

219
24

**EVALUACION DEL CONTENIDO MINERAL EN LAS FASES
DEL CICLO ESTRAL EN VAQUILLAS BAJO SISTEMA DE
CONFINAMIENTO**

**TESIS PRESENTADA ANTE LA DIVISION DE
ESTUDIOS PROFESIONALES DE LA FACULTAD
DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

OSCAR SERRANO ESPINOZA

**ASESORES: M.V.Z.H.C. ALFREDO KURT SPROSS SUARES
M.V.Z.H.C. RENE ROSILES MARTINEZ
M.V.Z. JORGE SAGARDIA RUIZ**

CD. UNIVERSITARIA MEXICO, D.F. SEPTIEMBRE 1987.



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	2
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1. GENERALIDADES MINERALES	5
2.2. METABOLISMO DE MINERALES	8
2.2.1. CALCIO	8
2.2.2. FOSFORO	11
2.2.3. MANGANESO	13
2.2.4. COBRE	16
2.2.5. ZINC	19
2.2.6. SELENIO	21
2.3. MINERALES EN ANIMALES	25
2.3.1. GENERALIDADES EN ANIMALES	25
2.3.2. CALCIO	28
2.3.3. FOSFORO	30
2.3.4. MANGANESO	32
2.3.5. COBRE	34
2.3.6. ZINC.....	36
2.3.7. SELENIO	37
2.4. MINERALES EN FORRAJES	39
III. OBJETIVOS	42
IV. MATERIAL Y METODOS	43

	Página
V. RESULTADOS	47
VI. DISCUSION	50
VII. CONCLUSIONES	53
VIII. LITERATURA CITADA	55
IX. ANEXOS	67

RESUMEN

SERRANO ESPINOZA OSCAR: Evaluación del contenido mineral de las fases del ciclo estral en vaquillas bajo sistema de confinamiento (bajo la dirección de: MVZ Alfredo Kurt Spross Suárez, MVZ René Rosiles Martínez y MVZ Jorge Sagardía Ruíz).

Con el propósito de estimar los valores medios de calcio, fósforo, manganeso, zinc, cobre y selenio, y estudiar sus variaciones durante el ciclo estral, se hizo un estudio en el Centro de Recría de Tizayuca, Hidalgo, localizado en el Km 57 de la carretera federal México-Pachuca, a una latitud norte de $19^{\circ}58'50''$ y $99^{\circ}25'$ de longitud oeste y ubicado a 2270 msnm. Se emplearon 10 vaquillas a primer servicio con una edad promedio de 14 meses y un peso aproximado de 320 kg, que no hubieron recibido algún tratamiento hormonal.

Se tomaron muestras de sangre y pelo el día del inicio del estro y 5, 10, 15 y 20 días después, se obtuvieron muestras del alimento consumido por las vaquillas en ese período. Para la medición de Ca, Cu, Mn, Zn y Se, se empleó la técnica de absorción atómica, el P se evaluó por medio de la técnica colorimétrica utilizando un espectrofotómetro de luz ultravioleta y visible.

En el suero se midió Ca, P, Cu y Zn con valores promedio de 9.7, 4.7, 0.025 y 0.064 mg/100 ml respectivamente, solo Ca, Zn y Cu presentaron diferencias significativas entre las diferentes fases del ciclo estral. En el pelo se midió Ca, P, Mn, Cu, Zn y Se con valores promedio de 8.9 mg/100 g., 3.6 mg/100 g., 2.3 ppm, 6.41 ppm y 119 ppm para los primeros cinco minerales y en el caso de selenio que sólo se midió los días primero y décimo se encontró el valor promedio de 0.380 y 0.320 ppm para el día 1^o y 10^o del ciclo estral.

La concentración promedio de Ca, P, Mn, Cu y Zn en los alimentos consumidos por las vaquillas en el período estudiado fueron de 1.9%, 0.56%, 29.85 ppm, 20.4 ppm y 25 ppm respectivamente.

Los niveles minerales varían en relación a las diferentes fases del ciclo estral siendo su efecto más significativo para el Ca, Cu y Zn séricos, donde esta variación no siempre es representativa de lo que el animal esté consumiendo.

I. INTRODUCCION

La mala nutrición es un factor limitante en el crecimiento, producción y la reproducción del ganado. Los problemas más comúnmente encontrados por los Médicos Veterinarios en el campo, están asociados a una ingestión insuficiente de nutrientes digestibles o disminución del alimento ingerido ⁽²⁹⁾. Generalmente al disminuir la ingestión de los alimentos; -- causa una disminución de los minerales ingeridos ⁽⁴⁵⁾.

La mayoría de los minerales se encuentran distribuidos en todo el organismo donde aparecen en diversas combinaciones funcionales y en concentraciones características para conservar la integridad funcional normal ⁽⁶⁹⁾; por lo tanto -- los minerales deben llenar los requerimientos reales, puesto que en exceso resulta tan inconveniente como una deficiencia.

Muchos animales logran adaptarse a variaciones en los minerales, sin embargo esto puede traer como consecuencia la pérdida de la función zotécnica ^(19,45).

Los problemas de la nutrición mineral son provocados por -- las interacciones del suelo, alimento, clima, animal y por -- las modificaciones que el hombre ha impuesto a los animales.

Los desequilibrios minerales conducen a trastornos en la producción y la reproducción, estos últimos asociados con la alteración del ciclo estral, reflejada en la inhibición, retardo e irregularidades del estro debido a trastornos en los ovarios, como ovarios subnormales, presencia de quistes luteínicos y quistes foliculares⁽⁵⁷⁾, por lo que la concepción resulta retardada o imposible reduciendo la tasa de fertilidad en los hatos. En muchos otros casos provoca mortalidad embrionaria, como sucede en la deficiencia de selenio.

Un porcentaje considerable de los trastornos reproductivos corresponden a desequilibrios minerales inducidos por fallas simples o combinadas de los elementos traza⁽²⁶⁾. La disminución de la fertilidad o del comportamiento reproductivo se asocian con niveles anormales de Ca, P, Mn, Cu, Zn y Se⁽⁴⁴⁾. Los requerimientos minerales varían con el nivel de productividad, la edad del animal, la estación del año y otros factores, por lo que es difícil definir los requerimientos específicos de minerales en animales, pues aunado a esto debemos tomar en cuenta las interacciones de los minerales entre ellos mismos^(69,41).

Debido a esto se hace necesaria la investigación de la relación entre los minerales y con la reproducción en ganado

estabulado productor de leche, por lo que en el presente trabajo se obtuvieron los valores promedio de Ca, P, Mn, Cu, Zn y Se en pelo y suero de vaquillas durante su primer estro, así como de los alimentos consumidos en ese período, para estudiar variaciones de Ca, P, Mn, Cu, -- Zn y Se del alimento, suero y pelo durante las fases -- del ciclo estral.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades de minerales

Los minerales son nutrientes esenciales para todos los animales e influyen en la eficiencia de la producción ganadera⁽⁶⁴⁾, debido a que la desnutrición mineral provoca el decremento de la productividad.

Se ha observado baja producción y reproducción en hatos a pesar de la abundancia de alimentos, por lo que se considera que los desequilibrios minerales son causa de la baja producción y problemas reproductivos^(26,31,45,64).

Todos los tejidos animales contienen elementos minerales e inorgánicos en cantidades y proporciones muy específicas^(45,69). Aproximadamente el 15% del peso total del animal lo componen y en los tejidos y fluidos corporales se encuentran aproximadamente 40 elementos minerales --^(45,48). Se han identificado como mínimo 15 elementos esenciales para los bovinos⁽⁴⁵⁾, otros autores consideran 22 elementos esenciales, 7 de ellos comprenden los macrominerales y son: Ca, P, K, Na, Cl, Mg y S^(44,60). - Se les llama macrominerales debido a que tienen un requ

rimiento elevado en la nutrición animal que varía en un rango de 0.6% a 0.06%⁽⁵¹⁾.

Existen otros elementos que se conocen con el nombre genérico de microminerales^(44,69). Mc Dowell et al consideran 8 minerales: Co, Cu, I, Fe, Mo, Mn, Se y Zn⁽⁴⁵⁾. - Otros consideran como microminerales o microelementos sólo a 4 de ellos: Fe, Zn, Mn y Cu, pues su requerimiento varía en un rango de 0.005% a 0.0005%⁽⁵¹⁾. Underwood -- menciona 15 elementos vestigiales o micronutrientes a 7 de ellos se les llama elementos vestigiales (modernos) -- estudiados únicamente en animales mantenidos en condiciones altamente específicas y éstos son: Sn, Cr, Vn, F, Si, Ni y As⁽⁶⁹⁾. Otro autor conoce este grupo con el nombre de oligoelementos y lo clasifican de acuerdo al requerimiento mineral del animal que varía en un rango de 0.00002% a 0.00001%⁽⁵¹⁾. Algunos minerales también han sido identificados como tóxicos para ruminantes y estos son: Al, As, Cd y Pb⁽⁴⁵⁾.

Las funciones de los minerales son tan amplias aunque no exclusivas de los elementos particulares y todas ellas - pueden ser desempeñadas por el mismo elemento o en combinación con otros minerales⁽⁶⁹⁾.

Muchos elementos minerales actúan como componentes estructurales de órganos y tejidos como sucede con el calcio, fósforo, magnesio, fluor y silicio en huesos y dientes o con el fósforo y azufre en proteínas musculares, - así como otros minerales que actúan como componentes de los fluidos y tejidos corporales en forma de electrolitos como el sodio, potasio, cloro, zinc, magnesio, que se encuentran distribuidos en la sangre, líquido cefalorraquídeo, jugo gástrico, algunos más actúan como catalizadores de sistemas enzimáticos y hormonales (24,45,69) .

Los minerales presentes en células y tejidos de organismos animales se encuentran formando diversas combinaciones químicas, que son importantes en todos los procesos metabólicos (26,45) .

Los minerales tienen diferentes funciones vitales en el adecuado funcionamiento cardiaco, hepático, renal y en todos los procesos reproductivos (24,26,46,69) .

