considerado normal.

En las muestras de suelo se encontraron concentraciones de cobre extractable menores (cuadro 5) al valor de 0.6 ppm considerado adecuado por Horwitz y Dantus 1973, citados por McDowell et al, (1982 a). Resultados similares fueron obtenidos por Gartenberg (1982) quién encontró promedios de 0.15, 0.14 y 0.11 ppm en suelos de Navidad, Nuevo León, Concepción del Oro, Zacatecas y Paila, Coahuila,

De la misma manera que el fierro, las concentraciones de cobre en el agua fueron insignificantes.

Cinc

Los promedios muestrales de cinc en los forrajes analizados fueron 48, 22 y 21 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente, estos valores al ser comparados con el requerimiento de cinc de los bovinos de 20-30 ppm sugerido por la NRC (1976) estadísticamente ($P \leq 0.05$) no mostraron diferencias significativas, sin embargo, los valores promedio de --

Zaragoza y Acuña están por debajo de 30 ppm, valor considerado como nivel crítico por Peducassé et al. (1983) y Salih et al. (1983).

Haenlein (1980) sugiere como requerimiento de cinc 40 ppm para vacas lecheras y de 10 a 30 ppm para ganado productor de carne.

Gartenberg (1982) encontró que el 81 por ciento de las muestras - de forraje analizadas en Navidad, Nuevo León, Concepción del Oro, Zacatecas y Paila, Coahuila contenían menos de 40 ppm de cinc, las cuales fueron consideradas deficientes.

Mills et al. (1967) trabajaron con corderos usando dietas semisin-téticas y concluyeron que el primer signo de deficiencia de cinc fué crecimiento retardado, y que el nivel requerido para crecimiento era de 7 -- ppm y de 15 ppm para mantener niveles normales de cinc en el suero sanguíneo

Existen muchas discrepancias acerca del requerimiento de cinc del ganado, sin embargo, se puede deducir que en Múzquiz no existen problemas de deficiencia de este elemento, mientras, que en Zaragoza y Acuña los niveles son marginales, y probablemente el ganado responda positivamente a la suplementación de cinc, o al menos que no les sea tóxico.

Al analizar las muestras de suero sanguíneo se encontraron promedios muestrales de 1.2, 1.2 y 1.4 ppm de cinc en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente; estos valores fueron iguales o superiores al rango - de 0.5-1.2 ppm considerado como normal por Fick et al. (1979).

Mejía (1984) encontró promedios de 1.3, 1.7 y 1.8 ppm de Cinc en el suero sanguíneo de bovinos muestreados en Ocampo, Cuatrociénegas y -- Sierra Mojada, Coahuila.

El contenido de cinc extractable de los suelos de los tres municipios fué bajo (cuadro 5) comparado con el nivel de 1.5 ppm considerado como normal por Sánchez 1976, citado por McDowell et al. (1982 b).

Manganeso

Los valores promedio de manganeso en los forrajes analizados por municipio fueron de 47 ppm en Múzquiz, 49 en Zaragoza y 31 en Acuña. Los requerimientos de manganeso todavía no están bien establecidos y existen muchas discrepancias en cuanto a resultados. La NRC (1976) señala que -- concentraciones de 10 ppm son suficientes para satisfacer los requeri--- mientos del ganado de carne en crecimiento, y que con 20 ppm se previe-- nen anomalías en los fetos. El CNMN (1973) menciona que con 25 ppm - no se encuentran deficiencias de manganeso en sangre e hígado, además, - que el manganeso se reserva en el organismo por varios meses. Por otro - lado Salih et al. (1983) consideran como nivel crítico 30 ppm en los -- forrajes de Florida, U.S.A.

El contenido de manganeso de los forrajes analizados en los tres municipios de la presente investigación resultaron igual o superior ($P \leq .05$) que el valor de 30 ppm considerado adecuado por Salih et al. (1983),

Al analizar los suelos de los tres municipios se encontraron con centraciones adecuadas de manganeso extractable, siendo los promedios --

CUADRO 7. CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN SUERO SANGUINEO DE BOVINOS EN LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA.

MINERAL	Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Cu
NIVEL NORMAL (PPM)	9 0-120	50-65	20-30	200	3000	1.5-3.0	1.0-1.5
<u>MUZQUIZ</u>							
PROMEDIO	141	51	27	214	3478	2.0	0.9
CRITERIO	A	M	N	A	A	N	M
<u>ZARAGOZA</u>							
PROMEDIO	168	35	29	200	3852	2.3	0.9
CRITERIO	A	D	N	N	A	N	M
<u>ACUÑA</u>							
PROMEDIO	138	39	25	219	3367	2.4	1.1
CRITERIO	A	D	N	A	A	N	N

D, deficiente; M, marginal; N, normal; A, alto.

por municipio de 3.6, 1.0 y 6.7 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente; estos valores son superiores a 1 ppm, que es considerada por Walsh y Beaton (1973) como la concentración mínima adecuada.

Cobalto

De los forrajes analizados en los tres municipios, el 100 por ciento tuvieron concentraciones de cobalto mayores que las requeridas por el ganado (0.1 ppm) de acuerdo a lo recomendado por la NRC (1976).

Los promedios de cobalto en los forrajes por municipio fueron de 0.7, 0.8 y 1.1 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente, aunque estos valores son superiores a lo requerido por el ganado, no alcanzan el nivel tóxico de 100 ppm considerado por Ammerman y Goodrich (1983). Resultados similares fueron reportados por Nelson et al. (1970) en los principales forrajes de Nuevo México, donde se encontraron niveles de 0.4-1.6 ppm de cobalto. Mejía (1984) en Coahuila también encontró niveles altos de este elemento en el forraje, siendo los promedios de 1.3 y 1.4 ppm. Sin embargo para el análisis de cobalto en el presente estudio se tuvieron problemas en las lecturas debido a las pequeñas cantidades de este elemento en las muestras y por carecer de equipo de laboratorio más especializado, por lo que estos resultados deben tomarse con precaución al formular mezclas minerales.

En los suelos de los tres municipios se encontraron concentraciones de cobalto extractable por arriba del nivel crítico de 0.1 ppm considerado por el NCMN (1973). Los promedios por municipio aparecen en el cuadro 5.

CUADRO 8 CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN FORRAJE, SUERO SANGUINEO, HUESO DE BOVINOS Y SUELO DE LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA DEL ESTADO DE COAHUILA.

MUESTRA	M U N I C I P I O			NIVEL NORMAL	NIVEL TOXICO	
	MUZQUIZ	ZARAGOZA	ACUÑA			
Ca	FORRAJE (%)	1.45 (A)	1.08 (A)	1.03 (A)	0.30	2.0
	SUERO (ppm)	141 (A)	168 (A)	138 (A)	90-120	
	SUELO (%)	0.64 (A)	1.10 (A)	1.38 (A)	0.20	
	HUESO (%)	41.3 (A)	36.9 (A)	—	36.0	
P	FORRAJE (%)	0.16 (D)	0.09 (D)	0.10 (D)	0.25	
	SUERO (ppm)	51 (M)	35 (D)	39 (D)	50-65	
	SUELO (ppm)	8.7 (D)	11.4 (D)	7.8 (D)	25	
	HUESO (%)	15.7 (D)	15.2 (D)	—	18	
Mg	FORRAJE (%)	0.26 (A)	0.20 (N)	0.15 (N)	0.1-0.2	0.4
	SUERO (ppm)	27 (N)	29 (N)	25 (N)	20-30	
	SUELO (ppm)	170 (A)	130 (N)	64 (N)	30-117	
	HUESO (%)	0.82 (N)	0.52 (N)	—	0.60	
K	FORRAJE (%)	1.47 (A)	0.92 (N)	0.82 (N)	0.60-0.80	3.0
	SUERO (ppm)	214 (N)	200 (N)	219 (N)	200	
	SUELO (ppm)	102 (A)	81 (N)	113 (A)	>60	
Na	FORRAJE (%)	0.06 (D)	0.05 (D)	0.06 (D)	0.10	
	SUERO (ppm)	3478 (A)	3852 (A)	3367 (A)	3000	
	SUELO (ppm)	23 (N)	34 (N)	26 (N)		

CUADRO 8. CONTINUACION

MUESTRA	M U N I C I P I O			NIVEL NORMAL	NIVEL TOXICO	
	MUZQUIZ	ZARAGOZA	ACUÑA			
Fe	FORRAJE (ppm)	326 (A)	231 (A)	231 (A)	100	500
	SUERO (ppm)	2.0 (N)	2.3 (N)	2.4 (N)	1.5-3.0	
	SUELO (ppm)	0.9 (D)	0.9 (D)	0.9 (D)	4.5	
Cu	FORRAJE (ppm)	7.0 (M)	5.2 (M)	4.6 (M)	4-10	
	SUERO (ppm)	0.9 (N)	0.9 (N)	1.1 (N)	1.0-1.5	
	SUELO (ppm)	0.23 (D)	0.26 (D)	0.27 (D)	>0.6	
Zn	FORRAJE (ppm)	48 (N)	22 (M)	21 (M)	20-30	500
	SUERO (ppm)	1.2 (N)	1.2 (N)	1.4 (N)	0.5-1.2	
	SUELO (ppm)	0.17 (D)	0.27 (D)	0.29 (D)	1.5	
Mn	FORRAJE (ppm)	47 (N)	49 (N)	31 (N)	30	
	SUELO (ppm)	3.6 (N)	1.0 (N)	6.7 (A)	>1	
Co	FORRAJE (ppm)	0.69 (A)	0.78 (A)	1.08 (A)	0.1	100
	SUELO (ppm)	0.27 (M)	0.26 (M)	0.33 (N)	>0.3	

CAPRINOS

Calcio

En los forrajes analizados en los municipios de Múzquiz, Zaragoza y Acuña, se encontró que el 100, 89 y 90 por ciento de las localidades -- muestreadas, respectivamente cumplían con el requerimiento de calcio de 0.40 por ciento sugerido por la NRC (1975).

Los promedios de calcio en los forrajes fueron de 1.5, 1.1 y 1.7 por ciento en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Aunque estos valores son altos respecto al requerimiento de los caprinos, no alcanzaron el nivel tóxico de 2 por ciento, señalado por Ammerman y Goodrich (1982); sin embargo debe tomarse en cuenta cuando se quiera formular una mezcla mineral.

Los promedios de calcio en el suero sanguíneo fueron de 136, 163 y 189 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña. Estos valores al ser comparados con el nivel de 90-120 ppm considerado normal por Akinsoyinu (1982) resultaron ser significativamente más altos ($P \leq 0.05$). Resultados similares fueron obtenidos por Mejía (1984) en Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila, (139, 158 y 154 ppm respectivamente).

En las cenizas de los huesos colectados en Múzquiz y Zaragoza se encontraron promedios de 42.2 y 37.7 por ciento de calcio; estos valores se consideran adecuados de acuerdo al nivel normal de 36 por ciento reportado por Fick et al. (1979).

Las concentraciones altas de calcio en los forrajes y en el animal fueron debidas a las concentraciones ricas en este mineral encontradas en los suelos. Los promedios por municipio fueron de 0.43, 1.06 y -- 1.90 por ciento en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Estos valores son superiores al rango de 0.04 a 0.17 por ciento considerado adecuado por Kiatoko et al. (1982) para suelos de Florida, U.S.A.

Fósforo

De las muestras de forraje analizadas en Múzquiz, Zaragoza y Acuña el 65, 100 y 90 por ciento fueron deficientes en fósforo (≤ 0.20 por ciento) respectivamente. Los promedios por municipio fueron de 0.18, 0.09 y 0.09 por ciento; estos valores fueron deficientes ($P \leq 0.05$) en Zaragoza y Acuña y marginal en Múzquiz al ser comparados con el requerimiento de 0.20 a 0.40 por ciento recomendado por la NRC (1975). Mejía (1984) encontró promedios de 0.13, 0.18 y 0.15 por ciento en Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila.

Al analizar suero sanguíneo se encontraron promedios de fósforo inorgánico de 52, 42 y 29 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Al comparar estos valores con el rango de 50-65 ppm considerado normal por Underwood (1969) resultaron deficientes ($P \leq 0.05$) en Zaragoza y Acuña, mientras, que en Múzquiz el nivel fué marginal. Estos resultados coinciden con los niveles deficientes de fósforo en los forrajes de Zaragoza y Acuña, y con los marginales en Múzquiz.

CUADRO 9...
 CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN SUELO DE PASTIZALES
 PARA CAPRINOS EN LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA

MINERAL CONCENTRACION NIVEL NORMAL	Ca %	P PPM	Mg PPM	K PPM	Na PPM	Fe PPM	Cu PPM	Zn PPM	Mn PPM	Co PPM
	0.20	25	30-117	> 60	—	4.5	> 0.6	1.5	> 1	> 0.3
<u>MUZQUIZ</u>										
PROMEDIO	0.43	2.5	390	155	34	1.0	0.17	0.29	2.2	0.2
CRITERIO	A	D	A	A	N	D	D	D	N	M
<u>ZARAGOZA:</u>										
PROMEDIO	1.06	3.3	120	87	24	0.9	0.31	0.26	1.1	0.20
CRITERIO	A	D	N	N	N	D	D	D	N	M
<u>ACUÑA:</u>										
PROMEDIO	1.90	12.4	92	87	32	0.8	0.30	0.24	3.4	0.2
CRITERIO	A	D	N	N	N	D	D	D	N	M

D, deficientes; M marginal; N, normal; A alto.

En las cenizas de los huesos en los municipios donde se colectaron también se encontraron valores deficientes de fósforo, de acuerdo al nivel normal de 18 por ciento reportado por Fick et al. (1979). Los promedios fueron de 16.4 y 16.2 por ciento en Múzquiz y Zaragoza. Mejía -- (1984) en Ocampo, Coahuila obtuvo un promedio de 13.7 por ciento de fósforo, el cual fué considerado deficiente.

Las deficiencias de fósforo en forraje y animal se explican por las bajas concentraciones de fósforo disponible encontradas en los suelos de los tres municipios. Los promedios fueron de 2.5 ppm en Múzquiz, 3.3 en Zaragoza y 12.4 en Acuña, estos valores son deficientes comparados con el valor de 25 ppm considerado normal por Breland (1976), citado por Peducassé (1983).

De acuerdo a los resultados de suelo, planta y animal existen -- problemas de deficiencia de fósforo en Zaragoza y Acuña y de marginidad en Múzquiz.

Magnesio

En los forrajes analizados se encontraron concentraciones adecuadas o ligeramente altas de magnesio, siendo los promedios de 0.13, 0.19 y 0.27 por ciento para Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Al comparar estos valores con el requerimiento de los caprinos de 0.20 por -- ciento de magnesio reportado por Gall (1981) no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en Zaragoza y Acuña, mientras, que en Múz--- quiz se encontraron niveles altos, sin embargo no llegaron al nivel ---

tóxico de 0.40 por ciento reportado por Ammerman y Goodrich (1983). Estos valores son menores a los de 0.37, 0.36 y 0.32 por ciento reportados por Mejía (1984) para Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila,

En las muestras de suero sanguíneo se encontraron concentraciones promedio de magnesio de 28, 31 y 32 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Estos valores no mostraron diferencias significativas ($P \leq .05$) al compararlos con el rango de 25-35 ppm considerado normal por el Prontuario de Especialidades Veterinarias (1977).

Los niveles de magnesio extractable de los suelos de los tres municipios se encontraron adecuados de acuerdo al nivel de 30-117 ppm reportado por Kiatoko et al. (1982) en suelos de Florida, U.S.A. considerado normal en este mineral. Los promedios fueron de 390, 120 y 92 ppm de magnesio extractable en Múzquiz, Zaragoza y Acuña. Gartenberg (1982) encontró concentraciones de 300, 130 y 390 ppm de magnesio en suelos de Navidad, Nuevo León, Concepción del Oro, Zacatecas y Paila, Coahuila, respectivamente.

Los resultados obtenidos en suelo, planta y animal indican que no existen problemas de deficiencia o toxicidad de magnesio en ninguno de los tres municipios.