2.2 METABOLISMO DE MINERALES

2.2.1 CALCIO

Es el elemento mineral que encontramos en mayor proporción en el animal en relación con los demás minerales^(34,45,48), presente en muchos órganos del animal y donde está en mayor cantidad es en el hueso y en los dientes⁽³⁴⁾, donde se deposita aproximadamente el 99% del calcio total,⁽⁴⁵⁾ y el otro 1% está formando parte de tejidos blandos cumpliendo funciones vitales en los líquidos y fluidos corporales bajo su forma ionizada o en muchos de los casos unido a proteínas^(24,34). El calcio existe en la sangre en tres formas: la forma ionizada, la forma unida a proteínas plasmáticas y finalmente formando complejos químicos con diferentes aniones orgánicos, tales como sulfatos o carbonatos⁽¹¹⁾, en su forma ionizada, o cuando está presente en tejidos blandos cumple funciones importantes como la coagulación sanguínea, debido a que una elevada cantidad de este calcio se encuentra en plasma sanguíneo, siendo necesario para realizar otras funciones como: la formación del esqueleto, la acción rítmica del corazón, la activación enzimática, entre otras funciones^(24,41,45), la mayoría de las especies animales tienen entre 9-12mg/100 ml de calcio en plasma y esta concentración no está influen-

ciada por la cantidad de calcio ingerida y sólo se puede alterar por una deficiencia muy severa de calcio^(41, 45, 65, 69), pues el Calcio ingerido no influye de manera inmediata sobre los niveles sanguíneos, debido a que hay muchos factores que mantienen constante el nivel sanguíneo; aún bajo condiciones de elevado consumo o pérdida considerable de calcio, uno de los factores es la Paratohormona (PTH), secretada por la glándula parotídea, para movilizar calcio de los huesos. Otra hormona que controla los niveles de calcio es la calcitonina, la cual disminuye la movilización de calcio del hueso reduciendo la concentración del mismo en la sangre^(24,41), otro factor que tiene influencia en los niveles de calcio en sangre es la vitamina "D", pues resultados indican que la administración antes del parto de vitamina D₃ o 25-ODH₃ a vacas que están siendo alimentadas con ensilado y que no son expuestas directamente a la radiación solar antes de la lactación, dan como resultado un mejor crecimiento y salud de sus becerros⁽³⁰⁾. El calcio ingerido en la ración por un animal debe estar en cantidades adecuadas, que van de un rango de 0.18% a 0.60% de calcio (45), 0.29 gr/día (63), pero además se debe mantener la proporción adecuada de calcio con los demás elementos minerales, tales como el fósforo, manganeso. La absorción del calcio se lleva a cabo en el intestino a nivel de duodeno y en la primera por-

ción del yeyuno, se absorbe alrededor del 10-15% del calcio total de la dieta y la absorción está condicionada por varios factores como el pH ácido intestinal, baja presencia de fosfatos, poca cantidad de ácidos grasos libres, el aporte adecuado de vitamina "D", (26,45,69), donde una de las funciones de la vitamina "D" es facilitar la absorción de calcio a través de la proteína transportadora de Ca. La lactosa puede favorecer la absorción de calcio por interacción con las células de la mucosa intestinal la que aumenta permeabilidad a los iones de calcio (Ca^{++}). El nivel de calcio en los alimentos afecta su propia absorción y -- los alimentos que lo contienen en concentración elevada -- disminuyen la eficiencia de su asimilación, manteniéndose un equilibrio entre el calcio sanguíneo y el calcio de los huesos (24,69), el calcio se excreta por medio de la orina y su excreción entre orina y heces varía entre las diferentes especies. La vía fecal es la primera ruta de excreción de calcio en los bovinos. La excreción se ve favorecida con la edad y el metabolismo del animal (21), aunque la digestibilidad aparente del calcio y su retención dentro del organismo se ve favorecida por la suplementación del calcio y el porcentaje aparentemente absorbido de calcio que no excede a 27% y es menor el rango de calcio absorbido (25). Los animales que consumen niveles de calcio en la dieta, logran una adaptación para mantener la -

concentración de calcio (9-12mg/100ml), dentro de un rango aceptable, por un lado disminuyen la excreción fecal y por otro incrementa la absorción intestinal; se ha visto que los animales viejos se adaptan más que los animales jóvenes (34).

2.2.2 FOSFORO

El Fósforo es extremadamente importante en las funciones químicas y fisiológicas, un 80% del fósforo total del cuerpo se localiza en los huesos y dientes, está depositado -- junto con el calcio en forma de Hidroxy-Apatita cálcica -- $\text{Ca}_{10}\text{PO}_4\text{OH}$ (45,49), y el otro 20% está distribuido ampliamente en tejidos suaves (41,45), de ese porcentaje, -- una gran porción de fósforo se localiza de los glóbulos rojos y lo demás en tejido muscular y nervioso, (45,48), además en otros sitios como las fosfoproteínas, fosfolípidos, fosfocreatinina y hexosa fosfato (41), que son constituyentes de las membranas celulares y del citoplasma celular y tienen influencia directa en la permeabilidad celular (24, 41,49,69).

El fósforo juega un importante papel en la activación de -- varias vitaminas del complejo "B" como la niacina, tiamina, riboflavina, biotina y ácido pantoténico (49), además es --

componente de muchos sistemas enzimáticos que sin importantes en el metabolismo intermedio, asimismo forman parte del material de los ácidos nucleicos como el RNA^(48,49). La absorción de fósforo está condicionada por los mismos factores que favorecen y determinan la absorción de calcio, la absorción del fósforo es de 40-80%⁽⁴⁵⁾, la mayor parte de la absorción se realiza en el yeyuno y es un proceso que se incrementa cuando la concentración de él es baja o por la acción de la vitamina "D", el pH intestinal. Niveles dietéticos de otros minerales como: Aluminio, manganeso, hierro; como la absorción es un proceso activo requiere de electrolitos como sodio y potasio - -^(24,41). El exceso de fósforo es excretado primeramente por las heces⁽⁴⁹⁾.

Alegria, menciona que la excreción de fósforo por las heces es independiente del aporte, en los rumiantes, una pequeña cantidad es eliminada por la orina, por lo que una carencia de fósforo no puede compensarse mediante la disminución de la excreción renal del mismo⁽²⁾, para comprender la homeostasis del fósforo es necesario conocer que el hueso no sólo tiene funciones estructurales y que el fósforo almacenado puede ser movilizado para llenar las necesidades del animal cuando la asimilación es inadecuada, así

como el hueso, el músculo, el cerebro, el riñón, cooperan para mantener la homeóstasis del fósforo^(41,69).

El nivel de fósforo en la mayoría de los animales se mantienen dentro de un rango de 4-9 mg/100 ml de suero, considerando que el fósforo inorgánico es el que se encuentra en plasma, sin olvidar que continuamente se producen intercambios entre las formas orgánicas e inorgánicas. - Además la concentración es mayor en animales recién nacidos, que en adultos⁽⁴¹⁾. La deficiencia de fósforo es -- considerada como la más importante en rumiantes identificada en América Latina, incluyendo México⁽⁴⁵⁾.

2.2.3 MANGANESO

El manganeso ha sido conocido como uno de los elementos - minerales constituyentes de varios tejidos animales⁽⁶⁹⁾. - Se encuentra formando parte de la estructura ósea, además de estar presente en cantidades más o menos constantes en los tejidos y órganos de la reproducción, tanto en machos como en hembras⁽⁴⁵⁾.

El total de manganeso en el cuerpo está aproximadamente - entre 50 y 100 mg de el cual el hígado contiene un 85%⁽²⁴⁾,

el manganeso en el plasma se encuentra en 1.0ppm y es -- transportado por las protefmas denominadas transmagnesi-
nas⁽⁶⁹⁾. La concentración del manganeso en hueso es afec-
tado ampliamente por la cantidad de Manganeso en la dieta
y puede disminuir substancialmente en casos de deficien-
cia⁽²⁷⁾, hay poca información sobre el mecanismo de absor-
ción del manganeso, el cual es afectado por varios facto-
res, entre ellos la concentración de calcio y fósforo⁽⁴⁵⁾,
la absorción en los rumiantes disminuye con la edad, aun-
que el manganeso es movilizado en tejidos, si es necesaa-
rio para mantener la homeóstasis en el organismo⁽⁶⁹⁾. --
Asimismo, los niveles de manganeso parecen depender de la
formación de quelatos naturales, especialmente con sales
biliares⁽⁴⁶⁾. De la cantidad de manganeso ingerida en --
10-15% rápidamente aparece en la bilis y conductos pan-
creáticos, para después ser eliminado por las heces⁽⁶⁹⁾.
Parece que cada átomo de manganeso puede circular varias
veces antes de que sea finalmente eliminado, por lo tan-
to, el manganeso en el tracto intestinal representa un -
depósito⁽⁴⁵⁾.

El hueso es la fuente más rica de manganeso y también sir-
ve como reserva de este elemento⁽⁴⁶⁾, por lo que mantie-
ne un equilibrio con los demás elementos en los tejidos,-
mientras que la velocidad de excreción es afectada por la

cantidad de este elemento en la dieta, aparentemente no es afectada por la presencia de iones metálicos en la -- dieta, por cambios marcados en el balance Acido-Básico.- El manganeso también se elimina a través de la glándula mamaria⁽⁶⁹⁾, el manganeso atraviesa la placenta de todas las grandes especies y se deposita en los tejidos fetales⁽⁵⁶⁾. También el manganeso es un activador éfectivo de muchas enzimas actuando como cofactor de varias -- metaloenzimas como la arginasa, cisteínasa, desulfatasa, diaminasa, carocinasa-desoxirribonucleasa, enolasa, prolinasa intestinal y la glicil-L-leucil dipeptidasa, la - biotina dependiente de la piruvato descarboxilasa, es la primera enzima que contiene 4 átomos de manganeso por cada molécula de biotina⁽²⁴⁾, del mismo modo, el manganeso, juega un papel en la síntesis de proteínas, en la fosforilación oxidativa, síntesis de mucopolisacáridos en el metabolismo de los ácidos grasos, y en la síntesis de coleslterol, metabolismo de carbohidratos y de lípidos^{(24,41, - (69)}. La diferencia de manganeso en animales es caracterilzada por el crecimiento reducido, reducción de la mineralilzación del hueso y formación del cartílago, funciones re--productivas disminuidas tanto en machos como en hembras⁽⁴⁶⁾, falla reproductiva degenerativa en ambos sexos, despigmenltación, deteriorización del Sistema Nervioso Central⁽⁴⁵⁾.

La función específica del manganeso en el animal aún no ha sido aclarada, pero la deficiencia puede ocurrir cuando el ganado está consumiendo forrajes con niveles bajos en manganeso⁽⁸⁾, que interfieren en el crecimiento y reproducción y la malformación en huesos en conejos y becerros⁽⁵⁶⁾, una deficiencia de manganeso provoca cambios en la estructura del hígado y anomalías tanto en esqueleto, crecimiento, disminución de las funciones reproductivas que varían con la edad, tiempo y duración de la deficiencia^(28,45,86), en animales recién nacidos la deficiencia de manganeso, afecta los valores de ácido urónico, glucosamina y galactosamina del cartílago epifisial disminuyéndolos⁽²⁶⁾. El contenido de manganeso en el cuerpo de los lactantes puede disminuirse o incrementarse por una deficiencia de manganeso en la dieta de la madre o por suplementación de la dieta de la madre durante la gestación, el manganeso atraviesa la placenta y se deposita en los tejidos fetales⁽⁴⁶⁾.

2.2.4 COBRE

El cobre es el elemento componente de muchas enzimas como la catalasa, tirosinasa-uricase, citocromo-oxidasa, monoamino-oxidasa, ácido ascórbico, oxidasa, donde el cobre --

es un factor esencial para su actividad enzimática⁽¹⁾, además juega un importante papel en los procesos enzimáticos de la formación del colágeno y del hueso⁽²⁷⁾, es necesario en la formación de hemoglobina, en el funcionamiento de el sistema linfático y como componente de varios complejos orgánicos pigmentantes^(45,69). La absorción de cobre principalmente ocurre en el tracto gastrointestinal, pero en rumiantes únicamente se absorbe (1.000) y es transportado por proteínas o se encuentra almacenado temporalmente en el parénquima celular hepático, corazón y riñón.

La velocidad de absorción del cobre se puede reducir cuando la dieta contiene niveles elevados de carbonato de calcio, sulfato ferroso, zinc, cadmio, cuando la afinidad del cobre por enlaces orgánicos e inorgánicos se aumenta logrando como consecuencia una disminución en su absorción^(23,69). El contenido total de cobre en el rumiante es menor de 1.0gr/animal, mucho de el cual está localizado en el hígado que es el órgano donde se metaboliza, la sangre completa contiene entre 1-2ppm, mientras que la leche contiene 0.1ppm⁽²³⁾.