Potasio

La mayoría de los forrajes analizados registraron concentraciones de adecuadas de potasio; siendo los promedios por municipio de 1.39, 0.87 y 0.79 por ciento en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Al -----

comparar estos valores con el requerimiento de 0.80 por ciento recomendado por la NRC (1981) no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los municipios de Zaragoza y Acuña, mientras, que en Múzquiz este valor resultó ligeramente alto, sin embargo no alcanzó el nivel tóxico de 3 por ciento reportado por Ammerman y Goodrich (1983).

Al analizar las muestras de suero sanguíneo se observó que no existieron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) con el valor de 200 ppm considerado como normal por Fick *et al.* (1979). Los promedios por municipio fueron de 192, 204 y 191 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Mejía (1984) encontró promedios de potasio en suero sanguíneo de cabras de 198, 206 y 197 ppm en Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila; estos valores son similares a los encontrados en la presente investigación; Akinsoyinu (1982) en cabras, encontró un promedio de potasio de 195 ppm.

En los suelos se encontraron niveles suficientes de potasio extractable, en comparación al nivel de 60 ppm considerado como deficiente por Bahía 1976, citado por McDowell *et al.* (1982). Los promedios por municipio se presentan en el cuadro 9.

Sodio

De las muestras de forraje analizadas en los tres municipios el 100 por ciento de ellas presentaron concentraciones deficientes de sodio (< 0.20 por ciento).

CUADRO 10. CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN EL FORRAJE PARA CAPRINOS EN LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA.

MINERAL CONCENTRACION ^a REQUERIMIENTO ^b	Ca %	P %	Mg %	K %	Na %	Fe PPM	Cu PPM	Zn PPM	Mn PPM	Co PPM
<u>MUZQUIZ</u>										
PROMEDIO	1.53	0.18	0.31	1.39	0.09	432	5.9	44	68	1.1
CRITERIO	A	M	A	A	D	A	M	M	N	A
<u>ZARAGOZA</u>										
PROMEDIO	1.11	0.09	0.20	0.87	0.06	251	5.2	24	38	0.9
CRITERIO	A	D	N	N	D	A	M	M	D	A
<u>ACUÑA</u>										
PROMEDIO	1.69	0.09	0.27	0.79	0.07	241	5.4	20	43	1.7
CRITERIO	A	D	N	N	D	A	M	M	N	A

a. Expresado en base materia seca

b. Nivel del elemento requerido por los caprinos en su dieta en base seca

c. D, deficiente, M, marginal; N normal; A, alto, T, tóxico

Los promedios por municipio fueron de 0.09, 0.06 y 0.07 por ciento en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente, dichos valores son menores que el requerimiento de sodio de las cabras de 0.20 por ciento, su gerido por Gall (1981).

A pesar de la deficiencia de sodio en los forrajes, en el suero-sanguíneo de caprinos al igual que en el de bovinos, se obtuvieron niveles normales de sodio; ésto se puede explicar, ya que todos los ganaderos suplementan sal común.

Los promedios de sodio en el suero sanguíneo fueron de 2845, -- 3831 y 5710 ppm, los cuales fueron considerados de normales a altos de acuerdo al nivel de 3000 ppm considerado normal por Fick et al. (1979).

En los suelos los promedios muestrales de sodio extractable estuvieron en el rango de 24 a 34 ppm (cuadro 9). Estos valores son similares a los encontrados por Kiatoko et al. (1982) en suelos de Florida, -- U.S.A., donde también crecieron forrajes deficientes en sodio.

Según los resultados obtenidos, se observa que los forrajes de -- los tres municipios son deficientes en sodio, por lo que se recomienda seguir suplementando al ganado con sal común (Na Cl).

Hierro

El 100 por ciento de los forrajes analizados en los tres municipios tuvieron concentraciones de hierro superiores al requerimiento de --

50 ppm recomendado por la NRC (1975). Los promedios por municipio fueron de 432, 251 y 241 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente, estos valores aunque fueron altos no llegaron al nivel tóxico de 500 ppm - reportado por Miles y McDowell (1982).

Estos resultados concuerdan con lo reportado por la literatura, que los forrajes contienen más hierro que el requerimiento del ganado. - Mejía (1984) encontró promedios de 157, 195 y 216 ppm en los forrajes -- consumidos por caprinos en Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila.

No obstante al alto contenido de hierro en los forrajes, en el suero sanguíneo se encontraron concentraciones normales, comparadas con el nivel de 1.5-3.0 ppm considerado como normal por Troncoso (1978). Los promedios por municipio fueron de 2.0, 2.2 y 1.8 ppm en Múzquiz, Zaragoza y Acuña, respectivamente. Esta situación se puede explicar debido a - que el organismo regula la absorción del hierro (Georgievskii, 1982).

En los suelos se encontraron concentraciones de hierro extractable menores (cuadro 9) a las consideradas como marginales (2.5-4.5 ppm)- por Walsh y Beaton (1973). Gartenberg (1982) en el Noreste de México encontró valores similares a los del presente estudio, obteniendo concentra ciones altas de hierro en los forrajes y niveles bajos de hierro extrac- table en los suelos (0.4 ppm).

Al analizar las muestras de agua no se encontraron concentracio- nes significativas de fierro.

Cobre

Casi el total de los forrajes contuyieron concentraciones de cobre menores que 10 ppm. Los promedios por municipio fueron de 5,9 ppm en Múzquiz, 5,2 en Zaragoza y 5,4 en Acuña. Estos valores son estadísticamente iguales ($P > 0,05$) que el valor de 4 ppm considerado el mínimo requerimiento en casos donde las concentraciones de molibdeno en el forraje no pasan de 3 ppm según la NRC (1976). En esta investigación no se pudo hacer la determinación de molibdeno en forraje, sin embargo se presume que las concentraciones no son altas, ya que en el suero sanguíneo de las cabras se encontraron concentraciones de cobre normales. Los promedios de cobre en el suero sanguíneo de las cabras fueron de 1,1, 1,3 y 1,2 ppm, dichos valores se encuentran dentro del rango de 0,6-1,5 ppm considerado normal por Underwood (1977).

En el análisis de suelo se encontraron concentraciones deficientes de cobre extractable (cuadro 9) con respecto al valor reportado por Horowitz y Dantas (1973), citados por McDowell *et al.* (1982 a) quienes consideran suelos deficientes aquellos que contienen menos de 0,6 ppm de este mineral.

Cinc

Al igual que en los bovinos, el requerimiento de cinc de los caprinos todavía no está bien establecido, Haenlein (1980) menciona que el requerimiento depende de varios factores (sexo, edad, lactación, etc) y parece que el requerimiento mínimo es de 10 ppm; señala también que cabras adultas consumiendo una dieta de 6 - 7 ppm no mostraron signos de

deficiencia, hasta que el período de lactancia apareció. Por otro lado, Gall (1981) sugiere el requerimiento de 75 ppm de cinc.

Al analizar las muestras de forraje de los municipios en estudio se encontraron valores promedio de cinc de 44 ppm en Múzquiz, 24 en Zaragoza y 20 en Acuña; estos valores son considerados marginales debido a que el requerimiento de cinc no está establecido.

En las muestras de suero sanguíneo se encontraron concentraciones promedio de cinc de 1.7 ppm en Múzquiz, 1.4 en Zaragoza y 1.5 en Acuña. Estos valores son iguales ($P \leq 0.05$) o ligeramente altos que el valor considerado normal (0.5-1.2) por Fick et al. (1979).

El contenido de cinc de los suelos de los tres municipios fué deficiente (cuadro A 8) con respecto al nivel de 1.5 ppm considerado adecuado por Sánchez, 1976, citado por McDowell et al. (1982 a).

De acuerdo a los resultados en suelo y forraje se puede decir -- que el contenido de cinc fué deficiente y marginal, respectivamente, sin embargo, en suero sanguíneo fué normal, ésto probablemente se deba a que en algunas ocasiones se ofrecía suplemento mineral, y a que se requiere de niveles de cinc muy bajos en la dieta para que se refleje la deficiencia en el suero sanguíneo.

CUADRO 11
 CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN SUERO SANGUINEO DE CAPRINOS
 EN LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA.

MINERAL	Ca 90-120	P 50-65	Mg 25-35	K 200	Na 3000	Fe 1.5-3.0	Cu 0.6-1.5	Zn 0.5-1
<u>MUZQUIZ</u>								
PROMEDIO	136	52	28	192	2835	2.0	1.1	1.
CRITERIO	A	M	N	N	N	N	N	A
<u>ZARAGOZA</u>								
PROMEDIO	163	42	31	204	3763	2.2	1.3	1.4
CRITERIO	A	D	N	N	A	N	N	N
<u>ACUÑA</u>								
PROMEDIO	189	29	32	191	5710	1.8	1.2	1.4
CRITERIO	A	D	N	N	A	N	N	A

D, deficientes; M, marginal, N, normal; A, alto.

Manganeso

Los valores promedio de manganeso de los forrajes analizados fueron los siguientes: 68 ppm en Múzquiz, 38 en Zaragoza y 43 en Acuña. Al comparar estos valores con el requerimiento de manganeso en las cabras -- (50 ppm) sugerido por Gall (1981) no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en Múzquiz y Acuña, mientras que en Zaragoza, el valor -- fué deficiente. Sin embargo, al igual que en los bovinos, el requerimiento de manganeso todavía no está bien establecido, Haenlein (1980) observó que cabras consumiendo dietas con 20 ppm de manganeso durante un año -- tuvieron índices de concepción normales.

De acuerdo a los resultados obtenidos y a la limitante existente en el establecimiento del requerimiento de las cabras, se deduce que probablemente las cabras de los municipios de Zaragoza y Acuña puedan responder positivamente a una suplementación con manganeso.

Al analizar los suelos de los tres municipios se encontraron niveles adecuados de manganeso extractable (cuadro 9), de acuerdo al nivel de 1 ppm considerado adecuado por Walsh y Beaton (1976).

Cobalto

Los valores promedio de cobalto en los forrajes fueron más altos ($P \leq 0.05$) que el requerimiento para cabras de 0.1 ppm recomendado por la NRC (1981). En Múzquiz se obtuvo un promedio de 1.1 ppm, en Zaragoza de 0.9 y en Acuña de 1.68. Aunque estos valores son altos, no alcanzan --

niveles tóxicos, ya que de acuerdo a Ammerman y Goodrich (1983) el nivel tóxico sería de 100 ppm,

En los suelos de los tres municipios se encontraron concentraciones de cobalto extractable (cuadro 9) superiores al nivel crítico de 0.1 ppm de acuerdo al CNMN (1973),

Se considera importante dar a conocer que la determinación de cobalto fué difícil y poco precisa, debido a las concentraciones tan pequeñas de este elemento en los forrajes y suelos, y a que se tuvieron problemas en la lectura por falta de equipo de laboratorio más especializado,

CUADRO 12. CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN FORRAJE, SUERO SANGUINEO HUESO DE CAPRINOS Y SUELO DE LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA DEL ESTADO DE COAHUILA.

	MUESTRA	M U N I C I P I O			NIVEL NORMAL	NIVEL TOXICO
		MUZQUIZ	ZARAGOZA	ACUÑA		
Ca	FORRAJE (%)	1.53 (A)	1.11 (A)	1.69 (A)	0.40	2.0
	SUERO (ppm)	136 (A)	163 (A)	189 (A)	90-120	
	SUELO (%)	0.43 (A)	1.06 (A)	1.90 (A)	0.20	
	HUESO (%)	42.2 (A)	37.7 (N)	--	36	
P	FORRAJE (%)	0.18 (M)	0.09 (D)	0.09 (D)	0.2-0.4	
	SUERO (ppm)	52 (M)	42 (D)	29 (D)	50-65	
	SUELO (ppm)	2.5 (D)	3.3 (D)	12.4 (D)	25	
	HUESO (%)	16.4 (D)	16.2 (D)	—	18	
Mg	FORRAJE (%)	0.31 (A)	0.20 (N)	0.27 (N)	0.20	0.40
	SUERO (ppm)	28 (N)	31 (N)	32 (N)	25-35	
	SUELO (ppm)	390 (A)	120 (N)	92 (N)	30-117	
	HUESO (%)	0.85 (N)	0.69 (N)	--	0.60	
K	FORRAJE (%)	1.39 (A)	0.87 (N)	0.79 (N)	0.80	3.0
	SUERO (ppm)	192 (N)	204 (N)	191 (N)	200	
	SUELO (ppm)	155 (A)	87 (N)	87 (N)	>60	
Na	FORRAJE (%)	0.09 (D)	0.06 (D)	0.07 (D)	0.20	
	SUERO (ppm)	2835 (N)	3763 (A)	5710 (A)	3000	
	SUELO (ppm)	34 (N)	24 (N)	32 (N)	—	

CUADRO 12 CONTINUACION

	MUESTRA	M U N I C I P I O			NIVEL NORMAL	NIVEL TOXICO
		MUZQUIZ	ZARAGOZA	ACUÑA		
Fe	FORRAJE (ppm)	432 (A)	251 (A)	241 (A)	50	500
	SUERO (ppm)	2.0 (N)	2.2 (N)	1.8 (N)	1.5-3.0	
	SUELO (ppm)	1.0 (D)	0.9 (D)	0.8 (D)	>4.5	
Cu	FORRAJE (ppm)	5.9 (M)	5.2 (M)	5.4 (M)	4-10	
	SUERO (ppm)	1.1 (N)	1.3 (N)	1.2 (N)	0.6-1.5	
	SUELO (ppm)	0.17 (D)	0.30 (D)	0.30 (D)	>0.6	
Zn	FORRAJE (ppm)	44 (M)	24 (M)	20 (M)	10-75	500
	SUERO (ppm)	1.7 (A)	1.4 (N)	1.5 (A)	0.5-1.2	
	SUELO (ppm)	0.29 (D)	0.26 (D)	0.24 (D)	1.5	
Mn	FORRAJE (ppm)	68 (N)	38 (D)	43 (N)	50	
	SUELO (ppm)	2.2 (N)	1.1 (N)	3.4 (N)	>1	
Co	FORRAJE (ppm)	1.1 (A)	0.9 (A)	1.7 (A)	0.1	100
	SUELO (ppm)	0.29 (M)	0.20 (M)	0.25 (M)	>0.3	

V. CONCLUSIONES.

MUZQUIZ.

Bovinos

Suelo.

Se determinaron niveles deficientes de fósforo, cobre y cinc y - concentraciones altas de calcio mientras que las concentraciones de mag nesio, potasio, sodio, hierro, manganeso y cobalto fueron adecuadas.

Forraje.

Se observaron concentraciones deficientes de fósforo y sodio; al tas en hierro y calcio pero sin ser tóxicas, marginales en cobre y ade- cuadas en magnesio, potasio, cinc, manganeso y cobalto.

Suero Sanguíneo.

Las muestras de suero sanguíneo fueron altas en calcio, margina- les en fósforo y cobre y normales en el resto de los minerales determina dos.

Hueso

Se encontró deficiencia de fósforo; concentraciones altas de cal cio y normales en magnesio.

Caprinos

Suelo,

Se determinaron concentraciones altas de calcio y magnesio; deficientes en fósforo, cobre y cinc y adecuadas en sodio, hierro, manganeso potasio y cobalto.

Forraje,

Se determinaron niveles deficientes en sodio, altas pero no tóxicas en calcio y hierro, marginales en fósforo, cobre y cinc y adecuadas en el resto de los elementos.

Suero Sanguíneo,

Las muestras de suero sanguíneo fueron marginales en fósforo y presentaron niveles altos en calcio y normales en el resto de los elementos determinados.

Hueso,

Las muestras de hueso fueron deficientes en fósforo, altas en calcio y normales en magnesio,

En base a estas conclusiones y criterio de seguridad se recomienda para el municipio de Múzquiz una mezcla mineral conteniendo fósforo, sodio, cobre y cinc; y evitar suplementar con calcio y hierro; ya que aunque no se encontraron niveles tóxicos, si fueron altos y pueden disminuir la utilización de fósforo y otros elementos.

ZARAGOZA

Bovinos

Suelo,

Las muestras de suelo presentaron deficiencia de fósforo, cobre, y cinc y concentraciones altas de calcio.

Forraje,

Los forrajes fueron deficientes en fósforo y sodio, marginales en cobre y cinc; altos en calcio y hierro, pero sin llegar a la toxicidad, y adecuados en magnesio, potasio, manganeso y cobalto.