Después de la deficiencia de fósforo, la de cobre es de las más comunes en alteraciones nutricionales^(27,45). En la deficiencia de cobre, hay una amplia variedad de signos,

como la osteoporosis y fracturas espontáneas en huesos, - y muy frecuentes en los rumiantes ⁽²⁷⁾. También se asocia con otros factores dietéticos que incluyen al molibdeno, - azufre, zinc, fierro, proteínas ^(6,44). Los signos de deficiencia aparecen cuando las raciones que contienen elevados niveles de azufre y molibdeno, que causan una reducción del sulfato-oxidasa en el hígado, lo que indica un - grado menor de cobre a través de la formación de sulfato cúprico insoluble en el hígado, por lo tanto hay un efecto inhibitor del cobre ⁽²³⁾, por tal motivo, la deficiencia es condicionada, pues aunque los niveles de cobre se mantengan dentro del rango normal (6-16ppm), otros elementos tales como el molibdeno, inhiben la utilización - del cobre por el organismo, debido a que la deficiencia - de cobre se puede presentar cuando el molibdeno, en forrajes es mayor a 3ppm y el nivel de cobre en menor a 6ppm ^(6,45), debido a que el molibdeno provoca interferencia de la sulfuro-oxidasa y esto permite la acumulación de sulfuros, que hacen que el cobre pierda disponibilidad, - para sus funciones metabólicas.

2.2.5 ZINC

El zinc ha sido reconocido como un cofactor, o constituyente de ciertas enzimas⁽²⁶⁾, por lo que es considerado como elemento mineral esencial desde el punto de vista nutricional, ya que está involucrado en la actividad de varias metaloenzimas como la anhidrasa carbónica⁽²²⁾, deshidrogenasas, peptidasas y fosfatasas⁽⁴⁶⁾, así también, el zinc se encuentra en las células parietales del estómago, cataliza la formación reversible del ácido carbónico a bióxido de carbono y agua, actúa en el transporte respiratorio de CO_2 y la secreción del ácido hidroxilclorhídrico por la mucosa.

El zinc ha sido asociado con las funciones de ácido ribonucleico y relacionado con la acción de algunas hormonas, como la Insulina, Glucágon, Corticotropina^(22,69), ha sido asociado con el desarrollo somático y sexual, hay evidencia de que juega un papel importante en la queratinización y calcificación del hueso^(27,69).

Puede estar asociado con componentes orgánicos e inorgánicos de la matriz ósea en las propiedades fisiológicamente importantes. Está involucrado primordialmente en el metabolismo de los ácidos nucleicos, proteínas y consecuente-

mente en los procesos fundamentales de replicación celular⁽⁴⁵⁾.

El cuerpo animal contiene 0.0003% de zinc, que se encuentra distribuido en varios tejidos: hígado, páncreas, -- músculo estriado, riñón y glándulas adrenales, donde el nivel de zinc contenido en sangre completa es alrededor de 2.0mg/l.

En el hueso el zinc se deposita en los sistemas de Haver, durante la función de los procesos de calcificación, actuando como cofactor de enzimas y formando parte de la -- sal metálica, aunque interviene en el desarrollo del hueso, es necesario tomar en cuenta que está influenciado -- por los componentes minerales de la dieta así como la vitamina "A" y "D" (27,69), y los niveles de zinc en el -- hueso de los rumiantes disminuye con la edad. El zinc -- en los demás tejidos se encuentra en un flujo constante -- y es continuamente reabsorbido y disuelto como respuesta para mantener la homeóstasis⁽²⁷⁾, la absorción de zinc es de 2-10%⁽⁴⁵⁾, y los agentes quelantes naturales y sin -- téticos mejoran la utilización de zinc y previene los -- efectos que ocasiona la unión del zinc con el ácido fítico,⁽⁴⁶⁾. Aunque el ganado tiene elevada tolerancia al -- zinc, concentraciones arriba de 20ppm de $Zn(SO_4)_7H_2O$.

2.2.6 SELENIO

Inicialmente la significación del selenio estaba confinada por sus efectos tóxicos, posteriormente se conoció como -- causa de enfermedades, como la distrofia muscular y su relación con la enzima glutatión-peroxidasa en la membrana - microsomal, manteniendo su estabilidad tanto en las mitocondrias, microsomas y lisosomas^(23,69).

Muchos compuestos inorgánicos de selenio como el Na_2SeO_3 - (selenito de sodio) y el Na_2SO_4 (selenato de sodio) o los compuestos orgánicos como selenometionina y seleniocisteína junto con la vitamina "E", están involucrados en una amplia gama de enfermedades por deficiencia nutricional,⁽⁴⁾. Una vez que el selenio es ingerido a través de la dieta - por el animal, el organismo tiene diferentes mecanismos de retención como es el caso de la seleniomietionina, se han acumulado evidencias que indican que el óxido de selenio - III y el óxido de selenio IV de la dieta, éstos reaccionan rápidamente con un enlace de cisteína y otros compuestos - de azufre en el cuerpo del animal, de manera que el selenio en forma inorgánica es retenido hasta el punto en que los aceptores de selenio, en las proteínas plasmáticas y - otros tejidos se saturan⁽⁴⁶⁾. de esa manera el selenio -- forma la seleniomietionina, probablemente se incorpora en

forma de muchas proteínas plasmáticas y en tejidos en lugar de la metionina y puede acumularse en el mayor grado posible, depositándose en forma de sales para su subsecuente utilización dentro del organismo animal⁽⁴⁶⁾.

La absorción del selenio varía en un rango de 30-40%, generalmente se realiza en el estómago y está determinada por el metabolismo rumial, debido a un mecanismo que se desconoce, bajas y elevadas concentraciones de calcio en el tracto digestivo afectan cuantitativamente la absorción de selenio y resulta en un aumento o pérdida de selenio en las heces^(25,45), una vez absorbido el selenio se distribuye en los tejidos animales, asociándose con la proteína muscular.

También depositándose alrededor de la grasa, en el hígado, hay elevadas concentraciones (0.2-0.3ppm), el selenio en músculo, sangre y hueso es bajo y en leche presenta un rango variable (0.003-0.004ppm), la sangre completa puede contener de 6-20mg/100ml, donde el selenio se encuentra asociado a la hemoglobina^(23,46,69).

Aunque han propuesto muchas hipótesis, ninguna ha podido aclarar cuáles son las funciones metabólicas del selenio, se precisa que el selenio y los compuestos selenorgánicos

actúan como cofactores en sitios específicos del metabolismo intermediario, actuando como antioxidantes, se conoce que el selenio tiene efecto en varios órganos y tejidos y que algunas de las enfermedades responsivas al selenio son: la degeneración necrótica del hígado, degeneración muscular, infertilidad en el ganado, pobre comportamiento reproductivo en animales adultos, (23,45,46).

Debido a que existe una relación nutricional compleja entre el selenio, la vitamina "E" y otros factores dietéticos, de tal manera que cualquiera puede alterar el requerimiento de los otros, pero no llega a reemplazarlo, además el selenio es un componente obligatorio de enzimas -- ováricas en mamíferos (3,23).

Hay una relación inversa en la disponibilidad del selenio para los rumiantes de tal manera que cuando existe una -- cantidad elevada de sulfatos los requerimientos de selenio serán mayores, pues la presencia de azufre o compuestos arsenicales y metales pesados aparentemente ejercen efectos inhibidores en la utilización de selenio y su metabolismo (23,45). Las concentraciones del óxido de selenio III y el óxido de selenio IV, en elevadas o reducidas cantidades retenidas por los aceptores del cuerpo que son excretadas tan rápidamente como sea posible por el or

ganismo a través de las heces y la orina, considerando - que la excreción, por medio de las heces es mayor en rumiantes, la relación entre selenio fecal y calcio fecal - sugiere que el calcio puede afectar la absorción de selenio en el tracto digestivo, disminuyendo el selenio absorbido, cuando se provenga de los alimentos ingeridos y como consecuencia, aumentar la concentración de selenio fecal (25).

2.3 MINERALES EN ANIMALES

2.3.1 GENERALIDADES EN MINERALES

Los minerales forman parte vital en la dieta del ganado e influyen directamente sobre la eficiencia reproductiva, - sin embargo es precisamente el hombre quien ocasiona la - presentación de deficiencias minerales en el ganado que - explota al reducir su hábitat, rompiendo el equilibrio - natural, por lo tanto es él quien debe proporcionar lo -- que los animales requieren⁽⁵⁷⁾.

En los animales las múltiples interacciones entre los minerales esenciales influyen directamente en el aprovechamiento de cualquier otro elemento mineral, debido a la ingestión continua de dietas deficientes o muy ricas en minerales determina invariablemente cambios en las concentraciones de los minerales en los tejidos y fluidos orgánicos^(45,48,69).

El contenido mineral en mezclas comerciales en México incluyen: Manganeso, Cobre, Iodo, Cobalto, Zinc y algunas de ellas el Selenio, la concentración de estos elementos es variable⁽⁶³⁾. Además de que con mucha frecuencia se maneja el concepto de que el animal en forma selectiva se provisiona del mineral que requiere^(45,63,69), porque es

esencial que los rumiantes ingieran cantidades adecuadas de minerales para llenar sus necesidades, pues estos requerimientos guardan una relación con otros factores ya que estos interfieren en su absorción y metabolismo⁽²³⁾.

Las necesidades de minerales en animales dependen del animal mismo, raza, edad, grado de adaptación, nivel de productividad, y por otro lado, la forma química del elemento mineral en cuestión⁽⁶³⁾. La cantidad de minerales que debe agregarse a la dieta, se determina generalmente como la diferencia entre la cantidad presente en los ingredientes de la ración y los requerimientos de los animales, -- porque cuando éstos no son llenados los animales están -- siendo subalimentados⁽⁵⁷⁾. El interés por la nutrición mineral de los animales tiene su razón de ser, pues tanto los macrominerales como los microminerales tiene importantes funciones, pero son más importantes las interacciones con ellos mismos, sus reacciones con otros factores externos debido a que las concentraciones minerales -- en bovinos son modificadas por factores como la época del año y el estado reproductivo del animal^(19,68). Cada elemento mineral realiza funciones específicas como es el caso del cobre y el manganeso que son componentes del sistema enzimático involucrados en el metabolismo intermedio

de las funciones vitales de los animales⁽²⁷⁾ o del fósforo y el selenio que son dos elementos asociados con el problema reproductivos e infertilidad⁽⁶⁹⁾. En excesos de calcio, el desarrollo de ovarios y folículos se bloquea, manifestando una ovulación disminuida y que en ocasiones el estro no se presenta, o se representa un estro silencioso⁽⁶⁸⁾. La relación entre la concentración plasmática del cobre y la fertilidad no es consistente⁽³⁶⁾, se indica que sí existe relación entre la fertilidad y el cobre plasmático aunque la interpretación se complica -- por cambios en los valores sanguíneos en los animales.

El diagnóstico de enfermedades producidas por deficiencias minerales en el caso de los macrominerales se realiza por medio de sintomatología clínica, pruebas histopatológicas y muestras bioquímicas y biológicas, como suero, pelo, órganos como: hígado, bazo. y estómago y en el caso de los microminerales el diagnóstico es más difícil porque presentan una sintomatología similar y en muchas de las ocasiones las deficiencias se presentan conjuntamente, además que las deficiencias combinadas son más frecuentes^(45,63,68). Al realizar el diagnóstico -- por medio de análisis de minerales en suero sanguíneo y pelo, encontramos variaciones como en el caso del pelo -- donde no hay uniformidad en el contenido de minerales y

en donde los niveles no son representativos de lo que el animal está consumiendo, tomando en cuenta que el contendo mineral varía con el color del pelo, y el lugar en -- donde fue tomada (región determinada del cuerpo) la muestra, además de que hay una variación en cuanto a la raza (19,50).