Suero Sanguíneo.

El suero sanguíneo fué deficiente en fósforo, alto en calcio y normal en el resto de los elementos.

Hueso,

Las muestras de hueso fueron deficientes en fósforo y normales en calcio y magnesio.

Caprinos

Suelo,

Se observó deficiencia de fósforo, cobre y cinc, concentraciones altas de calcio y adecuadas en el resto de minerales determinados.

Forraje,

Los forrajes fueron deficientes en fósforo, sodio y manganeso; -- marginales en cobre y cinc, altos pero no tóxicos en calcio y hierro y adecuados en magnesio, potasio y cobalto.

Suero Sanguíneo,

En las muestras de suero sanguíneo el nivel de fósforo fué deficiente; alto en calcio y normal en el resto de los minerales.

Hueso,

La concentración de fósforo fué deficiente, mientras que el calcio y magnesio se encontraron en niveles normales.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el municipio de Zaragoza se recomienda una mezcla mineral conteniendo fósforo, sodio, cobre, cinc y manganeso. Por otro lado se debe evitar la suplementación con calcio y hierro.

ACUÑA

Bovinos

Suelo,

Se encontró deficiencia de fósforo, cobre y cinc, concentraciones altas de calcio y manganeso y adecuadas de magnesio, potasio, sodio, hierro y cobalto.

Forraje,

Los niveles de fósforo y sodio fueron deficientes; el cobre y cinc marginales, el calcio y hierro altos pero no tóxicos, y el magnesio, potasio, manganeso y cobalto adecuados.

Suero Sanguíneo,

Fueron deficientes los niveles de fósforo, altos en calcio y normales en el resto de los elementos.

Hueso,

En el municipio de Acuña no fue posible la recolección de hueso.

Caprinos

Suelo,

Se observó una deficiencia de fósforo, cobre y cinc, concentraciones altas de calcio y adecuadas de magnesio, potasio, sodio, hierro, manganesos y cobalto.

Forraje.

Se encontraron niveles deficientes de fósforo y sodio, marginales en cobre y cinc, altos en hierro y calcio pero sin llegar a tóxicos, y adecuados en magnesio, potasio, manganeso y cobalto.

Suero,

En suero sanguíneo el nivel de fósforo fue deficiente, el de calcio alto y normal para el resto de los elementos.

Acorde a las conclusiones; para el municipio de Acuña se recomienda una mezcla mineral conteniendo fósforo, sodio, cobre y cinc y evitar la suplementación de calcio y hierro.

Agua.

No se encontraron problemas de minerales en el agua de ninguno de los municipios muestreados.

VI. RESUMEN

La presente investigación se llevo a cabo en los municipios de Múzquiz, Zaragoza y Acuña del estado de Coahuila, el período de muestreo comprendió de abril a julio y el objetivo fué determinar deficiencias y/o toxicidades de minerales en la ganadería de los pastizales de estas regiones.

Se muestrearon 23 localidades y en cada una de ellas se tomaron -- muestras de agua, suelo, forraje, suero sanguíneo, hueso y pelo de bovinos y caprinos. Los análisis se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica según técnicas de Perkin-Elmer Corp. (1976) excepto la determinación de fósforo, la cual se hizo por colorimetría según técnicas de Fiske y Subbarow (1925).

Los minerales determinados fueron; calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, hierro, cobre, cinc, manganeso y cobalto.

Los resultados fueron analizados estadísticamente por medio de planteamiento de hipótesis utilizando la prueba de "t" de Student,

Se encontraron niveles deficientes de fósforo (≤ 25 ppm); cobre -- ($\leq 0,6$ ppm); hierro ($\leq 4,5$ ppm) y cinc ($\leq 1,5$ ppm) en los suelos de los tres -- municipios.

Las concentraciones de sodio y cobre en los forrajes consumidos por ambas especies fueron deficientes (<0.1 por ciento) y marginales (4-10 ppm), respectivamente. Se encontraron deficiencias de fósforo (<0.20 por ciento) en los forrajes para los bovinos de los tres municipios y caprinos de Zaragoza y Acuña, mientras que en Múzquiz el valor fué marginal.

Las concentraciones promedio de cinc fueron marginales en los forrajes para caprinos (10-75 ppm) de los tres municipios y para bovinos de Zaragoza y Acuña (20-30 ppm) mientras que en Múzquiz los niveles fueron normales.

Las concentraciones promedio de manganeso fueron marginales (20-50 ppm) en los forrajes para caprinos de Zaragoza y Acuña y normales en Múzquiz y en los forrajes para bovinos de los tres municipios.

El calcio, hierro y cobalto se encontraron en concentraciones altas en los forrajes de los tres municipios; y en general las concentraciones de magnesio y potasio fueron adecuadas.

En el suero sanguíneo se encontraron deficiencias de fósforo ($<50-65$ ppm) en los bovinos y caprinos de Zaragoza y Acuña, mientras que en Múzquiz el valor fué marginal. El cobre fué marginal (0.9 ppm) en los bovinos de Múzquiz y Zaragoza.

VII. LITERATURA CITADA

- Akinsoyinu, A.O. 1982. Major minerals in blood of west african dwarf goats during lactation. *J. Dairy Sci.* 65: 874. U.S.A.
- Ammerman, C.B. y R.D. Goodrich. 1983. Advances in mineral nutrition in ruminants. *J. Anim. Sci.* 57 (2) 519-533. U.S.A.
- Ammerman, C.B., S.M. Miller y L.R. McDowell. 1978. El selenio en la nutrición de los rumiantes. Simposio Latinoamericano sobre investigaciones en nutrición mineral de los rumiantes en pastoreo. (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell). Universidad de Florida, Gainesville Florida. U.S.A. p 106. ✓
- Bowns, J.E. y D.H. Matthews. 1983. Cattle grazing with sheep-A plus for Rangelands and production. *Utah Science.* vol 44 No. 2. U.S.A. 55 p.
- Cary, E.E., G.A. Wiczorek y W.H. Allaway. 1967. Reactions of selenite-selenium added to soils that produce low-selenium forages. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 31 (1) 21-25.
- Chapman, H.D. y P.F. Pratt. 1981. Métodos de Análisis para Suelos, Plantas y Aguas. Trillas S.A. México. 195 p. ✓
- Chicco, C.F., C.B. Ammerman y P.E. Loggins. 1973. Effect of age and dietary magnesium on voluntary feed intake and plasma magnesium in ruminants. *J. Dairy Sci.* 56; (1) 822-824. U.S.A.
- De Alba, J. 1974. Alimentación del Ganado en América Latina. 2 ed. Fournier S.A. México. 475 p. ✓
- Fick, K.R., L.R. McDowell y R.H. Houser. 1978. Situación actual de la investigación de minerales en América Latina. Symposium on Mineral Nutrition Research Grazing Ruminants. Belo Horizonte, Brasil. ✓
- Fick, K.R., L.R. McDowell, P.H. Miles, N.S. Wilkinson, J.D. Funk y J.H. Conrad. 1979. Métodos de Análisis de Minerales Para Tejidos de Plantas y Animales. Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Florida, Gainesville, Florida. U.S.A. ✓
- Fiske, C.H. y Y. Subbarow. 1925. The colorimetric determination of Phosphorus. *J. Biol. Chem.* 66:275.
- Gall, C. 1981. Goat Production. Academic Press. New York, United States of America. 619 p.

- García, E. 1973, Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática - de Kooppen, Instituto de Geografía, UNAM, México, 245 p.
- Gartenberg, P. 1985. Mineral Toxicity Problems and Deficiencies in Northern México. Avances Tesis, Maestría. Universidad de Florida.- Gainesville, Florida, U.S.A.
- Georgievskii, V.I. 1982. Mineral Nutrition of Animals, Butterworths. -- London, 463 p.
- Gomide, J.A. y A.T. Zometa, 1978. Composición mineral de los forrajes - cultivados bajo condiciones tropicales. en: Simposio Latinoamericano sobre investigaciones en nutrición mineral de los rumiantes en pastoreo. (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell). Universidad de Florida, Gainesville, Florida, U.S.A. p. 39-46.
- González H., M. 1966. Reducción de Nutrientes en los Pastizales de Chihuahua durante los meses de sequía, II, Fósforo, Técnica Pecuaria en México No. 7.
- Greene, L.W., K.E. Webb y J.P. Fontenot. 1983. Effect potassium level - on site of absorption of magnesium and other macroelements in sheep. J. Anim. Sci, 56:(5) 1214-1221. U.S.A.
- Haenlein, G.F. 1980. Mineral nutrition of goats; J. Dairy Sci, 63:(10) 1729-1748. U.S.A.
- Hidiroglou, M. 1979. Trace element deficiencies and fertility in ruminants: A review; J. Dairy Sci, 62:(8) 1195-1206, U.S.A.
- Hogue, D.E. 1970. Selenium, J. Dairy Sci, 53:(8) 1135-1137, U.S.A.
- Kalmbacher, R.S., K.R. Long y F.G. Martin, 1984. Seasonal mineral concentration in diets of esophageally fistulated steers on three-range areas. J. of Range Manage. 37(1) 36-39, U.S.A.
- Kiatoko, M., L.R. McDowell y J.H. Conrad. 1982, Evaluating the nutritional status of beef cattle herds from four soil order regions of Florida. I. Macroelements, protein, carotene, vitamin A and E, hemoglobin and hematocrit, J. Anim. Sci, 55(1) 28-37. U.S.A.
- Kubota, J. 1964. Cobalt content of New England soils in relation to cobalt levels in forages for ruminants animals. Soil Sci, 28:(2) 246-251. U.S.A.
- Leeg, S.P. y L. Sears. 1960. Zinc Sulphate Treatment of Parakeratosis - in cattle. Nature, 186: 1061-1062, London.
- Loosli, J.K. y C.A. Zometa, 1978. Sodio y Cloro en la nutrición de los rumiantes. en: Simposio Latinoamericano sobre investigaciones - en nutrición mineral de los rumiantes en pastoreo (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell), Universidad de Florida, Gainesville, Florida, U.S.A. p. 63-68

- Malechek, J.C. y D.D. Dwyer, 1983, Short-duration grazing double your - livestock., Utah Science, vol, 44 No, 2 p. 32-37, U.S.A,
- McDowell, L.R. 1976. Mineral deficiencies and toxicities and their -- effect on beef production in developing countries. University - of Edinburg, Centre for Tropical Veterinary Medicine, p.216-241
- McDowell, L.R. 1976. Symposium of feed composition, animal nutrient requirements and computerization of diets, Utah State University Logan. U.S.A.
- McDowell, L.R. 1977. Geographical distribution of nutritional diseases- in animals Institute of food and Agricultural Science. Center - for Tropical Agriculture. University of Florida, 64 p. U.S.A.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, J.E. Thomas, L.E. Harris y K.R. Fick, 1977 Nutritional composition of Latin American forages. Tropical Animal Production 2: 273-279.
- McDowell, L.R., R.H. Houser, K.R. Fick y S.R. López-Barbella. 1978. -- Hierro, manganeso y zinc en la nutrición de rumiantes. en: Simposio Latinoamericano sobre investigaciones en nutrición mineral de los rumiantes en pastoreo, (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell). Universidad de Florida, Gainesville, Florida, U.S.A. -- p. 124.
- McDowell, L.R., M. Kiatoko, C.E. Lang, H.A. Fonseca, E. Vargas, J.K. -- Loosli y J.H. Conrad, 1978. Latin American Mineral Research Costa Rica. IV World Conference on Animal Production, Buenos Aires p. 39-47.
- McDowell, L.R., B. Bauer, E. Galdo, M. Koger, J.K. Loosli y J.H. Conrad 1982 a. Mineral supplementation of beef cattle in the Bolivian-tropics. J. Anim. Sci. 55:(4) 964-970. U.S.A.
- McDowell, L.R., M. Kiatoko, J.E. Bertrand, H.L. Chapman, F.M. Pate, F.G. Martin and J.H. Conrad. 1982 b. Evaluating the nutritional status of beef cattle herds from four soil order regions of Florida. II. Trace minerals. J. Anim. Sci. 55:(1) 38-47.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, G.L. Ellis y J.K. Loosli. 1984. Minerales- para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales. Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Florida. Gainesville, Florida U.S.A. 90 p. ✓
- Mejía A., C. 1977. Deficiencias y Toxicidades de Minerales de Bovinos - en Pastoreo en Cerralvo, Nuevo León. I. Determinación de Nive-- les. Tesis. Licenciatura. I.T.E.S.M. Monterrey, N.L., México. - 148 p.

- Mejía H., A. 1984. Determinación de Deficiencia y/o Toxicidad de Minerales en Tres Municipios Ganaderos del Estado de Coahuila. Tesis, Maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México. 94 p.
- Miles, W.H. y L.R. McDowell. 1983. Deficiencia de minerales en los pastos de los llanos colombianos. Revista Mundial de Zootecnia 46: 1-10. U.S.A.
- Mills, C.F., A.C. Dalgarno, R.B. Williams y J. Quarterman. 1967. Zinc deficiency and the zinc requirements of calves and lambs. Br. J. Nutr. 21:(3) 751-762. Great Britain.
- NCMN. 1973. Tracing treating mineral disorders in dairy cattle, Prepared by the Netherlands Committee on Mineral Nutrition in Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 60 p.
- Nelson, A.B., C.H. Herbel y H.M. Jackson. 1970. Chemical Composition of Forage Species Grazed by Cattle on an Arid New Mexico Range, -- New Mexico State University, Agricultural Experimental Station, bulletin No. 561,
- NRC. 1975. Nutrient Requirements of Domestic Animals, No. 5 Nutrient Requirements of Sheeps. National Academy of Sciences, Washington, D.C. U.S.A.
- NRC. 1976. Nutrient Requirements of Domestic Animals, No. 4, Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academy of Sciences, Washington, D.C. U.S.A.
- NRC. 1981. Nutrient Requirements of Domestic Animals. No. 15, Nutrient Requirements of Goats, National Academy of Sciences, Washington D.C. U.S.A.
- NRC. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle, National Academy of Sciences, Washington, D.C. U.S.A.
- Obeso S., H. 1977. Deficiencias y Toxicidades Minerales de Bovinos en Pastoreo en Ciénega de Flores, Nuevo León, Determinación de Niveles, Tesis, Licenciatura. I.T.E.S.M, Monterrey, N.L., México, 92 p.
- Olsen, S.R. y L.A. Dean. 1965. Phosphorus, In: Black, C.A. (Ed), Methods of Soil Analysis, Academic Press, New York, p, 1035-1049,
- Peducassé, A., L.R. McDowell, A. Parra, J.V. Wilkins, F.G. Martin, J.K. Loosli y J.H. Conrad. 1983. Mineral status of grazing beef cattle in the tropics of Bolivia, Tropical Animal Production 8: 118-130. U.S.A.
- Perkin-Elmer Corp. 1976. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry, The Perkin-Elmer Corp, Norwalk, C.T, U.S.A,