2.3.2 CALCIO

Es el elemento más abundante en el organismo animal y se encuentra distribuido en todos los tejidos, fluidos y órganos, tiene que estar disponible en cantidades y proporciones adecuadas donde realiza diferentes funciones ⁽⁴⁵⁾. -- Payán et al reportan valores del calcio plasmático para -- diferentes razas de bovinos, donde la raza Holstein presenta el valor más elevado con 10.6mg/100ml, siguiendo -- la raza cebú con 10.3mg/m, el Hereford con 10.2mg/100ml -- y al final el Pardo Suizo con 10mg/100ml ⁽⁵⁰⁾.

Otro investigador menciona que la concentración promedio de calcio sérico en vacas cebú es de 9.9 mg/100ml. En un estudio realizado por todo un año, donde además encontraron que los valores del calcio se incrementaban en los meses de marzo-mayo y septiembre-diciembre ⁽¹⁹⁾. Rowland -- et al indican que los niveles disminuyen durante la pre-

ñez y aumentan durante la lactación⁽⁵⁸⁾, también los valores de calcio son diferentes tanto para vacas como para vaquillas y becerros, donde los valores para vacas tiene un rango de 9.7-10.4 mg/100ml, para vaquillas 9.2-9.8 mg/100ml, y para becerros de 9.3-10.4mg/100 ml, asimismo, se menciona que los valores más bajos para calcio durante el muestreo se detectan durante la época seca⁽⁷⁾.

Castrillo, et al mencionan valores de calcio en vaquillas cruzadas Cebú-Holstein, suplementadas con sal común, presentaron una concentración plasmática de calcio de 9.4mg/100ml y de vaquillas suplementadas con sal mineral presentaron una concentración de 9.6 mg/100ml, por lo que se deduce que la concentración de calcio en plasma es influenciada solamente por una deficiencia severa,⁽¹⁰⁾. Swenson et al, sugieren un valor de calcio sérico en novillas de 10.8 mg/100ml, cuando las novillas tenían entre los 6 y 12 meses de edad⁽⁶⁸⁾. Spross indica un valor promedio de 9.5 mg/100ml en vacas de diferente etapa de producción lechera con una tendencia a disminuir hacia el final de la gestación⁽⁶⁵⁾.

El exceso de calcio adicionado a la ración causa interferencia en el ciclo estral y en la ovulación en el ganado y cuando en esta ración se adicionan elementos traza, la -

fertilidad se ve aparentemente favorecida⁽⁶⁸⁾.

El análisis de calcio en pelo indica que no hay uniformidad en el contenido mineral y al igual que en la sangre, los niveles de calcio no son representativos de lo que -- consumió el animal, por lo que el contenido de calcio va ría con el color del mismo, así como también el lugar de donde se tomó la muestra, como lo indican los resultados del siguiente trabajo:

En ganado Holstein, se encontró un 26% para pelo blanco de capa, 51% para pelo negro de capa y 3% para pelo de cola. En ganado Herford, un 24% para pelo blanco de capa, 41% para pelo negro de capa y 14% para pelo de cola. Por lo que se puede agregar, que no hay uniformidad del - contenido mineral, aún dentro de una misma raza⁽⁵⁰⁾.

2.3.3 FOSFORO

Se conoce que el fósforo es el elemento mineral más deficiente a nivel mundial afectando fuertemente la salud y - productividad de los bovinos. El nivel del fósforo san-- guíneo en los animales se mantiene en un nivel que va de un rango de 4-9mg/100ml^(41,69). En una investigación se

reportaron diferentes valores de fósforo sérico en bovinos de diferente raza, para vacas Holstein, 7.7mg/100ml; en Pardo suizo, 4.6mg/100ml; y en Hereford, 7.8mg/100ml, por lo que se puede observar que hay variación en cuanto a la raza del animal⁽⁵⁰⁾. En otra investigación las vacas presentaron una concentración en promedio de 4.3mg/100ml, en un muestreo realizado por todo un año, donde se notó que la concentración de fósforo tiende a disminuir en los meses de septiembre-diciembre y que la concentración de fósforo es opuesta a la concentración de calcio y tiende a aumentar conforme avanza la gestación, lo que manifiesta que hay un efecto marcado conforme avanza la época del año en la concentración mineral^(19,59). Mac Adams sugiere que el fósforo sérico, para vacas adultas es de 4.6mg/100ml, y para vacas jóvenes es de 6.0mg/100ml⁽⁴²⁾. En un estudio se menciona que el fósforo en animales jóvenes se mantiene elevado durante la lactancia en un valor promedio de 6.05 mg/100ml⁽⁵⁸⁾. En un estudio en vacas postparto se determinaron valores séricos de 8.29 mg/100ml, a los 14-21 días postparto y de 7.28mg/100ml a los 38-45 días postparto⁽³⁸⁾. García indica valores séricos de fósforo en vaquillas gestantes de 4.4mg/100ml, que es mayor al 3.9 y 3.5 mg/100ml, para vacas vacías y seccas respectivamente⁽²⁰⁾.

La deficiencia de fósforo en vaquillas provoca anomalías en el aparato reproductor de las mismas, en un experimento realizado en vaquillas alimentadas con 0.4% de fósforo en la ración, requirieron de un tratamiento hormonal para corregir aparentemente las funciones ováricas -- alteradas (quistes foliculares, retraso en la ovulación, persistencia del cuerpo lúteo), en animales con bajos -- niveles de fósforo en la dieta requirieron de un mayor número de servicios por concepción^(1,67).

2.3.4 MANGANESO

El manganeso se considera un mineral esencial para mantener un desarrollo reproductivo adecuado en vaquillas y -- una deficiencia de manganeso aumenta el tiempo de concepción⁽²⁶⁾. La deficiencia está asociada con estros silenciosos, infertilidad y nacimiento de becerras con tendones retraídos; debido a que la deficiencia en vacas gestantes tiene efectos detrimentales en el desarrollo embrionario⁽²⁸⁾.

Los valores normales en vaquillas se consideran entre -- 20-40ppm y las manifestaciones más comunes por deficiencia de manganeso en los animales es el retraso en la pre-

sentación de calores⁽⁶⁹⁾, en algunos otros casos se presenta una supresión total de estro que aumenta los periodos de anestro⁽⁴⁵⁾.

Otro autor afirma que existe un problema de esterilidad - hasta en un 10% del hato, cuando en el forraje se encuentran concentraciones de menos de 20ppm y que de esta manera, este ganado alimentado manifiesta un retraso en la -- presentación del primer calor y una disminución en el porcentaje de concepción, además se demostró que las vacas - que consumían bajas cantidades de manganeso (116 mg/Mn/día) requirieron de un mayor número de servicios por concepción (4 servicios), que vacas que recibieron 183 mg/Mn/día, sólo requirieron de 2 servicios por concepción⁽⁷⁰⁾.

La concentración de manganeso varía con relación a la etapa de la vida, presenta un pico durante el nacimiento y otro - durante la lactancia, aunque el contenido en los animales - lactantes varía con el contenido de la madre y en ésta está determinado por la dieta que está consumiendo⁽⁴⁶⁾.

Hidiroglou informa que hay una relación estrecha entre los niveles bajos de manganeso ingerido y la gestación en las - hembras⁽²⁸⁾. Por lo que los requerimientos para vacas son de 20-40ppm, de acuerdo con McDowell y de 20-40ppm, de --

acuerdo con el N.R.C. (43, 48) .

2.3.5 COBRE

Elemento mineral que tiene muchas funciones corporales incluyendo el adecuado funcionamiento reproductivo, la deficiencia de cobre puede presentarse por su ausencia o elevada concentración de molibdeno y/ o azufre (6, 26, 32, 45), la Molibdenosis o baja proporción dietética de cobre-molibdeno es la consecuencia de una deficiencia secundaria de cobre y los bovinos son la especie más vulnerable (6) .- Hay una relación significativa entre la concentración de cobre en plasma y la fertilidad, aunque esta relación se ve complicada por la interacción del cobre con otros factores (35), la disminución de la fertilidad es debido al ciclo estral irregular, anestro y retardo en el tiempo de concepción (26, 32, 37, 70) .

Los valores de cobre en suero, tanto en vacas Holstein -- como en Cebú, presentan cierta relación a pesar de ser diferentes razas, la Holstein presentó el nivel de 0.065mg/ml, y la cebú el de 0.068mg/ml. Además en estos mismos animales se determinó, el cobre en pelo y no hubo mucha - variación en cuanto al calor, localización de la muestra pues en bovinos Holstein presentaron 13ppm en pelo blanco,

11ppm en pelo negro de capa y 9ppm en pelo de cola, como se puede apreciar, hay una relación entre los dos tejidos muestreados en las diferentes razas (50).

Los niveles de cobre sérico tienen un amplio rango, habiendo un aspecto importante que tomar en cuenta, que es la relación cobre-cobalto en la fertilidad, esta relación fue manifestada cuando en un hato, el tiempo de concepción a primer servicio era de 53% y fue aumentada a 67% por la inyección de cobre y a 93% por la combinación de una inyección de cobre y la suplementación con cobalto en el alimento (1). La deficiencia de cobre se presenta cuando los niveles del mismo, en pelo son menores de 8.5ppm y en suero menor de 0.06mq/100ml (6,47). Puede ser tratada o prevenida por la inyección de 0.5 mg de glicinato de cobre/kg de peso corporal, o adicionando al alimento sulfato, carbonato u óxido de cobre agregando de 0.5-1.0%, pero la cantidad de cobre que se debe administrar depende del contenido de molibdeno en la ración, considerando que la proporción de cobre-molibdeno debe estar entre 6:1 a 10:1 (6).

La cuprosis se presenta cuando el cobre excesivo, queda depositado en el hígado sin efectos observables hasta que alcanza niveles de saturación del depósito hepático, una vez establecida esa situación, el hígado libera bruscamen

te grandes cantidades de cobre al sistema circulatorio, - esta súbita descarga, desencadena la sintomatología de la cuprosis que empieza con una aguda crisis hemorrágica y - repentinamente se registra la aparición de debilidad, depresión, hipofagia, hemoglobinemia, hemoglobinuria, ictericia, palidez de mucosas^(6,69).

2.3.6 ZINC

El zinc ha sido reconocido por varias generaciones como - un elemento indispensable para el normal crecimiento salud y reproducción de los animales, por lo que es necesario que los niveles en plasma deban mantenerse alrededor de 0.065 mg/100ml (26,69), una concentración de 0.040 mg/100ml, indica deficiencia y ésta se manifiesta por una - apariencia general pobre, callosidades, pérdida de pelo, - problemas reproductivos particularmente en la hembra y da ño en las funciones sexuales^(44,46).