- Pfander, W.H. 1971. Animal nutrition in the tropics, problems and solutions J. Anim. Sci. 33:(4) 843-849, U.S.A.
- Prontuario de ESpecialidades Veterinarias, 1977, 5 ed, Centro Profesional de Publicaciones, S.A, México, 354 p.
- Roberts, W.K, y V.E. Omer. 1965. Dietary potassium requirement of fattening steers. J. Anim, Sci, 24:(3) 902; U.S.A.
- Salih, Y.M., L.R. McDowell, J.F. Hentges, R.M. Mason y J.H. Conrad, 1983, Mineral status of grazing beef cattle in the warm climate region of Florida, Tropical Animal Healthy Production, 15; 245-251.
- Shirley, R.L. y J.L. Montesinos, 1978. El agua como fuente de minerales. en: Simposio Latinoamericano sobre investigaciones en nutrición mineral de los rumiantes en pastoreo. (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell). Universidad de Florida, Gainesville, Florida, U.S.A. -- p. 47-54.
- Siller C., V.A. 1977, Deficiencias y Toxicidades de Minerales en Bovinos en Pastoreo en Sabinas, Coahuila y Determinación de niveles. Tesis. Licenciatura, I.T.E.S.M. Monterrey, N.L., México,
- Sousa, J.C., J.H. Conrad, W.G. Blue y L.R. McDowell, 1979, Inter-relaciones entre minerales no solo, plantas forrageiras e tecido animal. I. Calcio e fósforo. Pesq. Agrop, Bras; Brasília 14(4) 387-395,
- Stoddart, A.L., A.D. Smith y T.W. Box, 1955. Range Management. 3 Ed, McGraw-Hill Book Company, New York 532 p,
- Telle, P.P., R.L. Preston, L.D. Kintner y W.H. Pfander, 1964. Definition of the ovine potassium requirement, J. Anim, Sci, 23:(1) 59-66, - U.S.A.
- Thompson, D.J, y C.M. Compabadal. 1978, El calcio, fósforo y el fluor en la nutrición de los rumiantes, en: Simposio Latinoamericano sobre investigaciones en nutrición mineral de los rumiantes en pastoreo. (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell). Universidad de Florida. Gainesville, Florida, U.S.A. p. 55-62,
- Thompson, D.J, y T. López C, 1978, Disponibilidad biológica de los macro elementos, en: Simposio Latinoamericano sobre investigaciones en nutrición mineral de los rumiantes en pastoreo (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell), Universidad de Florida, Gainesville, Florida, - U.S.A, p.146-155,
- Thompson, D.J, y J.F. Villalba, 1978, Potasio y iodo en nutrición de rumiantes, en: Simposio Latinoamericano sobre investigaciones en nutrición mineral de los rumiantes en pastoreo, (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell). Universidad de Florida, Gainesville, Florida, - U.S.A, p. 85-92,

- Troncoso A., H., 1981, La nutrición mineral del ganado productor de leche en el trópico, en: Memorias sobre producción de leche en el trópico, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de México, México, D.F. p. 92,
- Underwood, E.J., 1969, Los Minerales en la Alimentación de Ganado, 2 ed. ✓
Acribia, Barcelona, España, 325 p,
- Viana, J.A. y C.A. Zometa. 1978. El magnesio en la nutrición de los rumiantes, en: Simposio Latinoamericano sobre investigaciones en nutrición mineral de los rumiantes en pastoreo, (Ed, J.H. Conrad y L.R. McDowell), Universidad de Florida, Gainesville, Florida. U.S.A. p. 69-76,
- Villarreal B., M.H., 1977. Deficiencia y Toxicidad de Minerales de Bovinos en Pastoreo en Abasco, N.L., I, Determinación de Niveles, Tesis, Licenciatura, I.T.E.S.M, Monterrey, N.L., México, 68 p.
- Walsh, L.M. y J.D. Beaton, 1973, Soil Testing and Plant Analysis, Soil Sci. Soc. of Amer. Inc, Madison, Wisconsin, 491 p,

A P E N D I C E

CUADRO A-1.

CONCENTRACIONES DE MINERALES Y PH EN SUELOS DE PASTIZALES PARA BOVINOS EN LOS MUNICIPIOS DE MUZQUIZ, ZARAGOZA Y ACUÑA DEL ESTADO DE COAHUILA.

MINERAL CONCENTRACION	Ca %	P ppm	Mg ppm	K ppm	Na ppm	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	Co ppm	PH
MUZQUIZ											
	1.20	13.5	28	.96	38	0.84	0.23	0.12	5.0	0.36	7.8
	1.20	14.8	106	194	50	1.46	0.19	0.10	9.7	0.36	7.8
	0.30	6.4	661	82	20	0.71	0.19	0.31	1.4	0.14	8.0
	0.20	4.9	28	102	2	0.71	0.26	0.24	0.5	0.25	7.7
	0.30	4.1	28	37	3	0.93	0.26	0.08	1.4	0.25	7.3
\bar{X}	0.64	8.7	170	102	23	0.93	0.23	0.17	3.6	0.27	7.7
ZARAGOZA											
	3.00	1.4	200	136	37	0.82	0.19	0.17	1.0	0.14	7.9
	0.60	2.7	91	85	20	0.73	0.26	0.73	1.2	0.14	8.0
	0.90	3.0	211	98	53	1.44	0.19	0.14	1.0	0.25	7.2
	0.50	7.0	121	30	52	0.70	0.33	0.12	1.2	0.14	7.4
	0.50	4.3	27	57	9	0.69	0.33	0.19	0.6	0.36	7.9
\bar{X}	1.10	11.4	130	81	34	0.88	0.26	0.27	1.0	0.26	7.7
ACUÑA											
	2.20	17.5	33	68	27	0.81	0.33	0.33	2.1	0.25	7.9
	1.50	2.2	33	65	32	0.81	0.19	0.30	2.0	0.36	7.7
	1.30	5.1	39	171	16	1.62	0.11	0.06	1.0	0.25	8.0
	1.60	7.3	151	105	36	0.80	0.26	0.15	4.7	0.25	8.2
	1.50	2.2	38	99	13	0.69	0.18	0.17	2.4	0.36	7.9
	0.20	12.5	91	167	31	0.80	0.55	0.72	27.8	0.50	7.9
\bar{X}	1.38	7.8	64	113	26	0.92	0.27	0.29	6.7	0.33	7.9

CUADRO A-2. CONCENTRACIONES DE MINERALES DEL FORRAJE PARA BOVINOS EN EL MUNICIPIO DE MUZQUIZ, COAHUILA.

MINERAL CONCENTRACION	Ca %1	P %1	Mg %1	K %1	Na %1	Fe ppml	Cu ppml	Zn ppml	Mn ppml	Co ppml
MUESTRA										
1	1.87	0.13	0.28	0.99	0.04	311	8.1	28	50	0.65
2	1.92	0.17	0.24	3.64	0.04	301	6.2	71	35	1.51
3	0.93	0.06	0.09	0.25	0.03	515	3.0	21	62	-
4	1.33	0.15	0.32	1.18	0.08	503	8.5	22	37	-
5	2.62	0.13	0.34	1.12	0.03	450	5.6	35	139	0.21
6	0.58	0.13	0.15	1.94	0.06	414	9.2	36	28	-
7	0.76	0.06	0.05	0.10	0.02	281	2.8	13	24	-
8	0.79	0.12	0.13	1.04	0.03	158	10.9	29	26	-
9	1.42	0.16	0.21	0.94	0.05	218	5.2	32	24	-
10	0.54	0.21	0.18	0.97	0.03	133	1.0	25	29	-
11	2.36	0.11	0.34	1.76	0.07	270	4.6	19	72	1.74
12	0.97	0.15	0.19	1.60	0.07	392	16.7	37	36	0.87
13	4.61	0.10	0.45	0.63	0.04	163	1.0	31	27	-
14	1.61	0.19	0.41	0.68	0.02	80	3.5	37	35	-
15	1.25	0.20	0.32	2.94	0.05	380	9.2	53	45	0.76
16	0.35	0.16	0.42	2.05	0.08	31	5.4	71	12	0.42
17	0.90	0.15	0.28	1.95	0.04	547	12.6	65	29	1.16
18	1.23	0.10	0.14	0.71	0.07	844	3.9	91	49	0.83
19	1.10	0.14	0.32	1.42	0.05	72	8.3	138	28	0.52
20	2.54	0.28	0.54	1.90	0.08	333	8.4	117	58	0.74
21	1.03	0.22	0.27	0.25	0.09	495	8.2	152	32	0.84
22	1.20	0.16	0.15	1.39	0.16	84	4.4	12	22	1.55
23	3.20	0.10	0.34	1.48	0.05	393	9.0	33	114	1.22
24	1.40	0.25	0.49	2.55	0.13	566	13.3	40	66	1.55
25	0.54	0.21	0.13	1.93	0.09	120	8.2	27	26	1.83
26	0.61	0.09	0.10	0.93	0.03	425	4.4	6	121	1.53
\bar{X}	1.45	0.16	0.26	1.47	0.06	326	7.0	48	47	0.69

CUADRO A-3. CONCENTRACIONES DE MINERALES DEL FORRAJE PARA BOVINOS EN EL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, COAH.