Cuando la concentración plasmática de zinc disminuye durante el parto, se presenta como consecuencia, distocia - (14,54). Payán et al detectaron diferentes valores séricos de zinc en vacas de diferentes razas, para la raza -- Holstein, de 0.16 mg/100ml; para Hereford, 0.15mg/100ml

y cebú 0.10mg/100ml, en este mismo estudio presentaron los valores de zinc en pelo, para ganado Holstein, el pelo blanco, 106ppm; para pelo negro, 101ppm y el pelo de la cola, 100ppm; en el ganado Herford, el pelo blanco, 166ppm; pelo negro 130ppm y para pelo de cola, 16ppm. Por lo que sí existe variación en el contenido de zinc en tre razas y dentro del mismo animal⁽⁵⁰⁾.

2.3.7 SELENIO

El selenio es un elemento mineral, que sólo hasta 1957, se consideró como esencial en la nutrición de los animales, ahora se ha demostrado que juega un papel muy importante en los procesos reproductivos esencialmente en la fertilidad^(38,57,61). Aunque hay discrepancia entre opiniones, el efecto del selenio en el comportamiento reproductivo de los rumiantes⁽²⁶⁾, se ha descubierto que el selenio, es un factor determinante en la fertilidad. Concentraciones adecuadas de selenio en plasma, disminuyen el número de servicios por concepción y los días abiertos; lo que nos indica una relación entre el selenio y la fertilidad⁽³⁸⁾. Larson et al indican que los niveles plasmáticos de selenio en vacas postparto se mantienen constantes y están a una concentración entre 0.091-0.092 ppm⁽³⁸⁾.

En un trabajo presentado por Perry indica que el contenido de selenio en la dieta determina los niveles de la san gre, y que hay una relación positiva entre la cantidad - suplementada y el tiempo de absorción. Cuando la cantidad suplementada es mayor, el tiempo de absorción es más rápido, asimismo sugiere que los valores promedio del se lenio sérico son de 0.028ppm en vacas y de 0.31ppm en becerros, de estos mismos análisis obtuvo el promedio de se lenio en pelo y para vacas fue de 0.390ppm y de 0.365ppm en becerros⁽⁵³⁾. La deficiencia de selenio, está asociada con fallas en la fertilidad, mortalidad embrionaria, - que ocurre entre las 3-4 semanas después de la concepción (38,45).

En deficiencia de selenio se presenta retención placentaria y las infecciones del útero, que van asociadas con el aumento en el número de servicios por concepción, un mayor intervalo entre partos, aumento del número vacas vacías, que son eliminadas por problemas de infertilidad -- (36,69). El efecto del selenio y de la vitamina "E", solos o combinados en la fertilización del óvulo ha sido de terminada en vaquillas que fueron alimentadas con una ración balanceada, dando el porcentaje de fertilidad del -- 100% contra un porcentaje menor de fertilidad en vaquillas que consumían dietas deficientes⁽⁶¹⁾.

2.4 MINERALES EN FORRAJES

El desequilibrio de elementos minerales, en el forraje puede afectar severamente la fertilidad, la producción, ganancia de peso, salud de los animales, debido a ello es importante conocer los factores que determinan la presencia o ausencia de elementos minerales^(13,64).

De los muchos factores que afectan la relación suelo-planta-animal, se destaca principalmente el conocimiento de la fertilidad del suelo, la cual se denomina como la presencia de elementos nutritivos que la planta toma del suelo y que son indispensables para su nutrición y desarrollo y estos elementos minerales pueden ser afectados por las propiedades físicas y químicas del suelo^(16,69), la concentración de los elementos minerales en los forrajes dependen de la interacción recíproca de diferentes factores incluyendo el suelo, especie de la planta de que se trate, estado de madurez, fertilización, ordenación de pastos, sistema de pastoreo y el clima^(57,69), zona geográfica, manejo que se les dé a cada uno de ellos^(10,64).

En época de secas la concentración de sales minerales en los forrajes se reduce⁽⁴⁵⁾, por lo tanto sería lógico pensar que en esta época aumenta la incidencia de deficien-

cia de minerales, sin embargo investigaciones realizadas en muchas partes del mundo demuestran que esto no sucede y que las deficiencias específicas, o son más frecuentes durante la temporada de lluvias^(19,44). Explican que esto se debe a que durante la temporada de lluvias -- el ganado gana rápidamente peso, debido al suministro de calorías y proteínas que se encuentran en grandes cantidades por lo que las necesidades de minerales se van aumentando y no pueden cubrirse completamente, por otro lado, en la época seca la insuficiencia de energía y proteína provoca pérdidas de peso en los animales, lo que hace que sus necesidades de minerales sean bajas⁽⁴⁴⁾.

En ocasiones no basta encontrar el elemento mineral en el forraje para sacar la conclusión de que es verdaderamente necesario para ella, también hay que considerar que algunos alimentos minerales son esenciales para los animales, sin que lo sean para los vegetales^(48,69).

Los forrajes de buena calidad debieran contener todos los elementos nutritivos esenciales para llenar y mantener un adecuado aporte a los animales que lo consumen, pero la cantidad y calidad de éstos varía de acuerdo a las condiciones bajo las cuales el forraje se produce⁽¹⁰⁾, muchos elementos traza, en los forrajes por la adición de aquel

elemento al fertilizante aplicado al suelo, en las áreas deficientes⁽⁴⁶⁾.

Los forrajes normalmente son ricos en calcio, este elemento mineral se encuentra depositado en el suelo y es absorbido por los vegetales y se almacena en las hojas y tallos de las plantas^(45,64).

La mayoría de los forrajes y los ingredientes alimenticios, proveen niveles adecuados de manganeso^(16,45).

Por lo general la concentración de selenio en las plantas, guarda relación con su concentración en el suelo de la forma que el selenio reemplaza al azufre y por esa acción, los efectos tóxicos disminuyen, cuando se alimenta al ganado con dietas ricas en proteínas, al añadir pequeñas cantidades de compuestos arsenicales.

III. OBJETIVOS

- 1.- Obtener los valores promedio de calcio, fósforo, manganeso, zinc, cobre y selenio en pelo y suero de vaquillas durante su primer estro, así como de los alimentos consumidos en ese período.
- 2.- Estudiar las variaciones de calcio, fósforo, manganeso, zinc, cobre y selenio en el alimento, suero y pelo durante las fases del ciclo estral.

IV. MATERIAL Y METODOS

A) LOCALIZACION

El presente trabajo fue realizado en el Centro de Recría del Complejo Industrial de Tizayuca, Hidalgo (C.A.I.T.), que está ubicado geográficamente en 19°58'50" de latitud norte y 99°25' de longitud oeste, la zona presenta un clima Cwo, h(e)g, que es el más seco de los climas subhúmedos⁽¹⁸⁾ Con una temperatura promedio anual de 16.3°C -- (3.4-33.3°C) y una precipitación media anual de 600.3 mm, ubicado a 2270 msnm.

B) ANIMALES

Se utilizaron 10 hembras bovinas en aparente estado sano - con edad entre 14-15 meses y peso aproximado de 320 Kg. - Los animales se manejaron en condiciones de confinamiento total, se seleccionaron animales de primer calor que manifestaron signos de estro. En este día considerado para el experimento como día primero se trasladó a la vaquilla a la manga de manejo para obtener las muestras de sangre y pelo; el mismo día se tomó una muestra del alimento -- que estaba consumiendo.

En seguida se llevó a un corral destinado especialmente a las hembras incluidas en el experimento, después, cada cinco días (días 5°, 10°, 15°, 20°, del ciclo estral), se tomaron muestras de sangre y pelo de cada vaquilla, - así como del alimento consumido en ese mismo día en el corral de las vaquillas estudiadas.

C) MUESTRAS

La obtención de sangre de cada una de las vaquillas fue - por punción en la vena yugular, se colectó de cada animal 10 ml de sangre que se dejó reposar a temperatura ambiente por 30 minutos, para luego separar el coágulo - centrifugando a 3500 rpm; una vez obtenido el suero, se congeló a -20°C hasta el momento de procesar cada muestra. En las muestras de suero se midieron los minerales Ca, P, Cu y Zn.

Para las muestras de pelo, se tomaron porciones de pelo de capa (cuerpo) de cada uno de los animales, se utilizó tanto pelo blanco como negro sin importar la proporción, siempre y cuando la muestra fuera tomada del lomo del animal, para la colección de pelo se usaron tijeras de acero inoxidable y las muestras de pelo fueron - guardadas en bolsas de polietileno previamente identifica

das y transportadas al laboratorio, donde se almacenaron en el refrigerador hasta su análisis, llevándose a cabo la medición de todos los minerales (Ca, P, Mn, Zn, Cu y Se).

Se colectaron cinco muestras de cada alimento que consumían las vaquillas en cada fase del estudio (día 1°, 5°, 10°, 15 y 20°), para un total de 25 muestras de cada alimento, considerando que se administraban seis alimentos: Alfalfa achicalada, alfalfa verde, concentrado, ensilado, sal y melaza, fueron 150 muestras. Las cinco muestras de cada alimento en un día específico se desecaron y molieron por separado y luego se mezclaron, se tomó un gramo de esa mezcla para medir Ca, P, Mn, Zn y Cu. Con este proceso se obtuvo una medición de cada uno de los seis alimentos en cada uno de los cinco días en que se dividió el ciclo estral.

D) EQUIPO

El Equipo utilizado para la medición de minerales fue un espectrofotómetro de absorción atómica marca Perkin Elmer, modelo 560, en donde se midió: Ca, Mn, Zn, Cu y Se, para medir el P se usó un espectrofotómetro de luz ultravioleta y visible, marca Colmen-Hitachi.

E) ANALISIS ESTADISTICO

Para la evaluación de sangre y pelo se utilizó un análisis de varianza con un modelo en bloques al azar, como se anota abajo, cada mineral se analizó por separado.

Modelo para sangre y pelo

$$Y_{ij} = M + d_i + v_j + e_{ij}$$

Y_{ij} = una medición en una vaquilla un día determinado.

M = media general

d_i = efecto de día del ciclo estral (1°, 5°, 10°, 15° y 20°; para Se solo se midio los días - 1° y 10°)

v_j = vaquilla empleada como bloque

e_{ij} = error aleatorio

Para alimento no se hizo análisis estadístico.

Comparación de medias por muestreo empleando la prueba de Studen-Newman-Kelus o S.N.K. según Steel and Torrie⁽⁶⁶⁾.

V. RESULTADOS

En el cuadro No. 1 se indica que los valores de calcio - en el pelo de las vaquillas muestreadas durante su ciclo estral, presentaron un valor promedio mínimo de 8.0 mg/100 g. en el vigésimo día del ciclo estral y un promedio máximo de 9.9 mg/100 g. en el décimo día del ciclo estral sin diferencia significativa ($P > 0.05$). Asimismo el calcio sérico manifestó un promedio mínimo de 7.7 mg/100 ml. en el día décimoquinto del ciclo estral y un promedio máximo de 12.33 mg/100 ml. en el día décimo del ciclo estral con una diferencia estadísticamente significativa - ($P > 0.01$). El porcentaje de calcio aportado por el alimento fue mayor al requerimiento de los animales.

En el cuadro No. 2 el contenido de fósforo en pelo de las vaquillas presentó un promedio mínimo de 3.1 mg/100 g. en el vigésimo día del ciclo estral y un promedio máximo de 4.0 mg/100 g. en el primer día del ciclo estral sin una diferencia significativa ($P > 0.05$). El fósforo sérico -- presentó un promedio mínimo de 4.1 mg/100 ml. en el primer día del ciclo estral y un promedio máximo de 5.0 mg/100 ml. en el vigésimo día del ciclo estral sin diferencia significativa ($P > 0.01$). El porcentaje de fósforo -- aportado por los alimentos fue el adecuado.

En el cuadro No. 3 los niveles de zinc en el pelo presenta ron un promedio mínimo de 103.1 ppm en el décimoquinto día del ciclo estral y un promedio máximo de 139.6 pmm en el día décimo del ciclo sin diferencia significativa ($P > 0.05$), respecto al zinc sérico el valor promedio mínimo fue de -- 0.013 mg/100 ml. en el día primero del ciclo estral y un promedio máximo de 0.140 mg/ 100 ml. en el décimo día del ciclo estral con una diferencia estadística significativa ($P > 0.01$).

En el cuadro No. 4 el cobre en pelo presentó un valor promedio mínimo de 6.4 ppm en el quinto día del ciclo estral y un promedio máximo de 6.97 ppm en el décimo día del ciclo estral sin diferencia significativa ($P > 0.05$). El cobre sérico presentó un valor promedio mínimo de 0.009 mg/ 100 ml. en el vigésimo del ciclo estral y un promedio -- máximo de 0.060 mg/100 ml. en el día décimoquinto del ciclo estral con una diferencia estadística significativa - ($P > 0.01$).

En el cuadro No. 5 se indica que el nivel de manganeso en el pelo presentó un valor promedio mínimo de 1.7 ppm en el día primero del ciclo estral y un valor promedio máximo de 2.7 ppm en el día décimoquinto del ciclo estral sin una diferencia estadística significativa ($P > 0.05$). No se -

detectó manganeso en el suero.

En el cuadro No. 6 se indican los valores promedio de -
tós minerales presentes en los alimentos consumidos por
las vaquillas durante el tiempo que duro el experimento.

El valor de selenio solo se determino en el pelo de las
vaquillas en los días 1° y 10° del ciclo estral y los -
valores promedio medidos fueron de $0.38 \pm .09$ y $0.520 \pm$
.20 ppm respectivamente no encontrandose efecto en la -
variación del nivel de selenio en los días medidos (p
0.05).

Solo calcio, cobre y zinc presentaron diferencias signi-
ficativas durante las diferentes fases del ciclo estral
en vaquillas como lo muestran las graficas 1, 2 y 3.

VI. DISCUSION

El valor promedio de calcio sérico, en vaquillas Holstein, obtenida en la presente investigación coincide con los valores indicados por Barradas y Cook⁽⁷⁾ Por Rowland et al⁽⁵⁹⁾, para vaquillas y vacas adultas, pero difieren de los indicados por Payán et al⁽⁵⁰⁾, García⁽¹⁹⁾ y Swenson et al⁽⁶⁸⁾ quienes encontraron valores de calcio más elevados para novillas holstein

Asimismo, estos valores promedio son más altos que los registrados por Larson et al⁽³⁹⁾, para vacas posparto, de la misma manera son mayores que los indicados por Spross y Pérez⁽⁶⁵⁾ en vacas con varios niveles de producción lechera y los registrados por Castrillo et al⁽¹⁰⁾ en novillas cruzadas cebú-holstein.

Los valores de calcio en pelo difieren de la concentración de calcio sérico y son menores a los indicados por Payán⁽⁵⁰⁾, García⁽¹⁹⁾, Barradas y Cook⁽⁷⁾, Castrillo⁽¹⁹⁾, Rowland et al⁽⁵⁹⁾ y Swenson et al⁽⁶⁸⁾.

El valor promedio de fósforo sérico concuerdan con los valores que indican Barradas y Cook⁽⁷⁾, Maynar⁽⁴¹⁾, Underwood⁽⁶⁹⁾ y son valores más elevados que los indicados por García⁽¹⁹⁾, García⁽²⁰⁾ en animales muestrados por todo -

un año y con diferente estado reproductivo. De la misma manera que los valores registrados por Spross y Pérez⁽⁶⁵⁾ en animales con diferente producción lechera y son valores menores a los indicados por Payán et al⁽⁵⁰⁾, Rowland et al⁽⁵⁸⁾, Castrillo et al⁽¹⁰⁾ y Larson et al⁽³⁸⁾.

Los valores promedio de fósforo en pelo, presentan poca variación y son menores a los valores de fósforo sérico.

El valor de manganeso sérico no se detectó, Underwood⁽⁶⁹⁾ indica un valor de 8-15 ppm como el nivel normal. En cuanto al valor de manganeso en pelo obtenido en esta investigación fue de 2.3 ppm.

El contenido de cobre en suero en las vaquillas, se encuentra muy por debajo de los valores indicados por el N.R.C.^(47,48), Rowland et al⁽⁵⁹⁾ y Underwood⁽⁶⁹⁾ y son un poco más bajos a los medidos por Díaz⁽¹³⁾, Payán et al⁽⁵⁰⁾, Larson et al⁽³⁸⁾ para vacas posparto.

En cuanto al valor de cobre en pelo de las vaquillas muestreadas fue menor al rango sugerido por Underwood⁽⁶⁹⁾ y al valor promedio indicado por McDowell et al⁽⁴⁵⁾.

Del mismo modo, los valores indicados por Balwin et al⁽⁶⁾

y Payán et al⁽⁵⁰⁾, el valor de zinc sérico presenta cierta similitud con los valores indicados por Hidiroglou⁽²⁶⁾, Underwood⁽⁶⁹⁾ y Larson et al⁽³⁸⁾ en vacas posparto y son más elevados que los valores indicados por Mortvedt et al⁽⁴⁶⁾, siendo menores a los reportados por Payán et al⁽⁵⁰⁾ en vacas holstein, hereford y cebú.

VII. CONCLUSIONES

Los niveles de minerales en suero y pelo en vaquillas están influenciados por las diferentes fases del ciclo estral, siendo su efecto más notable en suero, donde el calcio sérico presentó su valor más alto el décimo día del ciclo estral. En cuanto al nivel de calcio en pelo no presentó variación y los valores encontrados están dentro del rango normal.

Respecto a los niveles de fósforo sérico y fósforo en pelo mostraron poca variación durante las diferentes fases del ciclo estral, siendo el valor más alto de fósforo sérico el vigésimo día del ciclo estral, pero dentro de un rango normal.

El contenido de cobre sérico varió en relación a las diferentes fases del ciclo estral, presentando un comportamiento similar al calcio sérico con un valor máximo el décimo día del ciclo estral. El nivel de cobre en pelo se mantuvo dentro de un rango normal durante las diferentes fases del ciclo estral.

El nivel de zinc en suero varió durante las diferentes del ciclo estral con un valor más alto el décimo día del

ciclo estral, aunque los valores de zinc en este trabajo son elevados tanto en el pelo como en el suero.

El valor más alto de manganeso detectado en pelo fue el décimo día del ciclo estral. Tomando en cuenta que todos los valores de manganeso se encuentran por debajo de los normales.

El nivel de selenio en pelo se presentó el décimo día -- del ciclo estral, encontrándose por arriba de lo reportado. Considerando que sólo se analizaron dos muestreos, -- el día primero y décimo del ciclo estral.

La variación del contenido de minerales se manifiesta -- por los niveles minerales tanto en suero como en pelo, -- que no son representativos de lo que el animal está consumiendo, siendo que el aporte de minerales por el alimento que consumieron los animales es el adecuado. Esto sugiere conocer el porcentaje de disponibilidad de los -- minerales en los diferentes alimentos, además de los -- factores propios del animal, factores ambientales, factores reproductivos, así como también las interacciones que existen entre los distintos minerales.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Alderman, G.: Mineral Nutrition and Reproduccion cattle. Vet. Rec., 75 : 1015-1018 (1963).
2. Alegría, M.M.I.: Efecto de la suplementación de vitamina A, D, E y minerales sobre la fertilidad en becerros holstein, Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. México, (1984).
3. Allen, W.M., Parr, W.H., Anderson, P.H., Barrett, S., Bradley, R. and Petterson, D.S.P.: Selenium and the activity of glutation peroxidasa in bovine eritrocites. Vet. Rec., 96: 360-361 (1975).
4. Andrews, E.D., Hartley, W.J. and Grand, A.B.: Selenium responsive diseases of animals. N.Z. Vet. J., 16: 3-7 (1968).
5. AOAC: Official Methods of Analysis. Assotiation Official of Analytical Chemistry. 12th Edition, Washington, D.C. USA. 1975 .
6. Balwin, K.W., Hamar W.D. Gerlach L.M. y Lewis D.L.: -- Desquilibrio cobre-molibdeno en bovinos de carne. -- Práctica Veterinaria, 3 (1) ; 5-9 (1983).

7. Barradas, H.V. y Cook, R.M.: Contenido mineral de suelos pastos y ganado en ranchos de las regiones centrales y norte del estado de Veracruz, XV Reunión de Investigación Pecuaria en México, México, D. F. - p.p. 167-177 (1981) INIP-SARH.
8. Bentley, O.G. and Phillipz P.M.: The effect of flow manganese upon, dairy cattle. J. Dairy Sci. 34: 396-403 (1953).
9. Blakemore, F. and Venn J.A.J.: Condition associated with hypocupraemia of bovines in East Anglia. Vet. Rec. 62: 756-761 (1950).
10. Castrillo, P.M., Monroy, A.V. y Castellanos, R.A.: - Composición mineral de 3 gramíneas, concentración de los mismos elementos minerales en suero de bovinos y respuesta a la suplementación mineral en la zona de Camino Real, Campeche, Reunión de Investigación Pecuaria en México, México, D. F. (1981) p. -- 785-788 INIP-SARH.
11. Clarence, K. and Larsson, L.: Estudios on ionized calcium in serum and plasma from normal cows. Acta Vet. Scand. 19: 487-496 (1978).

12. Córdova, V.C.A.: Relación del contenido de minerales esenciales en suero de ovinos confinados con el alimento y el suelo en la región de Parres, Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. (1985).
13. Díaz, N.R.A.: Concentración de los elementos minerales calcio, fósforo, magnesio, cobre, hierro y zinc en muestras de suelo, pelo de capa y pelo de cola de bovinos de raza Holstein, Herford, Cebú y Pardo Suizo, localizados en las zonas del Estado de México y Hueytamalco, Puebla. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. (1981).
14. Dufty, J.H., Bingley, B.J. and Core, Y.L.: The plasma zinc concentration of non-pregnant and parturient hereford cattle. Austr. Vet. J., 53: 519-522 (1977).
15. Ferrer, R.F.O. y Asperón, S.A.: Resultados de la utilización de vitaminas E y selenio en el índice de concepción en vaquillas a primer servicio con inseminación artificial. Fac. de Estudios Superiores de Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. (1984) INIP-SARH.

16. Flores, M.J.A.: Bromatología animal 3ra. Edición. - Limusa, México, D. F. 1986.
17. García, B.C.M.: Estudio sobre las deficiencias nutricionales de los macroelementos, calcio, fósforo y magnesio en bovinos en la zona del norte del Estado de Chiapas y las correlaciones existentes entre estos minerales en el pelo de capa, pelo de cola y suero. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. - Universidad Nacional Autónoma de México. México, -- 1980.
18. García, E.: Modificación del sistema de clasificación de Koppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., 1979.
19. García, G.J.: Valores normales de Calcio, fósforo y magnesio séricos para vacas de la raza cebú (Indobrasil) en condiciones de pastoreo y en clima semicálido húmedo. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1980.
20. Varcia, I.J.: Valores séricos de calcio, fósforo y -- magnesio de bovinos cebú, localizados en Balancán Tabasco. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., 1981.