MINERAL CONCENTRACION	Ca %	P %	Mg %	K %	Na %	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	Co ppm
MUESTRA										
1	1.94	0.08	0.43	1.91	0.11	328	5.9	26	83	-
2	0.85	0.11	0.28	2.35	0.09	337	11.8	32	26	2.06
3	0.88	0.11	0.30	1.43	0.03	117	7.9	19	36	0.43
4	1.04	0.12	0.20	1.28	0.07	178	6.2	27	17	1.27
5	1.70	0.09	0.22	1.16	0.05	190	1.5	27	18	0.86
6	0.30	0.07	0.06	0.38	0.02	297	2.6	8	41	2.04
7	0.20	0.06	0.07	0.96	0.02	79	2.3	12	15	0.85
8	0.64	0.06	0.07	0.20	0.05	534	3.4	6	47	0.85
9	0.53	0.10	0.19	1.17	0.12	180	7.7	47	47	1.28
10	0.63	0.08	0.28	1.43	0.13	474	7.4	30	29	-
11	1.43	0.09	0.22	0.90	0.05	279	5.2	13	23	0.64
12	1.14	0.13	0.19	1.13	0.04	101	9.3	46	28	2.42
13	0.60	0.07	0.09	0.34	0.06	245	3.0	11	37	0.64
14	1.78	0.09	0.21	0.85	0.06	207	10.0	12	29	1.71
15	0.55	0.08	0.23	1.09	0.05	217	7.5	27	18	-
16	2.50	0.08	0.38	0.85	0.12	539	6.1	25	282	0.84
17	1.34	0.12	0.14	0.52	0.02	113	4.6	36	18	0.84
18	2.41	0.09	0.32	1.16	0.05	252	6.3	21	89	-
19	0.98	0.10	0.23	1.18	0.03	87	5.2	17	40	0.83
20	0.41	0.12	0.05	0.10	0.02	253	2.2	14	29	-
21	2.18	0.09	0.34	1.10	0.05	244	5.8	21	136	0.84
22	1.37	0.06	0.16	0.34	0.04	148	3.1	14	70	0.21
23	0.44	0.06	0.06	0.33	0.06	108	2.0	37	14	0.21
24	0.52	0.08	0.09	0.12	0.03	161	2.6	12	56	0.42
25	0.71	0.07	0.09	0.84	0.02	175	1.2	15	14	0.21
26	1.23	0.10	0.24	1.38	0.07	253	8.3	28	34	0.64
27	0.93	0.09	0.14	0.42	0.02	152	2.1	8	36	0.86
\bar{X}	1.08	0.09	0.20	0.92	0.05	231	5.2	22	49	0.78

CUADRO A-4. CONCENTRACIONES DE MINERALES DEL FORRAJE PARA BOVINOS EN EL MUNICIPIO DE ACUÑA, COAHUILA.

MINERAL CONCENTRACION	Ca ₁ %	P ₁ %	Mg ₁ %	K ₁ %	Na ₁ %	Fe ₁ ppm	Cu ₁ ppm	Zn ₁ ppm	Mn ₁ ppm	Co ₁ ppm
MUESTRA										
1	1.51	0.07	0.31	0.51	0.05	149	3.7	5	33	1.70
2	1.12	0.07	0.29	0.77	0.08	173	8.7	27	27	2.02
3	0.86	0.07	0.24	0.69	0.09	560	11.9	16	30	2.45
4	1.00	0.09	0.25	1.35	0.14	509	10.8	46	29	0.43
5	0.93	0.07	0.12	0.12	0.02	350	4.8	2	24	1.51
6	2.37	0.10	0.30	0.86	0.07	157	6.5	12	57	2.04
7	0.25	0.08	0.05	0.27	0.04	102	1.5	2	14	1.30
8	0.40	0.06	0.06	0.13	0.02	246	3.8	5	20	0.87
9	1.26	0.20	0.34	1.21	0.09	218	7.7	21	42	0.88
10	3.62	0.08	0.31	1.23	0.11	169	2.8	7	60	1.73
11	0.82	0.05	0.11	1.10	0.05	62	2.6	11	18	0.85
12	0.85	0.07	0.12	0.98	0.07	311	7.9	14	26	1.29
13	0.34	0.07	0.05	0.30	0.03	119	3.2	8	19	0.43
14	0.67	0.04	0.04	0.11	0.02	286	3.4	4	21	0.86
15	0.46	0.09	0.05	0.96	0.03	246	2.8	16	20	0.86
16	1.81	0.10	0.14	1.69	0.04	442	5.0	117	39	0.85
17	0.78	0.06	0.05	0.43	0.06	247	1.1	73	20	0.65
18	1.53	0.16	0.20	1.11	0.07	163	5.3	6	66	0.85
19	0.10	0.14	0.03	1.65	0.04	90	1.1	3	10	-
20	0.22	0.12	0.07	0.38	0.03	145	2.6	3	26	1.28
21	0.39	0.19	0.23	1.68	0.02	211	1.9	58	52	0.43
22	0.26	0.12	0.04	0.45	0.07	119	2.4	2	23	0.43
\bar{X}	1.03	0.10	0.15	0.82	0.06	231	4.6	21	31	1.08

CUADRO A-5. CONCENTRACIONES DE MINERALES EN SUERO SANGUINEO DE BOVINOS EN EL MUNICIPIO DE MUZQUIZ, COAHUILA

MINERAL (PPM)	Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Cu	Zn
MUESTRA								
1	130	56	32	213	4550	1.6	0.9	1.6
2	165	57	31	186	4425	1.2	0.8	1.4
3	125	39	28	158	5200	1.4	0.7	2.1
4	175	52	28	216	5550	1.6	1.0	1.5
5	200	73	31	186	5250	1.8	0.7	1.2
6	160	67	35	212	5250	2.2	1.0	1.2
7	215	97	32	199	5475	2.2	0.6	1.4
8	185	46	31	179	5550	1.5	0.7	1.2
9	110	53	28	219	3200	2.6	1.0	1.0
10	90	40	25	196	6375	1.3	0.6	1.6
11	95	32	25	209	2925	1.9	0.8	1.0
12	120	53	26	215	3250	1.2	0.9	1.1
13	130	33	27	224	3450	2.0	0.8	1.1
14	135	55	29	281	4875	2.7	0.8	1.1
15	220	61	26	263	3700	2.0	0.9	1.0
16	1.20	57	29	240	3200	1.8	0.7	1.0
17	155	28	24	178	2550	1.8	0.8	1.2
18	145	40	24	193	3225	2.4	0.6	1.1
19	110	28	26	214	3150	2.0	0.7	1.1
20	135	49	23	210	3625	2.0	0.8	1.2
21	120	48	24	231	2975	2.4	0.7	1.2
22	105	57	21	196	3175	1.9	0.7	1.1
23	100	30	19	204	2975	1.6	0.7	1.1
24	140	43	24	197	3400	1.8	0.7	1.2
25	105	40	23	223	3225	2.6	0.5	1.3
26	175	26	28	194	3125	2.9	0.7	1.0
27	130	53	24	208	2950	2.0	0.9	1.1
28	165	54	25	231	2800	1.5	0.7	1.1
29	115	66	24	176	3075	1.5	1.1	1.2
30	95	37	20	170	2925	1.2	0.9	1.1
31	190	47	29	223	3000	1.6	0.9	1.1
32	235	50	29	260	2825	1.8	0.8	1.1
33	195	50	32	238	3050	1.6	0.9	1.0
34	130	74	21	197	3050	1.7	1.0	1.0
35	200	40	34	262	3000	1.2	1.2	1.0
36	160	48	27	223	2925	1.0	0.8	1.1
37	135	50	29	208	2650	2.0	1.0	0.7
38	140	63	28	201	2525	2.0	1.0	1.0
39	115	64	41	192	3150	3.0	1.2	1.0
40	115	79	29	212	2750	2.3	0.9	1.1
41	105	66	26	285	2675	1.6	1.1	0.9
42	110	40	26	219	2500	2.2	0.9	0.8
43	140	38	31	204	2450	2.2	1.2	1.0
44	130	62	30	235	2650	2.3	1.2	1.0
45	115	68	23	220	2450	3.0	1.0	1.3
26	120	56	31	220	2650	2.7	1.0	1.2
X	141	51	27	224	2550	2.7	1.0	1.2
				214	2825	2.2	0.9	1.8
					3478	2.0	0.9	1.2