21. Gutiérrez, O., Geerken, M.C., y Díaz, A.: Digestibilidad aparente de calcio y fósforo en terneros con dietas de forraje sólo o suplementado con fosfatos dicálcico.- Rev. Cubana de Ciencia Agrícola,., 18: 171-175 (1984).
22. Halsted, J.A., Smith, J.C., and Irwin, M.I.: A conspectus of research on Zinc requeriment of man. J. Nutr., 70: 100-102 (1974).
23. Hansard, S.L.: Microminerales for Rumiants Animals. - Nutr. Abst. Rev. Serie B 53: 1-24 (1983).
24. Harper, H.A.: Manual de química fisiológica. 4a. Edición. El manual moderno, México, D. F., 1975.
25. Harrison, H.J. and Conrad, R.: Effects of dietary calcium on selenium absortion by the nolactating dairy cow. J. Dairy Sci., 67: 1860-1864 (1984).
26. Hidroglou, M.: Trace elements deficiencie and fertility in rumiants: A review, J. Dairy Sci., 62: 1195-1206 (1979).
27. Hidroglowu, M.: Zinc, Copper and Manganese deficiences and the rumiant skeletor: A Review. Can. J. Anim. - Sci., 60: 579-590 (1980).

28. Hidiroglou, M. and Kniffel, J.E.: Maternal-Fetal relationships copper, manganese and sulfur in ruminants: A. Review. J. Dairy Sci., 64: 1367-1643 (1981).
29. Hignett, S.L.: Factors influencing herd fertility in cattle. Vet. Rec., 62: 652-663 (1950).
30. Hignett, S.L., and Hignett, P.G.: The influence of nutrition on reproductive efficiency in cattle II, the effects of phosphorus intake on ovarian activity and fertility of heifers, Vet. Rec., 64: 203-207 (1952).
31. Hignett, S.L. and Hignett, P.G.: The influence of nutrition on reproductive efficiency in cattle III the influence of vitamin D status on effects of calcium and phosphorus intake on fertility of cows and heifers. Vet. Rec., 65:21-25 (1953).
32. Hunter, A.P.: Some nutritional factors affecting the fertility of dairy cattle. N.Z. Vet. J., 25: 305-309 (1977).
33. Ishak, M.A., Larson, L.L., Owen, F.G., Lowry, S.R. and Erikson, E.D.: Effects of selenium vitamin and ration fiber on placental retention and performance of dairy cattle. J. Dairy Sci., 66: 99-106 (1983).
34. Jacobson, D.R., Hemken, R.W., Botton, F.S., and Hatton, R.H.: Mineral nutrition, calcium, phosphorus, magnesium

- and potassium interrelationships. J. Dairy Sci., 55: - 935-944 (1972).
35. Kappel, L.C., Ingraham, R.H., Morgan, E.B., and Babcock, D.K.: Plasma copper concentration and packed cell volume and their relationships to fertility and milk production in Holstein cows. Amer. J. Vet. Res., 45: 346-350 (1984).
36. Kappel, L.C., Ingraham, R.H., Morgan E.B., Dixon M.J., Zeringuel, L., Wilson, D. and Babcock, D.K.: Selenium -- concentration in feeds and effects of treating pregnant holstein cows with selenium and vitamin E on blood selenium values on reproductive performance. Amer. J. Vet. Rec., 45: 691-694 (1984).
37. King, J.D.L.: Nutrition and fertility in dairy cows, Vet. Rec. 89: 320-324 (1971).
38. Larson, L.L., Mabruck, H.S. and Lowry, R.: Relation - between early postpartum blood composition and reproductive performance in dairy cattle. J. Dairy Sci. 62: 283-289 (1980).
39. Littlejon, A.I. and Lewis, G.: Experimental studies - of the relationships between the calcium-phosphorus - ration of the diet and fertility in heifers: A preliminary report. Vet. Rec. 72: 1137-1144 (1960).

40. Martínez, A. and Church, D.C.: Effects of various mineral elements on in vitro rumen cellulose digestion. J. Amer. Sci. 31: 982-990 (1970).
41. Maynard, L.A.: Nutrición animal 7a. Edición, McGraw-Hill, México, D. F. 1981.
42. Mc Adams, P.A. and Odell, O.D.: Mineral profile of - blood plasma of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. - 66: 1219-1226 (1982).
43. Mc Dowell, L.R.: Geographical distribution of nutrition diseases in animals. University of Florida, -- Gainesville, Florida, U.S.A. 1977.
44. Mc Dowell, L.R. y Conrad, J.H.: La importancia de - los oligoelementos en América Latina. Florida Agricultural Station Series 761: 24-32 (1979).
45. Mc Dowell, E.R., Conrad, J.H., Ellis, G.L. y Loosli, J.K.: Pastoreo en las regiones tropicales. Boletín - Informativo, Universidad de Florida, Gainesville, - Florida. U.S.A., 1984.
46. Mortvedt, J.J., Giordano, P.M. y Lindsay, W.L.: Micro nutrientes en la Agricultura, A.G.T. Editores, Barcelona, España 1983.

47. N.R.C.: Nutrient requeriment of domestic animals, -
N.3 nùtrients requeriment of dairy cattle. Nat. Acad. Sci. Washington, D.F., 1978.
48. N.R.C.: Mineral tolerance of domestic animals. Nat. Acad. Sci. Washington, D.C., 1980.
49. N.R.C.: Nutrients requeriments of beef cattle. Nat. Acad. Sci. Washington, D.C., 1984.
50. Payán, R.M., Díaz, N.R., Pérez, D.M. y Castillo, R.F.: -
Contenido de minerales en suero, pelo de capa, pelo de cola de bovinos Holstein, Herford, cebú y Pardo Suizo, bajo diferentes condiciones ambientales y de manejo. -
Tec. Pec. Méx. 45 61-66 (1983).
51. Pérez, D.M.: Incipiente suplementación de sales minerales, Cebú 8 (11): 48-60 (1982).
52. Perkin-Elmer: Analitical Methods for atomic absorption spectrophotometry, Perkin-Elmer, Norwal, Connecticut, -
U.S.A. 1976.
53. Perry, W.T., Cadwell, M.D. and Petterson, C.R.: Selenium content of feeds effects of dietary selenium, on hair and blood serum. J. Dairy Sci. 59: 760-763 (1976).

- (54) Pryor, W.J.: Plasma zinc status of dary cattle in the parturient period. N.Z. Vet. J. 24: 57-62 (1976).
55. Reinhold, J.C., Kfoury, G.A. and Arslorian, M.: Relations of zinc and calcium concentration in hair to zinc nutrition rats, J. Nutr. 96: 519-524 (1968).
56. Rojas, M.H. and Dier, I.A.: Manganese deficiency in the bovine, J. Anim. Sci. 23: 600-605 (1964).
57. Roman, P.H.: La influencia de los minerales en la - reproducción bovina, Cebú 6 (2): 12-22 (1980).
58. Rowland, G.J., Maston, R., Pocok, M.R. and Dew, M.S.: Relationships between stage of lactation and premery on blood composition o herd of dairy cows and the -- influence seasonal changes in management of these relationships, J.Dairy Res. 42: 349-362 (1975).
59. Rowland, G.J. Little, W., and Kichenham, B.A.: Relationships between blood composition and fertility in dairy cows: A field study, J. Dairy Res. Sci. 44: - 1-7 (1977).
60. Shingoethe, D.J., Kirkbride, C.A., Palmer, I.S., -- Owens, M.J. and Tucker, W.L.: Responce of cows consuming adecuate selenium to vitamine E and selenium supplementation prepartum, J. Dairy Sci. 65: 2338-2344 (1982).

61. Segerson, E.C., Murray, F.A., Moxon, A.L., Redman, -
D.R. and Conrad, H.R. Fertility of bovine ova, J. -
Dairy Sci., 60: 1001-1005 (1970).
62. Snedecor, G.W. and Cochran, W.G.: Statistical Methods.
6th ed. Iowa State University Press. Ames Iowa. 1980.
63. Solana, M.P.: Suplementación mineral del ganado en -
pastoreo en México, 4to. Congreso Latinoamericano --
sobre fertilizantes. Buenos Aires, Argentina. 1979 -
p. 88-102.
64. Spross, S.A.K. y Pérez, D.M.: Interrelación entre -
el contenido mineral en suelo y forrajes de cinco -
ranchos de los estados de México e Hidalgo. Reunión
de Investigación Pecuaria en México. México, D. F., -
1982 p. 299-301 INIP-SARH.
65. Spross, S.A.K., Pérez, D.M.: Contenido de calcio y
fósforo en sangre yugular de vacas Holstein en dife-
rentes estados de producción láctea. Reunión de In-
vestigación Pecuaria en México, México, D. F. 1982
p. 302-305 INIP - SARH.
66. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.: Principles and pro-
cedures of statistics. 3a. Ed., Mc Graw Hill, New York,
1960.

67. Steevens, J.B., bush, J.L. and Stout, D.I.: Effects of varying amount of calcium and phosphorus in ration for dairy cows. J. Dairy Sci., 54: 655-661 -- (1971).
68. Swenson, J.M., Goetsch, D.D. and Underbjergd, L.K.G.: Effects of dietary trace minerals excess calcium and varius roughges on the hemogram tissues and estrous cycles of herefore heifers. Amer. J. Vet. Res., 23: 803-807 (1962).
69. Underwood, E.J.: The mineral nutrition to livestock. ed. Acribia, Zaragoza, España, 1983.
70. Wilson, J.C.: Bovine functional infertility in devon and conrwall response to manganese teraphy. Vet. Rec., 79: 562-566 (1966).

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

ANEXOS

CUADRO No. 1

CONTENIDO DE CALCIO EN ANIMALES DURANTE
EL CICLO ESTRAL Y VALORES DE CALCIO EN ALIMENTO
SUERO Y PELO

DIA DEL CICLO ESTRAL	ALIMENTO (%) **	SUERO (mg/100ml)	PELO (mg/100g) *
1	2.1+ 1.4	9.9+ 3.0 ^b	8.3+ 3.0
5	1.7+ 0.8	10.3+ 3.6 ^b	8.8+ 2.7
10	2.0+ 1.4	12.3+ 3.6 ^a	9.9+ 3.9
15	1.7+ 1.0	7.7+ 3.0 ^c	8.0+ 2.5
20	2.3+ 1.8	8.3+ 3.1 ^c	8.0+ 2.5

*No se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$)
a,b,c valores con diferente literal en cada columna pre-
sentan diferencia estadística significativa ($p < 0.01$)

**El contenido en alimentos solo se describe, ya que solo
se hizo una medición de cada alimento en cada día.

CUADRO No. 2

NIVELES DE FOSFORO EN ANIMALES DURANTE EL CICLO
ESTRAL Y VALORES DE FOSFORO EN ALIMENTO, SUERO Y PELO

DIA DEL CICLO	ALIMENTO (%) **	SUERO (mg/100ml) *	PELO (mg/100g) *
1	0.5530 _± 0.4757	4.1 _± 1.0	4.0 _± 1.5
5	0.5530 _± 0.4554	4.6 _± 0.8	3.7 _± 2.1
10	0.5968 _± 0.4516	4.8 _± 1.2	3.8 _± 2.1
15	0.5237 _± 0.4643	4.8 _± 1.0	3.6 _± 1.9
20	0.5353 _± 0.4945	5.0 _± 1.1	3.1 _± 0.9

*No se encontró diferencia estadística significativa en ninguno de los muestreos ($p > 0.05$)

**El contenido en alimento solo se describe, ya que solo se hizo una medición de cada alimento en cada día

CUADRO No. 3

NIVELES DE ZINC EN ANIMALES DURANTE EL CICLO ESTRAL
Y NIVELES DE ZINC EN ALIMENTO, SUERO Y PELO

DIA DEL CICLO ESTRAL	ALIMENTO (%) **	SUERO (mg/100ml)	PELO (mg/100g) *
1	27.5 _± 5.8	0.013 _± 0.01 c	129.8 _± 34.3
5	23.7 _± 6.1	0.070 _± 0.03 b	106.0 _± 21.0
10	22.5 _± 6.5	0.140 _± 0.05 a	139.6 _± 46.8
15	24.0 _± 9.8	0.038 _± 0.02 c	103.1 _± 36.0
20	27.6 _± 12.0	0.06 _± 0.03 b	116.4 _± 34.0

* No se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$)
a, b, c Valores con diferente literal. en la columna presentan diferencia estadística significativa ($p > 0.01$)

** El contenido en alimento solo se describe, ya que solo se hizo una medición de cada alimento en cada día.

CUADRO No. 4

NIVELES DE COBRE EN VAQUILLAS DURANTE EL CICLO
 ESTRAL Y VALORES DE COBRE EN ALIMENTO,
 SUERO Y PELO

DIA DEL CICLO ESTRAL	ALIMENTO (ppm)**	SUERO (mg/100ml)	PELO (ppm)*
1	16.4 ± 8	0.013± 0.043 ^b	6.4± 2.5
5	18.3± 7	0.013± 0.05 ^b	6.4 ± 1.3
10	18.3 ± 8	0.031 ± 0.05 ^b	6.9 ± 2.0
15	25.6 ± 14	0.060 ± 14 ^a	5.9 ± 1.4
20	22.9 ± 4.4	0.009± 0.40 ^c	6.4 ± 1.8

* No se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$)

a,b,c:-Valores con diferente literal en cada columna presentan diferencia estadística significativa ($p > 0.01$)

** El contenido en alimento solo se describe, ya que solo se hizo una medición de cada alimento en cada día.

CUADRO No. 5

NIVELES DE MANGANESO EN VAQUILLAS DURANTE EL CICLO
ESTRAL Y VALORES DE MANGANESO EN ALIMENTO Y PELO

DIAS DEL CICLO ESTRAL	ALIMENTO (ppm) **	PELO (ppm) *
1	36.3 \pm 9.0	1.7 \pm 0.6
5	27.5 \pm 16.0	2.1 \pm 0.7
10	25.3 \pm 12.0	3.1 \pm 1.0
15	32.0 \pm 20.0	2.7 \pm 1.0
20	28.5 \pm 15.0	2.5 \pm 1.0

* No se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$)

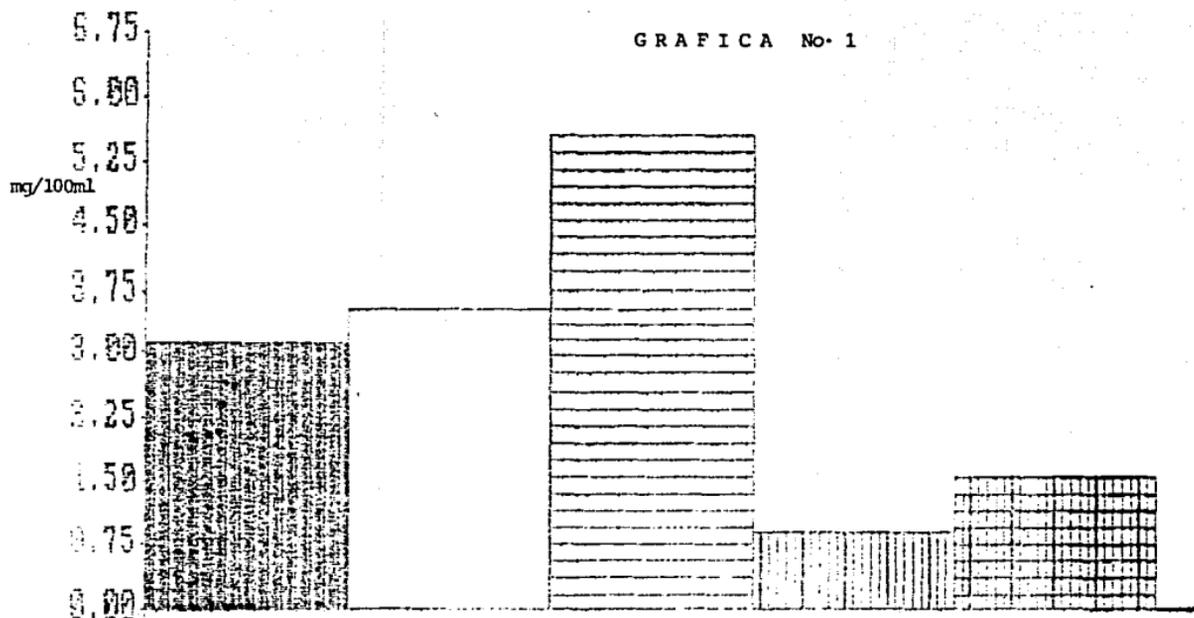
** El contenido en alimento solo se describe, ya que solo se hizo una medición de cada alimento en cada día.

Cuadro No. 6

Niveles promedio de minerales encontrados en el alimento ingerido por las vaquillas durante el tiempo que duro el experimento (un ciclo estral).

ALIMENTOS	MINERALES				
	Ca(%)	P(%)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	Mn(ppm)
Alfalfa verde	1.49	0.32	18.5	18.1	25.65
Alfalfa achic.	1.70	0.53	33.4	20.3	50.0
Concentrado	1.9	0.66	31.3	17.8	40.9
Ensilado	0.80	0.36	26.6	23.8	35.8
Melaza	4.37	1.26	19.5	14.8	7.3
Sal	1.41	0.20	21.0	27.5	16.9

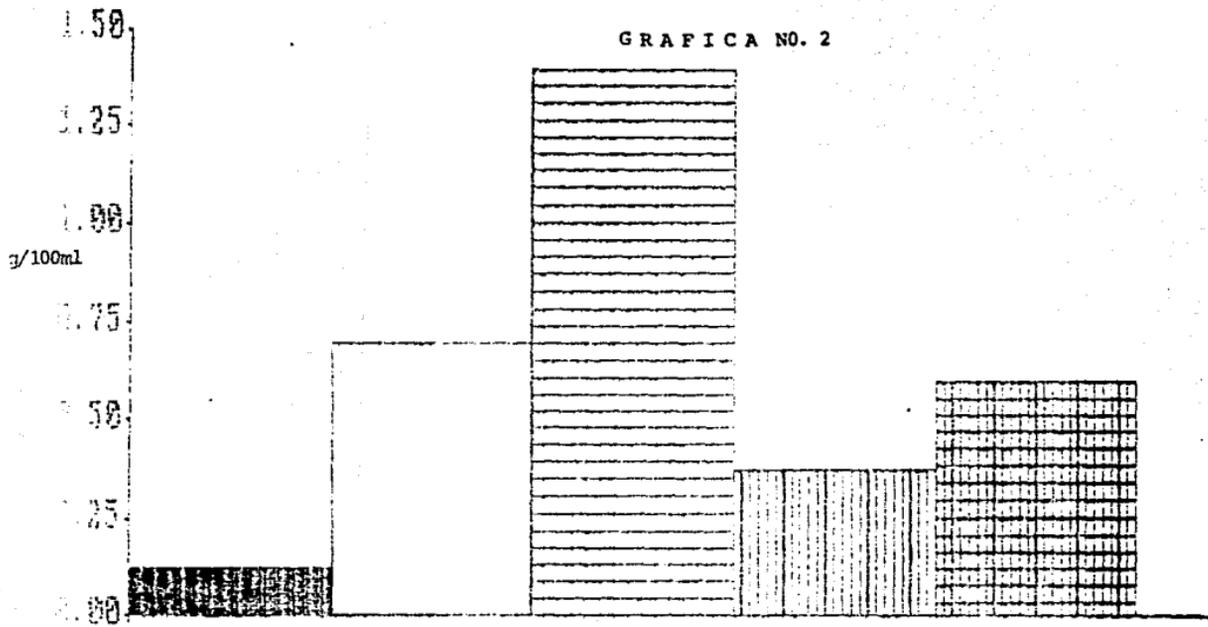
GRAFICA No. 1



DIAS DEL CICLO ESTRAL

NEVELES DE C_2 EN SUERO

1o DIA 2o DIA 3o DIA 14o DIA 15o DIA 16o DIA 17o DIA 18o DIA 19o DIA 20o DIA

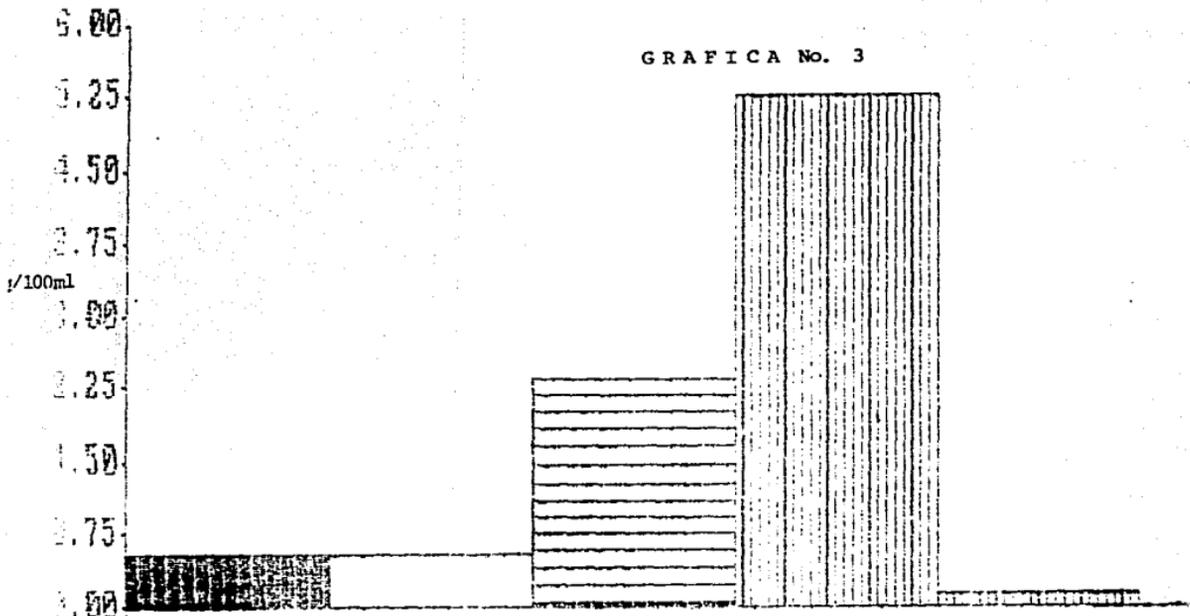


GRAFICA NO. 2

DIAS DEL CICLO ESTRAL

NIVELES DE Zn EN SUERO

1er DIA 5to DIA 16o DIA 15o DIA 28o DIA



DIAS DEL CICLO ESTRAL

NIVELES DE Cu EN PELO

■ 1er DIA ■ 5to DIA ■ 10o DIA ■ 15o DIA ■ 20o DIA